

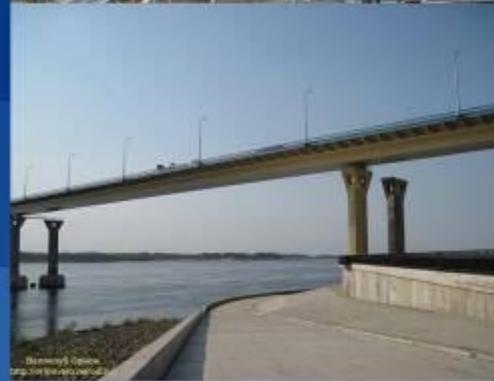
Министерство образования и науки
Российской Федерации
Волгоградский государственный
архитектурно-строительный университет

МОЛОДЕЖЬ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ПРОГРЕСС В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ
ЮГА РОССИИ

Материалы
IV научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых,
11—14 мая 2010 г., Волгоград



Волгоград 2010



Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

**МОЛОДЕЖЬ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ПРОГРЕСС В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ
ЮГА РОССИИ**

Материалы IV научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых,
11—14 мая 2010 г., Волгоград

Волгоград 2010

The department of education and science of Russian Federation
Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering

**YOUTH AND SCIENTIFIC-AND-TECHNICAL
PROGRESS IN ROADFIELD OF SOUTH OF RUSSIA**

The materials of the 4th scientific and technical conference
of Students, Post-graduates and Young Scientists,
May 11-14 / 2010. Volgograd

Volgograd 2010

УДК 001.89-0.53.81:625.7/.8(470.450)(0.63)

ББК 39.111-55(2Рус-4Вог) (я431)

М 754

Составители и редакторы: канд. техн. наук, доц. М.М. Девятков, д-р.техн. наук, доц. С.В. Алексиков, канд. техн. наук, доц. А.И. Лескин (отв. за выпуск)

М 754 Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России:

материалы IV научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 11—14 мая 2010 г., Волгоград / Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т.— Волгоград: ВолгГАСУ, 2010.— 324 с.

ISBN 978-5-98276-387-7

Содержатся материалы IV научно-технической конференции «Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России», целью которой является помощь ученым и молодым специалистам России, Казахстана, США и Германии в представлении результатов своих научно-исследовательских и экспериментальных работ широкому кругу научной общественности, ознакомление представителей дорожных предприятий и учреждений, преподавателей, аспирантов и студентов вузов с последними достижениями в области повышения эффективности работы дорожно-строительного комплекса, строительства и эксплуатации автомобильных дорог, безопасности дорожного движения.

This collection contains the materials of the 4th scientific and technical conference “Youth and scientific and technological advance in road sector of South region of Russia”, which is aimed at helping young specialists and scientists in presentation of the outcomes of their scientific and experimental works to scientific community, at acquaintance of representatives of road factories and institutions, professors, PhD students and students with the latest achievements in the field of improvement of the work-effectiveness in the road –building complex, road building and service and road safety. Young scientists from Russia, Kazakhstan, the USA and Germany have shared the results of their scientific work for this publication.

УДК 001.89-0.53.81:625.7/.8(470.450)(0.63)

ББК 39.111-55(2Рус-4Вог) (я431)

ISBN 978-5-98276-387-7



© Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», 2010

© Авторы материалов конференции, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗЫСКАНИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ	10
1. Бубнов С.А. Анализ влияния неоднородного поля температур на распределение водорода в объеме конструкции.....	10
2. Телегин М.А. Анализ напряженно-деформированного состояния продольных ребер ортотропной плиты пролетного строения при изменении расстояния между поперечными балками.....	11
3. Колузанов И.С. Армированные элементы конструкций в агрессивных условиях эксплуатации.....	17
4. Караханян А.Б. Бионический подход при проектировании высотных и мостовых сооружений.....	22
5. Паруликов А.В. Межнякова А.В. Вероятностный расчет долговечности железобетонной насадки с учетом воздействия хлоридсодержащей среды.....	26
6. Чумаков Д.Ю. Влияние внешнего диаметра кольцевого пересечения на приоритет проезда транспортных средств с учетом интенсивности движения.....	31
7. Занин А.А. К вопросу об оптимальном проектировании конструкций, подвергающихся воздействию агрессивных сред.....	34
8. Мигунова К.В. Классификация и нормирование степени агрессивности внешней среды по отношению к бетону и железобетону.....	36
9. Байгулов А.Н., Катасонов М.А., Федотов Н.Г. Кольцевые пересечения дорог как элемент повышения безопасности движения.....	40
10. Мигунова К.В., Шишкин С.О. Методика расчета нормальных напряжений в бетоне защитного слоя по длине корродирующего арматурного стержня.....	46
11. Шпранкель М.Ю. Моделирование кинетики коррозионного износа незащищенных мостовых металлоконструкций.....	48
12. Ключев А.Б., Осипов Р.Ю. Обзор схем транспортных развязок по типу «Клеверного листа» и кольцевых пересечений в разных уровнях.....	53
13. Кудайбергенов Д.Н., Занин А.А. Особенности идентификации математических моделей коррозионного износа при оптимальном проектировании конструкций.....	58
14. Поликарпов И.В. Особенности ремонта малых мостов в Волгоградской области..	61
15. Пономарева М.А. Применение нечетких множеств при проектировании транспортных сооружений на примере линейной части магистрального газопровода.....	64
16. Скоробогатченко Д.А. Прогнозирование изменения состояния автомобильных дорог на основе нечетких нейронных сетей.....	67
17. Туманов Л.С. Расчет устойчивости грунтового массива при упруго-пластическом распределении напряжений.....	73
18. Куркина Е.К. Риски строительства и монтажа транспортных сооружений.....	76
ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	78
1. Шапошникова Е.А., Осипов А.О. автоматизированные системы управления эксплуатацией автомобильных дорог.....	78
2. Попов Б.Б. Анализ методов расчёта дорожных одежд на морозоустойчивость.....	81
3. Девятов К.В. армирование асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог.....	83
4. Черников С.А. Влияние возраста бетона и попеременного замораживания-оттаивания образцов бетон-герметик на долговечность герметизации швов монолитных цементобетонных покрытий дорог и аэродромов.....	87
5. Шайхмагомедов Д.М. влияние механоактивации на термоокислительную устойчивость битума к старению.....	89
6. Мавлиев Л.Ф., Вдовин Е.А. Дорожные одежды с применением модифицированных укрепленных грунтов и их устройство современными средствами механизации...	94
7. Кузьмин С.В., Шапалин Е.С. Изучение влажности грунтов на улично-дорожной сети г. Волгограда.....	99
8. Стадник А.Ю. Оперативный статистический контроль шероховатости асфальто-	

бетонных дорожных покрытий	101
9. Сливин Д.А. Оптимизация процесса уплотнения асфальтобетонных покрытий.....	105
10. Алексиков С.С. Повышение качества уплотнения грунтовых оснований.....	111
11. Доморадский К.Л. Применение геосеток для армирования дорожных покрытий..	113
12. Замалиев Р.Р. Реконструкция и ремонт автомобильных дорог с применением сходных уширителей дорожного полотна midland	116
13. Бешенов М.Е. Стабилизация свойств грунтов химическими реагентами на доро- гах местного значения и логистических площадок	119
14. Пересыпкин А.П. Существующие способы оценки степени сцепления битума с минеральным материалом	121
15. Паршин М.В. Термоокислительная устойчивость битума полученного методом ОРВ-технологии.....	129
16. Пушнова Н.А. Теоретические преимущества холодной регенерации асфальтобе- тона с применением карбидной извести	132
ОРГАНИЗАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	135
1. Платошина К.Н. Влияние дорожных условий на возникновение ДТП с участием пешеходов	135
2. Копейкина З.А. Исследование загрузки дворовых территорий паркующимися ав- томобилями.....	138
3. Белова М.В. Исследование пешеходного движения в местах массового скопления людей.....	141
4. Чудная Е.И. Исследование транспортно-эксплуатационных характеристик 2-й продольной магистрали г. Волгограда.....	143
5. Сургучёва Е.С. Бабичев А.А. Мероприятия по повышению пропускной способ- ности магистральных дорог и улиц в условиях роста интенсивности движения.....	146
6. Побединский Ю.А., Рудь Н.Г. Методы оценки состояния организации безопасно- сти дорожного движения на улично-дорожной сети города	153
7. Вилкова И.М., Полякова Е.С. Модернизация автомобильных дорог путем регу- лирования скорости движения с использованием искусственных препятствий, изме- няющих траекторию движения транспортных средств	157
8. Соркин М.Б. Обоснование мероприятий, связанных с повышением безопасности движения	163
9. Смольякова О.Д., Сундукова Е.Ф. Определение связи активной зоны шерохова- тости с коэффициентом вариации по типам шероховатости покрытия дискретным ме- тодом.....	166
10. Кулябина О.И., Найдёнова Т.Н., Зубко А.М. Организация парковок автомо- бильного транспорта в местах размещения крупных торгово-развлекательных цен- тров г. Волгограда	172
11. Лукин А.В. Состав и режимы движения транзитного транспорта по автомагист- ралям г. Волгограда.....	176
12. Палий Е.П. Существующие возможности снижения транспортных затрат пере- возки грузов при строительстве жилых объектов	179
13. Витолин С.В. Уровень удобства движения на регулируемом перекрестке.....	185
14. Монахова А.А. Уточнение количества выездов автомобилей на укрепленную по- лосу обочины.....	189
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН.....	192
1. Тюнин В.Л. Мощностной баланс землеройно-транспортных машин.....	192
2. Карпушко М.О. Обоснование эксплуатационной производительности дорожно- строительных машин	196
3. Ермилов А.А. Сравнительный анализ производительности и уплотняющей спо- собности современных российских и зарубежных виброкатков	198

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ДОРОЖНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ	203
1. Смольякова О.Д. Источники финансирования дорожной отрасли.....	203
2. Островская Г.Н. Организация учета затрат на дорожном предприятии	205
3. Солонухо Е.С. Система планов на предприятии и их взаимосвязь	208
4. Дорофеева Т.В. Структура управления дорожным хозяйством	212
5. Зайцева Е.Ю. Оценка влияния мотивации на реакцию отторжения инноваций в дорожной отрасли	220
6. Косоков К.В. Оценка влияния развития дороги на зону тяготения с помощью производственной функции	223
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННОЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ	225
1. Муругов С.Н., Дорохина З.П. Картографирование транспортной нагрузки юга России	225
2. Сухова Ю.С., Придаткин И.В., Симоненко С.И. К вопросу о тригонометрическом нивелировании при изысканиях линейных сооружений	229
3. Руденко О.В. Системы координат в геодезии	231
4. Роменская А.С., Коротков Г.В. Особенности инженерно-геодезических изысканий дорожной сети в лесопарковых насаждениях волгоградской агломерации	236
5. Латенко Д.В., Парман М.В. Анализ точности определения высот точек дорожного полотна электронным тахеометром SET 510	238
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ	239
1. Хвалько О.Ю. Анализ аварий промышленных зданий и сооружений	239
2. Смолянский Е.С., Курин В.П., Захарова Е.С., Рябов Н.Н. Влияние загрязнения атмосферного воздуха отработавшими газами автомобильного транспорта и засоления почвы противогололёдными реагентами на состояние городских зелёных насаждений.....	242
3. Иванова Ю.П. Влияние автотранспорта на экологическую обстановку города	246
4. Пахомова А.Ф., Смалковская К.С., Пономарёва Е.С. Воздействие шума от автомобильного транспорта на жилую среду и человека	252
5. Казачкова Л.О. Исследование влияния организационных мероприятий и дорожных условий на расход топлива	256
6. Лоскутова Л.Н. Исследование запыленности и загазованности от автомобильного транспорта и воздействие на окружающую среду.....	260
7. Вилков А.Е. Мероприятия, направленные на борьбу с транспортным шумом в Германии.....	265
8. Павленко А.В., Бочкарёв А.А. Мероприятия по защите от шума селитебной территории Волгограда, прилегающей к трассе мостового перехода через реку Волга	270
9. Иванова Ю.П., Новиков В.С. Озеленение мегаполиса Волгограда.....	276
10. Барикаева Н.С. Проблемы озеленения примагистральных территорий в Волгограде	279
11. Забазнов В.В., Смолянский Е.С., Бовкун М.В. Разработка системы мероприятий по повышению экологической безопасности городского транспорта в Волгограде.	284
12. Середина О.С. Содержание сульфатов в составе загрязненных почв и влияние их на железобетонные конструкции	288
13. Субботина М.В., Жукова Д.В., Смолянский Е.С. Экологические последствия автомобилизации и пути их устранения в городах	291
14. Одобеско А.С., Худорожкова У.С. Экологическая оценка эффективности применения противогололёдных реагентов на основе природного бишофита в условиях Волгоградской области	297
МИЧИГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (США)	302
1. Биал З. Малик. Оценка ограничений на дороге, вводимых при помощи микроси-	

муляционного оборудования.....	302
2. Амна Чаудхри. Взаимодействие въездных/выездных ограничивающих техник, предназначенных для уменьшения числа ДТП.....	306
3. Тайлер Доусон. Вычисление и лабораторное измерение абсолютного модуля упругости.....	310
4. Кристофер М. Дин, Тайлер Доусон. Эффект от тестирования состояния дорожного покрытия.....	318

CONTENTS

EXAMINATION AND DESIGNING TECHNOLOGY OF TRANSPORT WORKS....	10
1. Bubnov S.A. The analysis of influence dissimilar field of temperature on placement of hydrogen in the volume of the construction.....	10
2. Telegin M.A. The analysis of stress in ridged waveguide of orthotropic plate adjacent span while changing the distance between along girder	11
3. Koluzanov I.S. Reinforced elements of construction in aggressive environment of exploitation	17
4. Karahanjan A.B. Bionic approach in designing high and bridge building.....	22
5. Parulikov A.V., Megnjakova A.V. Relative count of long live of reinforced attachment with extent of influence of chloride contain environment.....	26
6. Chumakov D.JU. Influence of external diameter of ring traverse on a priority of journey of vehicles taking into account intensity of movement.....	31
7. Zanin A.A. About optimum design of structures, exposed to corrosive environment.....	34
8. Migunova K.V. Classification and degree rationing aggressive foreign medium with respect to concrete and reinforced concrete.....	36
9. Baigulov A.N., Katasonov M.A., Fedotov N.G. Roundabouts of roads as an element of increase of traffic safety.....	40
10. Migunova K.V., Shishkin S.O. Methods of calculating the normal stresses in the concrete protective layer along the length of corrosive reinforcement bar.....	46
11. Shpankel M.U. Simulation the kinetics of corrosive wear of unprotected bridges metal construction.....	48
12. Klucherev A.B., Osipov R.JU. The review of circuits of traffic intersections on type «Cloverleaf interchange» and Roundabout Interchanges.....	53
13. Kudaibergenov D.N., Zanin A.A. Features identification of mathematical models corrosive wear and integrate them into the optimum design of structures	58
14. Polikarpov I.V. Characteristics of repair small bridges in Volgograd region.....	61
15. Ponomareva M.A. Using fuzzy multitude in design transport construction in example of linear part gas pipeline.....	64
16. Skorobogatchenko D.A. Predicting changes in the state of roads based on fuzzy neural networks.....	67
17. Tumanov L.S. Calculation of stability of soil massive with elastic plastic placement of stress.....	73
18. Kurkina E.K. The risks of building and placement of transport constructions.....	76
INNOVATIVE MATERIALS AND TECHNOLOGIES IN ROAD BUILDING.....	78
1. Shaposhnikova E.A., Osipov A.O. Automatic control systems maintenance of roads... ..	78
2. Popov B.B. The analysis of calculation methods of road constructions on frost resistance	81
3. Devjatov K.V. Reinforce asphalt concrete cover automobile roads.....	83
4. Chernikov S.A. Influence the age of concrete and inconstant freezing and unfreezing of examples concrete sealant on operating life sealant of seams in monolith concrete cover of roads and airdromes.....	87
5. Shaykhmagomedov D.M. Influence machining activation bitumen to the thermal-oxidative stability to deterioration.....	90
6. Mavliev L.F., Vdovin E.A. Road clothes with application of the modified staked priming coats and their device modern means of mechanization.....	94

7. Kuzmin S.W., Shapalin E.S. Researching the moisture of soils on street roads web of Volgograd.....	99
8. Stadnik A.Y. Operational control of the statistical roughness of asphalt pavements.....	101
9. Slivin D.A. Optimization of the compression process for bituminous concrete.....	105
10. Aleksikov S.S. Rising the quality of density in soils fundament.....	111
11. Domoradskiy K.L. Using of geo webs for reinforce of road covers.....	113
12. Zamaliyev R.R. Reconstruction and repair of automobile roads with using the self moving wider made of road pavement midland.....	116
13. Beshenov M.E. Stability of feature of soils with chemical reagents on local roads and logistic areas.....	119
14. Peresipkin A.P The existent methods of estimation of degree of coupling of bitumen with mineral material.....	121
15. Parshin M.V. Thermooxidizing stability of the bitumens received by method of ORV-TECHNOLOGY.....	129
14. Pushnova N.A. Theoretical advantages of cold recycling of asphalt concrete using carbide lime.....	132
ORGANIZATION AND TRAFFIC SAFETY.....	135
1. Platoshina K.N. Influence of roads option on appearance DTP with pedestrians.....	135
2. Kopeikina Z.A. The researching of load in yards areas by cars.....	138
3. Belova M.V. Research of pedestrian movement in places of mass congestion of people... ..	141
4. Chudnaja E.I. Research of the traffic-operational characteristics of 2nd highway in Volgograd.....	143
5. Surgucheva E.S., Babichev A.A. Deals to rising the capacity of highway magisterial road and streets in arrangements of rising the intensification of moving.....	146
6. Pobedinskiy U. A. Rud' N. G. The methods of state value of organization safety of road moving in street road web in the city.....	153
7. Vilkova I.M., Poljakova E.S. Modernization of automobile roads by regulation moving speed with using artificial troubles, that's changing the trajectory of moving vehicles.....	157
8. Sorkin M.B. Explanation of the deals, that's rising the road safety.....	163
9. Smol'jakova O.D., Sundukova E.F. Finding the connection of active zone of roughness with the coefficient of variation by type's roughness of covers by discrete method.....	166
10. Kuljabina O.I., Naidenova T.N., Zubko A.M. Organization of parking places of automobiles in areas of placement big market centers of Volgograd.....	172
11. Lukin A.V. Capacity and regimes of moving transit transport by highways of Volgograd.....	176
12. Paliy E.P. Existence possibility of lowing transport spends to transporting goods while building the living objects.....	179
13. Vitolin S.V. Level of service at traffic lights object.....	185
14. Monahova A.A. Updating the number of car exits to the wayside reinforced lane.....	189
DESIGNING AND EXPLOITATION OF ROAD BUILDING AND TRANSPORT – PRODUCTION MACHINES.....	192
1. Tunin V.L. Force balance of diggers and trucks.....	192
2. Karpushko M.O. Substantiation of operational productivity of road-building machines.. ..	196
3. Ermilov A.A. The comparative analysis of production and sealing ability of modern Russian and foreign vibroroller.....	198
ECONOMICS AND MANAGEMENT OF ROAD FACILITIES.....	203
1. Smol'jakova O.D. Springs of financing of road sector.....	203
2. Ostrovskaja G.N. Organization of count spends on transport plant.....	205
3. Solonuho E. S. The system of plans on the plant and it's relativities.....	208
4. Dorofeeva T.V. The structure of rules in the road sector.....	212
5. Zaiceva E.U. The valuation of influence of motivation to reaction of rejection of innovation in road sector.....	220

6. Kosogov K.V. The valuation of influence of the road to gravitation zone with using production function.....	223
SURVEY OPERATIONS DURING INVESTIGATION OF TRANSPORT WORKS RESISTANCE, RECOVERY OF DISTURB NATURAL ENVIRONMENT.....	
1. Murugov S.N., Dorohina Z.P. The cartography of transport load in the Russian south....	225
2. Suhova U.S., Pridatkin I.V., Simonenko S.I. By question about trigonometrically evening-out while seeking in linear construction.....	229
3. Rudenko O.V. Systems of coordinates in the geodesy.....	231
4. Romenskaja A.S., Korotkov G.V. Especially of engineer geodesy seeking of road web in green plants of Volgograd.....	236
5. Latenko D.V., Parman M.V. The analysis of marksman in finding the heights of spots of road cover by using electronically tachometry SET 510.....	238
ECOLOGY SAFETY TECHNIQUE OF BUILDING AND RATIONAL ENVIRONMENTAL ANAGEMENT.....	
1. Hval'ko O.U. The analysis of accidents in industry buildings and constructions.....	239
2. Smoljanskiy E.S., Kurin V.P., Zaharova E.S., Rjabov N.N. The influence of damaging atmospheric air by worked gases of automobile transport and the salting of soil by anti-freeze reagents on consistent of cities green plants.....	242
3. Ivanova U.P. The influence on ecological situation of the city by motor transport.....	246
4. Pahomova A.F., Smalkovskaja K.S., Ponomareva E.S. The influence of automobile noises on live areas and peoples.....	252
5. Loskutova L.N. The researching of dustiness and gassiness of automobile transport and theirs influence on environment.....	256
6. Kazachkova L.O. The researching of influence by organization deals and road capacity on the gasoline spend.....	260
7. Vilkov A.E. Deals marked on strife with the transport noises in Germany.....	265
8. Pavlenko A.V., Bochkarev A.A. Deals marked on protection of noses in live territory of Volgograd, that lying by bridge highway through the Volga river.....	270
9. Ivanova U.P., Novikov V.S. Planting of the megacity of Volgograd.....	276
10. Barikaeva N.S. The problems with greening highway among territory in Volgograd.....	279
11. Zabaznov V.V., Smoljanskiy E.S., Bovkun M.V. The development of system of deals marked on rising of ecological safety of the road transport in Volgograd.....	284
12. Seredina O.S. The contains of sulfates in contain of garbage soils and their influence at the concrete constructions.....	288
13. Subbotina M.V., Gukova D.V., Smoljanskiy E.S. The ecological consequences of auto mobilization and the ways of theirs removing in cities.....	291
14. Odobesko A.S., Hudorogkova U.S. The ecological mark of affections by using anti-freeze reagents consist of natural bischofite in condition of Volgograd region.....	297
MICHIGAN STATE UNIVERSITY (USA).....	
1. Bilal Z. Malik An Evaluation of Driveway Turning Restrictions in Access Management Using a Micro-Simulation Software.....	302
2. Amna Chaudhry Impacts of Right-In/Right-Out Restriction Technique on Reduction of Driveway Accidents.....	306
3. Tyler A. Dawson Backcalculated and Laboratory Measured Resilient Modulus Values... ..	310
4. Christopher M. Dean, Tyler A. Dawson Effect of sampling on pavement condition data	318

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗЫСКАНИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

УДК 539.3

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НЕОДНОРОДНОГО ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУР НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОРОДА В ОБЪЕМЕ КОНСТРУКЦИИ

Бубнов С. А.

Балашовский институт Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского
Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор Овчинников И.Г.
Саратовский государственный технический университет

Машины и аппараты химической промышленности в силу особенности своей эксплуатации постоянно находятся под воздействием агрессивных сред, которые вызывают коррозию материалов, из которых они изготовлены. Одной из таких сред является водородсодержащая среда. Элементы конструкций в процессе эксплуатации находятся в напряженном состоянии также и под влиянием температурного поля, которое в общем случае может носить неоднородный характер.

Одним из механизмов проникания водорода в материал является механизм диффузии, описываемый следующим уравнением [1]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \text{div}[D \text{grad}(C)], \quad (1)$$

где D – коэффициент диффузии, C – концентрация водорода в данной точке в данный момент времени. Зависимость коэффициента D в твердом теле от температуры хорошо описывается уравнением:

$$D = D_0 \exp\left(\frac{-U}{RT}\right), \quad (2)$$

где D_0 – коэффициент диффузии при некоторой базовой температуре, U – энергия активации диффузии газа, R – универсальная газовая постоянная, T – температура.

Для α -железа энергия активации U и коэффициент D_0 имеют следующие средние значения [2]:

$$U = 11,3 \pm 2,09 \frac{\text{кДж}}{\text{г} \cdot \text{атом}}$$

$$D_0 = (1,03 \pm 0,12) \cdot 10^3 \text{см}^2/\text{с}.$$

Решением уравнения (1) с какими-либо граничными и начальными условиями является поле концентрации водорода в материале. В случае толстостенной трубы, внутренняя поверхность которой поддерживается при постоянной температуре T_1 , а наружная – при $T_2 < T_1$, распределение температуры по толщине стенки трубы носит логарифмический характер (рис. 1) и уравнение (1) имеет аналитическое решение. Решение уравнения (1) при условии, что левая часть равна нулю (стационарный случай) имеет вид:

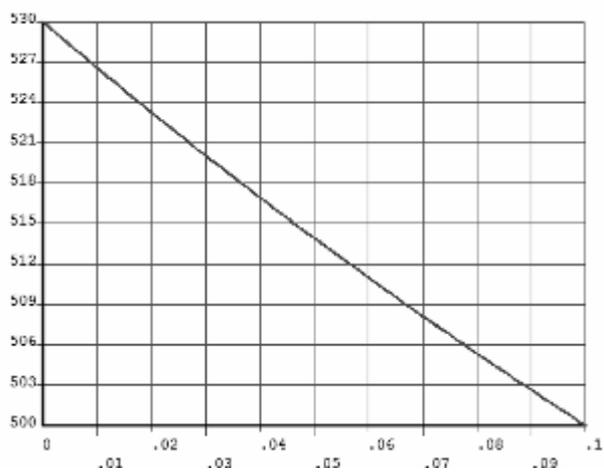


Рис. 1 Кривая зависимости температуры T от радиуса r при радиальном перепаде температур

$$C(r) = C_1 r^{-KA} + C_2, \quad (3)$$

где C_1, C_2 – константы, определяемые из граничных условий, $A = \frac{T_1 - T_2}{\ln \left(\frac{R_1}{R_2} \right)}$ (R_1 и R_2 внутренних и наружный диаметры трубы соответственно).

Однако на практике температурное поле не всегда бывает таким. В случае локального прогрева какого-либо участка трубы, температура зависит и от координаты r , и от угла φ (в полярных координатах). На рис. 2 представлено тепловое поле толстостенного цилиндра, на наружной поверхности которого имеется зона локального прогрева.

Так как коэффициент диффузии зависит от температуры (2), то в зоне локального прогрева будет наблюдаться увеличение концентрации агрессивной среды, что в свою очередь приведет к увеличению скорости изменения механических свойств материала.

В результате локального прогрева изменение механических свойств материала будет проходить неравномерно. Более того, произойдет перераспределение концентрационного поля и напряжений. Последние могут оказаться опасными не для всей конструкции в целом, а только для зоны локального прогрева и повлечь за собой ее разрушение.

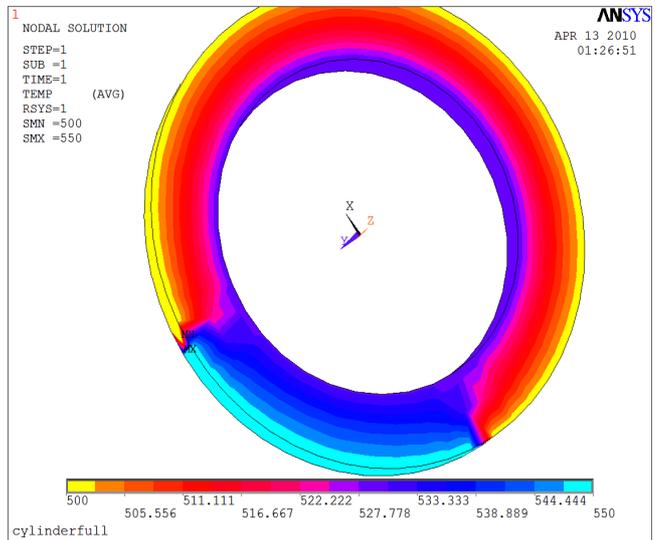


Рис.2 Распределение температуры в толстостенном цилиндре при локальном прогреве

Библиографический список:

1. Араманович, И.Г., Левин, В.И. Уравнения математической физики, Издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, М.: 1969 г., 288 с.
2. Катлинский, В.М. – Изв. АН СССР. Неорганические материалы, 1978, т. 14, № 9, с. 1667-1683.

УДК 624.2

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ РЕБЕР ОРТОТРОПНОЙ ПЛИТЫ ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ПОПЕРЕЧНЫМИ БАЛКАМИ

Телегин М.А.

Научный руководитель – д-р.тех.наук, профессор Овчинников И.Г.
СибАДИ г. Омск, ООО «НПО Мостовик»

Стальная ортотропная плита пролетного строения моста выполняет сразу две функции:

- 1) Участвует некоторой частью в работе несущего элемента;
- 2) Работает на местную нагрузку между несущими элементами.

Исходя из этих функций, при оценке работы плиты между несущими элементами необходимо рассматривать работу продольных ребер между поперечными балками. В связи с этим большое значение принимает выбор рационального шага поперечных балок.

При использовании полосовых продольных ребер рациональный шаг поперечных балок был известен и составлял от 2,5 до 3м. В связи с все большим внедрением конструкций ортотропных плит с коробчатыми продольными ребрами задача определения их рациональных параметров становится все более актуальной.

Для проведения исследования был определен набор параметров. Некоторые параметры для упрощения задачи было решено оставить неизменными исходя из практики проектирования реальных объектов:

- 1) толщина листа настила, которая была принята равной 14мм;
- 2) толщина коробчатого продольного ребра была принята двух вариантов – 6 и 8мм;
- 3) расстояние между полосовыми продольными ребрами, которое было принято равным 300мм;
- 4) расстояние между коробчатыми продольными ребрами, которое было принято равным 600мм;
- 5) расстояние между стенками коробчатого продольного ребра по настилу, которое было принято равным 300мм.

Что касается изменяемых параметров, то границы рассматриваемых значений были приняты следующими:

- высота полосового продольного ребра (параметр **a**) – от 140 до 240мм с шагом 10мм;
- толщина полосового продольного ребра (параметр **b**) – 12 и 14мм;
- высота коробчатого продольного ребра (параметр **c**) – от 140 до 340мм с шагом 20мм;
- ширина нижнего пояса коробчатого продольного ребра (параметр **d**) – от 100 до 300мм с шагом 20мм;
- расстояние между поперечными балками – от 3 до 5м с шагом 0,5м.

Конструкция продольных ребер с их параметрами представлена на рис.1.

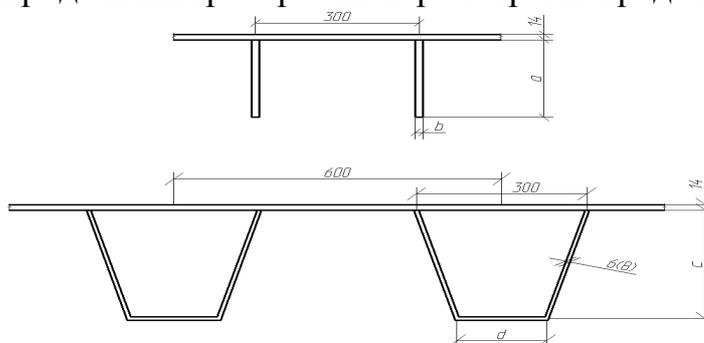


Рис.1 Параметры продольных ребер.

Исследование производилось на примере 4-х пролетного неразрезного пролетного строения с двумя двутавровыми главными балками. Схема пролетного строения 4х63м. Пролетное строение запроектировано под габарит Г-8 со слу-

жебными проходами по 750мм с обеих сторон. В качестве одежды ездового полотна было принято асфальтобетонное покрытие толщиной 110мм по слою гидроизоляции толщиной 5мм. Временная нагрузка – А14, НК-100. Варианты поперечного сечения пролетного строения с различными типами продольных ребер ортотропной плиты представлены на рис.2.

Подбор сечений производился по прочности и устойчивости из расчета получения минимальной массы ортотропной плиты. Исследование производилось в следующей последовательности:

- 1) подбор сечения поперечной балки по прочности и устойчивости;
- 2) подбор сечения полосового продольного ребра при известном сечении поперечной балки;
- 3) подбор сечения коробчатого продольного ребра толщиной 6мм при известном сечении поперечной балки;
- 4) подбор сечения коробчатого продольного ребра толщиной 8мм при известном сечении поперечной балки.

Определение напряжений от работы плиты в составе пролетного строения производилось по плоской стержневой расчетной схеме главной балки. Доля временной нагрузки на расчетную главную балку была учтена с помощью КПУ. Определение напряжений от работы плиты между главными балками производилось по пространственной расчетной схеме (рис.3,4). При моделировании расчетной схемы использовались конечные элементы plate (пластины). Длина расчетной схемы была назначена из расчета учета в работе 5 поперечных балок. Нижние пояса главных балок не моделировались. Для исключения работы на изгиб главных балок их стенки были закреплены от перемещений и поворотов по нижним граням. Постоянные и временные нагрузки задавались равномерно-распределенными по площади на пластины, моделирующие лист настила ортотропной плиты. Временная нагрузка задавалась с учетом распределения под углом 45° по толщине одежды ездового полотна.

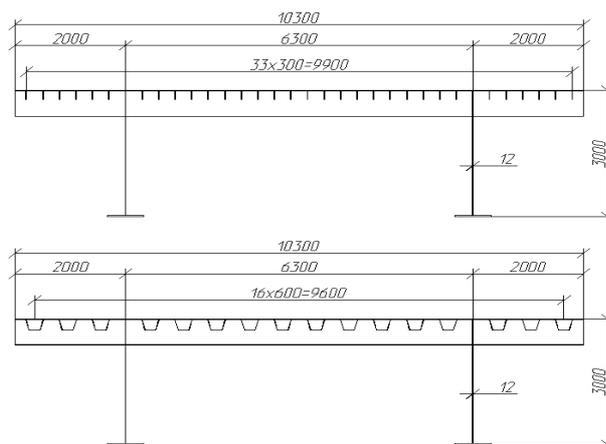


Рис.2 Варианты поперечных сечений пролетного строения с различными типами продольных ребер ортотропной плиты.

Так как для продольного ребра определяющим является расчет по прочности опорного сечения (примыкающего к поперечной балке), то в месте пересечения расчетного продольного ребра (второго от стенки главной балки) и поперечной балки было выполнено моделирование выреза в стенке поперечной бал-

ки (рис.5). Полученные результаты представлены в табл. 1.



Рис.3 Расчетная схема участка пролетного строения с полосовыми продольными ребрами.

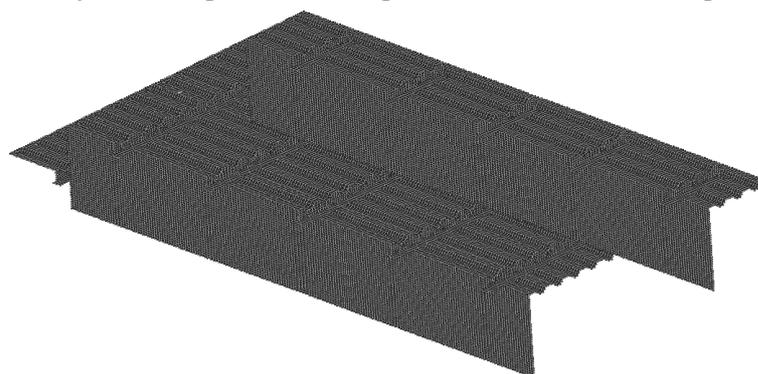


Рис.4 Расчетная схема участка пролетного строения с коробчатыми продольными ребрами.

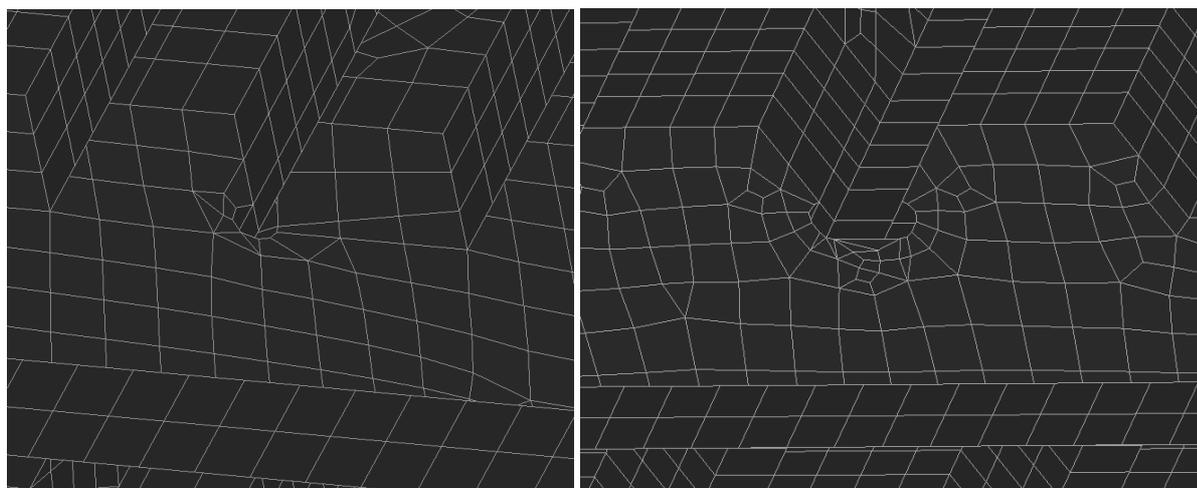


Рис.5 Моделирование выреза в стенке поперечной балки.

Табл. 1

Расстояние между поперечными балками	Сечение поперечной балки (высота x толщина стенки + ширина x толщина пояса)	Сечение полосового продольного ребра (высота x толщина)	Сечение коробчатого продольного ребра толщиной 6мм (высота x ширина нижнего пояса)	Сечение коробчатого продольного ребра толщиной 8мм (высота x ширина нижнего пояса)
3м	500x12+200x12	180x12	160x100	120x160
3,5м	550x12+200x12	200x12	180x100	140x120
4м	570x12+200x12	210x12	200x100	160x120
4,5м	600x12+200x12	220x12	220x100	180x100
5м	600x12+200x14	220x14	220x120	180x120

Зависимость массы 1 м^2 ортотропной плиты от расстояния между поперечными балками показана на рис.6.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- При подборе сечений продольных ребер по прочности и устойчивости меньшая масса ортотропной плиты получается при использовании коробчатых продольных ребер толщиной 6мм, а наибольшая – при использовании полосовых ребер. Это объясняется лучшей работой коробчатого ребра в месте соединения с поперечной балкой.

- При сравнении работы коробчатых ребер с разными толщинами более экономичной является конструкция с толщиной 6мм. Следовательно, увеличение толщины коробчатого ребра не дает необходимого эффекта при проверках по прочности и устойчивости.

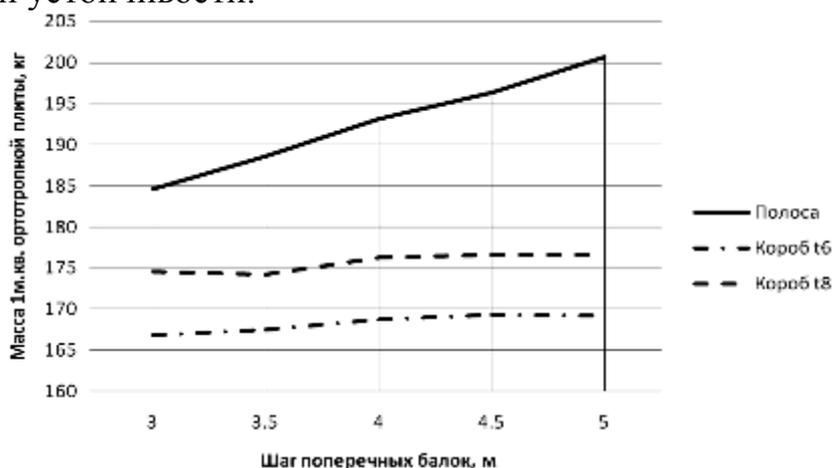


Рис.6 Зависимость массы ортотропной плиты от шага поперечных балок.

- Изменение массы ортотропной плиты с полосовыми ребрами при увеличении шага поперечных балок происходит практически линейно. Вместе с тем, при использовании коробчатых ребер масса ортотропной плиты практически не изменяется. Увеличение массы при увеличении шага поперечных балок с 3м до 5м находится в пределах 1,4% при толщине ребра 6мм и 1,1% при толщине ребра 8мм.

- Рациональным расстоянием между поперечными балками при расчете на прочность и устойчивость полосовых продольных ребер является расстояние не более 3м. При использовании коробчатых ребер 3-3,5м.

При проектировании ортотропной плиты необходимо также обеспечить ее жесткость. Это необходимо для качественной работы одежды ездового полотна. [1] не регламентирует предельные деформации элементов ортотропной плиты. Известно, что предельные деформации, полученные при действии нормативной временной нагрузки, зависят от пролета

$$f_{\text{факт}} \leq f_{\text{пред}} = \frac{l_p}{i}$$

где $f_{\text{факт}}$ – фактические деформации, $f_{\text{пред}}$ – предельные деформации, l_p – расчетный пролет элемента (конструкции), i – число.

В связи с тем, что никаких рекомендаций по предельным деформациям элементов ортотропных плит в отечественных нормативных документах нет, обратимся к зарубежным источникам. Согласно [2] перемещения продольных ребер от временной нагрузки с учетом коэффициента динамичности не должны превышать $l_p/1000$, где l_p – расчетный пролет продольного ребра. Как видно,

существенным отличием отечественных и зарубежных требований является учет коэффициента динамичности в [2].

Для оценки жесткости полученных (исходя из проверок по прочности и устойчивости) конструкций ортотропных плит они были загружены нормативной нагрузкой А14 для получения максимальных деформаций в продольных ребрах. Полученные результаты представлены в табл.2 и на рис.7. В табл.2 в скобках указаны деформации по отношению к расстоянию между поперечными балками.

Табл.2

Расстояние между поперечными балками	Деформации полосового продольного ребра, мм	Деформации коробчатого продольного ребра толщиной 6мм, мм	Деформации коробчатого продольного ребра толщиной 8мм, мм
3м	3,2 (1/937)	3,4 (1/882)	3,9 (1/769)
3,5м	3,8 (1/921)	4,2 (1/833)	5,0 (1/700)
4м	4,5 (1/889)	5,0 (1/800)	5,7 (1/702)
4,5м	6,0 (1/750)	5,8 (1/776)	6,8 (1/662)
5м	7,7 (1/649)	7,4 (1/676)	8,6 (1/581)

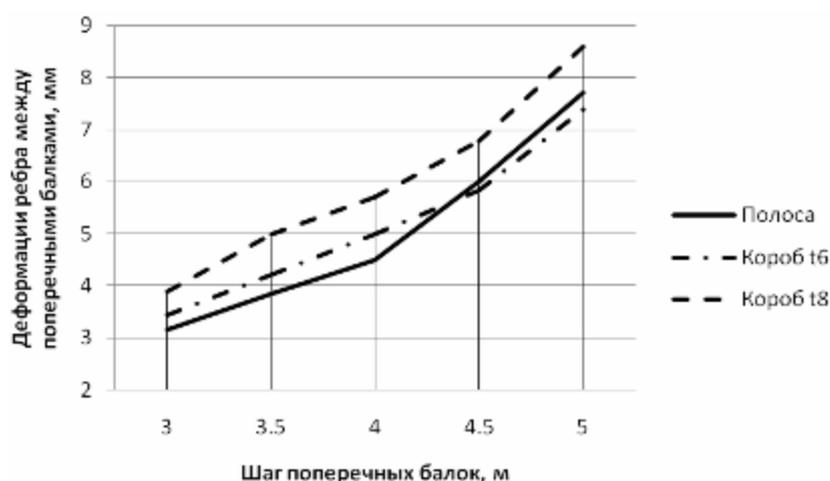


Рис.7 Зависимость деформаций продольных ребер от шага поперечных балок

На основе данных результатов можно заключить следующее:

- При шаге поперечных балок 3-4м большей жесткостью обладает ортотропная плита с полосовыми продольными ребрами. При шаге 4,5-5м – ортотропная плита с коробчатыми ребрами толщиной 6мм.
- Деформации продольных ребер всех типов даже при отсутствии учета коэффициента динамичности не удовлетворяют требованиям [2] (наиболее приемлемый результат – 1/937 расчетного пролета ребра).
- Рациональный шаг поперечных балок с точки зрения жесткости ортотропной плиты с любым из типов продольных ребер – 3м.

Основываясь на вышесказанном, можно сделать заключение, что экономия металла при использовании коробчатых продольных ребер с точки зрения прочности и устойчивости не означает преимущества в жесткости ортотропной плиты. Причем именно жесткостные требования играют более важную роль для обеспечения качественной работы одежды ездового полотна.

Отсутствие рекомендаций по предельным деформациям элементов орто-

тропной плиты в отечественных нормативных документах заставляет обращаться к зарубежным источникам, требования которых в применении к отечественным конструкциям ортотропных плит и одежды ездового полотна необходимо обосновать.

Очевидно, что применение коробчатых продольных ребер в ортотропных плитах в Японии, Китае, Северной Америке, Западной Европе призвано тем самым обеспечить необходимую жесткость ортотропной плиты. Поэтому важной задачей является введение требований к предельным деформациям элементов ортотропной плиты, исходя из совместной работы плиты с одеждой ездового полотна.

Библиографический список:

1. СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы. – М.; 1996.
2. CAN/CSA-S6-00, Canadian Highway Bridge Design Code – A National Standard of Canada. – 2000.

УДК 625.855.3

АРМИРОВАННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИЙ В АГРЕССИВНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Колузанов И.С, *аспирант*

Научный руководитель – д-р.тех.наук, профессор Овчинников И.Г.

Саратовский государственный технический университет

Данная статья посвящена разработке методов прогнозирования эксплуатационного поведения инженерных конструкций в условиях воздействия агрессивных сред, в том числе и хлоридсодержащих. Проведен анализ экспериментальных исследований по взаимодействию армированных элементов конструкций с хлоридсодержащими средами и представлены этапы процесса их коррозионного разрушения. Построена модель разрушения и функции деструкции. Приведен прогноз долговечности железобетонных конструкций, подверженных коррозии. Рассмотрены способы защиты от коррозии.

This article is about development methods of prediction operational behaviour of engineering construction in condition influence aggressive environment, including chloridecontain. It was took in the experimental research of interaction reinforced elements of construction with chloridecontain environment and presented studies of the process of its corrosion destruct. Was built the model of destruction and the function of destruction. Also was presented the prognosis of operating life of reinforced construction, liable to corrosion. Was took the methods of defence against the corrosion.

В процессе длительной эксплуатации инженерные сооружения подвергаются комплексу внешних воздействий: нагрузок, температур и агрессивных и радиационных эксплуатационных сред, совместное влияние которых во многих случаях может привести к интенсивному развитию повреждений и сокращению срока службы сооружений.

Агрессивная эксплуатационная среда является одним из главных факторов, влияющих на работоспособность инженерных сооружений. Хлоридсодержащая среда является одной из наиболее распространенных агрессивных эксплуатационных сред для многих элементов конструкций (особенно транспортных сооружений). Среди основных источников хлоридного загрязнения элементов конструкций следует выделить: хлоридсодержащие средства-антиобледенители

(на основе каменной соли), применяемые с целью обеспечения безопасности проезда автотранспорта при гололеде на проезжей транспортными сооружениями; морскую воду или солевой туман, которые имеют контакт с поверхностью армированной конструкции; технологические хлоридсодержащие среды на предприятиях; добавки на основе хлоридных солей, которые ранее вводились при зимнем бетонировании в бетонную смесь для ускорения твердения бетона при отрицательных температурах окружающего воздуха. Так как в настоящее время и в России и за рубежом эксплуатируется довольно много конструкций, построенных с использованием подобной технологии, то проблема их безопасной и долговечной эксплуатации в последнее время стала весьма актуальной. Воздействие хлоридсодержащей среды приводит к значительному изменению кратковременных и длительных механических характеристик материала несущих конструкций, коррозионному поражению арматуры, что, в конечном итоге, приводит к существенному снижению несущей способности, уменьшению надежности и сокращению долговечности конструкций. Поэтому возникает важная проблема разработки методов прогнозирования эксплуатационного поведения инженерных конструкций в условиях воздействия агрессивных сред, в том числе и хлоридсодержащих.

Воздействию агрессивных, в том числе хлоридсодержащих, сред подвергается до 75 % инженерных конструкций, наиболее интенсивно – на предприятиях металлургической, химической, нефтехимической, целлюлозно-бумажной, текстильной и пищевой промышленности, а также в дорожно-мостовом хозяйстве и на объектах, расположенных вблизи морских побережий.

Анализ экспериментальных исследований по взаимодействию армированных элементов конструкций с хлоридсодержащими средами, позволяет заключить, что процесс их коррозионного разрушения можно представить состоящим из следующих этапов:

1) проникание хлоридов в армированный конструктивный элемент и распределение по его объему, появление наведенной неоднородности механических свойств материала, изменяющейся с течением времени и определяемой концентрацией хлоридов в данной точке материала;

2) наступление условий, при которых начинается коррозия арматуры;

3) развитие коррозионного поражения арматуры, приводящего к уменьшению её сечения, образованию продуктов коррозии, объем которых превышает первоначальный;

4) наступление условий, при которых начинается процесс коррозионного растрескивания материала вокруг корродирующей арматуры;

5) прораствание трещины сквозь материал до поверхности конструктивного элемента;

6) отслаивание защитного слоя материала под давлением продуктов коррозии арматуры;

7) работа конструктивного элемента с отслоившимся защитным слоем и нарушение сцепления прокорродировавшей арматуры с материалом ядра конструктивного элемента;

8) разрушение конструктивного элемента вследствие наступления предельного состояния какого-либо вида.

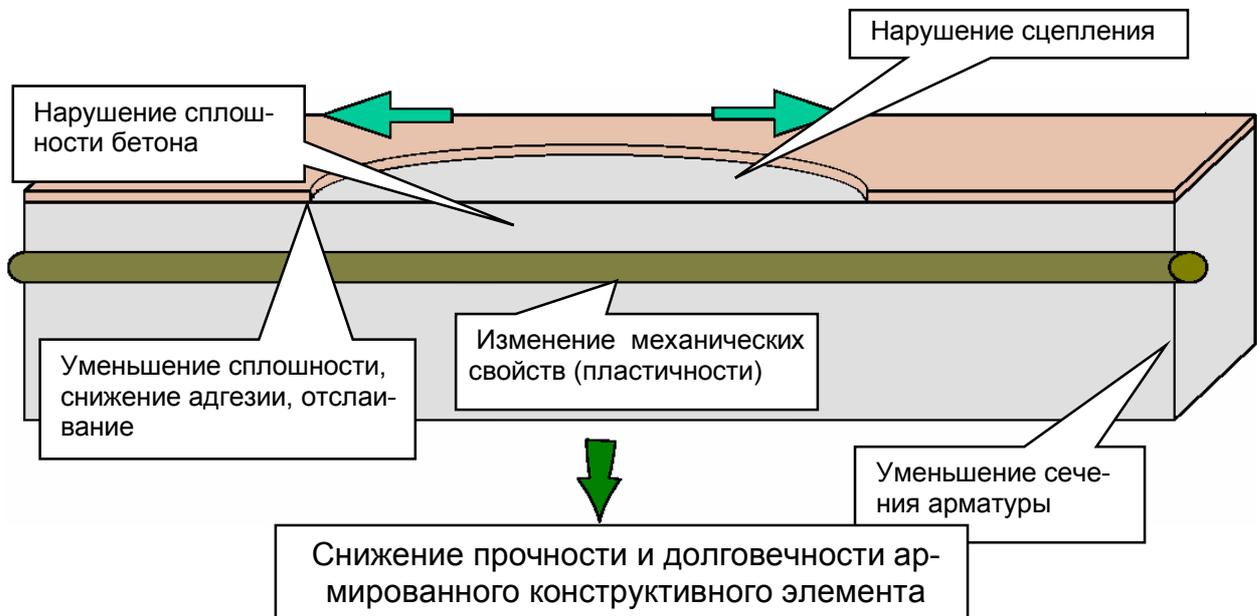


Рис.1 Последствия коррозионного поражения железобетонной конструкции.

Модель разрушения и функции деструкции.

Распространение коррозии приводит к снижению несущей способности конструкции, и поэтому в наибольшей степени интересует инженеров-конструкторов. Предлагаемая модель строится на вероятностной основе. Для оценки каждого жизненного цикла, необходимо установить обоснованный критерий качества:

$$P[R(t) \geq R_a] \geq P_a, \quad (1)$$

где: P - вероятность события, $R(t)$ - сопротивление конструкции, изменяемое со временем t , т.е. снижение, a - принятое минимальное сопротивление, P_a - принятая минимальная вероятность конструкционной надежности (безопасности).

Общая модель деструкции может быть в форме

$$R(t) = \varphi(t)R_0, \quad (2)$$

где: $\varphi(t)$ - функция деструкции, R_0 - первоначальная несущая способность.

Одним из преимуществ модели деструкции в форме выражения (2) является то, что функция деструкции φ является относительной величиной, т.е.:

$$\varphi(t) = \frac{R(t)}{R_0} \leq 100\%, \quad (3)$$

Относительная форма функции деструкции позволяет нормализовать данные экспериментальных исследований конструкций различного типа и первоначальной прочности. Это позволяет максимально использовать имеющиеся экспериментальные данные. С введением функции деструкции выражение (1) принимает вид:

$$P[\varphi(t) \geq \varphi_a] \geq P_a, \quad (4)$$

где: φ_a - принятый предел функции деструкции.

Для данного выражения момент времени, когда выражение (4) не удовлетворяется, является завершением одного жизненного цикла и началом следующего. Следовательно, выражение (4) может использоваться для определения каждого жизненного цикла подверженных коррозии железобетонных конст-

рукций при наличии функции деструкции. Сложность процессов разрушения железобетонных конструкций и распространения коррозии в бетоне и ее воздействия на снижение несущей способности ограничивают развитие сложных аналитических моделей деструкции конструкций, основанных только на теории. Рациональным является развитие эмпирических моделей снижения несущей способности, основанных на экспериментальных данных.

Жизненный цикл определяется как период времени в течение полного срока службы, по окончании которого требуются мероприятия по содержанию или ремонту железобетонных конструкций, подверженных коррозии арматуры под воздействием хлоридов или при карбонизации. Жизненные циклы характеризуются критериями долговечности и прочности.

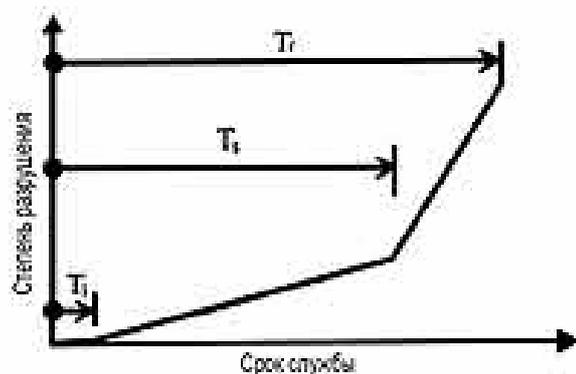


Рис. 2 Схематическая модель жизненных циклов, подверженных коррозии железобетонных конструкций.

Используя модели разрушения конструкции, возможно прогнозировать снижение эксплуатационной пригодности и надежности для железобетонных конструкций, подверженных коррозии. Это два ключевых жизненных цикла железобетонных конструкций, критерии которых определяются по формуле (4). В действительности различные принятые критерии дадут в результате различное время эксплуатационной пригодности и безопасности конструкций. Долговременный прогиб может быть в 3-4 раза выше начального прогиба железобетонных изгибаемых элементов с учетом ползучести, усадки, трещинообразования, расслоения, потери сцепления арматуры с бетоном и т.д. Это может соответствовать предельно допускаемому прогибу при разрушении 0,3. Уровень надежности может быть принят равным 90%. Исходя из этого, время до достижения конструкцией состояния непригодности к эксплуатации, может быть рассчитано из формулы (4):

$$P[\varphi(T_f) \geq 0,6] = 0,9 \quad (5)$$

Считается [5], что приемлемым является уровень разрушения 25% в терминах уменьшения поперечного сечения арматурных стержней в железобетонных конструкциях, подверженных коррозии. Этот критерий основан на экспериментальных данных Европейского комитета по бетону. Рассчитывает срок службы подверженных коррозии железобетонных конструкций, используя более упрощенный 30-процентный предел снижения площади стержня как критерий разрушения. Поскольку уменьшение площади стержней коррелируется с прочно-

стью, уменьшение коэффициента в 1,3 раза, может быть приемлемым, если взять допускаемый предел для снижения прочности 0,6, определенный по формуле (3). Опять-таки, используя доверительный уровень 90%, время до разрушения конструкции может быть рассчитано из формулы (4)

$$P[\varphi(T_f) \geq 0,6] = 0,9 \quad (6)$$

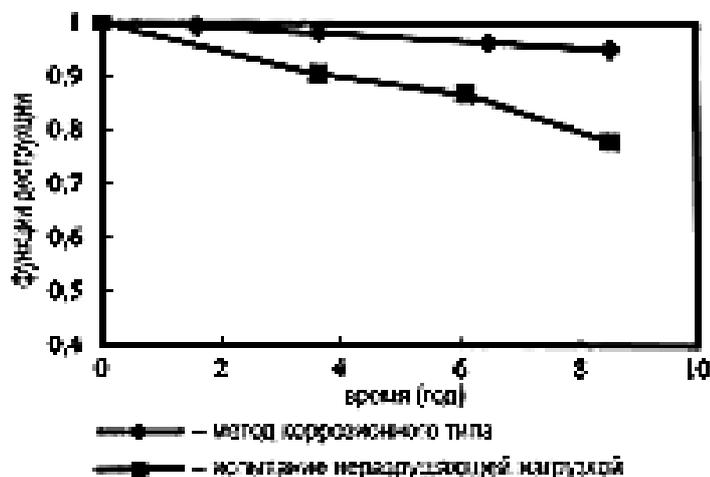


Рис. 3. Сравнение снижения прочности, определенной разными методами

Способы защиты от коррозии.

Рациональное конструирование объектов и сооружений, бережная их эксплуатация.

- 1) Вывод отдельных узлов конструкций из агрессивной среды, исключение застойных зон агрессивных жидкостей.
- 2) Снижение уровня статических нагрузок на элементы конструкций, работающих в агрессивной среде.
- 3) Устранение или максимальное снижение волновых нагрузок, возникающих в конструкциях, работающих в агрессивной среде
- 4) Устранение или максимальное снижение волновых нагрузок, возникающих в конструкциях, работающих в агрессивных средах.
- 5) Использование композиционных материалов, в которых поверхностные слои выполняются из коррозионно-стойких материалов.
- 6) Недопущение образования зон в конструкциях, где скапливалась бы влага, грязь и т.д.
- 7) Недопущение ударных нагрузок при эксплуатации и проведении регламентных работ в конструкциях.
- 8) Недопущение образования трещин, царапин и т.д.

Библиографический список:

1. Моделирование коррозионных и деформационных процессов в конструкциях, взаимодействующих с агрессивной средой. Г.А. Наумова, И.И. Овчинников; Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т.- Волгоград: ВолгГАСУ, 2006.- 60с.
2. Прогнозирование и предупреждение коррозионного разрушения конструкций. Х.Н. Низамов, С.Н. Сидоренко, Н.М. Якупов; Монография. - М.: Изд-во РУДН, 2006.- 355с.
3. <http://www.nestor.minsk.by>

БИОНИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВЫСОТНЫХ И МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Караханян А.Б., (МТТ-32)

Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор, Овчинников И.Г.
Саратовский государственный технический университет

Очень часто, сам того не зная, человек изобретал конструкции, давно известные природе. Изогнутая ферма подъёмного крана и даже красавица Эйфелева башня построены по тем же законам, что и бедренная кость человека. Тельца мельчайших жителей моря — радиоларий — являются мини-копиями самых крупных куполов. Массу аналогов среди растений имеют высочайшие фабричные трубы. И будь человек внимательнее к природе, самые остроумные решения могли бы появиться гораздо раньше.

Very often, that without knowing, the person invented the designs, for a long time known to the nature. The bent farm of the elevating crane and even the beauty Tour d'Eiffel are constructed under the same laws, as a femur of the person. Little bodies of the smallest inhabitants of the sea — radiolary — are minicopies of the largest domes. Among plants the highest factory pipes have weight of analogues. And the person be more attentive to the nature, the wittiest decisions could appear much earlier.

*...что бы мы не придумали,
природа давно сделала это за нас...*

Человек хоть и не без основания, считает себя венцом творения, ничего из того, что он изобрел, не было сделано с чистого листа, без подсказки природы. Бионика способна это подтвердить.

Свершения *Homo sapiens* впечатляют, но вряд ли стоит забывать о том, что Природа хитрее и мудрее нас. Науку, занимающуюся изучением строения живых организмов для создания новых приборов и механизмов, называют бионикой (от греческого *bios* - жизнь). Этот термин впервые прозвучал в 1960 году для обозначения нового научного направления, возникшего на стыке биологии и инженерного искусства.



Рис. 1 а) Летательный аппарат б) Портрет Леонардо да Винчи

К праотцам бионики можно причислить великого Леонардо да Винчи. «Природа полна бесчисленных причин, которые никогда не были в опыте», - говорил он своим ученикам, показывая им чертежи только что изобретенного летательного аппарата. На его рисунках были изображены точные копии птичьих крыльев, разобранные подробнейшим образом, в прямом смысле «по косточкам». Эти схемы стали первой ступенью к изобретению дельтаплана, да и авиационного крыла в целом.

Люди давно заметили, что животные, птицы и даже насекомые очень чутко реагируют на изменения погоды. «Биосиноптики» наделены от природы уникальными сверхчувствительными «приборами», которые способны улавливать едва заметные изменения в атмосфере. Если собака начинает рыть землю - это к дождю. Кукушки в июне возвещают о том, что в лес пришло лето. Низкий полет ласточек пророчит грозу. А рыбаки знают, что если у берега скопились медузы, можно смело отправляться на промысел - море будет спокойным. И таких примет множество. Главная задача бионики не только в том, чтобы найти среди животных и растений «предсказателей», важнее понять принцип действия их внутренних механизмов и воссоздать его в электронных схемах. Над раскрытием этих тайн природы вместе с биониками ломают головы биологи, экологи, сейсмологи, геофизики и инженеры. Благодаря изучению гидродинамических особенностей китов и рыб, удалось создать особую обшивку торпед, которая при той же мощности двигателя обеспечивает повышение скорости на 20 - 25%.

Так же в последнее время широко используется архитектурно-строительная бионика. Она изучает законы формирования и структурообразования живых тканей, занимается анализом конструктивных систем живых организмов по принципу экономии материала, энергии и обеспечения надежности.



Рис. 2 а) Строение в форме стебля б) Гетенаум с запада

Яркий пример архитектурно-строительной бионики — полная аналогия строения стеблей злаков и современных высотных сооружений. Стебли злаковых растений способны выдерживать большие нагрузки и при этом не ломаться под тяжестью соцветия. Если ветер пригибает их к земле, они быстро восстанавливают вертикальное положение. Идентичность строения была выявлена позже. В последние годы бионика еще раз подтверждает, что большинство человеческих изобретений уже «запатентовано» природой.

Изучив строение и способ жизни растений и животных, архитекторы применяют в инженерных сооружениях те же принципы. До сих пор среди исследователей не существует единого мнения, творчество каких архитекторов следует отнести к направлению «живой архитектуры». И все же основоположником бионики можно считать Антонио Гауди, ещё в девятнадцатом столетии построивший первые уникальные дома. Этими архитектурными находками Европа пришла в восторг от творений мастера. А бионика получила мощный толчок к развитию. Уже в начале 20-го века основатель антропософии Рудольф

Штейнер создал проект удивительного сооружения под названием Гетеанум. Проект был воплощён в жизнь.

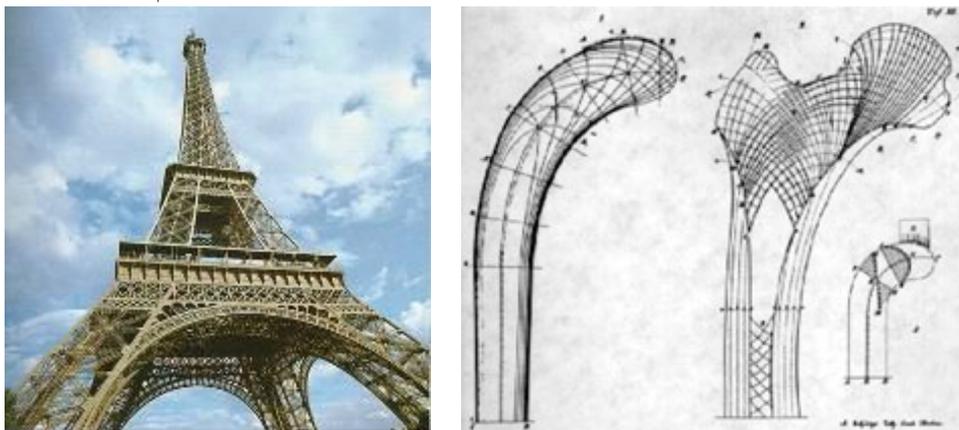


Рис. 3 а) Вид Эйфелевой башни б) Конструктивные особенности

Известная всем конструкция Эйфелевой башни основана на научной работе швейцарского профессора анатомии Хермана фон Мейера (*Hermann Von Meyer*). За 40 лет до сооружения парижского инженерного чуда профессор исследовал костную структуру головки бедренной кости в том месте, где она изгибается и под углом входит в сустав. И при этом кость почему-то не ломается под тяжестью тела. Фон Мейер обнаружил, что головка кости покрыта изощренной сетью миниатюрных косточек, благодаря которым нагрузка удивительным образом перераспределяется по кости. Эта сеть имела строгую геометрическую структуру, которую профессор задокументировал.

В 1866 году швейцарский инженер Карл Кульман (*Carl Cullman*) подвел теоретическую базу под открытие фон Мейера, а спустя 20 лет природное распределение нагрузки с помощью кривых суппортов было использовано Эйфелем. Мосты это величайшее изобретение человека эти чудесные конструкции украшают города разных стран, но и здесь не обошлось без матери природы. Конструкции висячих мостов напоминают паучью сеть. А применение в висячих и вантовых мостах стальных тросов, которые способны выдержать огромное усилие на растяжение, сопоставимы с нитью которой плетет паук. Знаменитый Бруклинский мост (*Brooklyn Bridge*), соединяет Бруклин и Манхэттен в Нью-Йорке, через пролив Ист-Ривер напоминает паучью сеть и выглядит бесподобно.



Рис. 4 Бруклинский мост

Также этот мост является одним из самых старых подвесных мостов в США. Длина Бруклинского моста составляет 1825 метров и во время конца строительства моста, он был самым длинным подвесным мостом в мире, также это был самым первым мостом в конструкции которого применили сталь. Проект моста разработал инженер Джон Роблинг, который ранее проектировал и строил другие подвесные мосты, к примеру: Подвесной мост Роблинга в Цинцинати, Делаверский Акведук Роблинга в Локваксене и Подвесной мост Уэйко в Техасе. Для строительства Бруклинского моста Роблинг впервые применил в качестве несущей конструкции моста – стальные канаты, ведь в то время сталь была новым материалом.

Однопильонный мост в Роттердаме из-за необычной формы единственной опоры, мост получил прозвище «Лебедь».



Рис. 5 Мост «Лебедь»

Он соединяет южную и северную часть города. Протяженность моста — 808 метров. Стоимость — 110 млн. долларов. Благодаря необычному внешнему виду, мост привлекает многих туристов.

В Северо-Восточной Индии, которая является самым влажным местом на земле, есть мосты, но эти мосты не простые.



Рис. 6 Природный мост

Дело в том, что эти мосты не были построены из чего нибудь, эти мосты построены самой матерью природой и с виду напоминают висячие мосты! Эти мосты на 100% настоящие и по ним уже много лет ходят люди. Некоторым мостам в этом месте уже больше 100 лет, и с каждым годом они становятся только прочнее.

Сейчас многие столицы мира украшены зданиями в бионическом стиле. То там, то здесь возникают новые "живущие" сооружения. Голландия и Австралия, Китай и Япония, Канада и даже Россия могут похвалиться бионическими шедеврами.

Это лишь малая часть того, что можно сказать о бионике, но она есть и ее надо изучать и открывать для человечества новые возможности. Но не надо забывать, что это мы подчиняемся природе, а не она нам...

УДК 624.046.5

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ РАСЧЕТ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ НАСАДКИ С УЧЕТОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХЛОРИДСОДЕРЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Паруликов А.В. (*МТТ-32*), *асс. каф. МТС* Межнякова А.В.,
Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор Овчинников И.Г.
Саратовский государственный технический университет

В работе предлагается подход к оценке долговечности железобетонной насадки с учетом случайного характера нагрузок, геометрических размеров, прочности компонентов, характеристик деградационных процессов. Рассмотрена модель работы железобетонной насадки при воздействии хлоридсодержащей агрессивной среды. Показан характер влияния входных случайных параметров на вероятностную долговечность железобетонной насадки.

A probabilistic approach to the durability of reinforced structures is presented. Taking all of the stochastic deterioration phenomena into consideration would lead to a complex stochastic deterioration model. This paper describes that the chloride ingress is the leading deterioration process. In the paper has shown character of influence source casual parameters on stochastic durability of reinforced concrete beam element.

В связи со случайным характером сроков службы железобетонных конструкций транспортных сооружений актуальной является разработка вероятностных методов прогнозирования их долговечности. Железобетонные конструкции транспортных сооружений, эксплуатируются в условиях совместного воздействия нагрузок и агрессивных сред, а их долговечность определяется процессом их деградации, который является стохастическим из-за: статистического разброса прочностных и деформационных свойств материалов, геометрических размеров конструкций; стохастического характера нагрузок, воздействий окружающей среды (температура, агрессивные вещества, влажность), физических процессов, протекающих в железобетоне при изготовлении и эксплуатации конструкций; нестабильности технологических приемов при изготовлении и монтаже конструкций транспортных сооружений.

Достаточно распространенной агрессивной средой для конструкций транспортных сооружений является хлоридсодержащая, среди ее источников можно перечислить: антиобледенители, добавки-ускорители твердения, морской климат, промышленная среда. Например, при воздействии хлоридов-антиобледенителей на мостах, наиболее подвержены воздействию хлоридов насадки опор (рис. 1), так как вода с солью поступает через зазоры между пролетными строениями, если деформационные швы не обеспечивают отвода воды. Поэтому считаем, что проникание хлоридсодержащей среды в насадку опоры происходит со всех сторон.

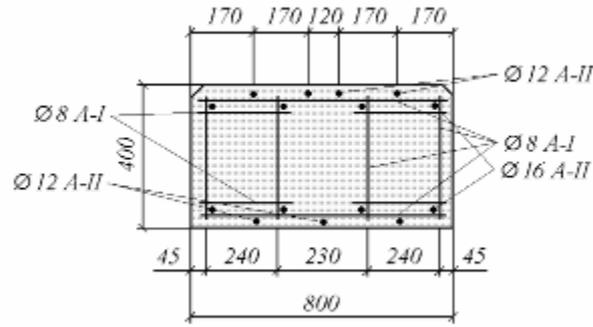


Рис. 1. Поперечное сечение монолитной насадки промежуточной опоры.

Влияние вероятностного характера деградационных процессов на долговечность железобетонной насадки учитывается моделью воздействия агрессивной среды на железобетон, которая включает модель проникания агрессивной среды в конструктивный элемент (1) и зависимость механических характеристик бетона от параметров агрессивной среды в объеме конструкции (3), (4), а также модель коррозии арматуры.

Случайная функция проникания хлоридов $\tilde{C}(x)$ при $t=t_j$ представляется в виде функции со случайными коэффициентами, зависящая от неслучайного аргумента x : $\tilde{C} = \varphi(\tilde{X}_1, \dots, \tilde{X}_n; x, t_j)$. Все параметры, отмеченные тильдами, являются случайными. При одномерном процессе проникания хлоридов использовалась модель проникания в форме размытого фронта:

$$\tilde{C}(x, t_j) = \tilde{C}_s \cdot \left(1 \pm \frac{2x - \tilde{a}}{2\tilde{L}(t_j)} \right) \quad (1)$$

где \tilde{a} - размер конструктивного элемента вдоль оси x , $\tilde{L}(t) = \sqrt{2 \cdot \tilde{D} \cdot t}$ - закон продвижения границы размытого фронта вглубь конструктивного элемента, \tilde{D} - коэффициент диффузии, определяемый по экспериментальным данным.

В модели деформирования бетона случайные параметры \tilde{A} и \tilde{B} принимались зависимыми от случайной концентрации хлоридов \tilde{C} :

$$\tilde{\sigma} = \begin{cases} \tilde{A}_p(\tilde{C}) \cdot \varepsilon - \tilde{B}_p(\tilde{C}) \cdot \varepsilon^3, & \sigma > 0; \\ \tilde{A}_c(\tilde{C}) \cdot \varepsilon - \tilde{B}_c(\tilde{C}) \cdot \varepsilon^3, & \sigma < 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{где} \quad \tilde{A}_p(\tilde{C}) = \tilde{A}_{p0} - k_{pa} \cdot \frac{\tilde{C}(x, t)}{\tilde{C}_s}, \quad \tilde{B}_p(\tilde{C}) = \tilde{B}_{p0} - k_{pb} \cdot \frac{\tilde{C}(x, t)}{\tilde{C}_s}, \quad (3)$$

$$\tilde{A}_c(\tilde{C}) = \tilde{A}_{c0} - k_{ca} \cdot \frac{\tilde{C}(x, t)}{\tilde{C}_s}, \quad \tilde{B}_c(\tilde{C}) = \tilde{B}_{c0} - k_{cb} \cdot \frac{\tilde{C}(x, t)}{\tilde{C}_s}. \quad (4)$$

Здесь $\tilde{A}_{c0}, \tilde{B}_{c0}$ и $\tilde{A}_{p0}, \tilde{B}_{p0}$ - коэффициенты диаграммы деформирования бетона в исходном состоянии; k_{ca}, k_{cb} и k_{pa}, k_{pb} - коэффициенты влияния концентрации хлоридов, \tilde{C}_s - концентрация хлоридов на поверхности бетона, x - глубина проникания, t - время.

В диаграмме Прандтля случайным принимался модуль упругости арматуры \tilde{E} и предел текучести арматуры $\tilde{\sigma}_T$ для стальной арматуры, с коэффициентом корреляции $r(\tilde{\sigma}_T, \tilde{E}) = 1$:

$$\tilde{\sigma}_s = \begin{cases} \tilde{E} \cdot \varepsilon, & \sigma < \sigma_T \\ \tilde{\sigma}_T, & \sigma \geq \sigma_T \end{cases} \quad (5)$$

При моделировании процесса коррозии арматуры, диаметром \tilde{d}_0 в железобетонном элементе под действием хлоридов учитывался инкубационный период t_n - время необходимое для достижения концентрацией хлоридов на глубине защитного слоя \tilde{a}_z критического значения $\tilde{C}_{кр}$. Уменьшение площади сечения арматурного стержня принималось равномерным по периметру стержня, а коррозионный износ определялся по формуле:

$$\tilde{\delta} = \tilde{k}_s \cdot t^{0.7} \quad (6)$$

где \tilde{k}_s - параметр коррозионного износа.

Составив и преобразовав уравнения равновесия для прямоугольного поперечного сечения (рис. 1) с учетом принимаемых моделей деформирования для бетона (2) и арматуры (5), и также учитывая модели деграционных процессов получим:

Уравнения деформирования изгибаемой балки (насадки) с учетом принятых моделей деформирования материалов имеют вид:

$$\tilde{N} = \tilde{\varepsilon}_0 \cdot (\tilde{J}_b^0 + \tilde{J}_s^0) - \tilde{\chi} \cdot (\tilde{J}_b^1 + \tilde{J}_s^1), \quad \tilde{M} = \tilde{\varepsilon}_0 \cdot (\tilde{J}_b^1 + \tilde{J}_s^1) - \tilde{\chi} \cdot (\tilde{J}_b^2 + \tilde{J}_s^2) \quad (7)$$

где
$$\tilde{J}_s^l = \sum_{k=1}^n \tilde{E} \cdot \tilde{F}_{ks} \cdot z_k^l, \quad l = 0, 1, 2; \quad (8)$$

$$\tilde{J}_b^l = \int_{-\frac{\tilde{h}}{2}}^{\frac{\tilde{z}_0}{2}} \tilde{A}_p(\tilde{C}) \cdot \left[1 - \frac{\tilde{B}_p(\tilde{C})}{\tilde{A}_p(\tilde{C})} \cdot (\tilde{\varepsilon}_0 - \tilde{\chi} \cdot z)^2 \right] \cdot z^l dz + \int_{\frac{\tilde{h}}{2}}^{\frac{\tilde{z}_0}{2}} \tilde{A}_c(C) \cdot \left[1 - \frac{\tilde{B}_c(\tilde{C})}{\tilde{A}_c(\tilde{C})} \cdot (\tilde{\varepsilon}_0 - \tilde{\chi} \cdot z)^2 \right] \cdot z^l dz \cdot (9)$$

Здесь \tilde{h} - размер поперечного сечения балки вдоль оси z , \tilde{z}_0 - координата нулевой линии, $\tilde{\varepsilon}_0$ - продольная деформация срединной линии, $\tilde{\chi}$ - кривизна срединной линии, z_k - координаты центров тяжести арматурных стержней площадью \tilde{F}_s , \tilde{A}_c, \tilde{B}_c и \tilde{A}_p, \tilde{B}_p - коэффициенты диаграммы деформирования бетона в точке сечения (бетон), \tilde{C} - концентрация хлоридов в точке сечения (бетон).

Согласно методике расчета в момент времени $t=0$ начинается проникание хлоридсодержащей среды, происходит деформирование нагруженного конструктивного элемента при одновременной деградации бетона защитного слоя, затем деформирование элемента происходит при деградации бетона в сочетании с коррозией арматуры до наступления предельного состояния в одной из точек сечения.

Характеристики расчетных случайных параметров, в соответствии с моделями деформирования материалов, проникания хлоридсодержащей среды и ее взаимодействия с железобетоном, приведены в табл. 1.

Предельные деформации растяжения и сжатия $\varepsilon_{np,p}^b, \varepsilon_{np,c}^b$ имеют значения $0,5 \cdot 10^{-3}$ и $2 \cdot 10^{-3}$ соответственно. Максимальная нагрузка, соответствующая разрушающей по бетону, для рассматриваемой насадки, не поврежденной хлоридами, составляет $0,11975 \text{ МН*м}$. Усеченное нормальное распределение для момента от нагрузки было принято, чтобы нагрузка не выходила в отрицательную область и соответственно долговечность сечения насадки не стремилась к бес-

Характеристики расчетных случайных параметров

Параметр	Ед. изм.	Среднее значение	Коэффициент вариации	Закон распределения	Коэффициенты корреляции
A_{p0}	Па	$0.810 \cdot 10^{10}$	0,13	Н	$\rho(A_{p0}, B_{p0}) = 1$ $\rho(A_{p1}, B_{p1}) = 1$ $\rho(A_{p0}, A_{p1}) = 1$
B_{p0}	Па	$10.800 \cdot 10^{15}$	0,13	Н	
A_{p1}	Па	$0.561 \cdot 10^{10}$	0,13	Н	
B_{p1}	Па	$7.480 \cdot 10^{15}$	0,13	Н	
A_{c0}	Па	$4.181 \cdot 10^{10}$	0,11	Н	$\rho(A_{c0}, B_{c0}) = 1$ $\rho(A_{c1}, B_{c1}) = 1$ $\rho(A_{c0}, A_{c1}) = 1$
B_{c0}	Па	$3.484 \cdot 10^{15}$	0,11	Н	
A_{c1}	Па	$2.855 \cdot 10^{10}$	0,11	Н	
B_{c1}	Па	$2.379 \cdot 10^{15}$	0,11	Н	
D	м ² /год	$3,679 \cdot 10^{-5}$	0,07	Н	-
C_s	кг/м ³	10,09	0,07	Н	-
C_{krit}	кг/м ³	0,83	0,125	Н	-
E	Па	$257500 \cdot 10^6$	0,07	Н	$r(\sigma_T, E) = 1$
σ_T	Па	$654,3 \cdot 10^6$	0,07	Н	
a_3	м	0,03	0,10	Н	-
k_s	м/год	0,0003	0,15	Н	-
h	м	0,4	0,015	Н	-
b	м	0,8	0,015	Н	-
d_0	мм	16	0,03	Н	-
$M = 0.7 \cdot M_{np}$	МН*м	$0,7 \cdot 0,11975$	0,10	УНР	-

Расчет проводился методом сеток в декартовой системе координат с использованием программного комплекса. Так как сечение симметрично, для экономии машинного времени рассчитывалась левая половина поперечного сечения насадки. Для равномерного покрытия рассчитываемого сечения, частота сетки была принята в размере 24 промежутков по высоте и 24 промежутков по половине ширины. Области расположения армирующих элементов покрывались более частой сеткой. При вычислении положения нейтральной оси относительная точность была принята 0,001. Как показали численные эксперименты, достаточный объем генерируемой последовательности случайных чисел, при котором гистограмма долговечности обладает устойчивостью, составил 3000. Статистическая обработка результатов расчета производилась стандартными процедурами построения гистограмм, для определения обеспеченности значений долговечности использовалась эмпирическая функция надежности.

Согласно детерминированному расчету при воздействии момента $M = 0.7 \cdot M_{np} = 0.084$ МН*м долговечность сечения балки составила 32 года, на рис. 2 приведена эпюра напряжения в сечении насадки при $t = 30$ лет.

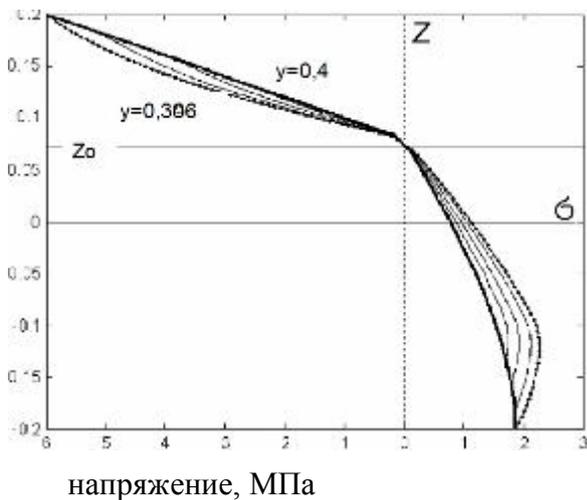


Рис. 2. Эпюра напряжения σ по высоте сечения z [м]: z, y – координатные оси поперечного сечения.

Глубина проникания хлорид-содержащей среды составила 9,4см. Вероятностный расчет с использованием метода статистического моделирования позволил учесть характер распределения входных параметров и показал вероятностный характер НДС в сечении, что отражено на рис. 3 с помощью графика деформации растяжения наиболее нагруженном сечении, а также на рис. 4 с помощью гистограммы долговечности сечения насадки. Для определения доли участия разброса входных случайных параметров в формировании разброса долговечности насадки (рис. 4) был проведен расчет ее долговечности с учетом случайных параметров по отдельности.

Результаты расчетов представлены в виде доверительных интервалов долговечности насадки с обеспеченностью $P=95\%$, $P=50\%$, $P=10\%$. (рис.5). Учитывая величину разброса долговечности, параметры 6, 7, 8, 9 (см. рис.5.) можно принимать детерминированными.

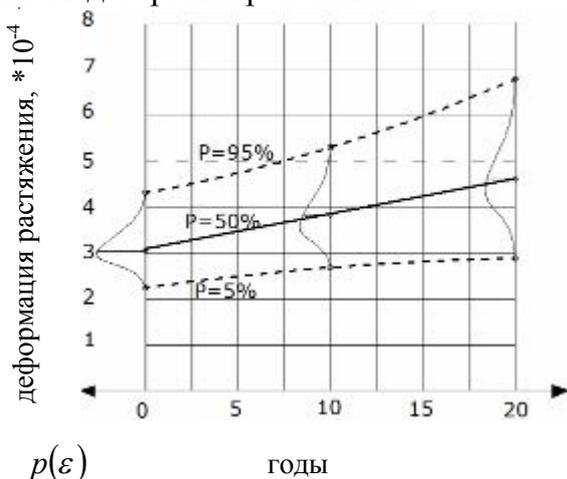


Рис. 3. Деформация растяжения в наиболее нагруженном сечении: ----- график математического ожидания ($P=50\%$); - - - - графики с обеспеченностью $P=5\%$ и $P=95\%$.

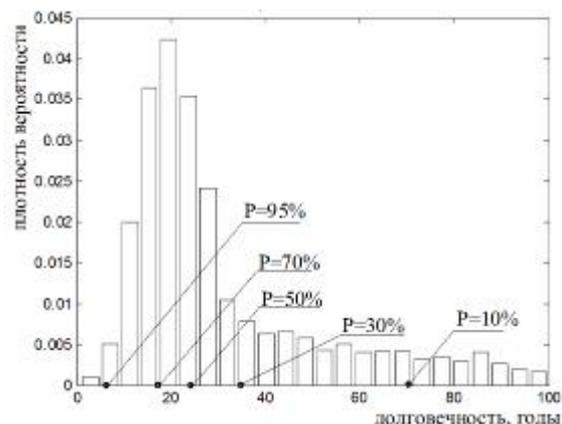


Рис. 4. Гистограмма долговечности сечения железобетонной насадки: P – обеспеченность срока службы.

Учтены все случайные параметры (1-9)

- 1 Момент от нагрузки
- 2 Прочность бетона
- 3 Высота попер. сечения
- 4 Ширина попер. сечения
- 5 Коэффициент диффузии
- 6 Диаметр арматуры
- 7 Толщина защитного слоя
- 8 Прочность стали
- 9 Концентр. хлорид. среды

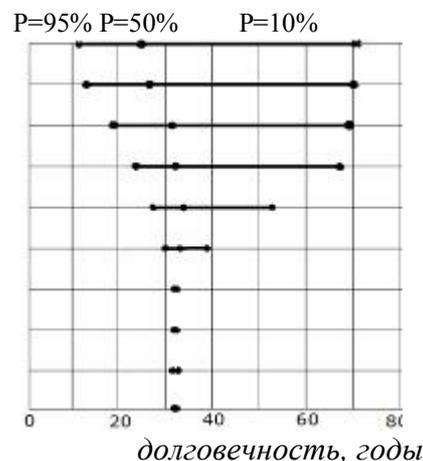


Рис. 5. Влияние случайных параметров на дисперсию долговечности сечения насадки.

Следует также отметить, что к величине долговечности 32 года стремятся математические ожидания долговечности насадки с уменьшением влияния отдельных входных параметров.

УДК 625.712.1:656.021.2

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО ДИАМЕТРА КОЛЬЦЕВОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ НА ПРИОРИТЕТ ПРОЕЗДА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С УЧЕТОМ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Чумаков Д.Ю.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Рассмотрен вопрос влияния внешнего диаметра кольцевого пересечения на приоритет проезда транспортных средств в зависимости от максимального количества останавливающихся автомобилей в зоне ожидания проезда на кольце. В случае возможного возникновения затора на кольце, применяют организацию дорожного движения с преимуществом движения транспортных средств по кольцу.

The question of influence of external diameter of ring traverse on a priority of journey of vehicles depending on a maximum quantity of stopping cars in a zone of expectation of journey on a ring is considered. In case of possible occurrence of a traffic block on a ring, apply the organisation of traffic with advantage of movement of vehicles on a ring.

Организация дорожного движения на кольцевых пересечениях в России в случае равнозначных дорог в большинстве случаев происходит с преимуществом автомобильного транспорта въезжающего на кольцо (рис. 2 б). Это обусловлено большими внешними диаметрами кольцевых пересечений и увеличенным числом полос на кольце. При такой организации дорожного движения соблюдается правило «Помеха справа», что в свою очередь не требует установки дорожных знаков приоритета, ограничиваясь знаками направления движения 6.9.1, 6.10.1 и предписывающим знаком 4.3 «Круговое движение».

При этом применение кольцевых пересечений большого диаметра в населенных пунктах практически невозможно из-за плотной застройки и соответственно малой площади отводимой для автомобильной дороги (в городских условиях часто необходимы пешеходные тротуары, велосипедные дорожки и т.д.). При больших интенсивностях движения устраивают регулируемые пересечения, что повышает расходы на эксплуатацию (светофорное регулирование).

Как показали исследования [1], некоторые регулируемые пересечения и примыкания в населенных пунктах можно модернизировать в малые кольцевые саморегулируемые пересечения (внешний диаметр не превышает 32 м), которые не только снижают эксплуатационные затраты (отсутствие светофорного регулирования), но и в некоторых случаях повышают пропускную способность пересечения городской автомобильной дороги, по сравнению с регулируемым пересечением. Но при этом возникает вопрос об организации дорожного движения на малом кольцевом пересечении, ведь преимущество автомобильного транспорта при въезде на пересечение может создать затор на кольце при высоких интенсивностях движения (рис. 2 а).

Принимая длину зоны ожидания (L_{30}) для автомобилей, ожидающих проезд

на кольце, как ширину островка безопасности в месте примыкания к проезжей части кольцевого пересечения (рис. 1), можно определить ее значение:

$$L_{зо} = \frac{\pi \cdot D_{вн} \cdot \beta}{360} \quad (1)$$

где $D_{вн}$ – внешний радиус кольцевого пересечения.

Число автомобилей, которые смогут встать в зоне ожидания не создавая затор:

$$n_{mc} = \left(\frac{L_{зо} - l_{mc}}{(l_{mc} + l_3)} + 1 \right) \cdot n_{пол} \quad (2)$$

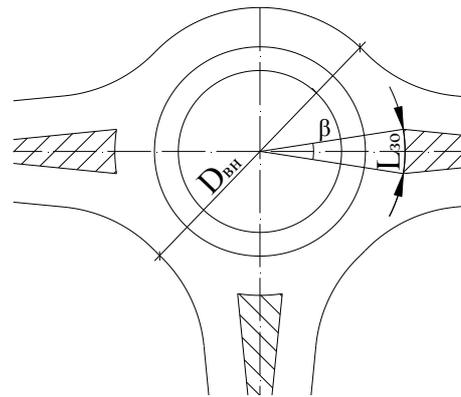


Рис. 1 Геометрическая схема кольцевого пересечения

где l_{mc} – расчетная длина транспортного средства; l_3 – величина зазора безопасности между, ожидающими проезда, транспортными средствами; $n_{пол}$ – количество полос движения на кольце.

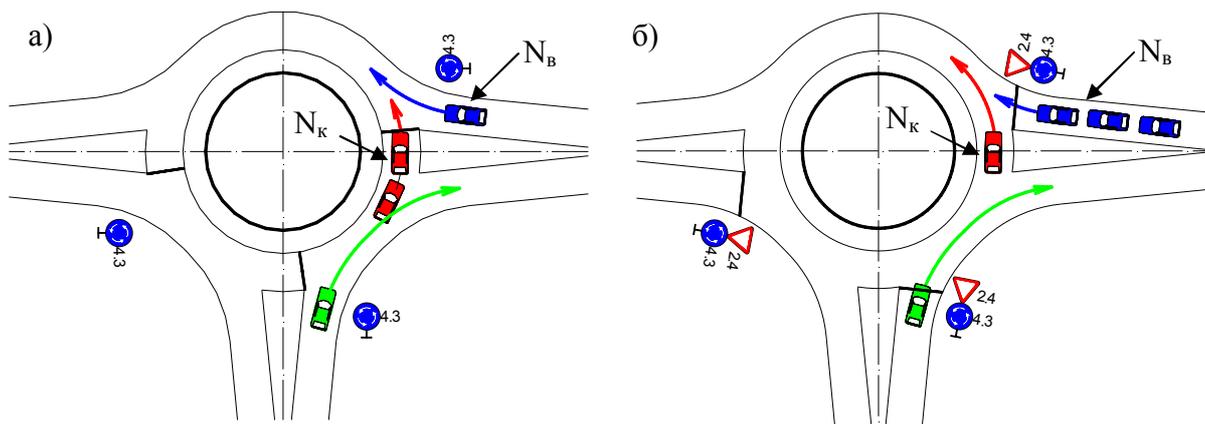


Рис. 2 Схемы организации дорожного движения на кольцевых пересечениях: а) приоритет имеют транспортные средства, въезжающие на кольцо (помеха справа); б) приоритет имеют транспортные средства, движущиеся по кольцу (знак 2.4 «Уступите дорогу»)

Для определения максимального числа транспортных средств, которые останавливаются на кольце в зависимости от интенсивности движения на въезде ($N_{в}$, рис. 2) и кольце ($N_{к}$, рис. 2) воспользуемся данными, полученными в результате моделирования движения транспортных средств на кольцевом пересечении (табл. 1). Сравнивая значения n_{mc} и результаты моделирования можно определить возможность возникновения затора на кольце, если n_{mc} меньше или равно табличному (табл. 1), то возможна организация движения на кольцевом пересечении по типу приоритет на въезде, в ином случае, необходимо обеспечивать приоритет проезда по кольцу.

Для практического использования данного метода определения организации дорожного движения на кольцевом пересечении (с одной полосой движения на кольце) можно воспользоваться графиком рис. 3.

Максимальное число автомобилей образующих очередь на кольце
на малом кольцевом пересечении

N_k , легк/час	Максимальное число автомобилей, образующих пробку на кольце													
	Приведенная интенсивность движения на въезде N_v , легк/час													
	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950
100	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
200	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5
300	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	6	8	10	≥ 30
400	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	7	12	≥ 30	-
500	3	3	4	4	4	5	5	6	7	8	12	≥ 30	-	-
600	4	4	4	4	4	5	6	8	10	≥ 30	-	-	-	-
700	4	4	4	4	5	6	10	≥ 30	-	-	-	-	-	-
800	4	4	6	7	8	12	≥ 30	-	-	-	-	-	-	-
900	4	5	8	10	13	≥ 30	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	5	6	9	2	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1100	6	7	1	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

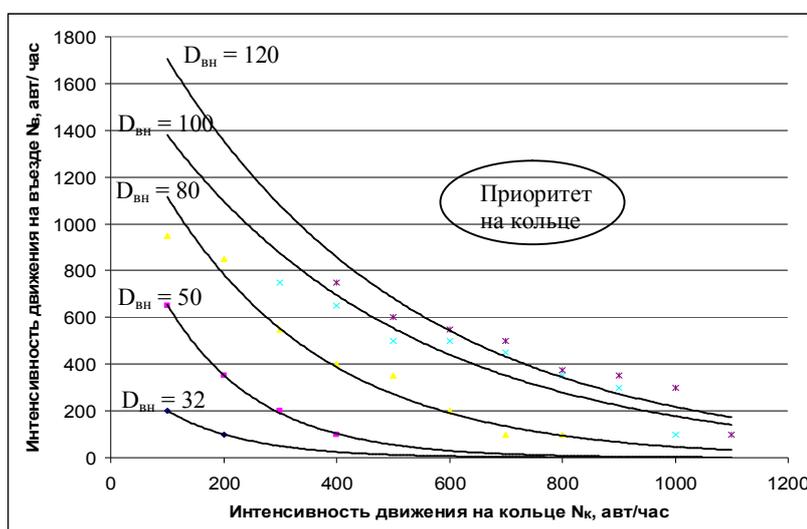


Рис. 3 График для определения приоритета проезда на кольцевом пересечении с одной полосой движения на кольце

Зная интенсивность движения по каждому въезду на пересечение и интенсивность движения на кольце, определяем точки на графике, если точки выше линии соответствующей проектируемому внешнему диаметру кольцевого пересечения, то рекомендуется применять организацию движения с приоритетом на кольце, в ином случае можно осуществлять организацию движения «приоритет на въезде». Для случаев с большим количеством полос движения на пересечении рекомендуется самостоятельное определение организации дорожного движения с использованием формул (1, 2) и таблицы 1.

Библиографический список:

1. Чумаков, Д. Ю. Проектирование элементов малых кольцевых пересечений в населенных пунктах [Текст] : Дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук Чумаков Д. Ю. / Д. Ю. Чумаков. – Волгоград : Волгогр. гос. арх.-стр. ун-т, 2007. – 187 с.

УДК 539.3

**К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ,
ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ АГРЕССИВНЫХ СРЕД**

Занин А.А. *аспирант*

Саратовский государственный университет

Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор Овчинников И.Г.

Саратовский государственный технический университет

Рассматриваются постановки задач оптимального проектирования металлических конструкций с учетом деструктирующего воздействия агрессивных сред.

The formulation of optimal design of metal structures, taking into account the degradation effects of aggressive environment is considered.

Как известно, проектирование инженерных конструкций производится как минимум в два этапа. На первом этапе, исходя из функциональных, технологических и других соображений, в результате вариантного проектирования подбирается тип конструкции и возможная ее форма. На втором этапе проектирования подбирается материал, уточняется форма и необходимые геометрические характеристики сточки зрения выполнения требований прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, надежности и т.п. При этом, в силу большого разнообразия и количества возможных проектных параметров может быть сформулировано большое количество различных оптимизационных задач, которые могут быть объединены в несколько классов.

Класс 1. Оптимизация конструкций по напряженно-деформированному состоянию. К этому классу можно отнести задачи оптимизации по весу, объему, стоимостную оптимизацию по прочности, жесткости, устойчивости и другим характеристикам, оптимизация которых так или иначе связана с решением задачи определения напряженно-деформированного состояния конструкции. Таких задач к настоящему времени решено огромное количество, существуют отработанные методики и алгоритмы их решения, написаны достаточно подробные обзоры и монографии по этой тематике.

Класс 2. Оптимизация по критерию долговечности. В этих задачах ставится задача оптимального подбора (определения) материала и геометрических характеристик конструктивных элементов так, чтобы либо отдельные важные элементы, либо вся конструкция целиком прослужили заданное время. При решении таких задач пока еще широко применяется подход, согласно которому по заданной долговечности на кривой длительной прочности находится соответствующее напряжение, а по нему уже подбирается форма и сечение конструктивных элементов, при которых расход материалов наименьший. Для статически определимых конструкций такой подход применим, но для статически неопределимых такой подход не совсем корректен, так как при этом не учитывается происходящие процессы накопления повреждений и вызываемые ими перераспределения напряженного состояния, вследствие чего напряженно состояние в конце срока службы может сильно отличаться от первоначального. Также такой подход вызывает вопросы при сильной неоднородности напряженного состояния, так как возникает проблема нахождения той точки, напряженное состояние в которой будет определять долговечность конструктивного элемента. В этих случаях правильнее будет применять те или иные теории ползучести и накопления повреждений, что приведет к значительному усложнению

и увеличению размерности и так уже сложной задачи расчета конструкции. Вероятно, поэтому к настоящему времени решено не так уж много задач оптимального проектирования с учетом реальных процессов или с учетом времени эксплуатации конструкции. Иногда решаются задачи определения (или обеспечения) максимально возможной долговечности при заданном расходе материала. С нашей точки зрения такие задачи имеют больше теоретическое, чем практическое значение.

Класс 3. Оптимизация конструкций с учетом совместного воздействия нагрузок и агрессивных эксплуатационных сред. Задачи этого класса можно отнести к самым сложным, так как задачи предыдущих классов автоматически входят в задачи данного класса. При этом следует учитывать, что под влиянием агрессивных эксплуатационных сред может произойти изменение как геометрических (толщина, размеры, форма), так и механических (как кратковременных, так и длительных) свойств материала, в результате чего чаще всего происходит интенсификация процессов деформирования и накопления повреждений в конструкциях. Но именно для случаев воздействия агрессивных сред наибольший интерес и представляют задачи обеспечения заданной долговечности конструкции при минимальном расходе материальных ресурсов.

Обычно при проектировании конструкций используется следующий подход. Сначала производится оптимизация конструкции без учета воздействия агрессивных сред по начальному напряженному состоянию. Затем из определенных разумных соображений добавляется жертвенный слой материала, который учитывает последующие деструкционные процессы в конструкции и тем самым как бы компенсирует возможные потери материала под влиянием агрессивных сред. Понятно, что при использовании такого подхода возможно либо преждевременное разрушение проектируемой конструкции при недостаточном запасе жертвенного материала, либо при повышенном расходе жертвенного материала нерациональное расходование средств из-за превышения реальной долговечности над проектной долговечностью.

Мы полагаем, что при проектировании конструкций, предназначенных для эксплуатации в агрессивных средах следует учитывать кинетику происходящих в конструкции под влиянием агрессивной среды изменений, а также имеющие место процессы деформирования и накопления повреждений во времени. Следует отметить, что оптимизационных задач такого класса решено довольно мало, что связано с проблемой и большой размерности решаемых задач и с необходимостью многократного перерасчета конструкции при различных сочетаниях геометрических и механических параметров. Разработка принципов оптимального расчета начата недавно и основы этой проблемы заложены в работах Ю.М. Почтмана и И.Г. Овчинникова [1]. При этом оказалось, что для корректного формулирования и решения оптимизационных задач для конструкций, работающих в агрессивной среде, необходимо иметь корректные модели, описывающие процессы взаимодействия материалов и конструкций с этими агрессивными средами. В этом направлении большая работа проведена научной школой под руководством И.Г. Овчинникова [2]. Интересно, что при наличии нескольких моделей, описывающих процесс взаимодействия конструкций с агрессивными средами, также возникает оптимизационная проблема, связанная, с одной стороны, с выбором более корректной, но в то же время достаточно простой в использовании математической модели, а с другой стороны, с проблемой

определения коэффициентов модели по экспериментальным данным, то есть проблема восстановления зависимостей.

По предложению И.Г. Овчинникова при решении задач оптимального проектирования конструкций могут использоваться такие критерии:

- материалоемкость конструкции в исходном состоянии;
- материалоемкость конструкции в момент разрушения с учетом минимизации количества поражаемого в процессе эксплуатации коррозией материала;
- при использовании защитных покрытий можно сформулировать задачу рационального соотношения толщины основного и защитного материала

Библиографический список:

1. Овчинников И.Г., Почтман Ю.М. Тонкостенные конструкции в условиях коррозионного износа. Расчет и оптимизация. Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1995.192 с.
2. Овчинников И.И., Бочкарев А.В. О постановке задач оптимального проектирования конструкций, подверженных действию агрессивных сред// Проблемы прочности элементов конструкций под действием нагрузок и рабочих сред. Сб. науч. трудов. Саратов. СГТУ. 2009. с. 35 – 47.

УДК 620.197

КЛАССИФИКАЦИЯ И НОРМИРОВАНИЕ СТЕПЕНИ АГРЕССИВНОСТИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ ПО ОТНОШЕНИЮ К БЕТОНУ И ЖЕЛЕЗОБЕТОНУ

Мигунова К.В. (ПГС-32)

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Овчинников И.И.

Саратовский государственный технический университет

Приводятся этапы становления и развития отечественных строительных норм в части классификации и нормирования степени агрессивности внешней среды по отношению к бетону и железобетону. Дана сравнительная оценка агрессивности газозвудушных сред по СНиП и международным стандартам ISO на ряде промышленных предприятий.

We give the stages of formation and development of national building codes in the classification and valuation of the degree of aggressiveness of the environment in relation to the concrete and reinforced concrete. A comparative assessment of the aggressiveness of gas-air environments for SNIP and international ISO standards in a number of industrial enterprises

Платформой для действующего в течение более 20 лет СНиП 2.03.11-85 нормативного документа явились ранее действующие нормативные и научные методические источники [1,2,3,4,5].

В СНиП II-28-73* [3] градация среды по степени агрессивности назначалась по уменьшению прочности бетона в зоне коррозии. В слабоагрессивной среде это снижение составляет менее 5%, среднеагрессивной среде – от 5 до 20% и сильноагрессивной среде более 20%. В связи с неопределённостью использования этих численных значений данная классификация была исключена при разработке СНиП 2.03.11-85 [1].

В руководстве [4] степень агрессивности жидкой среды определялась в зависимости от глубины разрушения бетона за 50 лет эксплуатации железобетонных конструкций. Это значение составляло: для неагрессивной среды - 1 см, слабоагрессивной – от 2 до 4 см, и сильноагрессивной – более 4 см.

Методическими указаниями [5] оценку воздействия агрессивных сред на незащищённые бетонные и железобетонные конструкции предлагалось проводить в зависимости от глубины разрушения поверхностного слоя и среднегодовых потерь несущей способности при эксплуатации конструкций (табл. 1).

Таблица 1

Степень агрессивности среды	Глубина разрушения поверхностного слоя, мм/год	Среднегодовая потеря несущей способности при эксплуатации конструкций, %	
		Подземных	Несущих и ограждающих
Слабая	до 0,4	≤ 3	≤ 5
Средняя	0,4-1,2	5	10
Сильная	от 1,2	≥ 8	≥ 15

При этом предполагается, что конструкции подлежат капитальному ремонту при потере ими 40-60% несущей способности от действия расчётных нагрузок. Имеющиеся в технической литературе [2] результаты натурных обследований по глубине разрушения [5] достаточно хорошо совпадают с регламентированными значениями [4]

В СНиП 2.03.11-85 приняты три степени агрессивности среды: слабая, средняя и сильная. Наибольшую опасность для бетона и железобетона представляют жидкие среды, так как большинство коррозионных процессов протекают в виде химических реакций в жидкой среде. Они разделены на три основных вида. Такая классификация позволяет сгруппировать требования к бетону по показателям агрессивности среды на основании представлений о механизме коррозионных процессов.

К коррозии первого вида отнесены все случаи воздействия воды и водных растворов, при которых происходит растворение и вынос из структуры бетона компонентов цементного камня.

К коррозии второго вида относятся химические процессы взаимодействия составляющих цементного камня с реагентами внешней среды. Образующиеся растворимые и нерастворимые химические структурные элементы понижают прочность бетона.

К третьему виду коррозии относятся химические процессы, приводящие к увеличению объёма твёрдой фазы цементного камня с образованием внутренних напряжений в теле бетона. Из трёх видов коррозии это наиболее сложный и распространённый вид коррозии.

Подход к оценке степени агрессивности твёрдых сред основан на тех же принципах, что и для жидких сред.

По отношению к бетону и железобетону в зависимости от влажности климата помещений степень агрессивного воздействия газообразных сред на конструкции из бетона и железобетона разделены на три группы. С учётом вида и концентрации газовой среды классифицированы на четыре группы.

Агрессивное действие распространённых кислых газов CO_2 и SO_2 заключается в нейтрализации щёлочи в поверхностном слое бетона с образованием в нём соединений, по разному влияющих на свойства бетона. Степень разрушения железобетона газовыми средами определяется видом и концентрацией кислоты, которая конденсируется на поверхности бетона. Особенно опасна хлор-

ристоводородная (соляная) кислота. Хлориды, мигрируя в порах цементного камня к поверхности арматуры, вызывают её коррозию и снижение несущей способности конструкции. Таким образом, газовая коррозия в основном проявляется в её негативном действии на сохранность арматуры.

В СНиП 2.03.11-85 содержатся дополнительные требования к первичной защите железобетонных конструкций. К ним относятся область применения арматуры из сталей разных марок, нормирование ширины раскрытия трещин и толщины защитного слоя бетона.

Оценка степени агрессивности различных сред даёт основание для разработки мер защиты от коррозии. Технико-экономический анализ сравнительной эффективности видов защиты показывает, что вторичная защита с помощью поверхностной изоляции конструкций от агрессивной среды значительно дороже и сложнее, чем использование средств первичной защиты [6].

В настоящее время внедрение способов защиты от действия различных агрессивных сред приобретает характер решения технико-экономической задачи с определением оптимального технического решения и учётом экономических показателей в каждом конкретном случае.

В тоже время в СНиП 2.03.11-85 при оценке степени агрессивности не регламентированы продолжительность воздействия среды и возникающие при этом характеристики повреждений, не учитываются напряжённое состояние бетона и арматуры.

Одновременно положения действующего расчётного нормативного документа СНиП 52-01-2003 при проектировании железобетонных конструкций исходят из не допущения возможности изменения физико-механических характеристик бетона и арматуры в агрессивных средах [7].

Однако долговечность конструкций зависит не только от состава материалов и технологии их изготовления, но и физико-химических и механических процессов, происходящих в структуре материалов. Они приводят к распространению во времени деградиционных процессов в бетоне сечений конструкций при механических и агрессивных воздействиях.

Для обеспечения нормативной долговечности строительных конструкций в настоящее время в практике проектирования не допускается наступления предельных состояний по несущей способности и деформациям. Предельные состояния рассчитываются по параметрам временного сопротивления материалов с соответствующими коэффициентами надёжности и условий работы. Это приводит к тому, что вследствие воздействия агрессивных веществ на строительные конструкции срок их службы значительно меньше нормативного.

В настоящее время всё большее применение в России при изготовлении железобетонных конструкций и изделий находят отходы промышленности, сельского хозяйства и химического производства. Они используются в качестве добавок в цемент, в виде мелкого и крупного заполнителя. Однако, долговечность многих строительных материалов, появляющихся на строительном рынке, не изучена по различным причинам. В то же время в соответствии с европейскими стандартами любой новый материал для бетона проверяется как по физико-механическим характеристикам, так и по параметрам долговечности

(влияние на коррозию арматуры и стойкость бетона агрессивных сред и атмосферных воздействий) [8].

Отсутствие соответствующих исследований в этой области приносит экономике страны большие потери в виде преждевременного разрушения бетонных и железобетонных конструкций, так как 75% строительных конструкций испытывают воздействие природных и техногенных агрессивных сред.

Из-за отсутствия технических условий на изготовление строительной продукции, содержащих требования к бетону и средствам его защиты, в 1993 году преждевременно разрушились бетонные блоки ограждений Московской кольцевой автодороги уже после девяти месяцев эксплуатации [8].

Результаты статистических исследований экспериментальных данных натурных обследований горнорудных предприятий, обогатительных фабрик, предприятий стройиндустрии и энергетики позволили провести сравнительную классификацию агрессивности газовоздушных сред по СНиП 2.03.11-85 и международным стандартом ISO 9223 и ISO 12994-2 [1,9,10,11].

Помещения горнорудных предприятий характеризуются слабоагрессивной степенью воздействия среды по отношению к железобетонным конструкциям по СНиП и средней по ISO. По отношению к стальным конструкциям среда по СНиП среднеагрессивная, а по ISO – высокая.

Эксплуатационная среда помещений обогатительных фабрик по степени агрессивного воздействия на железобетонные конструкции оценивается как слабоагрессивная (средняя), а по отношению к стальным конструкциям – как среднеагрессивная (высокая).

В помещениях предприятий стройиндустрии степень агрессивного воздействия среды по СНиП (ISO) на железобетонные конструкции – слабоагрессивная (средняя), на стальные конструкции – среднеагрессивная (высокая).

Степень агрессивности среды по СНиП (ISO) помещений ТЭЦ по отношению к железобетонным конструкциям – слабоагрессивная (средняя), а по отношению к стальным – среднеагрессивная (высокая).

Долговечность конструкций во многом определяется эффективностью использования антикоррозионных покрытий. Изучение степени агрессивного воздействия среды на строительные конструкции позволяет технически и экономически обосновывать выбор схемы защитных покрытий. На практике это выразилось в составлении «Каталог-справочник по степени агрессивности эксплуатационных сред для структурных подразделений ЗФ ОАО, ГМК «Норильский никель» [9].

Библиографический список:

1. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии./Госстрой СССР – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986 – 48с.
2. Мигунова К.В. Классификация и нормирование агрессивности внешней среды по отношению к бетону и железобетону./К.В Мигунова, В.Н. Мигунов//Студенческая наука – интеллектуальный потенциал XXI века: сб.докл. междунар. студ. научн - техн. конф.- Пенза. ПГУАС, 2009.- С.124-126.
3. СНиП II-28-73* Защита строительных конструкций от коррозии. Госстрой СССР.- М.: Стройиздат, 1980. - 45с.
4. Руководство по определению скорости коррозии цементного камня, раствора и бето-

на в жидких агрессивных средах. – М.: Стройиздат, 1975. – 29с.

5. Методические указания по прогнозированию глубины коррозионного поражения бетона в жидких кислых средах. – Уфа, 1973. – 43с.

6. Агаджанов В.И. Экономика повышения долговечности и коррозионной стойкости строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1988. – 144с.

7. СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Госстрой России.- М.: ФГУП ЦПП, 2004. -24с.

8. Степанова В.Ф. Проблема долговечности железобетона в современном строительстве //Бетон и железобетон.-1996.-№3.-С. 18-20.

9. Копылов А.А. Классификация внутривозвратных сред предприятий ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» по степени агрессивного воздействия на строительные конструкции/ А.А. Копылов, Н.А. Прищепова, О.П. Рысева//Эффективные строительные конструкции: сб. статей IX Междунар. научн-техн. конф – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2009. -С.112-114.

10. ISO 9223. Коррозия металлов и сплавов. Коорозивность атмосфер. Классификация.- Международная организация по стандартизации, 1992.

11. ISO 12944-2. Краски и лаки. Защита от коррозии стальных конструкций защитными лакокрасочными системами Ч.2. Классификация окружающих сред.-Международная организация по стандартизации, 1998.

УДК 625.72

КОЛЬЦЕВЫЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ДОРОГ КАК ЭЛЕМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Байгулов А.Н., Катасонов М.А., Федотов Н.Г.

Научный руководитель – д-р.техн.наук., профессор Бойков В.Н.

Томский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье рассмотрены вопросы повышения безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах путем переустройства простых пересечений в кольцевые, приведены особенности кольцевых пересечений, их типы. Рассмотрены преимущества и недостатки данного вида пересечений.

In given clause questions of increase of safety of traffic on highways are considered by a reorganization of simple crossings in ring, features of roundabouts, their types are given. Advantages and lacks of the given kind of crossings are considered.

О безопасности дорожного движения

Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) являются самой опасной угрозой здоровью людей во всём мире. Ущерб от ДТП превышает ущерб от всех иных транспортных происшествий (самолетов, кораблей, поездов, и т. п.) вместе взятых. ДТП являются одной из важнейших мировых угроз здоровью и жизни людей. Проблема усугубляется и тем, что пострадавшие в авариях — как правило, молодые и здоровые люди. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в мире ежегодно в дорожных авариях погибают 1,3 млн человек и около 50 млн получают травмы.

При изучении дорожной безопасности, выявляют факторы, влияющие на частоту и тяжесть ДТП. Не каждое ДТП является «неизбежной случайностью» — так, например, по статистике, около 5 % летальных ДТП являются выявленными самоубийствами, а некоторое (меньшее) количество ДТП являются убийствами. Также, выявлено множество других факторов, влияющих на вероятность ДТП, ответственность за которые несут участники дорожного движения,

поэтому в настоящее время практически не используется распространенная ранее формулировка «несчастный случай на дороге», «снимающая» ответственность с участников ДТП.

Есть и другая сторона проблемы - экономическая. По оценкам экспертов, за последние пять лет совокупные потери страны, именно экономики нашей страны, от дорожно-транспортных происшествий составляют 5,5 триллиона рублей. Для сведения 5,5 триллиона рублей - это сопоставимо со всеми расходами на здравоохранение за тот же период.

На сегодняшний день вопрос о безопасности дорожного движения ставится особенно остро этому свидетельствует и тот факт, что мировое сообщество под эгидой Генеральной Ассамблеи ООН объявила 2011-2020 годы «Десятилетием действий по обеспечению безопасности дорожного движения».

Кольцевые пересечения – элемент безопасности движения

В настоящее время на территории Российской Федерации большая часть (более 70%) ДТП происходит в городах и других населенных пунктах, причем наиболее опасными в этом отношении являются пересечения и примыкания автомобильных дорог и улиц в одном уровне.

Как показывает опыт европейских стран, существенное повышение безопасности дорожного движения и повышение пропускной способности на пересечениях и примыканиях автомобильных дорог и улиц может быть достигнуто переоборудование перекрестка (примыкания) в кольцевое пересечение в одном уровне.

Круговое движение может способствовать повышению безопасности движения за счет того, что:

- теоретически количество конфликтных точек между транспортными потоками, которые проходят через перекресток, может быть снижено с 32 до 20 на Х-образном пересечении и с 9 до 8 на Т-образном пересечении;
- круговое движение организовано таким образом, что участники дорожного движения не могут двигаться прямо через перекресток, и должны поворачивать вокруг островка безопасности, размещенного в середине пересечения, это снижает скорость, как правило, до 40-60 км/ч.

Общее количество конфликтных точек заметно возрастает с увеличением числа полос движения в каждом из направлений. Поэтому планировочные решения пересечений и примыканий должны быть такими, при которых общее число конфликтных точек было бы сведено к возможному минимуму. Радикальным решением по улучшению условий и безопасности движения на пересечениях является строительство развязок движения в разных уровнях. Однако такие решения оказываются, как правило, целесообразными и экономически оправданными на пересечениях автомобильных дорог высоких категорий. В остальных случаях для сокращения числа конфликтных точек чаще всего предусматривали канализированные пересечения в одном уровне посредством введения островков безопасности для разделения транспортных потоков по направлениям [1].

На основании исследований проведенных в ряде западноевропейских стран влияние переоборудования простых перекрестков в кольцевое позволяет сни-

зять количество ДТП, сопряженных с травматизмом, на 25-30%.

Несмотря на то, что круговое движение приводит к снижению скорости, время проезда через кольцевое пересечение меньше по сравнению с другими типами пересечений.

Величина выигрыша во времени зависит от интенсивности движения на отдельном перекрестке, колебания величины интенсивности в течение суток и распределения транспортных потоков по примыкающим дорогам, поэтому общие цифры представить обычно трудно, для разных стран эти цифры различны, но общий итог один это выигрыш во времени.

В последнее время кольцевые пересечения получили широкое распространение в зарубежной и отечественной практике планировки пересечений дорог в одном уровне. К их преимуществам перед другими типами пересечений следует отнести: простая и понятная водителям схема организации движения, большая безопасность движения и обеспечение лучших условий для выполнения левоповоротного манёвра по сравнению с другими типами одноуровневых пересечений, отсутствие светофоров, что приводит к снижению затрат на регулирование движения.

Кроме того, правильная организация кольцевого движения полностью или частично исключает пересечение транспортных потоков, заменяя его последовательным слиянием и разветвлением в короткой зоне - зоне переплетения. Происходящие при этом дорожно-транспортные происшествия отличаются незначительными последствиями благодаря отсутствию встречного движения и малой относительной скорости движения автомобилей. Маневры слияния и разделения оказываются наименее опасными из всех маневров, встречающихся на пересечениях в одном уровне. Поэтому кольцевые пересечения безопасны по сравнению с другими типами пересечений в одном уровне.

Особенно целесообразно их применение при пяти и более сходящихся направлениях движения, так как на простых пересечениях в этих случаях образуется очень большое количество конфликтных точек.

В большинстве стран мира, в том числе и России движение по кольцу происходит против часовой стрелки. Правоповоротные автомобили движутся ближе к наружной кромке кольца, а прямые и левоповоротные – ближе к внутренней. При двух и более полосах движения на кольце потоки движения пересекаются под острыми углами. Если имеется одна полоса движения и длина участка слияния достаточна, пересечений потоков на кольце не будет, что повышает безопасность движения. В этом случае будут только точки разветвления и слияния, общее число которых равно удвоенному числу подходящих к кольцу направлений движения. При отсутствии участков слияния потоков (при одной полосе движения) точки пересечения на кольце остаются, и одновременно являются точками пересечения, слияния и разветвления потоков движения (рис. 1) [2].

Кольцевые пересечения в зависимости от формы центрального островка подразделяются на несколько типов, каждый из которых по-своему влияет на безопасность движения:

- Кольцевой тип - является самым распространённым типом кольцевого

пересечения. Центральный островок представляет собой окружность диаметром от 15 до 120 м. Чем больше диаметр – тем выше скорость движения, а следовательно и пропускная способность узла.

- Эллиптический - центральный островок представляет собой эллипс, большая ось которого направлена в сторону более загруженного направления для обеспечения лучших условий движения по нему (рис. 2)

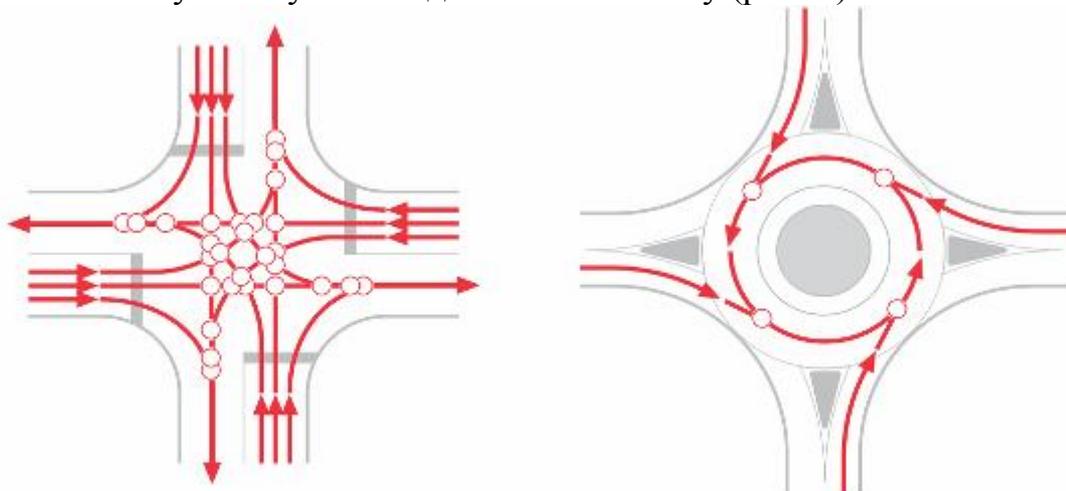


Рис. 1. Схемы расположения конфликтных точек на простом необорудованном (слева) и кольцевом (справа) пересечениях

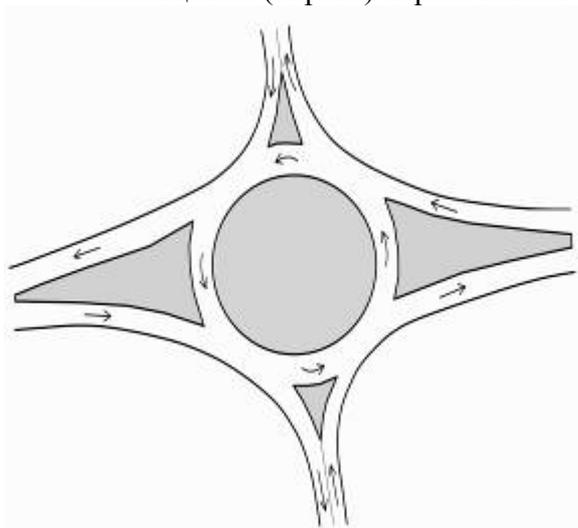


Рис. 2. Схема кольцевого пересечения с эллиптическим центральным островком

- Пересечение с перекрёстно-кольцевым движением (с прорезанным центральным островком) - так же как эллиптический тип данная модификация кольцевого пересечения устраивается при большой интенсивности движения на узле. Прямые потоки по главному более загруженному направлению проходят через кольцо напрямую, без искривления траектории движения, что приводит к сокращению транспортных затрат, при этом движение по второстепенной дороге огибает кольцо (рис.3).

- Мини-кольца – активно применяются за рубежом для снижения аварийности как альтернатива обычным нерегулируемым перекресткам при числе пересекающихся дорог до 4. Диаметр по внешней кромки проезжей части кольца может составлять от 13 м до 26 м. Центральный островок чаще всего выделяется разметкой и центр его выполняется приподнятым на 10-12 см. Ниже в табли-

це 1 представлены данные об изменении аварийности пересечений в разных странах при переоборудовании простых пересечений в мини-кольца.

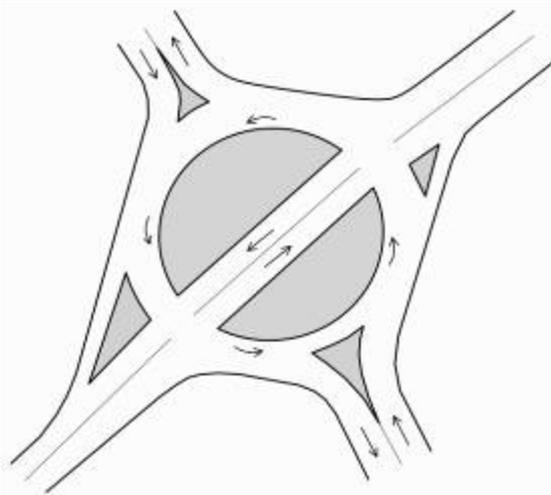


Рис. 3. Схема кольцевого пересечения с прорезанным центральным островком

Таблица 1

Влияние мини-колец на изменение аварийности на перекрестках в разных странах

Страна	Количество ДТП за год		Изменение показателя, %
	необорудованное пересечение	после переоборудования в мини-кольцо	
Австралия	1045	570	-45
Бельгия	1352	789	-42
Великобритания	-	1770	-
Нидерланды	4900	2400	-51
США	5900	1430	-75
Франция	1420	310	-78

Проведя анализ сложившейся ситуации можно сделать вывод, что мини-кольца являются чрезвычайно эффективным инструментом снижения аварийности, которое составляет от 40 до 80%.

- Турбо-кольца – являются наиболее перспективным типом кольцевых пересечений. Они эффективны в местах пересечения крупной магистрали с интенсивным движением и дороги с меньшим трафиком. Такие перекрестки действуют по принципу разводящей спирали (рис. 4). Попадая на внешний круг кольца, машина перемещается так же, как при движении по обычному круговому перекрестку. Главная же хитрость турбо-кольца заключается в принципе перемещения транспорта по внутреннему кругу. Попав на внутренний уровень, автомобиль движется по четко обозначенной полосе и на выходе оказывается с внешней стороны. Кольцо само «выносит» его наружу.

- Кольцевые пересечения с центральными островками неправильной формы (вытянутый островок и по типу «дождевая капля») распространены в странах Европы и Северной Америки. Особенностью кольцевого пересечения по типу «дождевая капля», так же как и у турбо-кольца, является невозможность проезда по полному кругу. Применяется для обеспечения свободного левого

поворота автотранспорта, выезжающих с второстепенных дорог на главное направление.



Рис. 4. Схема движения по турбо-кольцу

- Со сложными центральными островками (рис. 5):
 - кольцевое пересечение с непрерывным движением по всем направлениям;
 - с полосами для левого поворота в центральном островке;
 - с двойным центральным островком;
 - с мини-островками у въезда на кольцевое пересечение.

Выбор того или иного типа кольцевого пересечения производится в зависимости от конкретных условий и на основе технико-экономического сравнения.



Рис.5. Сложное кольцевое пересечение в г. Суиндон (Великобритания)

Однако стоит помнить, что кольцевые пересечения наряду с преимуществами имеют и ряд недостатков:

- при проезде пересечения автомобили снижают скорость даже в свободных условиях движения;
- на кольцевом пересечении с большим центральным островком наблюдается перепробег автомобилей при сквозном и левоповоротном движении;
- для устройства пересечения требуется несколько большая площадь земли по сравнению с другими типами пересечений в одном уровне (особенно при больших диаметрах центрального островка).

В настоящее время на территории Российской Федерации при проектировании новых и реконструкции старых пересечений применяются лишь первые три вышеописанных типа кольцевых развязок в одном уровне. Прежде всего, данное обстоятельство можно объяснить простотой как самой конфигурации

кольца, так и расчётов, выполняемых при проектировании. Возрастание уровня автомобилизации в нашей стране требует применения новых видов пересечений, так как построенные несколько десятков лет назад они уже не справляются со своей задачей. Стоит уделять большое внимание новым типам кольцевых пересечений, которые давно используются за рубежом.

Вопросы совершенствования геометрических и функциональных параметров кольцевых пересечений на сегодняшний день представляются актуальными и являются предметом моих научных исследований.

Библиографический список:

1. Справочная энциклопедия дорожника том V проектирование автомобильных дорог, под ред. Федотова Г. А., Поспелова П. И., М.: Информавтодор – 2007 – 1466 с.
2. Гохман, В. А. и др. Пересечения и примыкания автомобильных дорог, М.: Высшая школа – 1977 – 310 с.

УДК 69.059.4:624.012.4:620.192.63

МЕТОДИКА РАСЧЕТА НОРМАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В БЕТОНЕ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ ПО ДЛИНЕ КОРРОЗИРУЮЩЕГО АРМАТУРНОГО СТЕРЖНЯ

Мигунова К.В. (ПГС-32), Шишкин С.О. (ПГС-32)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Мигунов В.Н.

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Показана степень опасности появления продольных трещин в защитном слое бетона железобетонных конструкций. Приведена методика расчета нормальных напряжений в бетоне защитного слоя по длине корродирующего арматурного стержня.

It is shown that the degree of danger of occurrence of longitudinal cracks in the protective layer of concrete reinforced concrete structures. The method of calculating the normal stresses in the concrete protective layer along the length of corrosive reinforcing rod.

В железобетонных конструкциях прочность сцепления арматуры, не подверженной коррозионному процессу, с бетоном зависит от следующих факторов: 1) сил трения, развивающихся при контакте арматуры с бетоном под влиянием его усадки; 2) фактора сцепления арматуры с бетоном, возникающей благодаря склеивающей способности цементного геля; 3) зацепления в бетоне выступов на поверхности арматуры периодического профиля. Образование на арматуре сплошной плёнки окиси и закиси железа коррозионного поражения арматуры приводит к снижению влияния первых двух факторов.

Продукты коррозионного поражения арматуры не препятствуют проникновению агрессивной среды к поверхности стержня, ввиду их пористости и слоистости. Они в несколько раз превышают первоначальный объём металла. Прокорродировавший металл создаёт значительные радиальные давления на окружающий арматуру бетон, вызывая в нём образование продольных трещин вдоль арматуры с последующим откалыванием защитного слоя. Разрушение защитного слоя бетона ускоряет коррозионное поражение арматуры и, с учётом нарушенного сцепления арматуры с бетоном, приводит конструкцию в аварийное состояние [1].

В нормативных источниках по расчёту железобетонных конструкций влия-

ние продольных трещин на несущую способность элементов не отражено [2,3].

Результаты натурных испытаний железобетонных конструкций в агрессивных средах показывают зависимость образования продольных трещин в защитном слое бетона от длины участка коррозии арматурного стержня. Период до образования продольных трещин в защитном слое бетона можно существенно уменьшить за счёт внутренних факторов железобетонных конструкций: отношением диаметра арматуры к толщине защитного слоя бетона, а также подбором соответствующей плотности бетона [4].

Особое значение на появление продольных трещин оказывают продукты коррозионного поражения арматуры в зонах поперечных трещин [5].

Для прогнозирования долговечности железобетонных конструкций мостовых сооружений с различным классом арматурной стали и коэффициентом армирования, толщиной защитного слоя бетона и его классом необходимо иметь методику по расчёту образования продольных трещин в бетоне защитного слоя в зависимости от давления продуктов коррозии арматуры.

Появление продольных трещин объясняется нарушением условия прочности бетона на внутренней (или внешней) поверхности полости защитного слоя бетона.

Напряжённо - деформированное состояние бетона вокруг корродирующего арматурного стержня по его длине в зоне влияния поперечной трещины рассчитывается на основе допущений теории упругости. В плоском поле поперечного сечения бетонного элемента величина давления продуктов коррозии на бетон по периметру арматурного стержня принимается как равномерно распределённое напряжение, являющееся наиболее опасным для долговечности железобетонных конструкций [6].

Учитывая неравномерное коррозионное поражение арматуры непосредственно в полости поперечной трещины и в зоне её влияния, давление продуктов коррозии в районе трещины будет максимальное, а в средней части расстояния между поперечными трещинами (l_{crc}) будет равно нулю.

Полученная экспериментальным путём прямопропорциональная зависимость длины участка коррозии от средней глубины коррозионного поражения позволяет рассматривать функциональное изменение уровня коррозионного поражения арматуры по длине $1/2 l_{crc}$ как линейное. Необходимо отметить, что такой выбор функциональной зависимости для долговечности железобетонных конструкций является наиболее неблагоприятным. Поэтому в каждой точке поперечного сечения данного участка бетон испытывает радиальное давление, являющееся следствием увеличения диаметра арматуры в результате её коррозии [5].

Постановка задачи предусматривает наличие асимметричного деформирования бетонного полупространства с цилиндрической полостью, внутренняя поверхность которой получает начальное радиальное смещение U_r^0 , изменяющееся по длине арматуры по линейному закону.

Математическая формулировка краевой задачи линейной теории упругости в перемещениях имеет вид:

$$\frac{\partial^2 U_r}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \left(\frac{\partial U_r}{\partial r} - \frac{U_r}{r} \right) = 0, \quad (1)$$

Причём при

$$\begin{aligned} r = 1/2 d_a, \quad U_r &= U_r^0 \\ r = h, \quad U_r &= \alpha U_r^0 \end{aligned} \quad (2)$$

где U_r^0 – увеличение диаметра арматуры в результате коррозии, определяется по результатам эксперимента; α – коэффициент, показывающий во сколько раз перемещение нижнего края бетонного массива меньше увеличения диаметра (определяется экспериментально).

После решения краевой задачи (1) – (2) радиальное и тангенциальное напряжения в бетоне определяются на основе физических соотношений:

$$\sigma_r = K\varepsilon + 2G \left(\varepsilon_r - \frac{\varepsilon}{3} \right). \quad (3)$$

$$\sigma_\varphi = K\varepsilon + 2G \left(\varepsilon_\varphi - \frac{\varepsilon}{3} \right), \quad (4)$$

где K – коэффициент объемного расширения бетона; G – модуль сдвига бетона при чистом сдвиге;

$$\varepsilon = \varepsilon_r + \varepsilon_\varphi; \quad \varepsilon_r = \frac{\partial U_r}{\partial r}; \quad \varepsilon_\varphi = \frac{U_r}{r}.$$

Библиографический список:

1. Бондаренко В.М. Железобетонные и каменные конструкции/В.М. Бондаренко, Р.О. Бакиров, В.Г. Назаренко, В.И. Римшин; Под. ред. В.М. Бондаренко.- М.: Высшая школа, 2007.-С.144-145.
2. СНиП 52-01-2003 . Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. М.: ФГУП ЦПП, 2004.- 24с.
3. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии. -М.:Госстрой СССР, 1986-48с.
4. Мигунов В.Н. Влияние внутренних факторов на скорость образования продольных трещин железобетонных конструкций с учётом коррозионного поражения арматуры класса А-I и А-III. /В.Н.Мигунов//Изв. вузов. Строительство. 2003.- №3- С.121-123.
5. Мигунов В.Н. Прогнозирование долговечности железобетонных конструкций с учётом образования продольных трещин/В.Н. Мигунов// Изв. вузов. Строительство. 2009.- №11-12. - С.101-107.
6. Мигунов В.Н. Влияние внутренних факторов железобетонных конструкций на коррозионную сохранность арматуры класса А-1 и А-111 в трещинах бетона/ В.Н. Мигунов// Изв. вузов. Строительство. 2001.- №11- С.125-129.

УДК 624.042

МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ КОРРОЗИОННОГО ИЗНОСА НЕЗАЩИЩЕННЫХ МОСТОВЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Шпранкель М.Ю.

Научный консультант – канд.техн.наук, доцент Овчинникова Г.Н.

Саратовский государственный технический университет

Приводятся примеры коррозионного поражения узлов и элементов мостовых металлических конструкций. Рассматривается задача построения моделей коррозионного износа мостовых металлоконструкций при отсутствии на них защитных покрытий.

Examples of corrosion damage of bridge elements of metal structures are considered. The

problem of selection models of corrosion wear metal bridge in the absence of these protective coatings analyzed.

Мостовые металлоконструкции в процессе эксплуатации подвергаются воздействию не только нагрузок, температур, но и различных агрессивных сред, вызывающих самопроизвольное разрушение материала конструкций, то есть коррозию. В большинстве случаев эти факторы действуют совместно и потому напряженное состояние конструкций и температура вызывают ускорение процесса коррозионного разрушения, что приводит к достаточно быстрому уменьшению несущей способности и значительному сокращению долговечности конструкций, эксплуатируемых в агрессивной среде [1]. Неучет или неправильный учет влияния агрессивных сред может привести к преждевременному, нередко аварийному выходу конструкций из строя.

Для иллюстрации приведем фотографии коррозионных дефектов Троицкого моста в Санкт-Петербурге, которые были обнаружены в процессе обследования.

Коррозионные повреждения металла мостовых конструкций можно разбить на три основные группы по условиям образования, степени развития и скорости протекания процесса коррозии:

- поверхностная коррозия металла элементов;
- язвенная коррозия металла элементов до сквозной;
- щелевая коррозия металла элементов, сопровождаемая распучиванием составного сечения;

Поверхностная коррозия металла мостовых конструкций в той или иной степени обнаруживается практически на всех поверхностях и обычно вызывается нарушением защитного окрасочного слоя.

Язвенная коррозия металла обнаруживается на горизонтальных участках элементов в зонах скопившейся грязи и мусора. Постоянное увлажнение поверхности металла и отсутствие проветривания из-за скопившейся грязи приводит к тому, что процессы коррозии металла в этих зонах происходили практически непрерывно.



Рис. 1. Узел примыкания фасонки стойки к нижнему поясу фермы.

Вследствие наносов грунта на верхнем уголке нижнего пояса и постоянного его увлажнения коррозионные повреждения металла в этой зоне для элементов фермы составляют 100%.

Щелевая коррозия металла возникает в составных сечениях при условии неплотного обжатия пакета. Эта коррозия сопровождается распучиванием элементов составного сечения, что приводит к местным деформациям элементов пакета.

Ввиду того, что нередко замена корродирующих мостовых конструкций (по экономическим или иным соображениям невозможна), возникает задача оценки их действительного напряженно-деформированного состояния с учетом происшедших за время эксплуатации изменений с тем, чтобы оценить безопасность их дальнейшей безаварийной эксплуатации и определить необходимость принятия превентивных мер (защита, усиление).

Для количественной оценки эксплуатационной пригодности и остаточной долговечности мостовых металлоконструкций, эксплуатирующихся в агрессивных средах, нужно использовать модели, описывающие кинетику коррозионного разрушения этих конструкций. Многообразие условий, в которых эксплуатируются различные конструкции, значительное число факторов, влияющих на процесс коррозии, делают практически невозможным создание его точной модели.



Рис 2. Вид на шарнирный узел балочно-подвесного пролетного строения фермы. Тяж, обеспечивающий передачу усилий и перемещений от подвесного пролетного строения, интенсивно корродирует.

Математическое моделирование коррозионного разрушения материалов основывается на экспериментальных данных, полученных в натуральных условиях, и сводится к математическому описанию процесса изменения во времени некоторых параметров, характеризующих степень коррозионного поражения конструкции. В качестве таких параметров обычно используют глубину коррозионного поражения δ , или изменение площади поперечного сечения конструкции A .

Наиболее широкое применение находят феноменологические математические модели коррозионного износа металлоконструкций, которые дают описание кинетики изменения параметров коррозионного поражения в виде эмпирической функциональной зависимости этих параметров от времени. В таблице 1 приведен ряд моделей коррозионного износа [2], которые могут использоваться для прогнозирования коррозии мостовых металлоконструкций.

Таблица 1

Вид модели	Номер формулы
$\delta = k[1 - \exp(\alpha t)]$	(1)
$\delta = k \lg(a + t)$	(2)
$\delta = kt^n$	(3)
$\delta = \sqrt{a^2 + bt} - a$	(4)
$\frac{d\delta}{dt} = \frac{t}{at^2 + bt + c}$	(5)
$\delta = \frac{\delta_0 t}{t + T}$	(6)
$\delta = \alpha \ln^3 t + \beta \ln^2 t + \gamma \ln t + \chi$	(7)
$t = \frac{\delta}{k} - \left(\frac{\alpha}{2k^2}\right) \left[1 - \exp\left(-\frac{2k\delta}{\alpha}\right)\right]$	(8)
$\Gamma_1 \Gamma_2 \frac{d^2 \delta}{dt^2} + (\Gamma_1 + \Gamma_2) \frac{d\delta}{dt} + \delta = k\chi$	(9)
$\delta(t) = \gamma \left[1 - \left(\frac{\Gamma_1}{\Gamma_1 - \Gamma_2}\right) \exp\left(-\frac{t}{\Gamma_1}\right) + \left(\frac{\Gamma_2}{\Gamma_1 - \Gamma_2}\right) \exp\left(-\frac{t}{\Gamma_2}\right)\right]$	(10)
$\frac{d\delta}{dt} = k\delta$	(11)
$\frac{d\delta}{dt} = \alpha \exp(-\beta\delta)$	(12)
$\frac{d\delta}{dt} = a\delta^n \varphi^k$	(13)
$\frac{d\delta}{dt} = v_0 \exp(-\alpha t)$	(14)
$\frac{d\delta}{dt} = k\delta(b - \delta), \quad 0 < \delta < b, \quad k > 0$	(15)
$\frac{d\delta}{dt} = k\delta(b - \delta) + \int_0^t F(t - \tau)\delta(\tau)d\tau$	(16)
$\frac{d\delta}{dt} = \frac{k}{\rho} 10^{(c_p - d)}$	(17)

В случае, если напряженно-деформированное состояние конструкции оказывает влияние на скорость коррозионного разрушения, то можно использовать модели, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Вид модели	Номер формулы
$\frac{d\delta}{dt} = V_0 + m\sigma$	(18)
$\frac{d\delta}{dt} = \alpha\varphi(t) \cdot (1 + k\sigma)$	(19)
$\frac{d\delta}{dt} = V_0 \exp\left(\frac{A\sigma_0}{RT}\right)$	(20)
$\frac{d\delta}{dt} = V_0(1 + k\varepsilon) \exp\left(\frac{A\sigma_0}{RT}\right)$	(21)
$\delta = \alpha t^b \exp(\gamma\sigma)$	(22)
$\delta = \alpha t^{(b+kS)} \exp(\gamma\delta)$	(23)
$\frac{d\delta}{dt} = k \cdot f(\sigma)(b - \delta)$	(24)
$\frac{d\delta}{dt} = \alpha \exp(-\beta t) \{b - (b-1) \exp(-\gamma\sigma)\}$	(25)
$\frac{d\delta}{dt} = \alpha\varepsilon(\sigma - \sigma_{nop}) + V_0$	(26)
$\frac{d\delta}{dt} = \begin{cases} A, & \sigma < \sigma_{nop} \\ A + k \cdot (\sigma - \sigma_{nop}), & \sigma > \sigma_{nop} \end{cases}$	(27)
$\frac{d\delta}{dt} = (1 + k \cdot \Xi) \cdot V(t)$	(28)

В этих формулах δ - глубина коррозии; t - время; σ - напряжение; T - температура; ε - деформация, остальные величины являются определяемыми коэффициентами или функциями.

Процедура расчета конструкций, подвергающихся коррозионному износу, может включать такие этапы:

- анализ экспериментальных данных и выбор подходящей модели из имеющегося банка моделей коррозионного износа;
- определение значений коэффициентов выбранной модели коррозионного износа по экспериментальным данным;
- разработка методики и алгоритма расчета конструкции, составление программы;
- выполнение расчетов, анализ результатов расчета, сопоставление с экспериментом;
- верификация модели.

Выбор подходящей модели во многом определяется наличием экспериментальных данных, наличием достаточного количества подходящих моделей, а также опытом и искусством исследователя. В таком деле большую помощь может оказать банк математических моделей коррозионного износа, используя

который, можно подобрать наиболее подходящую модель, ознакомиться с методикой ее идентификации, узнать, кто, когда и при решении каких задач использовал выбранную модель, какие при этом встретил трудности и так далее.

Трудность при выборе модели заключается в том, что нужно учесть не только имеющиеся экспериментальные данные, но и прогнозные возможности модели, возможность достаточно простого использования модели при выводе уравнений деформирования и их численном исследовании. Если конкретный вид модели коррозионного износа известен, то задача идентификации заключается в определении ее коэффициентов по экспериментальным данным.

Библиографический список:

1. Овчинников И.Г., Кононович В.И., Распоров О.Н., Овчинников И.И. Диагностика мостовых сооружений. Саратов. Изд-во СГТУ. 2003. 180 с.

2. Овчинников И.И., Наумова Г.А. Накопление повреждений в стержневых и пластинчатых армированных конструкциях, взаимодействующих с агрессивными средами. Волгогр. гос. архит. – строит. ун-т. Волгоград. Изд – во ВолгГАСУ. 2007. 272 с.

УДК 625.72

ОБЗОР СХЕМ ТРАНСПОРТНЫХ РАЗВЯЗОК ПО ТИПУ «КЛЕВЕРНОГО ЛИСТА» И КОЛЬЦЕВЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ В РАЗНЫХ УРОВНЯХ

Ключерев А. Б., Осипов Р.Ю.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Бойков В.Н.

Томский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье приведён обзор различных схем транспортных развязок по типу «Клеверного листа» и кольцевых пересечений в разных уровнях, рассмотрены их модификации, а также преимущества и недостатки.

In given clause the review of various circuits of traffic intersections on type «Cloverleaf interchange» and Roundabout Interchanges is given, their updating, and also advantage and lacks are considered.

Кольцевые пересечения в разных уровнях

Из кольцевых пересечений в разных уровнях рассмотрим две разновидности данного вида транспортной развязки: распределительное кольцо с пятью путепроводами (рис. 1) и с двумя путепроводами (рис. 2).

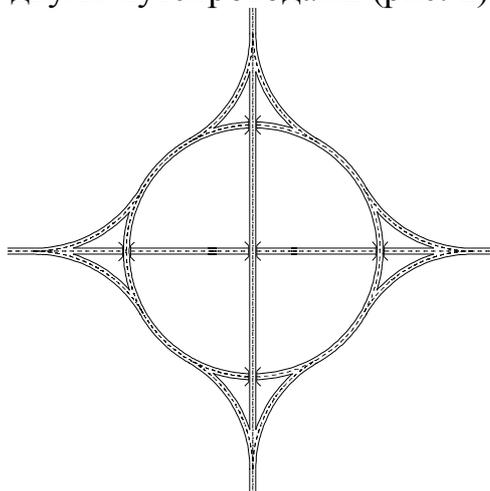


Рис. 1. Схема распределительного кольца с пятью путепроводами.

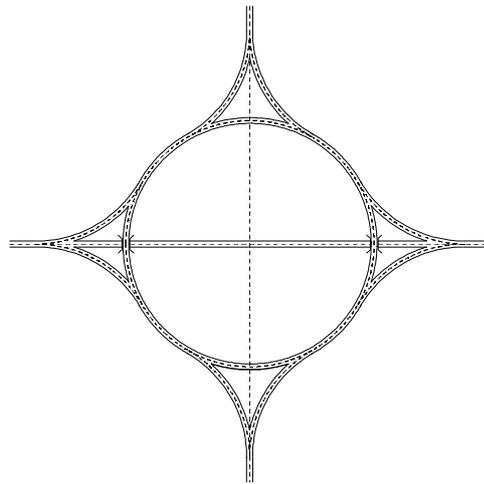


Рис. 2. Схема распределительного кольца с пятью путепроводами.

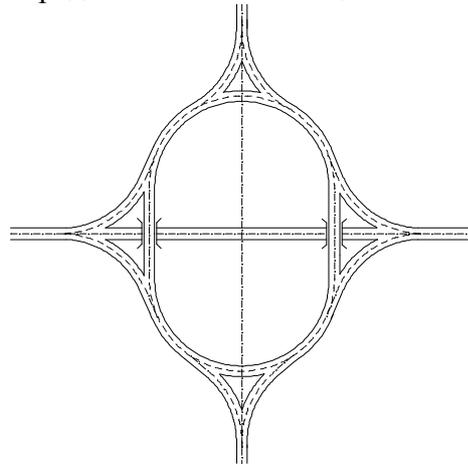


Рис. 3. Схема вытянутого распределительного кольца с пятью путепроводами.

Распределительное кольцо с пятью путепроводами применяют при пересечении двух автомагистралей между собой, а с двумя путепроводами - при пересечении автомагистрали и второстепенной дорогой. При этом скоростной поток автомагистрали проходит по прямой, а пересекаемый поток второстепенной дороги – по кольцу.

Сопряжения правоповоротных съездов с кольцом может быть выполнено следующими способами:

- правоповоротные съезды касаются кольца (рис. 4,а);
- оси правоповоротных съездов касаются оси кольца (рис. 4,б);
- правоповоротные съезды вливаются в кольцо (рис. 4,в).

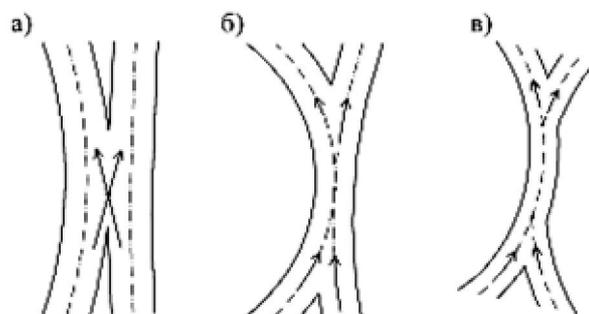


Рис. 4. Способы сопряжения съезда с кольцом

Первые два типа сопряжения, имеют четыре точки пересечения потоков в одном уровне (в пунктах касания правоповоротных съездов с кольцом). В этом случае каждый левоповоротный поток встречает на своём пути две точки пересечения в одном уровне, следовательно данные типы сопряжений являются крайне неблагоприятными.

Распределительное кольцо, у которого правоповоротные съезды вливаются в кольцо, не имеет точек пересечения потоков движения в одном уровне. Левоповоротные потоки находятся на транспортной развязке с данным типом сопряжения в более благоприятных условиях. Но, следует отметить, что здесь, правоповоротное движение находится в менее благоприятных условиях, чем на двух предыдущих типах сопряжения, так как, во-первых, оно на кольце смешивается с левоповоротным движением, и, во-вторых, осуществляется поворотом не только вправо, но и влево.

На кольце транспортной развязки у которой правоповоротные съезды вливаются в кольцо имеется четыре общих участка, на которых происходит перераспределение потоков, сворачивающих влево и вправо. Длина данного участка должна быть достаточной для осуществления перераспределения потоков автомобилей, движущихся с расчетной скоростью.

Рассмотрим каждую из предложенных модификаций кольцевых пересечений в разных уровнях отдельно:

1. Распределительное кольцо с пятью путепроводами

Пересечения распределительного кольца с автомагистралями осуществляется таким образом, что кольцо поочередно проходит то над одной автомагистралью, то под другой. В результате этого продольный профиль распределительного кольца получается очень сложным. По всей длине распределительного кольца происходит непрерывное чередование подъёмов и спусков, с продольными уклонами близкими к максимальным. Для возможности размещения подъёмов и спусков, и расположения вертикальных кривых необходимо иметь кольцо очень большого радиуса, что является существенным недостатком данной транспортной развязки.

2. Распределительное кольцо с двумя путепроводами

При данном типе пересечения кольцо располагают под автомагистралью или над ней. Здесь, на кольце, происходит смешение не только левоповоротного движения с правоповоротным, но и поворачивающих потоков с основным потоком второстепенной дороги. Кроме этого основной поток второстепенной дороги вынужден проходить по кольцу, что приводит к значительному перепробегу. С целью некоторого уменьшения указанного перепробега кольцо иногда предлагается вытягивать в направлении второстепенной дороги и выполнять в форме эллипса или в виде двух полуокружностей, соединенных прямыми вставками (рис. 3).

В итоге основными преимуществами кольцевых пересечений в разных уровнях являются:

- довольно простая конфигурация транспортной развязки
- лёгкость для ориентировки водителей
- обеспечение безопасного и удобного движения

Основные недостатки:

- наличие пяти (двух) путепроводов
- перепробег левоповоротного потока, а также основного направления второстепенной дороги на кольцевом пересечении с двумя путепроводами
- сложный продольный профиль кольца при распределительном кольце с пятью путепроводами

Теперь рассмотрим некоторые особенности кольцевых пересечений в разных уровнях в зарубежных странах, на примере Англии.

При исследовании спутниковых снимков из Google Maps были получены следующие данные:

- распределительное кольцо с двумя путепроводами, как правило, устраивается на пересечении автомагистрали и дороги более низкой категории. В большинстве случаев кольцо выполняется в вытянутой форме с двумя полуокружностями радиусом 50 - 80 м, соединёнными прямыми вставками – 40-60 м. Радиусы сопряжений примерно равны радиусу кольца.

- распределительное кольцо с пятью путепроводами устраивается на пересечении двух автомагистралей. Кольцо выполняется в равной степени, как в вытянутой форме с двумя полуокружностями радиусами 70 - 100 м, соединёнными прямыми вставками длиной 100-150 м, так и в форме кольца одного радиуса равным 125 – 150 м. Радиусы сопряжений близки к радиусу кольца. В продольном профиле распределительное кольцо выполнено не в классическом представлении, проходящем то над одной автострадой, то над другой, а на отдельном уровне, располагающемся между автострадами или над ними.

Съезды с автострад к кольцу выполняют по отдельным дорогам, длиной от 350 до 550 м.

В вопросах сопряжения съездов предпочтение отдают варианту, когда оси кольца касаются с осью съезда, но наличие многополосного движения на кольце и съездах, при чёткой организации движения по ним, способствуют сохранению безопасности и удобства движения. В некоторых случаях используют вариант, когда съезды вливаются в кольцо.

Транспортные развязки по типу «Клеверного листа»

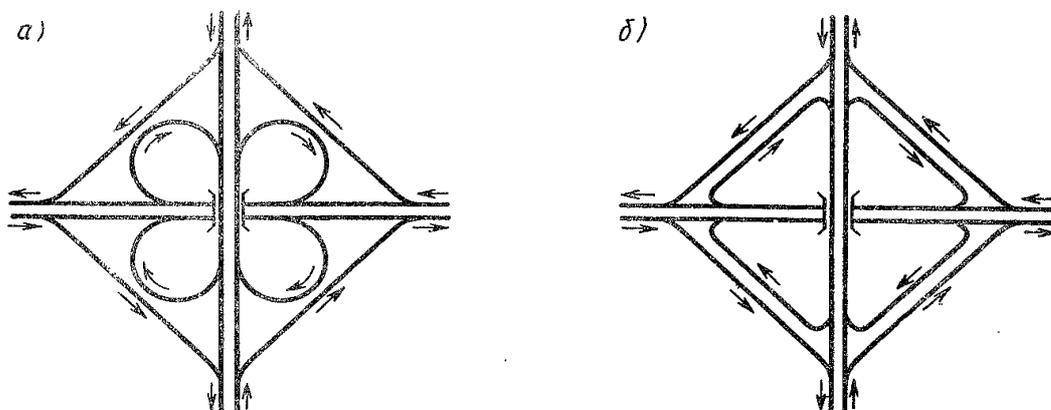


Рис. 5. Схемы модификаций полного клеверного листа

«Клеверный лист» получил наибольшее распространение среди транспортных развязок во многих странах мира. Его применяют при пересечении как ав-

томагистралей между собой, так и автомагистралей с дорогами более низких категорий. Данная транспортная развязка имеет один путепровод и четыре (рис. 5,б) или восемь (рис. 5,а) съездов. При использовании четырёх съездов, каждый съезд служит для поворота как влево, так и вправо. При количестве съездов равное восьми, четыре из них являются левоповоротными и четыре - правоповоротными съездами. Предпочтительным является «Клеверный лист» с восемью съездами, так как он является более безопасным для движения. Кроме того, наличие отдельных съездов для каждого поворачивающего потока исключает смешивание левоповоротного движения с правоповоротным, но при отсутствии переходно-скоростных полос происходит смешение левоповоротных и основных потоков движения.

Основные преимущества «Клеверного листа»:

- наличие только одного путепровода;
- высокие скорости на правоповоротных съездах.

Основные недостатки «Клеверного листа»:

- занимает большую площадь земли;
- низкая пропускная способность левоповоротного движения;
- штопорообразное движение на левоповоротных съездах;
- низкая скорость движения на левоповоротных съездах.

Неполный «Клеверный лист» применяется при пересечении автомагистрали с дорогой более низкой категории. Данная развязка устраивается обычно в тех случаях, когда отдельные сворачивающие потоки имеют сравнительно небольшую интенсивность движения, а также применяется с целью экономии в отводе земли. Кроме того неполный «Клеверный лист» устраивается в местах, где параллельно с пересекаемой второстепенной дорогой имеется какое-нибудь препятствие (река, железная дорога и т. п.) (рис. 6).

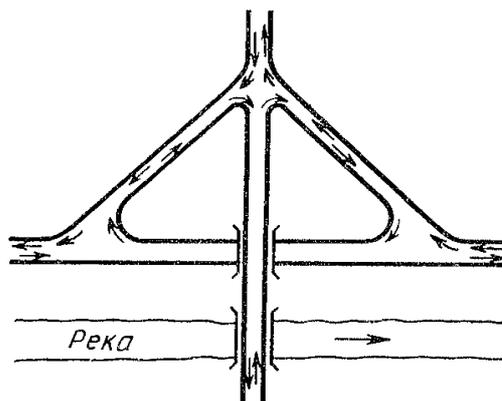


Рис. 6. Устройство неполного клеверного листа на берегу реки

Существуют три разновидности неполного «Клеверного листа»:

- с четырьмя однопутными съездами (рис. 7,а);
- с двумя двухпутными съездами, расположенными в соседних четвертях (рис. 7,б);
- с двумя двухпутными съездами, расположенными в накрестлежащих четвертях (рис. 7,в).

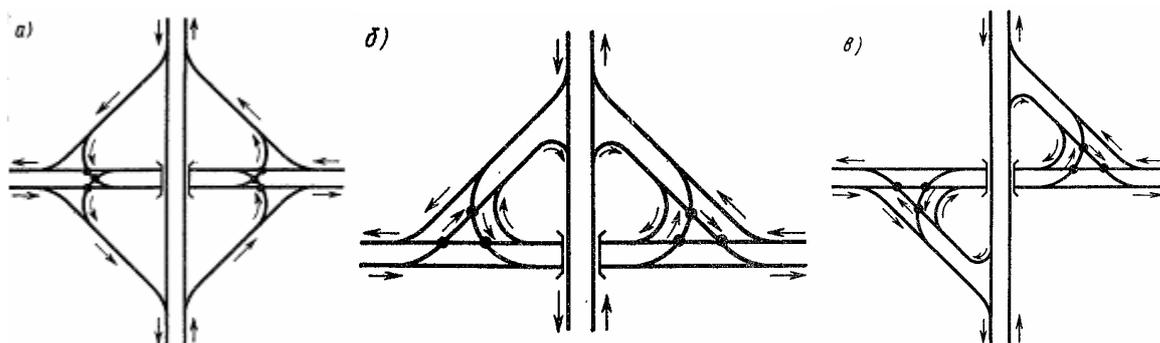


Рис. 7. Схемы модификаций неполного «Клеверного листа»

Основные преимущества неполного «Клеверного листа»:

- небольшая занимаемая площадь;
- наличие только одного путепровода.

Основные недостатки неполного «Клеверного листа»:

- наличие шести точек пересечения потоков;
- смещение потоков;
- низкая скорость движения;
- низкая пропускная способность.

Подводя итог исследования представленных транспортных развязок можно сделать вывод о том, что развязки типа «Клеверный лист» получили большее распространение в виду их экономичности (требуют возведение только одного путепровода), простоты организации движения и возможности их стадийного развития. Однако как показывает опыт эксплуатации «Клеверного листа» показывает, что при росте интенсивности движения на многих таких развязках быстро исчерпывается пропускная способность и снижается удобство и безопасность движения.

Кольцевые пересечения в разных уровнях напрасно не получили распространения в России. Хотя они и имеют большую стоимость строительства (особенно распределительное кольцо с пятью путепроводами), зато обеспечивают более безопасное и комфортное движение автомобилей, а также требует меньший отвод земель под строительство.

УДК 539.4

ОСОБЕННОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КОРРОЗИОННОГО ИЗНОСА ПРИ ОПТИМАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ

Кудайбергенов Д.Н.

Кзылординский государственный университет (Казахстан)

Занин А. А.,

Балашовский институт Саратовского государственного университета

Научный руководитель – д-р. техн. наук, профессор Овчинников И.Г.

Саратовский государственный технический университет

Показано наличие зависимости между параметром влияния напряженного состояния на скорость коррозии в модели коррозионного износа и жесткостью конструкции. Предложена модель, учитывающая это влияние.

The presence of dependence between the parameter influence the stress state on the rate of corrosion in a model of corrosion wear and structural rigidity founded. The model takes into account this effect is considered.

Математические модели коррозионного износа проектируемых металлических конструкций часто представляют собой дифференциальные уравнения относительно глубины коррозионного износа, содержащие ряд коэффициентов. Если модели коррозионного износа учитывают влияние напряженного состояния на скорость коррозии, то коэффициенты математических моделей коррозионного износа разделяются на две группы: коэффициенты, не отражающие влияние напряженно-деформированного состояния на скорость коррозионного износа, и коэффициенты, учитывающие это влияние. К первой группе относятся коэффициенты, отражающие влияние различных факторов, не связанных с возникновением напряжений и деформаций в конструкции на кинетику коррозии (вида агрессивной среды, температуры, положения корродирующего элемента и т.д.). Значения этих коэффициентов обычно не зависят от геометрических параметров проектируемой конструкции и потому или некоррелированы или слабо коррелированы с жесткостными параметрами конструкции. Коэффициенты же второй группы, отражающие влияния напряжений и деформаций на скорость коррозии, зависят от жесткостных параметров конструктивных элементов и их поведение может быть спрогнозировано.

Рассмотрим математическую модель коррозионного износа, предложенную И.Г. Овчинниковым [1]:

$$\frac{d\delta}{dt} = \beta \cdot f(\sigma) + \alpha \quad (1)$$

где

$$f(\sigma) = \varepsilon_i (\sigma_i - \sigma_{пор}) \quad (2)$$

Здесь δ – текущее значение глубины коррозионного износа, t – время, β – коэффициент, учитывающий влияние напряженно – деформированного состояния, δ_0 – предельное значение глубины коррозионного износа, ε_i – интенсивность деформаций; σ_i – интенсивность напряжений; $\sigma_{пор}$ – пороговое значение напряжения, ниже которого влияние напряженно-деформированного состояния на скорость коррозионного процесса отсутствует: при $\sigma_i \leq \sigma_{пор}$ принимают $(\sigma_i - \sigma_{пор}) = 0$, α – скорость коррозии элемента, уровень напряжений в котором ниже порогового $\sigma_{пор}$

Для нахождения значений коэффициентов α и β можно воспользоваться методом наименьших квадратов и найти их из условия минимума функционала:

$$J = \sum_{j=1}^n [\delta(t_j) - \delta_j^{эксн}]^2 = \sum_{j=1}^n \left[\alpha t_j + \beta \sum_{k=1}^j f_{k-1}(t_k - t_{k-1}) - \delta_j^{эксн} \right]^2, \quad (3)$$

где $\delta_j^{эксн}$ – экспериментальная глубина коррозионного износа; $f_{k-1} = f\{\sigma\}$ – функция, характеризующая влияние напряженно – деформированного состояния на скорость коррозии.

Для минимизации функционала найдем частные производные от функционала (3) по параметрам α и β и приравняем их к нулю. Получим:

$$\frac{\partial J}{\partial \alpha} = \alpha \sum_{j=1}^n t_j^2 + \beta \sum_{j=1}^n \left[t_j \sum_{k=1}^j (t_k - t_{k-1}) \right] - \sum_{j=1}^n \delta_j^{\text{эксн}} t_j = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial J}{\partial \beta} = \alpha \sum_{j=1}^n \left[t_j \sum_{k=1}^j f_{k-1}(t_k - t_{k-1}) \right] + \beta \sum_{j=1}^n \left[\sum_{k=1}^j f_{k-1}(t_k - t_{k-1}) \right]^2 - \sum_{j=1}^n \left[\delta_j^{\text{эксн}} \sum_{k=1}^j f_{k-1}(t_k - t_{k-1}) \right] = 0 \quad (5)$$

Если коррозия ненапряженного материала отсутствует ($\alpha = 0$), то из (5) можно определить β :

$$\beta = \frac{\sum_{j=1}^n \delta_j^{\text{эксн}}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^j f_{k-1}(t_k - t_{k-1})} \quad (6)$$

Из этого выражения следует, что коэффициент β обратно пропорционален функции f_{k-1} а значит, прямо пропорционален жесткости элементов конструкции, так как жесткость входит в знаменатель функции f_{k-1} .

Следовательно, при уменьшении жесткости элементов конструкции происходит уменьшение коэффициента влияния напряженно – деформированного состояния β на скорость коррозии и этот коэффициент становится некоторой функцией жесткости, зависящей от напряженного состояния конструкции.

При $\beta = 0$. из выражения (4) получим выражение для скорости коррозии ненапряженного металла (коэффициент α):

$$\alpha = \frac{\sum_{j=1}^n \delta_j^{\text{эксн}}}{\sum_{j=1}^n t_j} \quad (7)$$

Как видно, коэффициент α не зависит от жесткости элементов конструкции.

Проведенный анализ показывает, что применение математической модели Овчинникова И.Г. в виде (1) в случае изменения конструкцией жесткости (например, в случае оптимизации параметров конструкции) становится неприемлемым. В этом случае следует использовать модифицированную математическую модель коррозионного износа Овчинникова И.Г.:

$$\frac{d\delta}{dt} = \beta(A) \varepsilon_i (\sigma_i - \sigma_{\text{пор}}) + \alpha \quad (8)$$

где A – жесткость конструкции; $\beta(A)$ – параметр влияния напряженно – деформированного состояния на скорость коррозии.

Следовательно, при оптимальном проектировании конструкций, когда в процессе поисковой процедуры параметры жесткости конструкции постоянно изменяются, следует ожидать появления зависимости между отдельными значениями параметра влияния напряженно – деформированного состояния на скорость коррозии $\beta(A)$, которое можно функционально описать.

Наличие функциональной зависимости параметра влияния напряженно –

деформированного состояния на скорость коррозионного процесса от жесткости конструкции $\beta(A)$ дает основание для вывода о том, что использование параметра $\beta(A)$, который был определен на первом шаге поиска для начальных параметров жесткости, на всех следующих шагах поисковой процедуры может привести к искажению оптимального решения. В связи с этим при пошаговой оптимизации возникает необходимость в многократной идентификации математической модели коррозионного износа.

Библиографический список:

1. Овчинников И.Г. Об одной модели коррозионного разрушения / И. Г. Овчинников// Механика деформируемых сред. - Саратов: СПИ, 1979. - Вып. 6. - С. 183-188.

УДК 624.21 (470.45)

ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА МАЛЫХ МОСТОВ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Поликарпов И.В. (АД-1-05)

Научный руководитель: ст. препод. Попов В.М.

Научный консультант: канд.техн.наук, доцент Кисин Б.С.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В данной работе рассмотрены причины неудовлетворительного состояния мостов в Волгоградской области и возможные способы усиления пролетного строения.

In this work examine the reasons of inadequate condition of bridges and probable means reinforcement bridge span in Volgograd Region.

Классическое определение ремонта общеизвестно: исправление поврежденных и замена отдельных элементов. Открыв любую энциклопедию или словарь можно прочесть: ... «ремонт – исправление повреждений (с целью восстановления исправности или работоспособности), замена изношенных элементов изделия», т.е. при ремонте любого изделия (сооружения) выполняется не только исправление повреждений, но и замена отдельных элементов на новые. Следовательно, замена элементов мостового сооружения неизбежна при его ремонте. От количества и размеров заменяемых элементов сооружения зависит вид ремонта, а, следовательно, и стоимость ремонтных работ. Капитальный ремонт рассматривается как комплекс работ по замене и (или) восстановлению дорожных сооружений и (или) их частей, выполнение которых осуществляется в пределах технических характеристик класса и категории автомобильной дороги, а ремонт определен как комплекс работ по восстановлению первоначальных ее транспортно-эксплуатационных характеристик.

Учитывая множество вариантов комбинаций повреждения конструкций, элементов и узлов, в 70-80-е годы XX в. было предложено Минавтодору РСФСР классификацию ремонтных работ увязать с затратами на их выполнение. В частности, предлагалось относить к содержанию моста работы, стоимость которых не превышает 5% от стоимости строительства (балансовой стоимости), к мелкому ремонту - до 25%, к среднему – до 50%, к капитальному ремонту - до 75%, к реконструкции – свыше 75%.

Основные параметры малых мостов за время эксплуатации периодически

вступают в противоречие с изменившимися нормами по грузоподъемности, пропускной способности и безопасности дорожного движения. Кроме того, качество монолитных конструкций и элементов, монтажных соединений и стыков обычно не соответствует действующим в настоящее время нормам.

Факты – вещь упрямая. Согласно им, в Волгограде практически не осталось ни одного безопасного моста и путепровода кроме открывшегося минувшей осенью внеклассного моста через Волгу – первой очереди первого пускового комплекса мостового перехода через Волгу. Все остальные подобные сооружения нуждаются либо в серьезном ремонте, либо в реконструкции. Основная проблема этого – резко возросшие нагрузки, намного превышающие проектные. В нашей области часто встречаются мосты, рассчитанные по нормативам 40-50 летней давности, и справиться с современными нагрузками им попросту не под силу.

«Еще лет 15-20 назад мы проводили исследования всех искусственных транспортных сооружений Волгограда, – говорит заведующий кафедрой мостов и сооружений на дорогах Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета Борис Кисин. – Уже тогда их состояние оставляло желать много лучшего. Конечно, с того времени часть мостов и путепроводов уже отремонтировали, но, тем не менее, утверждение о том, что большая часть из них нуждается в модернизации, справедливо. В то время, когда проектировались эти транспортные сооружения, в расчет не брали те колоссальные нагрузки, которые приходится на них сейчас.

Анализ результатов диагностики большого количества малых мостов, показывает наличие определенных возможностей в решении задач продления срока эксплуатации мостов.

В условиях ограниченных материально-технических ресурсов простым и очевидным решением, обеспечивающим продление срока службы сооружения, было бы уширение мостов прибегоном дополнительными пролетными строениями в пределах ширины промежуточной и береговых опор. Это не требует полного закрытия движения по мосту и устройства временного объезда. Однако сужение проезда даже при таком простом решении неизбежно. Тем более что любое ухудшение режима движения автомобилей инициирует дорожно-транспортные происшествия.

Существует много способов модернизации мостов. Замена пролетного строения – крайний вариант! Более широкое распространение получили методы ремонтов мостов по средствам усиления пролетного строения.

1. Наиболее широкое применение нашел метод **усиления балок с обычной арматурой прокатными стальными профилями**. В обиходе у мостовиков и дорожников этот способ получил название «усиление наклейкой металла», хотя клеевой слой иполь зовался в этом случае не как элемент для склейки металла с бетоном, а как герметизирующий материал, довольно часто заменявшийся полимеррастворами или обычными цементными растворами. Исследования, проведенные в 70-х годах прошлого столетия, подтвердили большую эффективность усиления железобетонных балок прокатными элементами (швеллерами и двутаврами), с помощью которых даже в практически разрушенных бал-

ках восстанавливалась несущая способность. И хотя уже были известны случаи усиления железобетона стальными лентами (полосами), соединенными болтами (в основном за рубежом), и проводились исследования конструкций железобетонных балок с полосовой арматурой (листы толщиной 8-10 мм), практическое применение нашло усиление ребристых балок швелле рами № 16-20 (в зависимости от толщины ребра балки) и длиной от 8 до 12 м (в зависимости от длины балок в ребристых разрезных пролетных строениях). Испытания усиленных «наклейкой» балок до разрушения показали возможность восстановления их работоспособности практически с любым снижением несущей способности.

2. Усиление пролетных строений стальными профилями в поперечном направлении. Все балки поврежденного пролетного строения объединяются в поперечном направлении стальной двутавровой балкой. Объединением балок в поперечном направлении удалось не только восстановить, но и улучшить первоначальное распределение нагрузки между балками, т.е. фактически усилить пролетное строение.

3. Усиление продольно напрягаемых балок с использованием внешней напрягаемой арматуры. Основными областями применения подобного усиления на искусственных сооружениях являются:

- Ремонт эксплуатируемых сооружений не отвечающих требованиям современных норм по несущей способности и габариту (например, сооружения с габаритами Г-6, Г-7 и Г-8 на дорогах III и IV категорий, рассчитанные по старым нормам, легко могут быть уширены до габаритов Г-8, Г-10 и усилены для пропуска по ним нагрузок А14+толпа и НК-100);

- усиление пролетных строений, не отвечающих требованиям норм только по несущей способности;

- усиление балок путепроводов и эстакад, поврежденных негабаритными по высоте транспортными средствами;

- усиление и ремонт балок, снятых с разбираемых мостовых сооружений для их повторного применения после лечения;

- выправка очертания балок, потерявших строительный подъем;

- регулирование усилий в пролетных строениях;

- усиление железобетонной плиты плоскими пучками;

- усиление элементов коробчатых пролетных строений (плит и стенок).

4. Усиление «каркасных» балок напрягаемой арматурой. Предварительное напряжение железобетонных балок пролетных строений используется для обеспечения требуемой грузоподъемности на стадии эксплуатации, но с успехом может применяться на стадии выполнения ремонтных работ для достижения кратковременного «технологического» усиления балок пролетных строений.

Опыт ремонта мостовых сооружений показывает, что в настоящее время существуют эффективные технологии лечения любых конструкций и элементов сооружения и задача увеличения продолжительности жизненного цикла малых мостов вполне выполнима.

Существует определенная психологическая предрасположенность к строительству новых сооружений взамен существующих. Это, возможно, связано с

недоверием к внешне неприглядному виду старых мостов, информационной неопределенностью в отношении технического состояния некоторых, например, подземных несущих конструкций. Однако старение мостов в условиях роста транспортной нагрузки и ограниченности материально-технических ресурсов неизбежно будет ставить новые задачи продления жизненного цикла мостов.

Библиографический список:

1. Шестериков В.И., Еремеев В.П. Новые технологии при ремонте мостовых сооружений.
2. Еремеев В.П. Из опыта ремонта и реконструкции малых мостов.

УДК 539.3

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА

Пономарева М.А.

Балашовский институт Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского
Научный руководитель – д-р. техн. наук, профессор Овчинников И.Г.
Саратовский государственный технический университет

В статье рассматривается возможность применения теории нечетких множеств для оценки напряжений в линейной части магистрального газопровода. На основе нечетких входных данных получен общий вид функции принадлежности напряжения σ .

In article possibility of application of the theory of fuzzy sets for a stress estimation in a linear part of the main gas pipeline is considered. On the basis of the fuzzy entrance data the general view of function of an accessory of stress σ is received.

При проектировании транспортных сооружений часто встает вопрос о прогнозировании изменения входных параметров в процессе эксплуатации. Прогнозирование количественных параметров сложных систем является значимой проблемой, как на этапе создания таких систем, так и на этапе их последующего функционирования. Задача усложняется, когда решение приходится принимать при использовании информации высокой степени гранулированности. Такая ситуация возникает, например, когда отсутствует возможность получения достаточного объема релевантной информации о прогнозируемых параметрах.

В том случае, когда невозможно собрать информацию о вероятностных распределениях основных параметров транспортных сооружений, целесообразно применить теорию нечетких множеств, при этом представив исходные параметры в виде нечетких чисел, указав их характеристические параметры.

При малом объеме имеющейся информации о системе следует использовать простейшие функции принадлежности, состоящие из прямоугольных участков. Для нахождения параметров таких функций принадлежности требуется значительно меньше, по сравнению с остальными функциями принадлежности, количество информации. Кусочно-линейные функции принадлежности приводят к получению локально линейных поверхностей отклика модели (при

условии правильного выбора других составляющих нечеткой системы), что положительно сказывается на точности моделирования в условиях малого объема исходных данных [1].

Рассмотрим применение аппарата нечетких множеств при проектировании транспортных сооружений на примере линейной части магистрального газопровода. К линейной части магистрального газопровода (ЛЧМГ) относятся собственно трубопровод с линейной арматурой, переходами через естественные и искусственные преграды, линии технологической связи и электропередачи, вдольтрассовые и подъездные дороги, защитные сооружения и т.п. В дальнейшем под ЛЧМГ будем понимать только трубопровод (нитка из цельнотянутых, сварных (прямошовных и спиральношовных труб) с антикоррозионным покрытием) и свайное основание для надземных систем [2]. Одним из основных показателей, рассчитываемых в процессе проектирования ЛЧМГ, является напряженное состояние σ . Рассчитаем функцию принадлежности σ для безмоментной оболочки, рассматриваемой в качестве геометрической модели трубопровода:

$$1. \sigma = \frac{pa}{h}, \text{ где} \quad (1)$$

p – давление внутри трубопровода, радиус трубопровода, h – толщина стенки трубопровода.

Представим исходные параметры в следующем виде, используя при этом треугольные функции принадлежности:

$$p = P_1 \cup P_2, \text{ где}$$

$$P_1 = \langle a_1x + b_1, [-b_1/a_1, (1-b_1)/a_1] \rangle, a_1 > 0 \quad (2)$$

$$P_2 = \langle a_2x + b_2, [(1-b_2)/a_2, -b_2/a_2] \rangle, a_2 < 0$$

$$a = A_1 \cup A_2, \text{ где}$$

$$A_1 = \langle a_3x + b_3, [-b_3/a_3, (1-b_3)/a_3] \rangle, a_3 > 0 \quad (3)$$

$$A_2 = \langle a_4x + b_4, [(1-b_4)/a_4, -b_4/a_4] \rangle, a_4 > 0$$

$$h = H_1 \cup H_2, \text{ где}$$

$$H_1 = \langle a_5x + b_5, [-b_5/a_5, (1-b_5)/a_5] \rangle, a_5 > 0 \quad (4)$$

$$H_2 = \langle a_6x + b_6, [(1-b_6)/a_6, -b_6/a_6] \rangle, a_6 > 0, \quad (5)$$

где $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ – коэффициенты соответствующих линейных уравнений (функции принадлежности треугольного вида, представленные в виде двух пересекающихся отрезков).

Рассмотрим произведение в числителе формулы (1). В этом случае уравнение связи имеет вид [3]:

$$z = xy$$

т.е. для произвольного фиксированного z_0 величина $\mu_{PA}(z_0)$ равна верхней грани функции $f_1(x, y) = \mu_P(x) \cap \mu_A(y)$ на гиперболе в R^2 с уравнением $y = z_0/x$.

Тогда $\mu_{PA}(z) = \sup_x \{ \mu_P(x) \cap \mu_A(z/x) \}$ и $p^*a = P_1 A_1 \cup P_2 A_2$, Рассмотрим $P_1 A_1$

$$a_1x + b_1 = a_3(z_0/x) + b_3,$$

После вычислений получим

$$x = (b_3 + b_1 + \sqrt{(b_1 - b_3)^2 + 4a_1a_3z}) / 2a_1 \quad (6)$$

Подставляя (6) в (2), получим

$$\mu_{P_1 A_1} = (b_1 + b_3 + \sqrt{(b_1 - b_3)^2 + 4a_1 a_3 x}) / 2, \quad (7)$$

при $\sigma(P_1 A_1) = [b_1 b_3 / a_1 a_3, (1 - b_1)(1 - b_3) / a_1 a_3]$

Аналогично, рассматривая $P_2 A_2$

$$a_2 x + b_2 = a_4 (z_0 / x) + b_4$$

получим

$$x = (b_2 + b_4 - \sqrt{(b_2 - b_4)^2 + 4a_2 a_4 z}) / 2a_2, \\ \mu_{P_2 A_2} = (b_2 + b_4 - \sqrt{(b_2 - b_4)^2 + 4a_2 a_4 x}) / 2, \quad (8)$$

при $\sigma(A_2 P_2) = [(1 - b_2)(1 - b_4) / a_2 a_4, b_2 b_4 / a_2 a_4]$

Далее разделим получившийся результат (7), (8) на знаменатель h . Уравнение связи в этом случае имеет вид

$$z = x / y, y \neq 0$$

т.е. для произвольного фиксированного z_0 величина $\mu_{pa/h}(z_0)$ равна верхней грани функции $f_1(x, y) = \mu_{pa}(x) \cap \mu_h(y)$ на прямой в R^2 с уравнением $x = z_0 y$. Следовательно, можно записать

$$\mu_{pa/h}(z) = \sup_x \{ \mu_{pa}(zy) \cap \mu_h(y) \}$$

Далее получим: $pa/h = (P_1 A_1 / H_1) \cup (P_2 A_2 / H_2)$

$$(b_1 + b_3 + \sqrt{(b_1 - b_3)^2 + 4a_1 a_3 zy}) / 2 = a_5 y + b_5,$$

тогда, подставляя в (4) $\mu_{P_1 A_1 / H_1} = \frac{2a_1 a_3 x - 2a_5 c + \sqrt{D}}{4a_5} + b_5$, где

$$D = -8a_1 a_3 a_5 c x + 4a_1^2 a_3^2 x^2 + 4a_5^2 (b_1 - b_3)^2$$

$$c = 2b_5 - b_1 - b_3,$$

при этом

$$\sigma(P_1 A_1 / H_1) = \left[-\frac{a_5 b_1 b_3}{a_1 a_3 b_5}, \frac{a_5 (1 - b_1)(1 - b_3)}{a_1 a_3 (1 - b_5)} \right]$$

Аналогично, рассматривая $P_2 A_2 / H_2$

$$\mu_{P_2 A_2 / H_2} = \frac{2a_2 a_4 x - 2a_6 c + \sqrt{D}}{4a_6} + b_6,$$

где

$$D = -8a_2 a_4 a_6 c x + 4a_2^2 a_4^2 x^2 + 4a_6^2 (b_2 - b_4)^2$$

$$c = 2b_6 - b_2 - b_4,$$

при этом $\sigma(P_2 A_2 / H_2)$

$$\sigma(A_2 P_2 / H_2) = \left[\frac{a_6 (1 - b_2)(1 - b_4)}{a_2 a_4 (1 - b_6)}, -\frac{a_6 b_2 b_4}{a_2 a_4 b_6} \right]$$

Таким образом, функция принадлежности $\mu_\sigma = \mu_{P_1 A_1 / H_1} \cup \mu_{P_2 A_2 / H_2}$

Аналогично, можно рассчитывать функции принадлежности других основных параметров транспортных сооружений.

Библиографический список:

1. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление. М.: Лаборатория знаний, 2009.-798с.
2. Методические рекомендации по расчетам конструктивной надежности магистральных газопроводов ресурс. М., 1997.
3. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2000. 352 с.

УДК 625.7/.8

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Скоробогатченко Д.А.

Научный руководитель – д-р.техн.наук., профессор Боровик В.С.
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматривается проблема прогнозирования эксплуатационного состояния автомобильных дорог. Для решения предлагается использование инструментария нечетких нейронных сетей, учитывающих специфику формализации исходных данных. Приведено описание автоматизированной системы, реализующей модель прогнозирования в соответствии с аппаратом нечетких нейронных сетей.

This paper addresses the problem of prediction of the ground state highways. To solve the proposed use of instrument of fuzzy neural networks-specific formalization of the source data. The paper describes an automated system that implements the model of foresight in accordance with the apparatus of fuzzy neural networks.

Основной проблемой дорожной отрасли является дефицит финансовых средств, накладывающий ограничения на принятие управленческих решений при ремонте и содержании автомобильных дорог. Решением проблемы неудовлетворительного финансирования работ по содержанию и ремонту является создание систем управления состоянием автомобильных дорог. Система управления эксплуатационным состоянием автомобильных дорог, должна связать комплексные данные о состоянии сети автомобильных дорог с распределением ограниченных ресурсов по ней и прогнозированием результатов от различных вариантов подобного распределения.

В большинстве развитых стран, системы управления работают в дорожной отрасли на протяжении нескольких десятилетий и, постоянно совершенствуясь, позволяют достичь положительного эффекта от оптимального распределения средств [1, 2]. Тем не менее в России они не получили должного распространения. Следовательно, одним из приоритетных направлений дальнейших исследований является прогнозирование изменения эксплуатационного состояния автомобильных дорог и моделирование поведения дороги при планировании проведения на ней дорожных работ.

Объектом управления является эксплуатационное состояние автомобиль-

ной дороги (ЭС АД). Лицо, принимающее решение или управляющая система (далее УС) получает сведения о внешней среде и информацию о текущем состоянии ЭС. Решения, формируемые УС, выражены в виде совокупности мероприятий работ по ремонту и содержанию в соответствии с желаемым эксплуатационным состоянием АД.

Модель ЭС АД S можно представить как совокупность следующих множеств:

$$S = \langle T, X, U, B, R \rangle \quad (1),$$

где $T = \{t_1, t_2, \dots, t_\tau\}$ – множество дискретных временных отсчетов, в которых осуществляется наблюдение за ЭС АД и фиксируются значения параметров, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – множество параметров, определяющих ЭС, $U = \{u_1, u_2, \dots, u_o\}$ – множество управляющих параметров, $B = \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m\}$ – множество параметров, характеризующих воздействие внешней среды, $R = \{r_1, r_2, \dots, r_q\}$ – множество целевых параметров ЭС АД.

В рамках решения задачи прогнозирования множество целевых параметров не используется, а величина дискретного отсчета равна одному году. Схематично управление эксплуатационным состоянием автомобильной дороги представлено на рисунке 1.

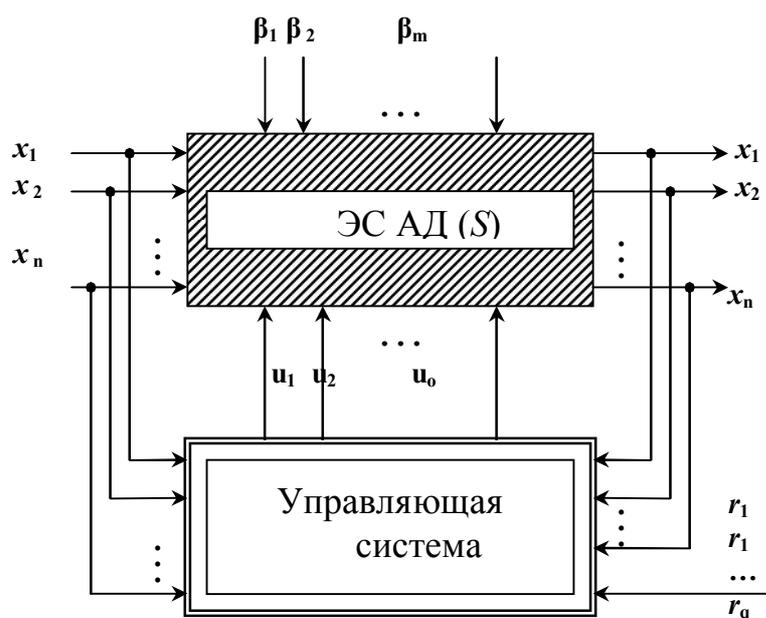


Рис. 1. Схема управления эксплуатационным состоянием автомобильной дороги

Для решения задачи управления ЭС в соответствии с фиксированными значениями желаемых параметров состояния R , в первую очередь необходимо решить задачу прогнозирования ЭС АД. Постановка задачи прогнозирования, заключается в поиске функциональной зависимости вида:

$$x(t_{\tau+1}) = f(x(t_\tau), u(t_\tau), \beta(t_\tau)) \quad (2),$$

где $x(t_{\tau+1})$ и $x(t_\tau)$ - интегральные показатели эксплуатационного состояния автомобильной дороги в моменты времени $t=\tau+1$ и $t=\tau$ соответственно и определяются как $x(t_\tau) = \varphi_x(x_1(t_\tau), x_2(t_\tau), \dots, x_n(t_\tau))$, $\beta(t_\tau) = \varphi_\beta(\beta_1(t_\tau), \beta_2(t_\tau), \dots, \beta_m(t_\tau))$ - интегральный показатель воздействия внешней среды в момент времени $t=\tau$, $u(t_\tau) = \varphi_u(u_1(t_\tau), u_2(t_\tau), \dots, u_o(t_\tau))$ - инте-

гральный показатель управляющих воздействий в момент времени $t = \tau$. Функции φ в общем случае являются функциями аддитивной свертки.

Отметим следующие принципиальные особенности в представлении данных о ЭС АД на основании которой будет осуществляться построение идентификационной модели:

1) Информация о зависимостях между входными и выходными параметрами определяется в настоящее время экспертным путем на основе обобщенных характеристик и анализа статистических данных. Как правило, оценка параметров осуществляется с использованием оценочных нечетких шкал.

2) Входные и выходные параметры представляются в виде иерархии параметров (дерева параметров) и могут задаваться в четком (вещественном) и нечетком виде.

3) Дерево параметров ЭС АД включает 4 основных узла: состояние земляного полотна ЗП (5 листовых параметров), состояние дорожной одежды ДО (11 листовых параметров), состояние искусственных сооружений (ИС) (7 листовых параметров), состояние обстановки и обустройства (ОиО) (8 листовых параметров).

4) Дерево параметров «Отрицательное воздействие на элемент автомобильной дороги» включает 2 узла: климатическое и транспортное воздействие, каждое из которых включает соответственно 14 и 7 листовых параметров.

5) На этапе решения задачи идентификации мероприятия по проведению ремонтных работ и работ по содержанию формализуются в виде лингвистических переменных

Все листовые параметры, входящие в дерево, представляются в виде лингвистических переменных, для которых составлены нечеткие терм-множества. Для показателей состояния и управления выделены 4 множества: «неудовлетворительный», «удовлетворительный», «хороший» или «отличный», а для характеристик воздействия среды использовались термы «разрушительное», «нормальное» или «ослабленное». В таблице 1 представлен фрагмент формализации параметров

Проиллюстрируем формирование функций принадлежности используя табл. 1 на примере характеристики ровности покрытия. Экспертом определяется ровность покрытия автомобильной дороги III третьей технической категории с капитальным типом покрытия с помощью понятий «Отличная ровность», «Хорошая ровность», «Удовлетворительная ровность» и «Неудовлетворительная ровность». При этом предельное значение неудовлетворительной ровности составляет 300 см/км, а идеально отличная ровность 0 см/км. В данном случае значения лингвистической переменной «Ровность покрытия» могут быть определены как «Отличная ровность» - «около $0 \div 40$ см/км», «Хорошая ровность» - «около $40 \div 100$ см/км», «Удовлетворительная ровность» - «около $100 \div 190$ см/км» и «Неудовлетворительная ровность» - «около $200 \div 300$ см/км».

Аналогичным образом строятся функции принадлежности нечетких переменных составляющих весь нижний уровень иерархической структуры начального состояния, внешней среды, а также уровни ремонта и содержания автомобильной дороги.

Нечеткие правила, устанавливающие зависимость между входными параметрами самого верхнего уровня («Начальное ЭС АД», «Воздействие среды») и

«Управленческие воздействия») и выходным параметром («Конечное ЭС АД») имеют вид:

П: Если $x(t_\tau) = Ax_i$ и $u(t_\tau) = Au_j$ и $\beta(t_\tau) = A\beta_k$, То $x(t_{\tau+1}) = Ax_l$,

где Ax_i , Au_j , $A\beta_k$, Ax_l нечеткие множества лингвистических переменных, определенных на самом верхнем уровне. Функции принадлежности формируются на основе сигмоидальной функции.

Таблица 1

Фрагмент описания терм-множеств для лингвистических переменных характеризующих ЭС АД

Составляющие ЭС АД		Уровень ЭС АД			
		Отличное	Хорошее	Удодл-твор.	Неудов-лет.
1		2	3	4	5
Проезжая часть	Площадь загрязнения проезжей части	Не более 0%	Не более 3%	Не более 5%	Не более 10%
	Площадь необработанных мест выпотевания битума на 1000 м ² покрытия	Не более 7 м ²	Не более 10 м ²	Не более 15 м ²	Не более 20 м ²
	Максимальный просвет под трехметровой рейкой	Не более 3 мм	Не более 5 мм	Не более 7 мм	Не более 15 мм
	Глубина колеи на переходном покрытии	Не более 0	Не более 1 см	Не более 2 см	Не более 5 см
	Ширина раскрытия необработанных трещин на покрытии	Не более 0,5 см	Не более 0,7 см	Более 1,0 см	Не более 2,0 см
	Площадь выбоин на 1000 м ² покрытия	Не более 0,3 м ²	Не более 1,0 м ²	Не более 1,5 м ²	Не более 3,0 м ²
	Площадь наличия гребенки и нарушения профиля покрытия в %% от общей площади	Не более 0%	Не более 3%	Не более 5%	Не более 10%
	Ровность, см/км	0-40	40-100	100-190	200-300
	Шероховатость (коэффициент сцепления)	0,75-1	0,5-0,75	0,3-0,5	0-0,3
	Коэффициент запаса прочности	0,85-1,0	0,7-0,85	0,45-0,7	0-0,45
Зем.полотно	Занижение обочин и разделительной полосы относительно кромки проезжей части	Не более 2,0 см	Не более 3,0 см	Не более 4,0 см	Не более 10 см
	Площадь просадок глубиной до 5 см на 1000 м ² покрытия (при укрепленных обочинах)	Не более 0,3 м ²	Не более 1,0 м ²	Не более 1,5 м ²	Не более 2,0 м ²

Следовательно, для получения нечетких значений термов верхнего уровня необходимо осуществить свертку параметров, входящих в узел. Для этого при задании параметров для каждого параметра определяется значение веса, причем сумма весов для всех параметров одного уровня должна быть равна 1.

Для реализации нечеткого композиционного вывода, была использована модель на основе нечетких нейронных сетей (ННС) [3]. Структуру ННС можно представить в виде следующего кортежа:

$$NNMS = \langle FRE, FFE, MIE, MDFE \rangle \quad (3),$$

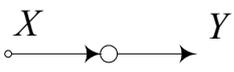
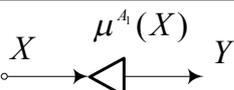
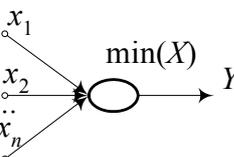
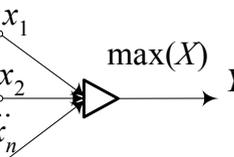
где FRE – множество элементов рецепторов, FFE – множество элементов фазсификаторов, рассчитывающих значение функции принадлежности, MIE – множество элемен-

тов, выполняющих операцию минимизации для каждого терма правила, *MDFE* – множество элементов, реализующих операцию максимизации для каждого элемента множества состояний.

Типы элементов структуры и их функции представлены в таблице 2.

Таблица 2

Элементы структуры ННС используемой при прогнозировании ЭС АД

Наименование	Схема	Функция
<i>FRE</i>		$Y = X$
<i>FFE</i>		$Y = \mu^A(X)$
<i>MIE</i>		$Y = \min(X)$
<i>MDFE</i>		$Y = \max(X)$

Процедура синтеза структуры ННС включает следующие шаги:

Шаг 1. Определить число NP – количество параметров являющихся входными параметрами. Множество элементов NP образуют первый (рецепторный) слой.

Шаг 2. Определить количество элементов фаззификаторов *FFE*, равным количеству термов в антецедентах правил, и связать их с элементами первого слоя. Нечеткое множество, значение принадлежности к которому вычисляет элемент *FFE* выбирается их терма антецедента. Связать элементы *FFE* с *FRE*, следующим образом: для каждого элемента $FRE_{t_j}^{p_i}$ определяющего значение параметра $p_i(t_j)$ найти все элементы в правилах, вычисляющие функции принадлежности $p_i(t_j)$ нечетким множествам, определенным для этой переменной. Элементы *FFE* образуют второй слой (слой фаззификации).

Шаг 3. Определить количество элементов-минимизаторов *MIE*, выполняющих операцию минимизации (вычисления α -среза) для каждого терма правила, равным количеству правил. Обозначим через MIE_{R_i} элемент минимизатор для i правила. Связать MIE_{R_i} с элементами – фаззификаторами предыдущего слоя, определенными для i правила. Элементы *MIE* образуют третий слой (слой минимизации).

Шаг 4. Определить количество элементов-максимизаторов *MDFE* – множество элементов, реализующих операцию максимизации и дефаззификации для каждого элемента множества выходных параметров, равным количеству выходных параметров. Обозначим через $MDFE_{G_i}$ элемент максимизатор для i со-

стояния. Связать $MDFE_{Gi}$ с элементами предыдущего слоя, определенными для i нечеткого множества выходного параметра. Элементы $MDFE$ образуют четвертый слой (слой максимизации).

Пример структуры нейронной сети для 4 нечетких отношений, описанных в таблице 3 представлен на рисунке 2.

Таблица 3

Пример нечетких правил

Антецедент правила	Консеквент правила
$x(t_\tau) = C$ и $u(t_\tau) = B$ и $\beta(t_\tau) = B$	$x(t_{\tau+1}) = G_1$
$x(t_\tau) = B$ и $u(t_\tau) = B$ и $\beta(t_\tau) = B$	$x(t_{\tau+1}) = G_1$
$x(t_\tau) = A$ и $u(t_\tau) = B$ и $\beta(t_\tau) = C$	$x(t_{\tau+1}) = G_2$
$x(t_\tau) = A$ и $u(t_\tau) = C$ и $\beta(t_\tau) = C$	$x(t_{\tau+1}) = G_2$

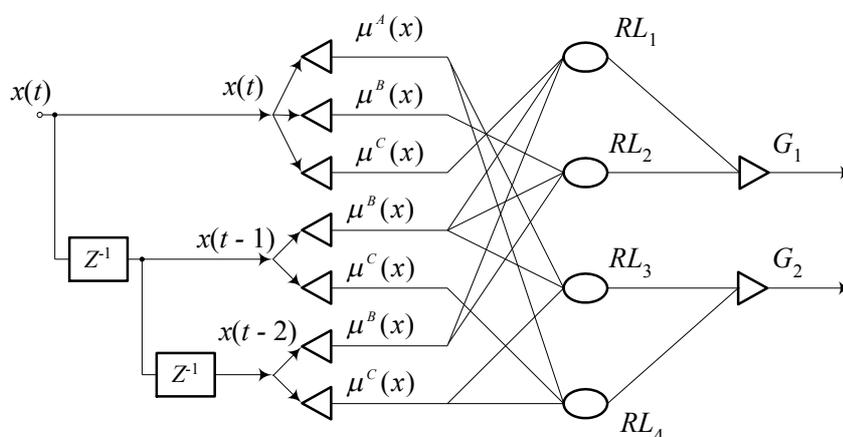


Рис. 2 Структура нечеткой нейронной сети идентификации ЭС АД для 4-х правил

Для реализации предложенного подхода и основываясь на предыдущей реализации системы прогнозирования [4] были сформулированы следующие требования к системе автоматизации прогнозирования ЭС АД:

1) Система должна реализовывать предложенный подход и предлагать пользователю механизмы формализации входных и выходных параметров в нечетком виде.

2) Система должна быть ориентирована на размещение в интернете для многопользовательского и удаленного доступа к ней.

3) В системе должны быть реализованы механизмы хранения справочной и нормативной информации.

4) Система должна иметь возможность регистрировать параметры, входящие в дерево в любой произвольный момент времени.

5) Информация должна храниться в базе данных.

Инструментом реализации системы выбран Microsoft Visual Studio 2005 Express Edition, технологией разработки – Microsoft SQL Server 2000 Development Edition. Система содержит 30 веб форм, и 38 таблиц базы данных.

Выводы:

1. Установлено, что в целях предотвращения разрушений дорожных одежд и поддержания дорог в требуемом техническом состоянии в условиях ограниченных финансовых ресурсов необходимо применение научно обоснованной

системы управления эксплуатацией автомобильных дорог. В основе данной системы должна лежать методика, позволяющая эффективно прогнозировать разрушения дорог и намечать объемы дорожных работ, требуемые для устранения повреждений.

2. Предложена методика формализации множества параметров характеризующих как эксплуатационное состояние автомобильной дороги так и факторы воздействия внешней среды (как отрицательные так и положительные) на основе теории нечетких множеств. Для формализации параметров использовались 9 нечетких множеств: от наименьшего по абсолютному значению до наибольшего. Наиболее удобной для эксперта формой представления нечетких правил является правило, включающее 2 элемента в левой части и один в правой.

3. Разработана математическая модель, позволяющая объективно прогнозировать изменение эксплуатационного состояния автомобильной дороги в зависимости от интенсивности воздействия на нее внешних факторов. Разработана автоматизированная система идентификации ЭС АД на основе нечетких нейронных сетей с использованием технологии разработки интернет приложений ASP.NET позволяющая осуществлять прогнозирование и принимать на основе решения по управления ЭС АД.

4. Расхождение прогноза итогового состояния автомобильной дороги по модели и ее фактического состояния определенного после проведения работ лежит в пределах $\pm 5\%$ для сети из 7 автомобильных дорог.

Библиографический список:

1. An improved pavement management system. Fischer James R., Hackenberg George R. «Public Works», 1996, 117, № 10, 53-54, 114
2. Das HDM-III-Modell und seine Bedeutung für das Management der Strafienerhaltung / Srsen M. // Asphaltstrasse.- 2003.- № 3.- С 14-16, 18-20.
3. Камаев В.А., Щербатов М.В., Скоробогатченко Д.В. Автоматизированная система прогнозирования транспортно эксплуатационного состояния дорог. 4. Вестник компьютерных и информационных технологий, №4, 2004, М.: «Машиностроение», С. 2-6.
4. Захаров В.Н., Поспелов Д.А., Хазацкий В.Е. Системы управления. Задание. Реализация. М.: Энергия, 1977. - 424 с.

УДК 624.131:622.271.33

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ГРУНТОВОГО МАССИВА ПРИ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ НАПРЯЖЕНИЙ

Туманов Л.С.

Научный руководитель – д-р. техн. наук, профессор Пшеничкина В.А.
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Установлено, что при наличии в грунтовом массиве однородного откоса пластических областей коэффициент устойчивости, определенный с использованием упругой и упруго-пластической задач, практически одинаков.

It has become clear, that the coefficient of elasticity is the same both in elastic and flexible field of soil tract.

Известно, что в реальных условиях в наиболее важных для практики случаях (при коэффициенте устойчивости K , близкого к единице) в грунтовом массиве откоса дорожной насыпи имеются упругие и пластические области. Следова-

тельно, если пластические области имеются, для определения напряжений необходимо использовать упруго-пластические решения.

В работе [1] для условия предельного равновесия в форме прямолинейной огибающей наибольших кругов напряжений приведено приближенное решение упруго-пластической задачи для случая однородных откосов с оценкой точности удовлетворения уравнений равновесия и граничных условий. При этом сделано два допущения: поверхность разрушения в пластической области изменяет свое положение незначительно; вертикальные напряжения, полученные из упругого решения, с появлением пластической области не изменяются. В частности, получены формулы для вычисления горизонтальных и касательных безразмерных напряжений (в долях γH) в пластической области:

$$\delta_y = \frac{\delta_x(1-m) - \lambda m}{1+m}; \quad (1)$$

$$\tau_{xy} = \frac{0,5m(2\delta_x + \lambda)tg2\alpha}{1+m},$$

где σ_x ; σ_y ; τ_{xy} – вертикальная, горизонтальная и касательная составляющие напряжений; γ и ρ – объемный вес и угол внутреннего трения грунта; H – высота откоса; $m = \sin \rho \cos 2\alpha'$; $\alpha' = \alpha - (45^\circ + 0,5\rho)$.

На рисунке 1 для угла откоса $\alpha = 60^\circ$ среднего значения коэффициента бокового распора $\mu = 0,75$ и параметра устойчивости $\lambda = 0,2$ построена наиболее вероятная поверхность разрушения AB , эпюры удерживающих и сдвигающих касательных сил, действующих вдоль этой поверхности,

где $\lambda = \frac{2c}{\gamma H tg \rho}$, c – коэффициент сцепления грунта.

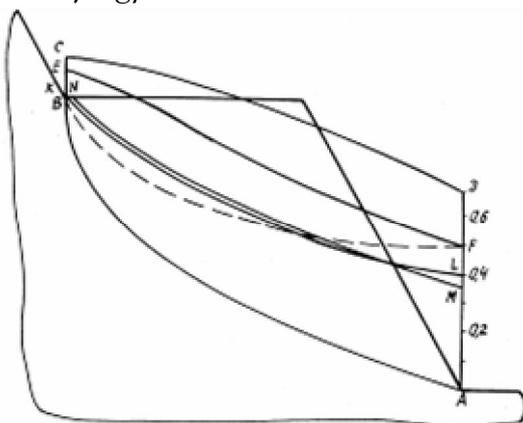


Рис.1 Эпюра удерживающих и сдвигающих сил

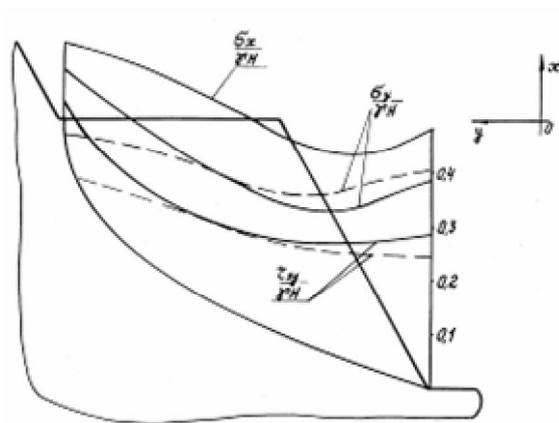


Рис.2 Эпюра безразмерных напряжений

Кривые CD и BF соответствуют эпюрам удерживающих, деленных на $tg \rho$, и сдвигающих сил. Частное от деления площадей $ABCD$ и ABF определяет величину коэффициента устойчивости для всего откоса уступа

$K = 2,02 tg \rho$. Это равенство позволяет найти значение угла внутреннего трения ρ при любом значении K . В частности, при $\rho = 26^\circ, K = 1$, при $\rho = 36^\circ,$

$K = 1,52$. Кривые EF и NM – эпюры удерживающих сил при $K=1,52$; 1. Эпюра сдвигающих сил, определенная из упругого решения, при любом значе-

нии K совпадает с кривой BF .

Таким образом, из рисунка видно, что при $K > 1,52$ ($\rho = 36^\circ$) в приоткосной зоне в рассматриваемом случае нет предельной области, т.е. упругое решение справедливо. При уменьшении от 1,52 до 1 имеется предельная область и упругое решение, строго говоря, становится неверным.

Для исследований применим решение смешанной задачи [1]. Предполагаем, как указывалось выше, что поверхность AB , определенная из упругого решения, в пластической области изменит свое положение незначительно, и так как рассматривается предельное состояние откоса, естественно считать, что пластическая область распространяется до точки B , то есть участок линии разрушения AB находится в этой области.

Проанализируем изменение напряжений с переходом откоса в предельное состояние. На рис. 2 построены эпюры напряжений вдоль поверхности разрушения при $\rho = 26^\circ$, т.е. при $K = 1,0$. Пунктирными линиями обозначены эпюры, полученные из пластического решения с использованием формул (1), сплошными – из упругого. Из рисунка видно, что при переходе откоса в предельное состояние в приоткосной зоне горизонтальные напряжения возрастают, а касательные убывают. В средней части линии разрушения они близки к напряжениям, полученным из упругого решения. С приближением к дневной поверхности горизонтальные и касательные напряжения резко уменьшаются.

Используя найденные напряжения, вычислим удерживающие и сдвигающие силы при $K = 1,0$, действующие вдоль линии разрушения. Удовлетворение условию пластичности

$$\sqrt{(\delta_x - \delta_y)^2 + 4\tau_{xy}^2} = (\delta_x + \delta_y + \lambda)\sin \rho \quad (2)$$

автоматически делает равными удерживающие и сдвигающие силы с использованием выражений (1). На рис. 1 кривая KL эпюра указанных сил, т.е. удерживающие и сдвигающие силы, определенные из пластического решения практически совпадают с удерживающими силами, определенными из упругого решения. Картина распределения сдвигающих сил при пластическом решении (кривая KL) значительно отличается от аналогичной картины соответствующей упругому решению (кривая BF), но сумма сдвигающих сил при том и другом решениях одинакова (площадь ABF равна площади AKL).

Значит упругое и пластическое решения при переходе откоса в предельное состояние дают одинаковые значения коэффициентов устойчивости $K = 1,0$.

Библиографический список:

1. Цветков В.К. Расчет устойчивости откосов и склонов. Волгоград: Нижне-Волжское кн. изд., 1979. 238 с.

УДК 624.042

РИСКИ СТРОИТЕЛЬСТВА И МОНТАЖА ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Куркина Е.К. (M5-CT3C-11)

Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор Овчинников И.Г.

В данной статье анализируются риски строительства и монтажа транспортных сооружений, коррекция рисков и извлечение уроков.

In this paper analysis execution and erection stranding exposures at the transport construction, correction of this exposures and extraction experience.

Вероятности опасных событий могут быть определены на основе статистических данных, математического моделирования, экспертных оценок. Но даже определенные на основе исторических данных вероятности отражают субъективный характер их подбора, и их очевидность неодинакова для различных субъектов.

Возможность оценки рисков, несмотря на стохастический характер вызывающих вред событий, объясняется характерным для познающего субъекта свойством объяснять вероятности этих событий вполне определенными детерминированными законами, подтверждаемыми человеческой практикой, опытом.

Вероятность опасного события характеризует очевидность для субъекта управления рисками или для группы экспертов состояние перехода за определенный промежуток времени опасной ситуации с единицей риска во вред. То есть для экспертов в какой-то мере должно быть очевидным, что в определенный промежуток времени на объекте деятельности возникает сочетание определенных непосредственных воздействий и обстоятельств их проявления, которое приведет к вреду для объекта и/или субъекта деятельности, для других людей, для окружающего имущества и /или для окружающей среды.

Данный подход для определения вероятности опасного события не единственный в теории управления рисками. В работах по анализу и управлению информационными рисками существует такой же иной подход к измерению рисков, при котором вероятность опасного события рассматривается как функция от вероятности возникновения опасной ситуации, т.е. нежелательного воздействия или события, ведущего к причинению вреда (ущерба), и вероятности уязвимости, т.е. слабости в системе защиты, которая делает возможным реализацию опасной ситуации.

Тяжестью (значимостью) вреда для единицы риска в соответствии с международным лексиконом теории управления рисками называется величина вреда, причиненного единице риска за определенный период времени.

Применение показателей вероятности и тяжести вреда в отдельности друг от друга во многих случаях лишено смысла, и практический интерес может представлять только комбинированная оценка как функция их обоих. Действительно, для человека в одинаковой степени несущественны риски, при которых с высокой вероятностью (близкой к полной определенности) могут возникать мизерные ущербы, и риски, при которых с практически нулевой вероятностью могут возникать катастрофические ущербы. Поэтому нередко в практике оценки рисков применяют либо комбинированный показатель экспертной оценки общей подверженности риску, либо устанавливают не абсолютные показатели оценки каждого отдельного риска, а ранжируют общий список рисков проекта с целью определения их относительной важности.

Общая подверженность риску показывает общий уровень риска, вбирая в одну числовую величину информацию о возможности реализации риска и его

тяжести.

Коррекция рисков. Следующий шаг управления рисками – анализ отклонений планов обращения с рисками и фактическим ходом их исполнения. На этом шаге, с учетом информации мониторинга, количественно оцениваются остаточные риски, выявляются и оцениваются вновь возникающие вторичные риски и риски, величина которых возрастает по мере осуществления проекта. По результатам мониторинга может возникнуть необходимость изменений в проектной документации, если изменение рисков повлияет на проектируемые ресурсы и сроки.

При анализе возникающих при строительстве ущербов следует иметь в виду, что не все из них недопустимые. Хотя любое техническое состояние объекта или его элемента, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и/или проектной документации, считается неисправностью, но если объект или его элемент сохраняют свою работоспособность, то такие отклонения от норм, дефекты или повреждения считаются допустимыми (классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов. Утв. Главгосархстройнадзором России 17.11.93 г.).

С другой стороны, если дефекты или повреждения, в том числе деформации, критические (т.е. если объект или его элемент функционально непригодны, дальнейшее ведение работ по условиям прочности и устойчивости небезопасно либо может повлечь снижение указанных характеристик в процессе дальнейшего строительства или эксплуатации), то они подлежат безусловному устранению до начала последующих работ или с приостановкой начатых работ. В тех случаях, если в результате дефекта ухудшаются эксплуатационные характеристики объекта или его долговечность, дефект считается значительным и подлежит устранению до скрытия его последующими работами. Дефект считается устранимым, если его устранение технически возможно и экономически целесообразно.

Эффективность мероприятий, направленных на осуществление превентивных действий или устранение возникающих в ходе строительства дефектов, должна быть предметом постоянного анализа при отклонении от планов.

Наряду с превентивными действиями на основе данных мониторинга о несоответствии фактических значений параметров элементов объекта СМР с требованиями проекта, строительными нормами и правилами должны разрабатываться корректирующие меры, направленные на устранение или ограничение причин вновь возникающих строительного-монтажных рисков.

Извлечение уроков. Заключительный шаг в логической цепочке управления рисками – извлечение уроков из осуществленного процесса – заключается в организации накопления ценной структурированной информации о рисках в корпоративной базе знаний, уточнения разработанных классификаций рисков. Вводя формализованные процедуры накопления опыта и его систематизации, возможно достижение значительно более высокого уровня управления, основанного на превентивных мероприятиях, так как приходится выявлять исходные причины рисков. При помещении в базу знаний информации об опыте управления рисками не следует безосновательно усложнять эту информацию за счет отражения длинных причинно-следственных цепочек, объединение в единые классификационные группы рисков для принципиально отличающихся

проектов и т.п. Структура информации о рисках, представленная в базе знаний, должна быть легкодоступной для использования в дальнейшей практике управления рисками. Накоплению в базе знаний подлежит не только опыт обнаружения признаков, которые могут привести к рискам, но также и стратегии, применявшиеся для управления рисками вместе с данными об их успешности.

Процесс управления проектными рисками тесно интегрирован с общим жизненным циклом инвестиционного проекта. Выявление и оценка рисков может быть начата еще на этапе выработки концепций, поскольку в этот момент начинается формирование видения проекта, его границ и рамок. Затем внимание переключается в большей степени к рискам поддержки и сопровождения принятых целевых параметров. С появлением каждого нового ограничения или допущения, связанного с проектом, начинает появляться все больше и больше рисков.

По результатам шагов анализа и планирования рисков необходимые планы по предотвращению и смягчению последствий должны быть сразу включены в календарный график строительства объекта. Ход выполнения этих планов должен также подвергаться мониторингу в рамках стандартного процесса управления проектом. Вновь выявленные после этапа корректировки вторичные риски должны быть проанализированы, и запланирована соответствующая процедура обращения с ними.

ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 625.7/.8-52

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Шапошникова Е.А., Осипов А.О.

Научный руководитель – канд.техн.наук, доцент Скоробогатченко Д.А.
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Компьютерные технологии постепенно становятся обязательным элементом в дорожной отрасли, но очень часто в силу её специфических особенностей, невозможно использовать готовые модели из других отраслей народного хозяйства. В статье изложены основные проблемы развития сети дорог, описываются некоторые автоматизированные системы управления автоматизированных дорог и представлена их общая схема работы.

Computer technology is gradually becoming a mandatory element in the road sector, but very often because of its specific features, you can not use ready-made models from other sectors of the economy. The article describes the main problems of development of roads, describes some of the automated control systems of automated road and brought them to the general scheme of work.

Одной из основных проблем дорожной отрасли является минимизация затрат на эксплуатацию дорог, обеспечение высоких эксплуатационных качеств дороги и требований безопасности. Второй, не менее важной проблемой, является современная организация и управление инфраструктуры дорог, которая удовлетворяла бы всем требованиям, возникающих при пользовании дорогой, со стороны автовладельцев. Третья проблема, необходимость компьютеризации инженерной и управленческой деятельности в дорожной отрасли, как и в других отраслях народного хозяйства, - настоящее требование сегодняшнего дня, внедрения научно-технических достижений в народное хозяйство страны.

Комплексным решением данных проблем является автоматизация сети дорог. Самой известной методикой комплексного учета влияния дорог на всю экономику региона является HDM-4, развиваемой на деньги Всемирного банка и применяемая за рубежом [1]. Всемирный банк уже долгие годы финансирует создание систем, которые помогли бы в выборе наиболее оптимальных конфигураций транспортных сетей и планировании инвестиций. Недостатком модели является то, что эмпирические формулы ресурсного обеспечения могут применяться только в определённых экономических и региональных условиях, что существенно снижает возможности и надёжность использования данной модели в России. В частности, формулы по определению объёмов работ в HDM-4 линейны и адекватны с уровнем надёжности порядка 55-70%. В программном комплексе АУРС-СибАДИ, который мы рассмотрим ниже точность расчётов повышена до 92% за счёт совершенствования моделей и процессов оперативного обновления информации. Во многих странах мира продукты серии HDM-4 являются незаменимыми на этапе планирования развития сетей дорог, при проектировании, а также в процессе эксплуатации при планировании текущих и капитальных ремонтов.

В России применяются две основные методики. Методика проектно-ориентированного управления эксплуатацией дорожной инфраструктуры реализована на основе программного комплекса по автоматизации управления ресурсами дорожной сети (АУРС-СибАДИ). Система создана не только рассчитывать ресурсы, но и осуществлять управление ими при эксплуатации объектов по методу «освоенного объема», выполнять приемку работ. Комплекс состоит из двух основных модулей, взаимодействующих в автоматическом режиме для решения практических задач управления проектами содержания дорог на территории. Первый модуль – управление ресурсами сети (УРС) представлен банком данных (БнД), реализованным в виде многоуровневой системы: территория – административный Район – технический объект. Сеть дорог территории представлена в модуле УРС в виде набора объектов с определёнными классификационными признаками. Программный комплекс УРС задаёт всю необходимую информацию для автоматизации расчёта объёмов по видам работ в составе проектов и эффективного управления ресурсами.

Второй модуль - автоматизированная ресурсная смета (АРС): БнД ресурсно-технологических моделей производственных процессов, моделей стоимости ресурсов. Выходные параметры комплекса: ресурсоемкость выполнения работ на конкретном техническом объекте, бюджетирование программы работ по подрядчикам и проектам. В программном комплексе АУРС-СибАДИ реализовано взаимодействие между системой календарного планирования и проектной документацией в виде технологических смет.

Использование индивидуального подхода к формированию ресурсоёмкости дорожных проектов позволило повысить точность расчётов по сравнению с зарубежными аналогами.

Автоматизированные банки дорожных данных являются важнейшим элементом системы управления состоянием автомобильных дорог. Они представляют собой автоматизированные информационно-аналитические системы, содержащие периодически обновляемую информацию об автомобильных дорогах, искусственных сооружениях, движении автотранспортных средств, ДТП, объектах сервиса и др. Кроме того, автоматизированные банки дорожных дан-

ных содержат комплекс расчётно-аналитических программ, позволяющих выполнять оценку состояния автомобильных дорог, а также решать комплекс вопросов, связанных с управлением состоянием автомобильных дорог. Комплекс расчётно-аналитических программ, входящих в структуру общеотраслевых банков данных, ориентирован в основном на решение вопросов, связанных с управления состоянием сети федеральных автомобильных дорог, в том числе с обеспечением безопасности дорожного движения, планированием отраслевого бюджета, планированием текущих и среднесрочных ремонтных работ, оценкой качества выполненных ремонтных работ. Локальные банки дорожных данных функционируют в различных органах управления дорожным хозяйством и могут включать в себя помимо параметров, входящих в отраслевой банк данных, ещё и модули, отвечающие за бухгалтерский блок, документооборот, складское хозяйство, производство и хранение строительных материалов, машинный парк, проектирование и т.д. Некоторые локальные банки дорожных данных могут быть состыкованы с модулями, отвечающими за технический учёт и паспортизацию автомобильных дорог, а также за дислокацию дорожных знаков и разметки.

АБДД «Дорога» – единственный банк данных в России, содержащий наиболее полную информацию по состоянию федеральной сети дорог страны.

Изучив, каждую из систем мы пришли к выводу, что оптимальная автоматизированная система управления эксплуатацией автомобильных дорог должна включать следующие блоки:



Рис. 1. Предлагаемая система поддержки принятия решений в области управления эксплуатационным состоянием АД

В заключение можно сделать вывод о том, что выработка оптимальных решений и достижение требуемых результатов производственными системами в дорожной экономике могут быть достигнуты на основе методологии автоматизированных систем управления эксплуатацией автомобильных дорог. Ком-

плексное и целенаправленное использование автоматизированных систем позволяет получить новый уровень технической поддержки, реализовать систему автоматизированной подготовки и управления дорожными проектами.

Библиографический список:

1. Апестин В.К. НДМ-4 возможности и границы применимости/ Транспорт: Наука, техника и управление. Научный информационный сборник/ ВИНТИ. – М., 2005, № 5, С. 8-10.
2. Барановская Т.П. Системный анализ организационной структуры управления автомобильной отраслью региона/ Т.П. Барановская, О.К. Безродный, В.И. Лойко.
3. ГОСТ Р 50597-93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. - М.: Изд-во стандартов, 1993. -12 с.
4. ОДМ 218.0.000-2003 Руководство по оценке уровня содержания автомобильных дорог (временное). /РОСАВТОДОР.-М., 2003. - 77с.
5. Содержание городских улиц и дорог: Справочник / З. И. Александровская, Б. М. Долганин, Е. Ф. Зайкина, Я. В. Медведев. - М.: Стройиздат, 1989. – 208
6. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года

УДК 625.731.9

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЁТА ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НА МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ

Попов Б.Б. (АДМ-1-09)

Научный руководитель – канд.техн.наук, доцент Каменев А.М.
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Выполнено сравнение экспериментальных данных о морозном пучении грунтов земляного полотна с расчётными значениями вычисленными по методу ОДН 218-046-01 и методу Н.А. Пузакова - М.Б. Корсунского. Установлено, что метод Н.А. Пузакова – М.Б. Корсунского даёт более точные и надёжные результаты по сравнению с методом ОДН 218-046-01.

Comparison of experimental data about frosty heave of soils of the ballast bed with settlement values calculated on method of ODN 218-046-01 and method of N.A.Puzakova - M.B.Korsunskogo is executed. It is established that method of N.A.Puzakova – M.B.Korsunskogo grants more exact and reliable results in comparison with method of ODN 218-046-01.

Пучение грунтов при промерзании земляного полотна вызывает неравномерные поднятия дорожной одежды, которые могут быть причиной нарушения ровности покрытия, образования трещин и других видов деформаций. В связи с этим при проектировании дорожных одежд в районах с сезонным промерзанием грунтов на участках с неблагоприятными грунтовыми и гидрологическими условиями предусматривают проверку на морозоустойчивость.

Конструкцию считают устойчивой при соблюдении условия

$$l_n \leq l_{\text{доп}}$$

где l_n – расчётное (ожидаемое) пучение грунта земляного полотна, см; $l_{\text{доп}}$ – допускаемое для данной конструкции пучение грунта, см.

При невыполнении этого условия предусматривают специальные морозозащитные мероприятия (увеличение высоты насыпи, введение морозозащитного слоя, замену пучинистого грунта и др.) Изменения в конструкции обосновывают дополнительным расчётом на морозоустойчивость.

Проблема обеспечения морозоустойчивости дорожных одежд актуальна не

только в I-III дорожно-климатических зонах, но и в районах с глубоким промерзанием грунтов на территории IV-V дорожно-климатических зон. Анализ литературных данных свидетельствует о том, что значительные деформации морозного пучения в районах с глубоким промерзанием грунтов в IV – V дорожно-климатических зонах возможны на отдельных локальных участках дорог при близком залегании пресных или слабоминерализованных грунтовых вод (в поймах рек, по берегам водохранилищ, вблизи орошаемых массивов вдоль каналов, на подтопляемых застроенных территориях, в зонах выклинивания грунтовых вод предгорных районов).

Экспериментальные данные о морозном пучении грунтов $l_{\text{нф}}$ земляного полотна, полученные по результатам нивелирования вертикальных поднятий поверхности покрытий на опытных участках, были сопоставлены с расчётными значениями пучения l_n , вычисленные по методу ОДН 218-046-01 и методу Н.А. Пузакова – М.Б. Корсунского. В результате было установлено, что значения величины пучения l_n , вычисленные по методу ОДН 218-046-01, значительно (в 1,5-7,5 раз) превышают фактически наблюдаемые значения $l_{\text{нф}}$. Метод Н.А. Пузакова – М.Б. Корсунского даёт приемлемые для практического применения результаты прогнозирования морозного пучения.

Максимальные отклонения величины пучения l_n , рассчитанного по этому методу, при принятой надёжности прогноза (доверительной вероятности) равной 0,95, не превышают 5% от фактически измеренных значений $l_{\text{нф}}$. Расчёты, выполненные для климатических условий IV дорожно-климатической зоны показывают, что получаемая по методу ОДН 218-046-01 общая толщина дорожной одежды, удовлетворяющая условию обеспечения морозоустойчивости, на 15-30% превышает толщину дорожной одежды, определяемую методом Н.А. Пузакова – М.Б. Корсунского. Приведенные выше позволяют сделать вывод о том, что метод Н.А. Пузакова – М.Б. Корсунского даёт более точные и надёжные результаты расчёта дорожных одежд на морозоустойчивость по сравнению с методом ОДН 218-046-01 и должен найти практическое применение при проектировании дорожных одежд на участках с неблагоприятными условиями увлажнения в засушливых районах с глубоким промерзанием грунтов.

Результаты сравнения методов расчёта дорожной одежды приведены в таблице 1.

Таблица 1

Категория дороги	Расчётная толщина дорожной одежды, м	Глубина залегания грунтовых вод, м	Толщина дорожной одежды с учётом назначения морозозащитного слоя, м	
			По методу ОДН 218.046.01	По методу Пузакова-Корсунского
II	0,58	1,00	1,18	0,86
II	0,58	1,20	1,16	0,83
II	0,58	1,40	1,08	0,74
II	0,58	1,60	1,00	0,69
III	0,52	1,00	1,30	1,03
III	0,52	1,20	1,30	0,99
III	0,52	1,40	1,23	0,92
III	0,52	1,60	1,21	0,86

IV	0,45	1,00	1,33	1,09
IV	0,45	1,20	1,30	1,04
IV	0,45	1,40	1,26	0,97
IV	0,45	1,60	1,25	0,93

Расчёты выполнены с учётом данных для IV дорожно-климатической зоны. Грунт рабочего слоя земляного полотна – суглинок лёгкий пылеватый, относится к чрезмерно пучинистым грунтам.

Библиографический список:

1. Проектирование нежестких дорожных одежд. ОДН 218.046-01.- М.: Минтранс РФ, 2001 г.
2. А.М. Каменев, С.Н. Киреев. – Оценка надёжности дорожных одежд при расчёте их на морозостойчивость. – 2009 г.

УДК 625.855.3-033.37

АРМИРОВАНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Девятов К.В.

Научный руководитель – Prof. Dr.-Ing. Carsten Koch
Высшая профессиональная школа г. Кёльна, Германия

В связи с ростом интенсивности дорожного движения и нагрузки на ось автомобиля необходимо строить такие дорожные покрытия, которые могут воспринимать нагрузку без потери своих основных свойств (функций). Существует несколько способов решения этой проблемы. В данной статье рассмотрен метод укрепления дорожного покрытия путём размещения между слоями асфальтобетона армирующего каркаса (сетки). Этот метод успешно применяется на практике в европейских государствах.

Due to the increase in traffic and load on the axle should build such road surfaces, which can take the load without losing their basic properties (functions). There are several ways to solve this problem. In this article the method of strengthening the road surface by placing between layers asphaltobetona reinforcing mesh (grid). This method is successfully applied in practice in European countries.

В последние 20 лет интенсивность дорожного движения постоянно возрастает. Дополнительно увеличивается нагрузка на ось автомобилей, которая воздействует на дорожную одежду. Соответственно сегодня необходимы интенсивные работы по техническому обслуживанию дорожного покрытия. Межремонтные циклы, и соответственно циклы реконструкции становятся короче. Ремонтные работы на дорогах препятствуют дорожному движению. По этой причине в ходе восстановительных работ должно использоваться долговечное и прочное дорожное покрытие, чтобы было возможным минимизировать дальнейшие работы по уходу за дорожной одеждой [1].

В связи с этим существует возможность использовать, в качестве укрепления дорожной одежды, армирование асфальтобетонных покрытий. Развитие армирования асфальта можно разделить на 4 фазы:

Первая фаза: в качестве армирующего элемента (преимущественно в странах Бенелюкса) использовалась арматурная сетка из стали.



Рис. 1 Применение стальной арматурной сетки для армирования покрытия

Отрицательным фактором при использовании арматурной сетки из стали является ее большой вес. К тому же над стальным каркасом следует надстраивать от 5 до 6 см асфальтобетона, иначе не гарантируется ровность дорожного покрытия. Вследствие высокой стоимости, а также опасности коррозии стали искать новые решения.

Вторая фаза: на данном этапе стали использовать вместо стального каркаса геотекстиль. Геотекстиль из полипропилена, а также полиэстера, которые не подходят вследствие низкого модуля упругости, позже были заменены на геотекстили из стекловолокна и карбонового волокна. Работы по укладке стали возможны на кривых с малыми радиусами, больших неровностях и при больших продольных уклонах при тщательном контроле.

При транспортировке асфальтобетонной смеси, за счёт сцепления покрывающей с дорогой, часто происходило поднятие геотекстильного покрытия от основания. Это приводило к проблемам соединения между слоями асфальтобетона, поэтому был продолжен поиск нового решения.

Третья фаза: с недавних пор применяются комбинированные продукты. Стекловолокно применяется в сочетании с полипропиленовым полотном.

Четвёртая фаза: преждевременно битуминированное армирование асфальта – перспективное решение для укрепления дорожного покрытия. Слой стекловолокна, преднасыщенный полимерным битумом, снабжается сжигаемым слоем, который при укладке в ожидаемых уязвимых местах (колеи, места образования трещин) поджигается, как показано на рис. 2.



Рис. 2 Армирование асфальтобетонного покрытия

За счёт этого осуществляется приклеивание стекловолокна к основанию. Сцепление таких слоёв с основанием безупречно. За счёт этого уменьшается возможность образования волн при укладывании асфальтобетонной смеси [2].

Принципиально различают два вида армирования:

1. Армирование для статического усиления. Для этого применяются слои

из следующих материалов:

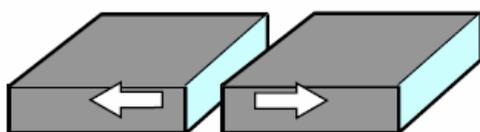
- сталь (раньше);
- стекловолокно;
- полипропилен/полиэстер;
- карбоновые волокна.

2. Межслойная изоляция (уплотняющая мембрана), сокращающая нагрузку:

- полипропилен;
- полиэстер;
- стекловолокно.

Чтобы предотвратить будущие повреждения, следует учесть в ходе восстановительных работ вышеперечисленные мероприятия. Уместно укладывать армирующие слои под местами образования колеи, против структурной деформации, против усталостных трещин. При восстановительных работах с применением армирования следует учитывать следующие механизмы:

Растяжение:



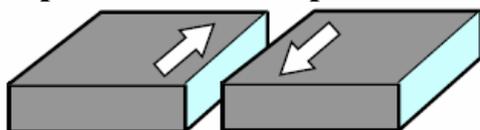
армирование в поперечном и продольном направлениях

Вертикальные срезающие силы:



например, при реконструкции бетонного покрытия, применяется для локальной стабилизации бетонных плит

Горизонтальные срезающие силы:



склеивает старые трещины

Часто обе системы применяются вместе. В комбинации армирующий каркас перенимает статические функции (армирование), тогда как подложка выполняет функцию межслойной изоляции [1].

Таблица 1

Материалы, применяемые для армирования асфальтобетонных покрытий			
Материал	Модуль упругости $E(\text{Н/мм}^2)$	Способность к восприятию поперечной силы	Комментарий
Углеводородное волокно	240,000	Да	Идеально в качестве армирующей сетки
Кевларовое волокно	120,000	Нет	Не применимо в качестве подложки
Стекловолокно	65,000	Да	Используется в качестве армирующей сетки или подложки
Полиэстер	15,000	Нет	Не применяется

Полипропилен	12,000	Да	Идеально в качестве подложки
Сталь (раньше)	210,000	Нет	Малоприменима для армирования асфальта

Данные представленные в табл. 1 [3] свидетельствуют о том, что углеводородное волокно применяется исключительно в роли армирующей сетки. В качестве подложки используют слои из стекловолокна или полипропилена. Стекловолокно может также использоваться в качестве армирующей сетки.

На рисунке 3 показано влияние армирующего слоя на асфальтобетонный слой на излом. В то время как трещина в середине неукрепленного асфальтобетона приводит к излому, то в укрепленном асфальтобетоне армирующий слой распределяет нагрузку и предотвращает образование трещин.

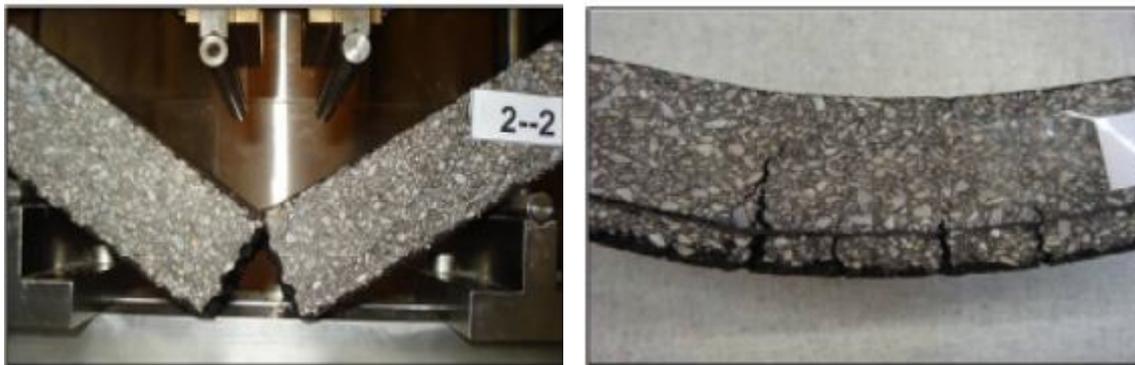


Рис. 3 Работа асфальтобетона на излом: а) без армирующего слоя б) с армирующим слоем

В средней Европе уже более чем на 300,000 м² успешно применяется новый вид укрепления асфальта (армирование асфальта). Благодаря предпропитывающему слою армирующего каркаса полимерным битумом они могут безупречно крепиться к основанию. Благодаря предпропитывающему слою сцепление между двумя слоями асфальтобетона не ухудшается [4,5].

Опыт Европейских стран показывает, что при использовании стекловолокна необходимо надстраивать лишь 4 см асфальтобетона, чтобы исключить развитие трещин. Предпропитанные подложки слоя из стекловолокна или волокон композитного материала подходят как малозатратные мероприятия ремонта. При сопоставлении затрат и сравнении пользы нужно учитывать, что дальнейшие работы по обслуживанию асфальтобетонного покрытия в ходе срока эксплуатации улицы будут существенно незначительны [4, 5].

Библиографический список:

1. S&P-Reinforcement Unterlagen
2. Journal „Gestrata“ 2002
3. Journal „Tiefbau“ 11/2003
4. Journal „Straße und Autobahn“, Heft 10/2007
5. Journal „Asphalt“

УДК 625.84-027.45

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА БЕТОНА И ПОПЕРЕМЕННОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ-ОТТАИВАНИЯ ОБРАЗЦОВ БЕТОН-ГЕРМЕТИК НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

ГЕРМЕТИЗАЦИИ ШВОВ МОНОЛИТНЫХ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ

Черников С.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Горячев М.Г.

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

Авторами изучается вопрос оценки различных факторов на долговечность и работоспособность швов монолитных цементобетонных покрытий дорог и аэродромов. Значительное внимание уделяется технологическим, климатическим и эксплуатационным факторам, в том числе, фактору времени, Результаты некоторых лабораторных исследований приведены в настоящей статье.

Authors study an estimation of various factors on durability and working capacity of monolithic concrete seams on roads and airdromes. The considerable attention is given to technological, climatic and operating factors, including the age factor. Results of some laboratory researches are presented in the article.

Постановка проблемы

Швы монолитных цементобетонных покрытий являются наиболее слабым местом в покрытии. В естественных условиях эксплуатации швы аэродромных покрытий подвергаются климатическим и эксплуатационным воздействиям, что часто приводит к разрушению герметизирующего материала.

С точки зрения долговечности герметизации деформационных швов наиболее «благоприятным» (с позиции использования ресурса деформационных свойств материала и возможности «самозалечивания» – повторного склеивания после разрыва) следует считать разрыв по мастике. Менее «благоприятным» – смешанный разрыв (по мастике и бетону) и неблагоприятным – разрыв по контакту мастики с бетоном. Характер утраты работоспособности во многом обусловлен возрастом бетона и условиями замораживания-оттаивания области шва.

Исследование влияния возраста бетона

Данные исследования выполнялись автором на «образцах-швах» со временем твердения бетона к моменту заполнения 3, 5, 7, 28 сут.

Бетонные балочки и «образцы-швы» хранились в ванне с гидравлическим затвором. Перед заполнением герметиком через 1, 3, 5, и 28 сут. «образцы-швы» выдерживались на воздухе в лаборатории в течение 24 ч для удаления поверхностной влаги, затем выполнялась подгрунтовка и ещё через 24 ч – заполнение герметиком. После этого «образцы-швы» помещались опять в камеру с гидравлическим затвором, где они хранились в течение 28 сут.

Можно отметить явно выраженную зависимость относительного удлинения герметика в шве от возраста бетонов условиях испытания как при $+20^{\circ}\text{C}$, так и при -20°C при заполнении швов горячей мастикой. Относительное удлинение герметика снижается с увеличением возраста бетона. Исключение составляет возраст 7 и 28 суток при $+20^{\circ}\text{C}$, где такая зависимость отсутствует.

При заполнении «образцов-швов» экструдером влияние возраста бетона на снижение относительного удлинения незначительно и можно сказать, что возраст бетона практически не оказывает влияния на деформативность герметика шве в температурных условиях испытания $+20^{\circ}\text{C}$ и -20°C .

Анализируя характер разрыва герметика в условиях испытания при $+20^{\circ}\text{C}$

(табл. 1), можно констатировать, что влияние возраста бетона существеннее в случае «горячего» способа заполнения швов. Так, в возрасте бетона до 3 сут. разрыв происходит адгезионный, а в 7 и 28 сут. смешанный.

При заполнении швов экструдером влияние возраста бетона проявляется лишь в 28 сут, где характер разрыва от когезионного переходит к смешанному.

Результаты испытаний в условиях при -20°C показывают ухудшение характера разрыва мастики в шве, хотя преимущество способа заполнения швов экструдером перед горячим способом остаётся (см. табл. 1).

В этом случае, начиная с возраста бетона 3 сут., при горячем способе вне-сения характер разрыва с адгезионного переходит на смешанный, а при применении экструдера характер разрыва со смешанного переходит на когезионный и остаётся таким для возраста бетона 7 и 28 сут.

Таблица 1

Результаты испытаний герметика на разрыв в шве при различном возрасте бетона

Возраст бетона, сут	Характер разрушения при температуре испытания			
	$+20^{\circ}\text{C}$		-20°C	
	горячий	экструдером	горячий	экструдером
3	А	К	А	С
5	А/С	К	С	С/К
7	С	К	С	К
28	С	С	С	К

Следует особо отметить следующее преимущество «горячего» способа заполнения швов в раннем возрасте бетона до 3 сут. Относительное удлинение мастики при испытании составило 78% по сравнению с 27% при заполнении швов экструдером. Это преимущество связано с реализацией эффекта контракции в твердеющем бетоне раннего возраста, в особенности до 3 сут., где образующийся вакуум и более эластичная, чем при заполнении экструдером, контактная зона мастики способствуют формированию более плотного взаимодействия и лучшему механическому сцеплению мастики в поверхностном слое бетона паза шва.

Таким образом, с точки зрения долговечности герметизации в зависимости от технологии заполнения швов можно сделать следующий вывод: «горячий» способ заполнения деформационных швов мастикой более чувствителен к влиянию возраста бетона, чем способ заполнения экструдером. При этом «горячий» способ имеет некоторое преимущество при заполнении швов в раннем возрасте бетона до 3 сут., т.е. его следует применять после строительства нового покрытия. А заполнение экструдером – в более позднем возрасте бетона (от 7 сут.), т.е. он может быть рекомендован при ремонтных работах. Однако дальнейшие исследования заполнения швов битумно-полимерным герметиком при использовании экструдера рассматриваться не будут, поскольку на практике аэродромного и дорожного строительства подобные агрегаты в настоящее время ещё не используются.

Исследование влияния попеременного замораживания и оттаивания

В этой серии опытов были изготовлены бетонные балочки размером 160x40x40 мм из мелкозернистого бетона класса по прочности на растяжение при изгибе не ниже $B_{тб}$ 6,4 и морозостойкостью бетона – более 250 циклов по ГОСТ 26633.

Подгрунтовка граней балочек осуществлялась праймером на основе битума

марки БН 70/30 и бензина в соотношении 1:1. Подгрунтованные образцы – швы заполнялись «горячим» способом при температуре бетона +60⁰С. Эта температура была принята, как наиболее оптимальная для герметизации шва с целью определения влияния химического реагента на физико-механические показатели герметика. После чего через 2 сут. образцы помещались в морозильную камеру.

Испытание на морозостойкость проводилось по следующей методике: 4 ч замораживания на воздухе при температуре -20⁰С, а затем 4 ч оттаивания в 25%-ном растворе гранулированного антигололédного химического реагента марки НКММ (нитрат кальция магния и мочевины) при +20⁰С. Аналогичные испытания проводились в 25%-ном растворе жидкого антигололédного химического реагента марки «Нордикс» и контрольных образцов, которые выдерживались в питьевой воде.

Результаты экспериментов (среднеарифметическое значение 3-х испытаний) при температуре -20⁰С после каждых 10 циклов попеременного замораживания и оттаивания представлены в табл. 2. Количество цикло замораживания и оттаивания обосновано сроком эксплуатации герметика в шве (5 лет).

Таким образом, в процессе исследования, установлено, что относительное удлинение после каждых 10 циклов замораживания и оттаивания и выдерживании в 25%-ном растворе антигололédного химического реагента марки НКММ уменьшается, прочность герметизирующего материала также уменьшается, а характер разрушения от когезионного переходит на смешанный, а затем – на адгезионный.

При внимательном обследовании граней балочек под оптическим микроскопом был выявлен рост кристаллов антигололédного химического реагента в порах цементобетона. Также был выявлен процесс разрушения поверхностного слоя цементобетона за счёт увеличения размеров кристаллов реагента. Рост кристаллов химического реагента начинался уже после 10 циклов замораживания и оттаивания и прекращался после 40-го цикла. Возможно, это связано с полной закупоркой открытых пор в цементобетоне.

Таблица 2

Результаты испытания герметика на разрыв после попеременного замораживания и оттаивания в растворах антигололédных химических реагентов и воде

Кол-во циклов	Относительное удлинение, % / прочность при разрыве МПа			Характер разрушения		
	25%-й р-р НКММ	25%-й р-р «Нордикс»	вода	25% р-р НКММ	25% р-р «Нордикс»	вода
0	163/0,45	166/0,44	160/0,41	К	К	К
10	158/0,43	165/0,45	167/0,42	К	К	К
20	144/0,44	156/0,43	128/0,36	С	К	К
30	102/0,38	161/0,44	125/0,40	С	К	С
40	87/0,32	154/0,42	134/0,38	С	К	К
50	41/0,30	150/0,40	127/0,34	А	К	С
60	32/0,30	135/0,41	110/0,36	А	С	С
70	30/0,28	124/0,43	78/0,35	А	С	С
80	31/0,31	102/0,36	77/0,36	А	С	А

В процессе исследования влияния жидкого химического реагента марки «Нордикс» на основе высокомолекулярных спиртов было установлено, что от-

носительное удлинение и прочность при разрыве сопоставимы с результатами контрольных образцов, выдержанных в чистой воде и не оказывают сильного влияния на адгезионную прочность герметизирующего материала. Это подтверждает рациональность перехода на использование при зимнем содержании автомобильных дорог и аэродромов с монолитными цементобетонными покрытиями антигололёдных реагентов группы ацетатов с постепенным отказом от группы хлоридов.

На основании изученного процесса влияния антигололёдных химических реагентов на долговечность герметизации швов можно сделать следующие выводы:

- рост кристаллов химического реагента (нитрата кальция, магния и мочевины) влияет на адгезионную прочность герметизирующего материала;
- в результате кристаллизации реагента разрушается поверхность цементобетона, контактирующая с грунтовкой (праймером);
- разгерметизация деформационного шва происходит не за счёт ухудшения качества герметика.

В качестве дополнительного вывода по результатам анализа экспериментальной работы можно отметить, что с целью создания высокой адгезионной прочности грунтовки (праймера) необходимо провести исследования по её качественному подбору или произвести разработку её нового состава.

УДК665.775:625.855/.857

ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА ТЕРМООКСИЛИТЕЛЬНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ БИТУМА К СТАРЕНИЮ

Шайхмагомедов Д. М. (АДМ-1-09)

Научный руководитель - канд.техн.наук., доцент Лескин А.И.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В этой статье рассматривается зависимость между механоактивацией битума и его термоокислительной устойчивостью к старению.

Dependence between machining activation of bitumen and thermal-oxidative stability to deterioration is examining in this article.

Качество дорожных битумов является основополагающим фактором в решении проблемы увеличения срока службы асфальтобетонных покрытий. Одним из способов улучшения качества битума является механоактивация. Вопрос о старении механоактивированного битума и асфальтобетона на его основе на сегодняшний день не достаточно изучен.

Старение – результат сложных структурных и химических превращений, происходящих в результате воздействия на материал различных факторов, (кислород и температура воздуха, вода, динамические нагрузки [1]. Механоактивационное воздействие на битум может привести к улучшению адгезии за счёт разрушения слабых ковалентных связей в битуме и направления, высвободившиеся активных центров на взаимодействие с минеральным материалом. При этом предпочтительна низкотемпературная механоактивация в вязкопластичном состоянии битума во избежание внутриклеточных актов рекомбинации свободных радикалов в битуме при высокой температуре. Иными словами ме-

ханоактивация заключается в приложении к битуму быстрых сдвиговых деформаций, т.е. дополнительной энергии для выхода из клетки радикалов, а повышенная вязкость препятствует их сближению. Низкотемпературная механоактивация битума улучшает физико-механические свойства асфальтобетона и позволяет снизить содержание битума в асфальтобетонной смеси, приготовленной в лабораторных условиях на 8-10 %. За счёт низкотемпературной сдвиговой механоактивации происходит улучшение физико-механических свойств асфальтобетона. Происходит увеличение предела прочности на сжатие при 50°С для образцов асфальтобетона, приготовленных на механоактивированном битуме в среднем на 15 %. Увеличивает коэффициент длительной водостойкости для асфальтобетонов, приготовленных на механоактивированном битуме в среднем на 15-20 % по сравнению с асфальтобетонами, приготовленными на исходном битуме [2].

Оборудование и методика проведения низкотемпературной механоактивации битума в лабораторных условиях.

Механоактивационная обработка заключается в интенсивном перемешивании битума при скорости сдвига $V_{сд}$ в диапазоне от 0.39 м/с до 2.36 м/с при круговой скорости от 500 об/мин до 3000 об/мин, в температурных режимах от 70°С до 160°С. Для механоактивации битума была изготовлена шнековая установка состоящая из электромотора УЛ-062 (50 Hz, 180 W, \approx 220 V, 5000 об/мин, КПД 60 %) на вал к которому был смонтирован шнек \varnothing 30 мм и длиной 250 мм. Шнек помещался в рабочую камеру, которая представляет собой металлический стакан \varnothing 40 мм и высотой 300 мм. Внутренний диаметр рабочей камеры выполнен так, чтобы между шнеком и краями камеры существовал зазор по 5 мм от каждой внутренней поверхности во избежание соударений рабочих органов установки друг о друга (рис. 1).

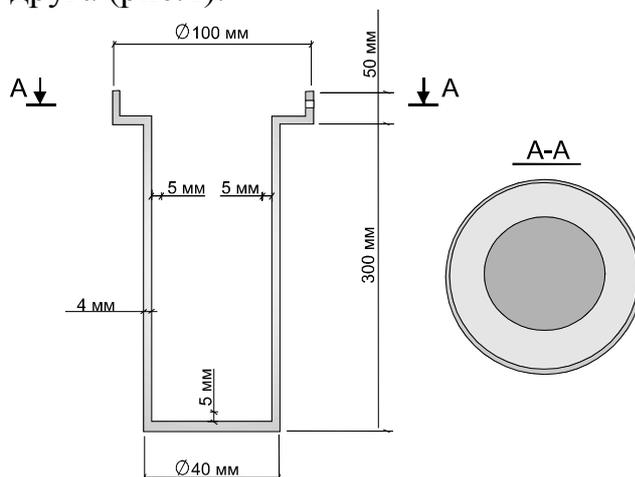


Рис. 1 Вид рабочей камеры для механоактивации битума.

Регулирование скоростного режима активации осуществлялось с помощью лабораторного автотрансформатора с диапазоном рабочих измерений 0-250 В, а скорость вращения шнека регистрировалась с помощью тахометра часового ТЧ 10-Р. Вид шнековой установки и вспомогательного оборудования показан на рис.2

Необходимое количество битума помещалось в металлический стакан (рабочую камеру) и разогревался до требуемой температуры активации. Одновре-

менно в термостате производился нагрев шнека до той же температуры. По достижении требуемой температуры битума, разогретый шнек монтировался на вал электромотора и прочно закреплялся на нём винтом, после чего помещался в рабочую камеру с разогретым битумом. Затем производилась механоактивация битума в необходимом скоростном режиме в течении 1 минуты. По истечении времени механоактивацию прекращали, а активированный битум применялся для приготовления экспериментальных асфальтовяжущих.

Стоит обратить особое внимание на строгое соблюдение температурных режимов, как при активации битума, так и при приготовлении асфальтобетонных смесей.

В качестве материалов для исследования были взяты образцы битума БНД 60/90 обычного и активированного. Активация битума была проведена при температуре 120°C, при скорости вращения 3000об/мин [2].

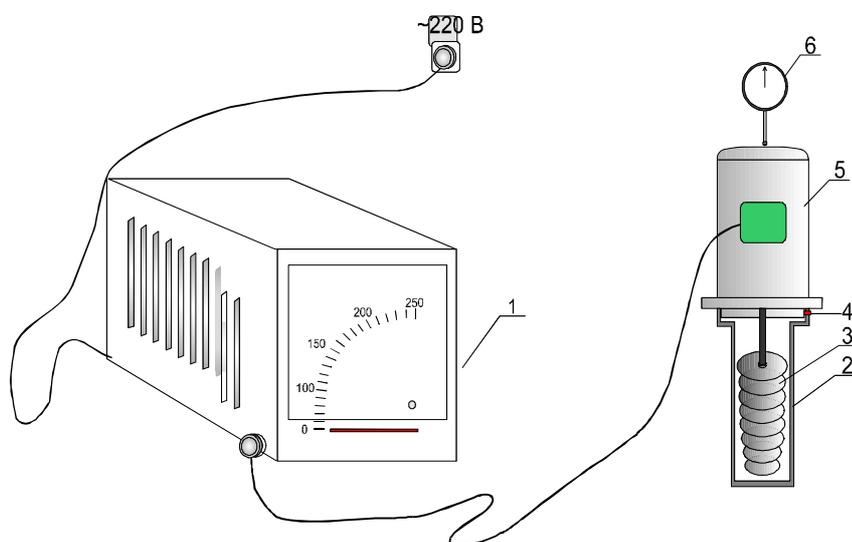


Рис. 2 Вид шнековой установки и вспомогательного оборудования.

1 - лабораторный автотрансформатор; 2 - рабочая камера; 3 - шнек; 4 - стопорный винт, для предотвращения вращения рабочей камеры во время активации битума в заданном скоростном режиме; 5 - электромотор; 6 - тахометр для измерения скорости вращения вала электромотора.

Испытания асфальтовяжущих веществ

Асфальтовяжущие на основе минерального порошка приготавливали смешиванием с битумом БНД 60/90 при температуре 150-160°C до получения однородной массы в широком диапазоне соотношений битума с минеральным порошком Б/П.

Для оценки термоокислительной устойчивости битума принимают величину изменения температуры размягчения по методу «кольцо и шар» после 5 часового прогрева при 160°C. По аналогии принимаем ту же методику определения термоокислительной устойчивости для сопоставляемых асфальтовяжущего при условии более длительного прогрева от 5 до 25 часов. Приготовлены образцы асфальтовяжущих в соотношениях Б/П: 1/0; 1/1; 1/1,5 и эти образцы прогревали при 160°C в режиме, регламентированном для битумов, с последующим определением температуры размягчения через 5,10,15,20,25 часов прогрева.

Исходные значения температуры размягчения асфальтовяжущих на обычном и активированном битуме наглядно показаны на рис.3

Судя по рисунку можно сказать, что механоактивированный битум обладает более низкой температурой размягчения.

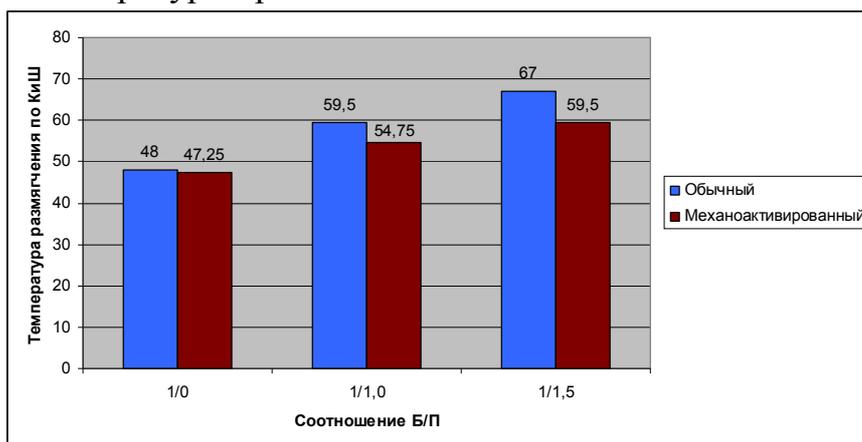


Рис.3. Влияние массового соотношения битума стандартного и механоактивированного Б/П на температуру размягчения асфальто вяжущих $t_{\text{КШ}}$ °С.

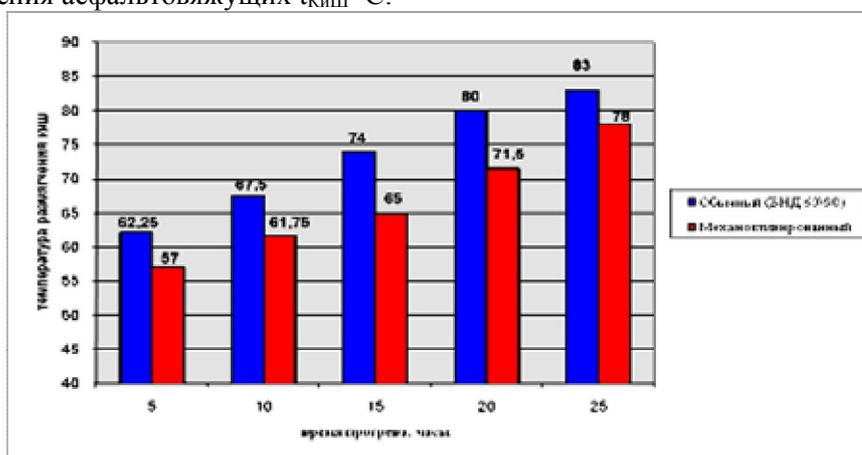


Рис.4. Влияние времени прогрева стандартного и механоактивированного асфальто вяжущего с соотношением Б/П 1/1,0 на температуру размягчения асфальто вяжущих $t_{\text{КШ}}$ °С.

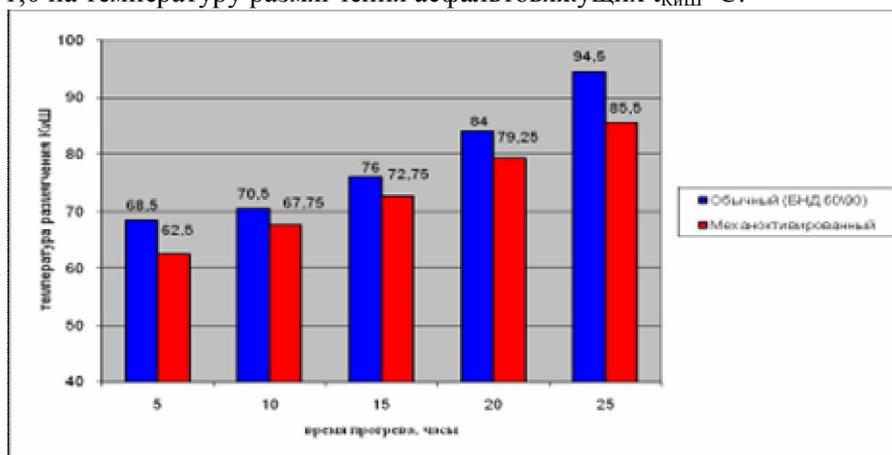


Рис.5. Влияние времени прогрева стандартного и механоактивированного асфальто вяжущего с соотношением Б/П 1/1,5 на температуру размягчения асфальто вяжущих $t_{\text{КШ}}$ °С.

Анализируя графики (рис.4 и рис.5) можно сделать вывод, что механоактивированный битум при старении обладает меньшей температурой размягчения, т. е. стареет медленнее. Особенно заметно уменьшение температуры размягчения асфальто вяжущего при соотношении Б/П (1/1,0).

Библиографический список:

1. Лескин А.И. Улучшение дорожного вязкого нефтяного битума на стадии его производства при снижении температуры окисления. Автореферат. Волгоград, ВолгГАСУ, 2006
2. Пронин С.А. Обоснование температурного и сдвигового режимов механоактивации битума для улучшения качества асфальтобетонов. Дис. на соиск. уч. степени к.т.н. / Волгоград: 2003.

УДК 625.068.2

**ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ
УКРЕПЛЕННЫХ ГРУНТОВ И ИХ УСТРОЙСТВО СОВРЕМЕННЫМИ
СРЕДСТВАМИ МЕХАНИЗАЦИИ.**

Мавлиев Л.Ф., Вдовин Е.А.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

В настоящее время одной из важнейших задач в области развития дорожной сети Российской Федерации является обеспечение сельских населенных пунктов круглогодичной связью с дорогами общего пользования. В ряде регионов страны, в том числе в Республике Татарстан, проблему отсутствия запасов прочных каменных материалов, пригодных для устройства дорожных одежд, возможно решить путем применения укрепленных грунтов, что может обеспечить значительное ресурсо- и энергосбережение. Однако грунты, укрепленные традиционными вяжущими имеют ряд существенных недостатков: значительный срок набора прочности, повышенный расход вяжущего и пониженные строительно-технические свойства.

Проведенный обзор отечественной и зарубежной научно-технической литературы показал, что устранение перечисленных недостатков возможно с помощью модификации укрепленных грунтов современными добавками и стабилизаторами.

Однако, расширению номенклатуры дорожно-строительных материалов должно сопутствовать повышение качества работ, что возможно при внедрении современных технологий и средств механизации, в том числе высокопроизводительных ресайклеров.

С целью оценки эффективности применения модифицированных укрепленных грунтов и использования современных средств механизации разработаны конструкции дорожных одежд автомобильных дорог III, IV и V технической категорий и разработаны единичные нормы и расценки на устройство таких конструкций с использованием высокопроизводительных ресайклеров.

Проведена технико-экономическая оценка данных вариантов конструкций и механизмов, которая показала возможность снижения стоимости строительства и затрат ресурсов.

Now one of the major problems in the field of development of a road system of the Russian Federation is maintenance of rural settlements with all-the-year-round communication with public roads.

In a number of country regions, including in Republic Tatarstan, a problem of absence of stocks of strong gravels, suitable for the device of road clothes, probably to decide by application of staked priming coats that can provide considerable resurso - and an energy-saving. However the priming coats strengthened by the traditional knitting have a number of essential lacks: considerable term of a set of the durability, the raised expense knitting and the lowered building-technical properties.

The spent review of the domestic and foreign scientific and technical literature has shown that elimination of the listed lacks probably by means of updating of staked priming coats by modern additives and stabilizers.

However, improvement of quality of works that is possible at introduction of modern technologies and mechanisation means, including high-efficiency recycling should accompany expansion of the nomenclature of road-building materials.

For the purpose of an estimation of efficiency of application of the modified staked priming coats and use of modern means of mechanisation designs of road clothes of highways III are developed, IV and V technical categories and individual size standards and quotations on the device of such designs with use high-efficiency recycling are developed.

The technical and economic estimation of the given variants of designs and gears which has shown possibility of depreciation of building and expenses of resources is spent.

В настоящее время одной из важнейших задач в области развития дорожной сети РФ является обеспечение сельских населенных пунктов круглогодичной связью с дорогами общего пользования. Отсутствие подъездов с твердым покрытием к сельским населенным пунктам обуславливает значительные затраты на перевозки по грунтовым дорогам, которые в 1,8-2,2 раза выше, чем по дорогам с твердым покрытием, и в 3-4 раза выше, чем по дорогам с усовершенствованным покрытием.

Строительная отрасль наиболее успешно может развиваться при условии повышения качества, расширения номенклатуры и снижения стоимости строительства [1]. В ряде регионов страны, в том числе, в Республике Татарстан отсутствуют запасы прочных каменных материалов, пригодных для устройства дорожных одежд. Наиболее перспективным направлением в решении данной проблемы является применение укрепленных грунтов в конструкциях дорожных одежд, которое может обеспечить значительное ресурсо- и энерго-сбережение [2].

Однако грунты, укрепленные традиционными вяжущими (цемент, известь, битум, смолы) и отходами промышленности имеют ряд существенных недостатков: значительный срок набора прочности, повышенный расход вяжущего и пониженные строительно-технические свойства (прочность, морозостойкость, водостойкость, трещиностойкость) [3,4,5]. В результате чего ограничивается область возможного применения укрепленных грунтов в конструкциях дорожных одежд и снижается эффективность строительства. Проведенный обзор отечественной и зарубежной научно-технической литературы показал, что устранение перечисленных недостатков возможно с помощью модификации укрепленных грунтов современными добавками и стабилизаторами, такими как – Perma-Zyme 11X (Инструкция по применению «Perma-Zyme 11X» при строительстве и ремонте автомобильных дорог, Комитет развития транспортной инфраструктуры Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан, ПР РК - 2005), ANT (ТУ 5711-073-01393697-2009 «Грунты, обработанные раствором стабилизатора «ANT», для дорожного и аэродромного строительства»), Nicoflok (ТУ 5743-003-13881083-2006 «Добавка укрепляющая для вяжущих растворов и сухих смесей «NICOFLOK») и др.

Целью данной работы явилось проектирование конструкций дорожных одежд со слоями из укрепленных грунтов с перечисленными модификаторами в конструкциях дорожных одежд и определение эффективности их устройства современными машинами и механизмами.

Для достижения поставленной цели разработаны конструкции дорожных одежд со слоями из укрепленных грунтов для автомобильных дорог III, IV и V технической категорий (рис.1).

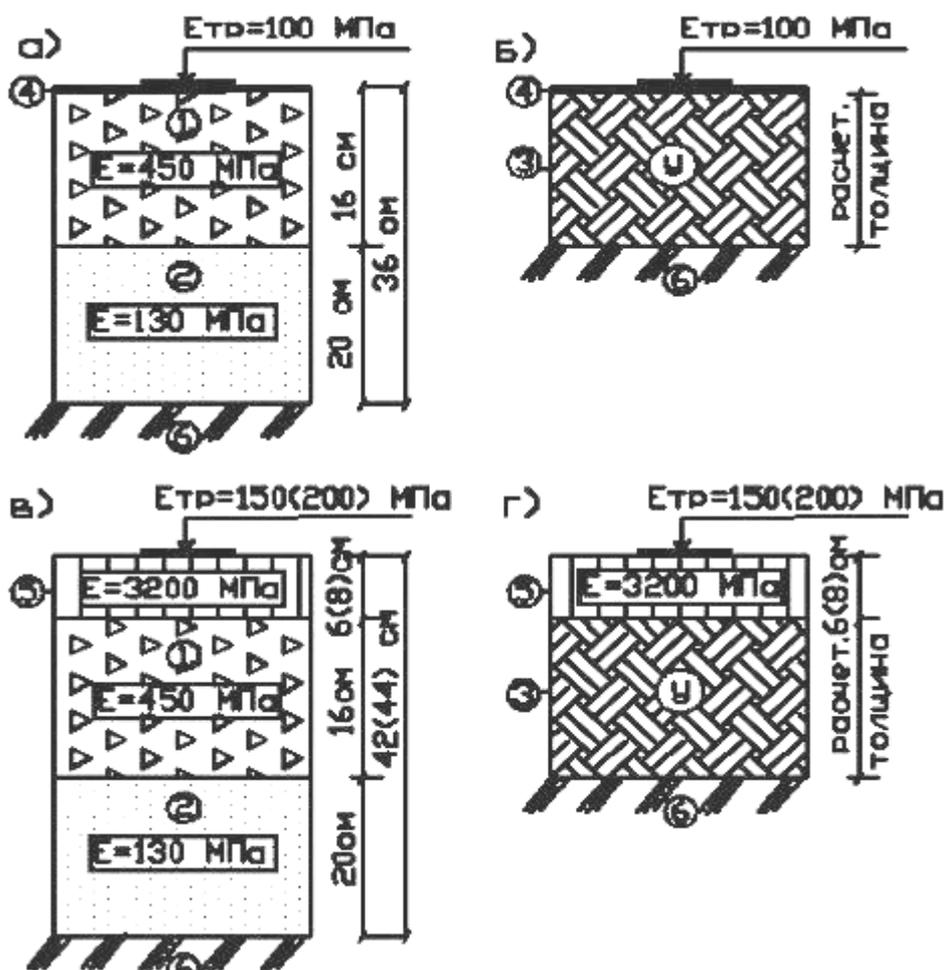


Рис. 1. Конструкции дорожных одежд автомобильных дорог

а) и б) – для V категории, в) и г) – для IV и III (в скобках) категории.

- 1 - щебень М600
- 2 - песок средней крупности
- 3 – модифицированный укрепленный грунт
- 4 - двойная поверхностная обработка
- 5 - асфальтобетон плотный тип Б марки II
- 6 - грунт земляного полотна - суглинок легкий

Расчет сконструированных дорожных одежд производился в модуле IndorPavement системы автоматизированного проектирования IndorCAD в соответствии с ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд». Все разработанные конструкции дорожных одежд являлись равнопрочными с требуемым модулем упругости 200 МПа для III, 150 МПа для IV, 100 МПа для V категории. Результаты расчетов конструкций дорожных одежд представлены в таблице 1.

Расширению номенклатуры дорожно-строительных материалов должно сопутствовать повышение качества работ, что возможно при внедрении современных технологий и средств механизации. Одними из современных и перспективных механизмов в области строительства автомобильных дорог являются высокопроизводительные ресайклеры, типа Caterpillar RM 350B и Wirtgen WR2500. Данные ресайклеры имеются в парке машин ведущих дорожно-строительных организаций Республики Татарстан.

Для оценки эффективности и сравнения стоимости строительства автомобильных дорог с представленными конструкциями разработаны единичные нормы и расценки на их устройство с использованием ресайклеров Caterpillar RM 350B и Wirtgen WR2500.

Таблица 1

Результаты расчетов конструкций дорожных одежд автомобильных дорог III, IV, V технических категорий

№ конструкции	Основание (III, IV категории)/Покрытие (V категория)						
	материал	Вязущее		Модификатор		Толщина слоя, см	Модуль упругости, МПа
		Наименов.	Расход, % от массы грунта	Наименов.	Расход, от массы (на объем) грунта		
I	Укрепленный грунт	ПЦ*	5	Perma-Zyme	0,03л/м3	20	800
II		ПЦ	5	ANT	0,13л/м3	20	800
III		ПЦ	10	Жидкое стекло	0,5%	22	600
IV		ПЦ	8	Nicoflok	0,8%	20	800
V		ПЦ	10	-	-	20	800
		БЭ**	5				
VI	Щ***	-	-	-	-	16	450

*ПЦ – портландцемент, **БЭ - битумная эмульсия, ***Щ – щебень М600

На основании разработанных единичных норм и расценок выполнены сметные расчеты строительства 1км автомобильной дороги III, IV и V технической категории с запроектированными конструкциями дорожных одежд, используя в качестве ведущих механизмов - ресайклера Caterpillar RM 350B и Wirtgen WR2500. В качестве контрольной назначена традиционная конструкция дорожной одежды №VI (табл.1), состоящая для III и IV технической категории из покрытия - однослойного асфальтобетона тип Б марка II и основания – несущий слой из щебня М600 и дополнительный слой из песка средней крупности и для V категории из покрытия - щебень М400 со слоем износа и основанием из песка. Экономическая эффективность оценивалась на основе сравнения стоимости строительства 1 км автомобильной дороги с предлагаемой и контрольной конструкцией дорожной одежды.

Анализ результатов расчета выявил, что наибольшее повышение эффективности при использовании указанных механизмов показали дорожные одежды №I, II, III (таб.1) со слоями из укрепленных грунтов модифицированных Perma-Zyme 11X, ANT, жидким стеклом. Экономическая эффективность применения укрепленных грунтов с данными добавками составила на 1 км автомобильной дороги III категории - от 255,93 тыс.руб. (4%) до 1325,1 тыс.руб. (22%), IV категории - от 242,74 тыс.руб. (5%) до 1178,3 тыс руб. (26%), V категории – от 229,54 тыс.руб. (8%) до 1031,45 тыс.руб. (35%) (рис.2).

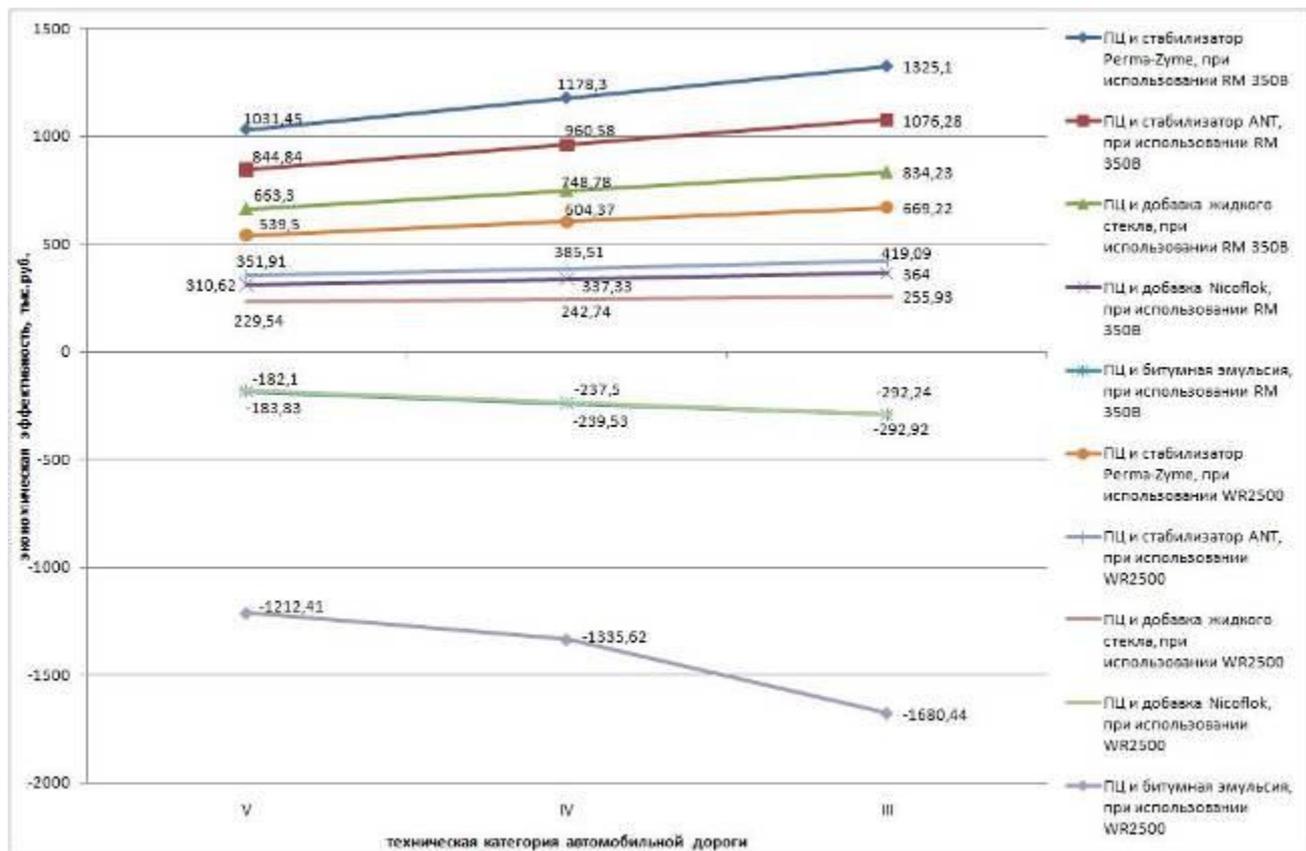


Рис.2. Изменение экономической эффективности в зависимости от технической категории автомобильной дороги при использовании ресайклера Caterpillar RM 350B и Wirtgen WR2500

Повышение экономической эффективности от применения модификаторов Perma-Zyme 11X, ANT и жидкое стекло в процентном выражении обратно пропорционально росту технической категории. Наибольший процент достигается для автомобильных дорог V категории. Однако, значение экономической эффективности в стоимостном выражении увеличивается с ростом технической категории автомобильной дороги (рис.2). Это связано с тем, что меньший процент экономической эффективности компенсируется большим значением стоимости 1 км автомобильной дороги.

Установлено, что за счет работающего в сцепке с механизмом Wirtgen WR2500 смесителя WM-400 значительно повышается стоимость производства работ и выбор ресайклера Caterpillar RM 350B в качестве ведущего механизма является экономически более выгоднее. Однако использование первого эффективнее в технологическом плане за счет сцепленного с ним смесителя. При производстве работ с помощью данных механизмов достигаются высокие темпы строительства с получением однородной смеси, что влияет на повышение физико-механических свойств материала [6].

Применение добавки Nisoflok оправдано при ведении работ ресайклером Caterpillar, а устройство укрепленного слоя механизмом Wirtgen приводит к экономическим потерям. Также использование ресайклера WR2500 со смесителем WM400 ведет к значительному удорожанию укрепления грунтов комплексным вяжущим - портландцементом и битумной эмульсией.

Таким образом, запроектированы новые конструкции дорожных одежд со слоями из модифицированных укрепленных грунтов, позволяющие повысить

эффективность их использования за счет снижения стоимости строительства и максимального использования местных материалов. Разработаны сметные нормы и расценки на устройство оснований и покрытий из укрепленных грунтов с использованием различных современных средств механизации. По полученным данным определена экономическая эффективность строительства автомобильных дорог с разработанными конструкциями, дающими возможность ускорить обеспечение сельских населенных пунктов круглогодичной связью с дорогами общего пользования и внести вклад в развитие дорожной сети страны.

Для успешного внедрения экономичных конструкций дорожных одежд на производстве необходимо проведение дальнейших исследований строительно-технических свойств укрепленных грунтов с добавками модификаторов для различных грунтов и климатических условий.

Библиографический список:

1. Прокопец В.С. СибАДИ: Повышение эффективности дорожно-строительных материалов механоактивационным модифицированием исходного сырья: Дис. ... док. техн. наук. – Омск, 2005.-302 с.
2. Ольховиков, В.М. Надежный грунт / В.М. Ольховиков // Журн. Строительная техника и технологии. – 2008. - №7. – С. 93-94.
3. Автомобильные дороги: Одежды из местных материалов: учеб. пособие для вузов / под ред. А.К.Славуцкого. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1987. – 255 с.
4. Безрук, В.М. Укрепленные грунты в дорожном и аэродромном строительстве. / Безрук В.М. -М.: Транспорт, 1971. – 247 с.
5. Безрук, В.М. и др. Укрепленные грунты. (Свойства и применение в дорожном и аэродромном строительстве) / В.М.Безрук, И.Л.Гурячков, Т.М.Луканина, Р.А.Агапова. – М.: Транспорт, 1982. – 231 с.
6. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т.II/ Васильев А.П. [и др.]. - М.: Изд-во "ВиАрт Плюс", 2004.-503 с.

УДК 625.2

ИЗУЧЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТОВ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ Г. ВОЛГОГРАДА

Кузьмин С.В., Шапалин Е.С. (АД-2-05)

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Статья посвящена изучению влажности грунтов на улично-дорожной сети Волгограда

Article is devoted to the studies of soil moisture on Volgograd road traffic network

Существующее дорожно-климатическое районирование не в полной мере отвечает требованиям проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Особенно это характерно для мегаполисов и крупных муниципальных образований, где на выбор проектных решений большое влияние оказывает застройка и прилегающая к ней территория. В связи с этим разработка методики районирования территории крупных муниципальных образований (например, городов-миллионников) представляется весьма актуальной.

Наиболее существенным фактором влияющим на устойчивость дорожных сооружений в условиях городской застройки является влажность грунта, которая зависит от целого ряда факторов – рельефа местности и вида грунта, этаж-

ности застройки и характера прилегающей территории, наличия подземных коммуникаций, конструкции дорожной одежды и т.д. В связи с этим определение влажности должно базироваться на многофакторном анализе функционирования улиц и дорог в условиях городской среды.

На сегодняшний день общая протяженность улиц и дорог Волгограда составляет около 1800 км, из которых к категории А и Б (скоростные и общегородские магистрали) [1] отнесено порядка 250 км. Именно на этих улицах и дорогах в 2009 г. в рамках выполнения муниципального контракта УНПП «Аспект» и ВЦ «РосдорНИИ» проводили комплексную диагностику, в ходе которой определяли прочность дорожных одежд и естественную влажность грунтов под телом дорожной одежды.

Диагностика проводилась в нерасчетный период года путем отбора проб из лунок на характерных участках улиц и дорог по правой полосе наката. На улицах с разделенным движением, соответственно, в прямом и обратном направлении. В общей сложности пробы грунта были отобраны из 220 лунок на основных магистралях Волгограда (рис.1). Физические характеристики грунта определялись в лабораторных условиях в соответствии с требованиями ГОСТ 5180-84 [2].

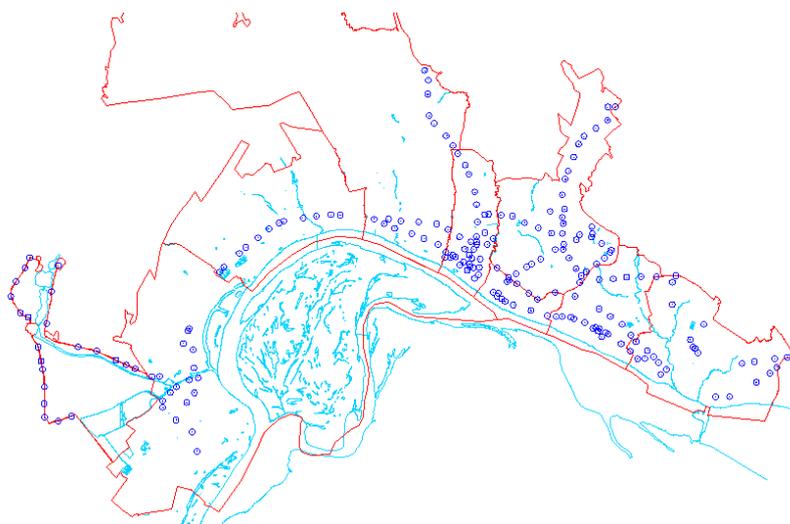


Рис. 1 Места отбора проб грунта на улично-дорожной сети Волгограда

В результате исследований была определена естественная влажность грунта под телом дорожной одежды на основных продольных и поперечных направлениях города. Результаты исследований показывают, что влажность грунта изменяется в широких пределах как в целом по городу, так и в пределах административных районов. Так в зависимости от вида грунта значение естественной влажности в разных местах города колеблется от 5 до 30 %, что дает основание предположить наличие взаимосвязи влажности грунта и характера застройки.

На основании полученных данных составлена сводная таблица с количественным и качественным описанием характерных особенностей каждого участка для проведения многофакторного анализа влияния городской среды на влажность грунтовых оснований.

Кроме этого, в 2010 г. запланировано проведение работ по определению влажности грунтов прилегающей к улицам зоны с целью установления взаимо-

связи влажности грунта земляного полотна и открытого поля в различных условиях городской застройки.

Данное исследование позволит установить закономерности изменения влажности грунта в условиях городской застройки и разработать рекомендации по их учету при проектировании, строительстве и эксплуатации улично-дорожной сети г. Волгограда.

Библиографический список:

1. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2002.

2. ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. М.: Издательство стандартов - 1993 г.

УДК 625. 855. 3

ОПЕРАТИВНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ШЕРОХОВАТОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Стадник А.Ю.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Обосновано применение электроемкостного метода для оперативного статистического контроля шероховатости асфальтобетонных покрытий.

The application of elektroemkostnogo method for operational control of the statistical roughness of the asphalt concrete.

Контроль качества в дорожном строительстве существенно отличается от контроля качества в других областях народного хозяйства. Это связано с линейностью объектов, разнообразием измеряемых параметров, значительной изменчивостью показателей во времени и по координатам, трудностью измерения большинства параметров. Кроме того, они контролируются и оцениваются разными методами, весьма непохожими друг на друга.

Наиболее надежен сплошной контроль качества, выполняемый исполнителем работ (самоконтроль). Однако такой контроль требует большого числа испытаний и в реальных производственных условиях практически не реализуем. В связи с этим на строительстве более широко применяется выборочный контроль. И хотя этот вид контроля в достаточной степени регламентирован нормативно-техническими документами, он обладает рядом недостатков и не обеспечивает необходимой надежности оценки качества.

Кроме того, существующие методы контроля не всегда дают достаточно достоверные результаты. Большинство нормативных документов установлено по три измерения отдельных параметров при контроле качества. Используя статистические данные по контролю каждого параметра и фактическую однородность, можно повысить достоверность существующих методов контроля. Расчеты показали, что достоверность измерений без учета достаточной статистики находится в пределах 35—64% для разных контролируемых показателей.

Таким образом, в 65—36% случаев контроль недостоверен, что приводит к неверной оценке качества производимых работ. С другой стороны нормативные документы по контролю качества требуют измерения большого числа па-

раметров. Согласно методическим указаниям при строительстве асфальтобетонных покрытий необходимо контролировать 19—42 параметра при подборе составов и приготовлении смеси на АБЗ и 11—22 параметра — при контроле качества строительства. Учитывая необходимость ежедневного контроля, а также неоднократность изменений всех параметров в течение смены, объем проводимых изменений оказывается громадным и практически неосуществимым. Для измерения шероховатости на дороге намечают не менее трех створов. В каждом створе должно быть не менее 9 точек, на которых ведутся измерения.

Одним из основных статических показателей асфальтобетонных дорожных покрытий является параметр корреляции r^2 , характеризующий тесноту связи между значениями прямых измерений методом песчаного пятна и значениями косвенных, практически мгновенных измерений емкостным методом (Рис.1;2).

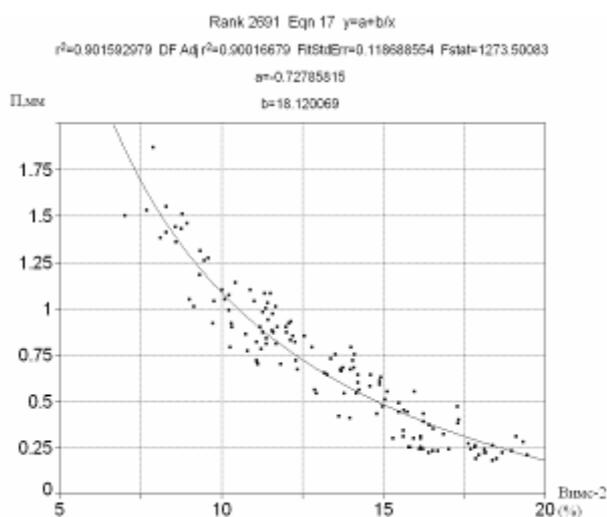


Рис.1. Корреляция между показаниями (П) песчаным пятном и прибором ВИМС-2 (%).

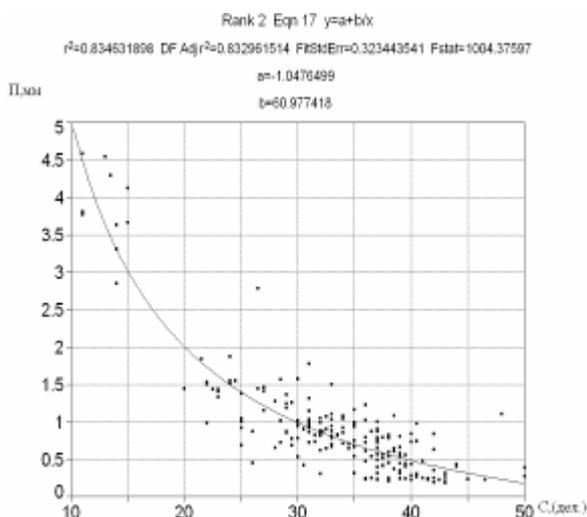


Рис.2. Корреляция между показаниями (П) и емкостными (С).

Из рисунков видно, что более высокий коэффициент корреляции между песчаным пятном и ВИМС-2, равный 0,90. Исходя из этого можно судить, что ВИМС-2 более точный прибор. Необходимо отметить, что метод песчаного пятна трудоемкий и длительный по времени, по сравнению с емкостным методом. Для примера на одно измерение прибором ВИМС-2 требуется 5 секунд.

Все классические методы контроля качества базируются на законе нормального распределения, т. е. симметричного закона.

Если считать закон распределения измеряемой величины нормальным, а коэффициент вариации C_v принять равным только 0,2, то измеряемая величина X может находиться в следующих пределах [1]:

$$X_{\max} = X_{\text{ср}} \cdot (1 + 3 \cdot C_v) = X_{\text{ср}} \cdot (1 + 3 \cdot 0,2) = 1,6 \cdot X_{\text{ср}} \quad (1)$$

$$X_{\min} = X_{\text{ср}} \cdot (1 - 3 \cdot C_v) = X_{\text{ср}} \cdot (1 - 3 \cdot 0,2) = 0,4 \cdot X_{\text{ср}} \quad (2)$$

При традиционном контроле, когда о качестве судят по трем замерам, результаты измерения могут попасть или в зону малых значений измеряемой величины, или в зону больших. В любом случае оценка качества будет не точной.

Таким образом, метод контроля по трем измерениям применим только при высокой однородности контролируемого параметра, что практически наблюда-

ется крайне редко. Кроме того, существующие сейчас жесткие требования к конкретным местам контрольных измерений приводят, с одной стороны, к недостоверности оценки и способствуют тому, что дорожники тщательно подготавливают места предстоящего контроля, не уделяя должного внимания всей дороге, а с другой — к необоснованному увеличению числа испытаний.

Статистические методы позволяют сократить объем контроля и обеспечить необходимую достоверность его результатов. Сокращение достигается за счет математического планирования его целесообразного объема, а повышение достоверности за счет перехода на контроль выборочных участков или точек, назначенных по закону случайных чисел с последующей статистической обработкой результатов многочисленных измерений.

При статистической обработке результатов контроля шероховатости на определенных объектах дорожных покрытий наблюдаются (Таб.1.) существенные различия коэффициента вариации, вызванные влиянием изменения состава асфальтобетона и технологическими особенностями строительства.

Таблица 1

Показатели шероховатости на различных объектах

Объекты дорожных покрытий г. Волгограда	Средняя глубина впадин \bar{h} , мм	Коэффициенты вариации (C_v)	
		h, мм песчаного пятна	показаний прибора ВИМС-2
Ул. Гагарина Тип Б асфальтобетон	0,52	0,58	0,22
Ул. Советская. Тип Б асфальтобетон	0,95	0,41	0,23
Мост через Волгу. Литой асфальтобетон	0,83	0,38	0,15
Мост через Волгу. ЩМА-20	0,27	0,26	0,03

Существует номограмма для определения показателя дефектности, с помощью которой по найденным из опыта величинам коэффициента вариации параметра и значению $R = h_{доп} / \bar{h}$ находят показатель дефектности [1,2].

Приняв допуск h равный 1,00 мм, выполняем оценку качества шероховатости по глубине впадин объектов дорожных покрытий г. Волгограда:

Таблица 2

Оценка качества шероховатости дорожного покрытия на объектах.

Объекты дорожных покрытий г. Волгограда	Показатель R	Оценка качества
Ул. Гагарина Тип Б асфальтобетон	1,92	хорошо
Ул. Советская. Тип Б асфальтобетон	1,05	неудовлетворительно
Мост через Волгу. Литой асфальтобетон	1,20	неудовлетворительно
Мост через Волгу. ЩМА-20	3,70	отлично

Уровень дефектности связан с балльной оценкой качества выполненных работ по тому или иному параметру [1]:

Таблица 3

Показатели дефектности и оценки качества в балах

Показатель дефектности	0,000-0,050	0,050-0,100	0,101-0,180	Более 0,181
Оценка	Отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно

Это позволяет расширить оценочный диапазон СНиП 3.06.03.-85.

Характеристики распределения \bar{X} и Cv можно определять следующими способами. Во всех случаях желательно случайный ряд измерений (выборку) дать ранжированным, т. е. расставить результаты измерений в возрастающем порядке. За тем исключить «выскакивающие» значения, которые возникают из-за различных случайных ошибок. Это можно сделать несколькими способами, известными из математической статистики, одна ко все они громоздки. В статистике известен способ оценки соот ветствия данного измерения выборке, основанный на оценке раз личий крайних значения вариационного ряда. С этой целью определяют соотношения для значений:

наибольших

$$\tau_n = (X_n - X_{n-1}) : (X_n - X_1) < [\tau]; \quad (3)$$

наименьших

$$\tau_n = (X_2 - X_1) : (X_n - X_1) < [\tau], \quad (4)$$

где X_i - измеренные значения в ранжированном по возрастающей степени ряду ($i=1,2,3 \dots n-1, n$); $[\tau]$ - допустимое значение оценочного критерия, принимаемое по таблице [1] при 99% вероятности.

Среднее значение ряда \bar{X} вычисляют как среднее арифметическое значение по формуле:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i / n . \quad (5)$$

Для определения неоднородности (разброса) полученных данных необходимо определять среднее квадратическое отклонение или коэффициент вариации измеряемой величины.

При достаточно большом ($n > 30$) числе измерений рекомендуется для определения среднего квадратического отклонения использовать выборочную дисперсию

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (6)$$

При небольшом числе измерений ($n < 30$) нужно применять исправленную дисперсию

$$\sigma' = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (7)$$

Можно среднее квадратическое отклонение принимать по размаху R . С этой целью пользуются выражением:

$$\sigma'' = (X_{\max} - X_{\min}) : d , \quad (8)$$

где X_{\max} , X_{\min} – соответственно максимальные и минимальные значения ранжированного ряда после отбрасывания выскакивающих значений; d - находят по таблице в зависимости от числа измерений n .

Несмотря на кажущуюся сложность, статистические методы в достаточной степени просты, надежны, экономически выгодны и, что самое главное, созда-

ют условия для более объективной оценки при од новременном сокращении трудозатрат на контроль.

При использовании прибора ВИМС-2 получены косвенные значения шероховатости, которые коррелируют с показателями по методу «песчаного пятна» при параметре корреляции 0,90 (Рис.1). Высокий параметр корреляции позволило проградуировать измеренные прибором ВИМС-2 косвенные значения в величинах шероховатости [3]. Исходя из этого, прибор ВИМС-2 можно считать универсальным, используемым для быстрого определения влажности грунтов и шероховатости сухих асфальтобетонных покрытий.

Библиографический список:

1. Операционный контроль качества земляного полотна и дорожных одежд. Под редакцией А.Я Тулаева. М. «Транспорт.» - 1985.-С.205-208.
2. Семенов В.А. Качество и однородность автомобильных дорог. - М.:Транспорт, 1989.-125 с.
3. Сопоставление методов измерения шероховатости и плотности асфальтобетонных дорожных покрытий. XIII Региональная конференция молодых исследователей волгоградской области, Волгоград, 11-14 ноября Волгоград 2008 г. ВолгГАСУ, 2009.-94-100с.

УДК 625.855.3

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПЛОТНЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Сливин Д.А. (АДб-1-06)

Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор, Романов С.И.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Проблемы оптимизации уплотнения асфальтобетонных покрытий и пути их решения с применением современных методов и приборов контроля.

Problems of optimization of the compression process for bituminous concrete and ways to solve them using modern methods and control devices .

Каждый раз, приступая к асфальтобетонным работам на дороге, любой подрядчик должен быть уверен в том, что он сумеет устроить ровное, плотное, прочное и долговечное покрытие. На это же надеется и заказчик, анализируя предыдущий опыт подрядчика, профессиональный уровень его специалистов и рабочих, наличие современной техники и использование наиболее прогрессивных и усовершенствованных технологий.

На данный момент ситуация с качеством асфальтобетонных работ и сроками службы заметно улучшилась. Сами дорожники стали в этом плане грамотнее и ответственнее. Более качественными стали исходные материалы для асфальтобетона, многие подрядчики используют современные АБЗ, укладчики и катки, освоили передовые технологии устройства покрытий с помощью перегружателей смеси, ультразвуковой автоматики на укладчиках, ударно-вибрационного уплотнения смеси катками отечественных и зарубежных производителей.

И, тем не менее, пока не все в сегодняшней асфальтобетонной технологии устраивает ведущие дорожные фирмы и специалистов России, особенно, когда речь заходит об уплотнении горячих асфальтобетонных смесей в покрытии.

Многолетняя практика показывает, что не всегда и не всякие образцы катков обеспечивают минимально требуемое по нормам или еще более высокое качество уплотнения асфальтобетона.

Сравнительный анализ функционально-технологических параметров и особенностей большого количества статических и виброкатков и результатов укатки ими горячих а/б смесей различными слоями выявил несколько пробелов, упущений и существенных недостатков, отражающихся на качестве а/б.

Главный недостаток состоит в вольном или невольном игнорировании влияния толщины уплотняемого слоя а/б на итоговый результат их работы. В дорожной отрасли при возведении земляного полотна технолог либо по техническим характеристикам грунтоуплотняющей машины, либо по рекомендациям фирмы, выпустившей данную машину, либо путем пробного уплотнения устанавливает оптимальную толщину слоя отсыпки грунта в насыпь и рациональный режим его уплотнения этой машиной.

При устройстве же а/б покрытий оптимальных толщин не определяют, так как толщина слоя жестко задается проектом и контрактом. К тому же многие ошибочно полагают, что между толщинами слоев устраиваемых покрытий не такая уж большая разница и что это не имеет принципиального значения. Поэтому в подавляющем большинстве случаев одни и те же наличные виброкатки дорожник использует, к примеру, на слоях 5 и 8 или 3 и 7 см, хотя теоретически вес статического катка или эквивалентная динамическая сила вальца виброкатка для слоя 3см должна быть меньше в 1.5 раза, чем для слоя 7 см. Отсюда очевиден возможный разбой в качестве уплотнения таких слоев одним и тем же катком.

Также к недостаткам можно отнести тот факт, что снижение температуры уплотняемого покрытия и окружающей среды не позволяет достаточно точно регулировать процесс уплотнения. К сожалению, устройством существующих виброкатков не предусмотрено плавное и постепенное повышение центробежной силы вибровозбудителя сообразно нарастанию плотности и прочности асфальтобетона и снижению его температуры, как это имеет место при смене статических катков. При включении виброкатков эта сила тут же приобретает постоянное и максимальное значение, хотя с точки зрения качества уплотнения а/б, надобности сразу в таком максимальном ее значении нет никакой.

В начальной фазе виброукатки с такой центробежной силой, когда а/б еще горячий и не очень плотный, динамические силовые воздействия вальцов катка, как правило, оказываются излишне чрезмерными и могут сопровождаться не столько уплотнением, сколько разуплотнением, сдвигами и даже разрушением приповерхностной зоны слоя.

Избежать этого можно некоторым охлаждением смеси, но лучше и полезнее выполнить ее подкатку 2-3 проходами в режиме статического катка и лишь после этого включать вибрацию. Грамотные и опытные дорожники часто пользуются таким приемом.

Существенным недостатком также является то, что все модели катков создавались и создаются не на основе теоретического осмысления самого процесса уплотнения и особенностей механики силового взаимодействия рабочего органа катка с уплотняемым материалом, а эмпирическим путем, методом проб и

ошибок через практический эксперимент. По этой причине никто до сих пор не может дать вразумительных ответов на вопросы о силе воздействия вальца виброкатка на уплотняемый материал или о значениях контактных давлений статических и виброкатков на этот материал. До сих пор в качестве критерия оценки уплотняющей эффективности статического гладковальцового катка используется линейное давление его вальца, никак не связанное ни с прочностью, ни с деформативностью уплотняемого материала. Зачастую оценка их работы производится приблизительно и интуитивно по значениям отдельных показателей и параметров. Но чаще такая оценка строится на доверии к фирме-производителю виброкатка.

Достижение требуемых качеств покрытия возможно при соответствии параметров применяемых машин свойствам асфальтобетонных смесей, соблюдения температурных режимов при укладке и уплотнении смесей и обеспечения технологических режимов укатки.

Анализ применяемых технологических схем при устройстве дорожных покрытий из горячих асфальтобетонных смесей показал, что в зависимости от конкретных производственных и метеорологических условий, а также применяемого материала могут быть использованы разные технологические схемы производства работ. Следовательно, устройство дорожных покрытий зависит от разных факторов, каждый из которых оказывает влияние на выбор параметров применяемых машин и технологических режимов их работы.

Основным фактором, оказывающим влияние на качество покрытия из горячих асфальтобетонных смесей, является температура, которая влияет на прочностные и деформативные свойства уложенного слоя. Изменение прочности смеси, связанное с температурой, происходит на всем этапе строительства покрытий. Установлено, что получаемая плотность дорожного покрытия зависит от температуры смеси в начале уплотнения при одинаковом времени воздействия вальца катка одной и той же машины (рис.1)

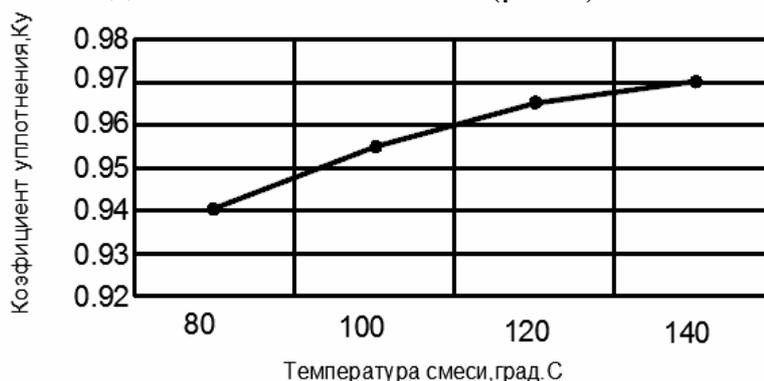


Рис.1 Зависимость коэффициента уплотнения от температуры смеси в начале уплотнения

Коэффициент уплотнения - это отношение фактической плотности материала к стандартизированной

$K_u \geq 0.99$ для асфальтобетона тип А, Б

$K_u \geq 0.98$ для асфальтобетона тип В, Г, Д

На практике горячие асфальтобетонные смеси иногда уплотняют и при пониженных температурах смеси при наличии тяжелых катков, однако это приводит к снижению эффективности работы уплотняющих машин и низкому каче-

ству покрытий. Исследованиями В. Б. Пермякова установлено, что при одном и том же коэффициенте уплотнения (0,995-0,996) прочность образцов на сжатие при тем пературе 50°C ($R_{,0}$) уменьшается с понижением температуры, при которой они формовались. Наиболее существенное снижение прочности образцов наблюдается для смесей типа А (31,1%).

Установлено, что предел прочности асфальтобетонной смеси, а также ее деформативная способность, при одном и том же составе смеси, зависит от температуры. Изменение температуры смеси от 150 до 50°C приводит к увеличению предела прочности в 2,0-2,5 раза, а деформативная способность материала увеличивается в 4 раза. Наибольший эффект уплотнения может быть получен при высокой температуре асфальтобетонной смеси, когда битум, а следовательно и смесь, имеют наименьшую вязкость. Распределение и предварительное уплотнение горячей смеси укладчиком осуществляется при температуре, при которой она доставляется к месту производства работ. Согласно нормативным документам температура смеси при отгрузке потребителю и температура смеси при распределении укладчиком регламентированы. Качество укладываемой смеси в покрытие зависит от технической характеристики асфальтоукладчика и его технологических режимов работы.

Установлено, что при укладке смесей с малыми скоростями и высоким содержании щебня, при работающих трамбуемом брусом и вибрационной плите, коэффициент уплотнения может достигать величины порядка 0,98-1,0. Из этого был сделан вывод о возможности уплотнения покрытий только рабочими органами ас фальтоукладчиков, что позволило бы отказаться от процесса укатки дорожных одежд нежесткого типов катками или свести их работу к минимуму. Анализ параметров машин для укладки асфальтобетонных смесей показал, что за последние годы в конструкции машин внесены существенные изменения. Разработка и внедрение в конструкцию машин систем автоматического регулирования толщины укладываемого слоя смеси и поперечного уклона покрытия, использования устройств для изменения ширины полосы укладки существенно повысили эффективность их применения. Применение вибрационной выглаживающей плиты, а также использование двойного трамбуемого бруса обеспечивает получение коэффициента предварительного уплотнения смеси ас фальтоукладчиком порядка 0,92-0,96, что позволяет уменьшить количество уплотняющих машин при строительстве покрытий. Однако результаты исследований по данному вопросу и практика строительства показали, что в зависимости от заданной производительности устройства покрытия и свойств смеси ас фальтоукладчики не всегда обеспечивают высокие коэффициенты предварительного уплотнения, что требует в дальнейшем применения звена уплотняющих машин. Следовательно, потенциальные возможности повышения уплотняющей способности асфальтоукладчиков видимо есть, но в настоящий момент они не настолько велики, что позволяют отказаться от уплотняющих машин. При высокой температуре асфальтобетонной смеси ее способность сопротивляться внешней нагрузке небольшая. Исходя из требуемых условий уплотнения при высоких температурах смеси, требуются незначительные нагрузки на контакте рабочего органа уплотняющей машины с материалом, что возможно при использовании сверхлегких катков. Однако время, в течение которого смесь

имеет высокую температуру после укладки, незначительно и составляет около 5-10% от продолжительности работ по уплотнению слоя в заданном температурном интервале, согласно существующим рекомендациям. Ввиду непродолжительности их использования при уплотнении горячих асфальтобетонных смесей выпуск таких катков считается нецелесообразным. По мере понижения температуры смеси вязкость битума увеличивается, образовавшиеся прочные связи между частицами материала усиливаются, что приводит к повышению предела прочности смеси и для обеспечения эффективности уплотнения необходимо увеличивать прикладываемую нагрузку. Поэтому технологическими схемами уплотнения дорожных одежд предусматривается применение нескольких катков с разными характеристиками.

Для эффективного применения машин при уплотнении покрытий из горячих асфальтобетонных смесей необходимо знать температурные границы работы катков с учетом области их применения. Учитывая, что предел прочности горячей асфальтобетонной смеси зависит от температуры материала, Н.Я. Хархута рекомендована зависимость выбора параметров катков от температуры уплотняемой смеси, которая представлена на рис. 2.

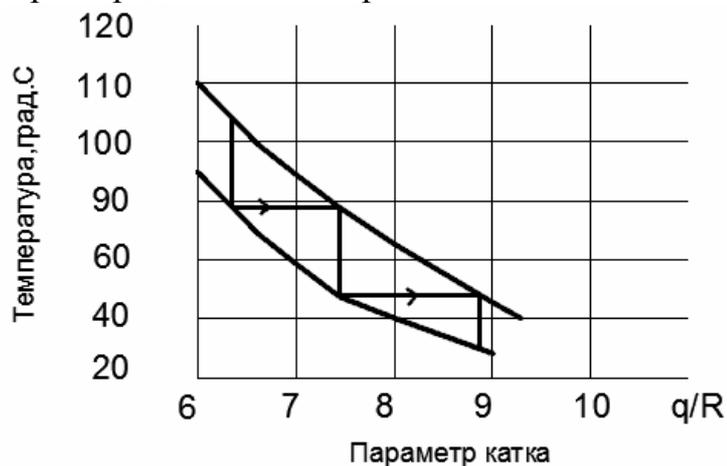


Рис.2 Зависимость температуры начала (1) и конца (2) укатки горячих а/б смесей от их параметров (q-линейное давление, Кн/м; R-радиус вальца катка, м)

Укатка смесей при температурах, расположенных выше кривой 1 приводит к значительным неровностям на поверхности, которые не исчезают при дальнейшей работе тяжелых катков. Продолжение укатки после достижения температуры ниже кривой 2 эффекта не дает и может привести к появлению поверхностных трещин.

Методы и принципы оценки степени уплотнения асфальтобетона во многом сходны с аналогичными для грунтов, однако вопрос об оперативности измерения плотности для а/б покрытий гораздо более актуален, так как смесь быстро остывает и скорость измерений выходит на первый план.

В России используют показатель степени уплотнения, основанный на приготовлении образцов в полевой лаборатории и в использовании плотности лабораторного образца или определенного процента этой плотности укатываемой смеси. При использовании этого показателя имеет значение, какой метод применялся для проектирования состава смеси, скажем, по методу Маршалла смесь уплотняют ударной нагрузкой, по методу Хвима смесь штыкуют стальным

стержнем, а затем прессуют с помощью стального сектора. По системе Суперпейв образец смеси формируют на приборе вращательного уплотнения.

Для определения плотности асфальтобетона существует множество отечественных и зарубежных приборов. Одним из них является измеритель плотности асфальтобетона ПАБ-1.0, сделанный в России (Рис.3). Он предназначен для оперативного неразрушающего контроля плотности и однородности уплотнения а/б покрытий и оснований.



Рис.3 Прибор для определения плотности асфальтобетона

Прибор позволяет:

- оценивать плотность и степень уплотнения дорожных покрытий
- устанавливать наиболее эффективные траектории укатки асфальта
- оперативно выявлять недоуплотненные участки и контролировать критические зоны(стыки, кромки, траектории колес)
- оценивать качество дорог перед нанесением покрытий
- определять зоны покрытия для отбора контрольных кернов и вырубок.

Принцип действия ПАБ-1.0 основан на определении параметров электромагнитного поля в среде асфальтобетона и их преобразовании в значение плотности. С помощью встроенного пирометрического датчика прибор измеряет температуру контролируемого участка асфальта и автоматически учитывает ее при вычислении плотности (Рис.4). При работе с прибором не требуется специального контроля безопасности, как при радиационном методе контроля.

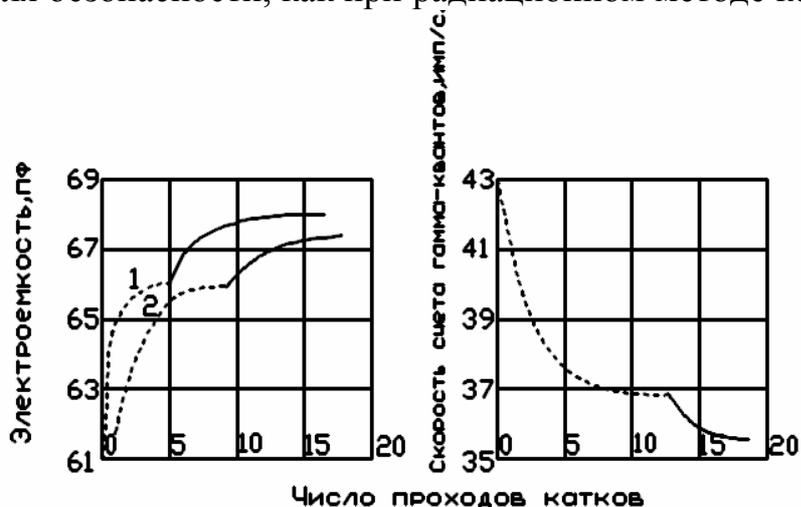


Рис.4 Зависимость показаний электроёмкостного и гамма-плотномеров от числа проходов катков: -----средний, —————тяжёлый;
1- начальная температура 110 град.С, 2-начальная температура 90 град.С

Требуемая плотность асфальтобетона соответствует 68,5 пф. Снижение температуры поверхности покрытия до 90 град.С перед первым проходом катка снизило уплотняющее воздействие катков и привело к проблематичности достижения требуемой плотности а/б, несмотря на увеличение числа проходов.

Электроемкостный плотномер проще, дешевле и безопасней, чем гамма-плотномер, к тому же электроемкостный прибор значительно легче.

В заключении стоит сказать, что построить прочное, оптимально плотное и долговечное покрытие возможно только при соблюдении всех вышеперечисленных требований, в частности это соблюдение температурного режима при транспортировке и укладке а/б смеси, точный подбор уплотняющих машин при грамотной их работе и соблюдение технологии строительства.

Библиографический список:

1. Операционный контроль качества земляного полотна и дорожной одежды. / под ред. А.Я.Тулаева, М.1985
- 2."Физико-химические основы технологии битума и асфальтобетона" учебное пособие С.И.Романов, Волгоград 1998
- 3."Технология устройства дорожных покрытий с учетом температурных режимов асфальтобетонных смесей " под ред. А.Ф.Зубкова, Тамбов 2006
4. Костельов М.П. "Новая технология устойчиво обеспечивает высокое качество уплотнения асфальтобетона" сборник "Дорожная техника",2005, с.120-124

УДК 625.85

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ

Sergey Alexikov,Ingenieur "STRABAG International GmbH"
Reinhard Frohnauer,Abteilungsleiter,Dipl.-Ing. "STRABAG International GmbH"

Результаты диагностики дорог, обобщение данных исследований различных авторов показывают, что недоуплотненное грунтовое основание приводит уже в первые годы эксплуатации к снижению ровности ε и разрушению дорожного покрытия:

$$\varepsilon = \frac{3,556}{K_y^{12,78}}, \quad (1)$$

где K_y – коэффициент уплотнения грунтового основания.

При K_y менее 0,92 дорожной покрытие в первые годы эксплуатации имеет существенные разрушения ($\varepsilon > 10$ мм), при $K_y=0,95-0,96$ – незначительные деформации, при $K_y > 0.96$ явные деформации проезжей части отсутствуют. При этом повышенное уплотнение глинистых грунтов ($K_y > 1,0$) практически не сказывается на состоянии дорожного покрытия, однако позволяет снизить толщину дорожной одежды до 20% и повысить ее долговечность в 1,2-1,3 раза.

Особую актуальность проблема качественного уплотнения грунтов имеет при уширении существующего земляного полотна реконструируемых дорог. Недоуплотнение свежесыпанного грунта в зоне уширения насыпи приводит к развитию продольных трещин на дорожном покрытии через 1-2 года эксплуатации дороги.

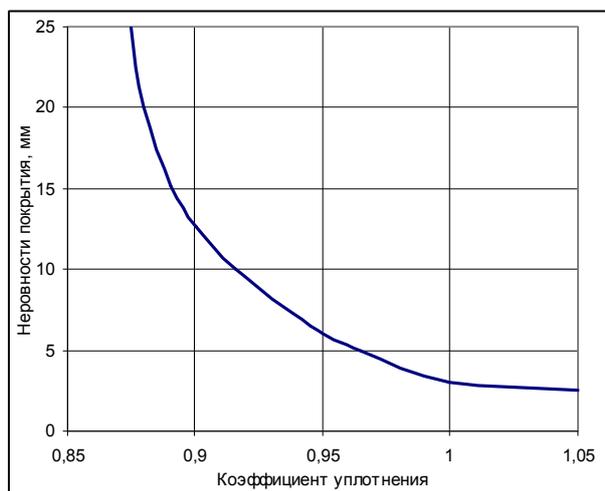


Рис.1. Влияние коэффициента уплотнения грунтового основания на ровность асфальтобетонного покрытия

Исследования физико-механических свойств глинистых грунтов позволили установить зависимость их прочности (модуля упругости) от влажности W и коэффициента уплотнения:

$$E_y = \frac{10,25K_y^{1,499}}{W^{3,482}}, \quad (2)$$

Коэффициент множественной корреляции 0,9, стандартная ошибка 0,02.

Анализ зависимости (2) показывает (рис.2), что прирост прочности грунтового основания при уплотнении в наибольшей степени зависит от относительной влажности грунта. При этом существенное увеличение модуля упругости (до 20%) происходит при повышенном уплотнении грунта с влажностью несколько ниже оптимальной ($W=0,5W_T$). С увеличением относительной влажности до $0,7W_T$ повышенное уплотнение грунта менее эффективно (рис. 2), прирост модуля упругости основания незначителен (с 33 МПа до 38 МПа).

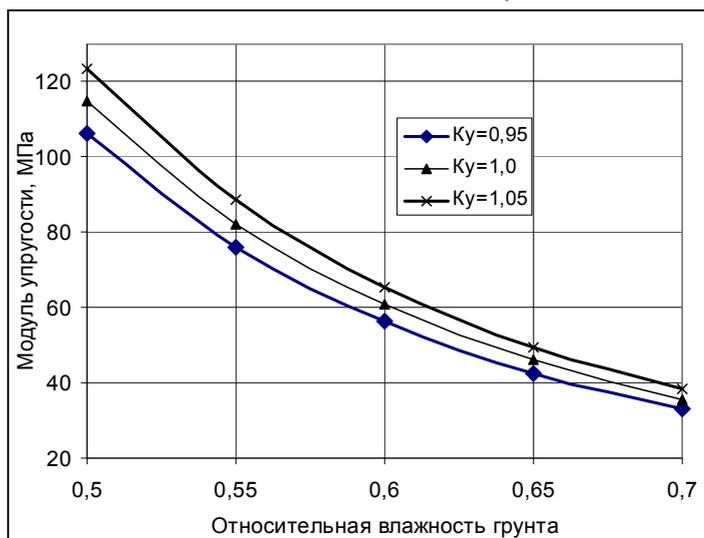


Рис.2. Зависимость модуля упругости от влажности глинистого грунта при различной степени его уплотнения

Для сохранения прочности основания в послестроительный период весьма важно исключить переувлажнения грунтового слоя повышенной плотности.

Это обеспечивается: устройством гидроизолирующих прослоек из геотекстиля или полиэтиленовой пленки, укреплением обочин, своевременным ремонтом дорожного покрытия, устройством конструкций только в засушливых районах с обеспеченных поверхностным стоком и глубоким залеганием уровня грунтовых вод.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Состояние дорожного покрытия в послестроительный период в значительной степени зависит от качества уплотнения грунтового основания. Повышенное уплотнение грунта до $K_y > 1,0$ позволяет снизить толщину дорожной одежды 20% и повысить ее долговечность в 1,2-1,3 раза.

2. Повышенное уплотнение глинистого грунта возможно при относительной влажности не более оптимальной, пониженной толщине уплотняемого слоя (10-15 см) и увеличенном количестве проходов катков (в 1,5-2 раза).

3. Долговечность конструкций дорожных одежд возможна при обеспечении оптимального влажностного режима грунтового основания в период эксплуатации, обеспечивается в засушливых районах водонепроницаемостью дорожного покрытия и обочин, устройством гидроизолирующих прослоек.

УДК 625.75

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОСЕТОК ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Доморадский К.Л. (АД-2-05)

Научный руководитель – д-р.техн.наук, доцент Алексиков С.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В условиях современного скоростного интенсивного движения асфальтобетонные покрытия подвергаются многоциклическому воздействию транспортных средств, которое имеет динамический характер и является одним из основных факторов снижения транспортно-эксплуатационного состояния дорожных покрытий, их разрушения. Известно, что разрушение асфальтобетона под действием многократных нагрузок обусловлено процессами усталости, т.е. образованием и накоплением микродефектов с постепенным снижением прочности во времени [2]. Вторым, и не менее важным фактором снижения прочности и эксплуатационного состояния асфальтобетонных покрытий являются температурные деформации. Значения растягивающих напряжений, возникающих в асфальтобетонном слое при динамических нагрузках и температурных деформациях, изменяются в течение года в зависимости от температурного режима покрытия и влажности грунта земляного полотна. Это означает, что при расчете асфальтобетонных слоев на сопротивление усталостному разрушению необходимо уделять особое внимание влиянию климатических факторов, характерных для данного региона (что не учтено в действующих нормативных документах) [1].

Для повышения долговечности дорожных конструкций требуется поиск и апробация новых эффективных конструктивных решений, к числу которых можно отнести устройство армирующих прослоек из геосинтетических материалов. По своим эксплуатационным характеристикам дорожные сетки могут значительно повысить транспортно - эксплуатационные показатели [1]. Реше-

нием данного вопроса долгое время занималась Сибирская автомобильно - дорожная академия. В результате проведенных исследований были разработаны основные принципы конструирования дорожных одежд с армированным асфальтобетонным покрытием в условиях Сибири и Крайнего Севера. Скоординированные и масштабные разработки по применению данной технологии в IV – V дорожно – климатических зонах не велись.

Анализ результатов отечественных и зарубежных исследований свидетельствует о том, что армирование асфальтобетонных покрытий геосинтетическими материалами позволяет повысить их сопротивление растягивающим напряжениям от силовых и температурных воздействий, предотвратить появление усталостных и распространение отраженных трещин из старого покрытия в новый слой асфальтобетона, уменьшить интенсивность колееобразования до 37%, увеличить допустимую несущую нагрузку дорожных одежд, снизить толщину слоя асфальтобетонного покрытия до 20%, увеличить межремонтные сроки и срок службы дороги в 2-3 раза, и как следствие, получить экономию за счет снижения затрат на последующее содержание на 25 – 38 %.

Величина экономического эффекта составляет в среднем от 200 до 800 тысяч рублей на 1 км и возрастает с повышением категории автомобильной дороги. [1]

Таким образом, решение проблемы повышения долговечности покрытий должно быть всесторонним и комплексным, включающим:

на стадии проектирования нежестких дорожных одежд:

– расчет усталостной долговечности асфальтобетонных покрытий с учетом особенностей нагружения при заданных климатических условиях в различные периоды года;

– анализ эффективности конструктивных решений по повышению усталостной долговечности асфальтобетонных покрытий;

на стадии эксплуатации автомобильных дорог

– расчет характеристик динамического воздействия транспортных средств;

– расчет усталостной долговечности эксплуатируемых асфальтобетонных покрытий и прогнозирование остаточного ресурса дорожных покрытий с учетом реального нагружения [2].

К сожалению, как в зарубежной, так и в отечественной практике дорожного строительства не разработаны соответствующие методы расчёта дорожных одежд с использованием геосеток для целей борьбы с отражёнными трещинами или повышения несущей способности, включая увеличение межремонтных сроков.

В большинстве случаев применяются эмпирические методы, основанные на оценке работы опытных участков с различными типами геосеток, или результаты стендовых исследований, когда формируются различные типы армированных дорожных одежд, и прикладываются расчётные циклы подвижной нагрузки. Оценка эффективности осуществляется по времени и характеру прорастания отражённых трещин, их плотности на единицу поверхности или образования колеи с соответствующими параметрами. Нет определённости в выборе эффективных геосинтетических материалов, в требованиях к их прочности, долговечности и деформативности. Не разъясненными остаются вопросы тех-

нологии строительства армированных покрытий и механизации работ. [1]

Таким образом, актуальность исследований заключается в развитии научных положений и практических рекомендаций по применению геосинтетических материалов в различных климатических условиях, на базе которых повысится эффективность использования армированных асфальтобетонных покрытий.

Анализ объёма отечественных документов в дорожном деле, которые в той или иной степени связаны с использованием геосеток, показывает, что в них в основном даны общие рекомендации по использованию в конструкциях. Отсутствуют требования, обусловленные характером работы материала в различных конструкциях, в зависимости от цели применения. Недостаточно определены условия функционирования системы «асфальтобетон - геосинтетика». [1]

Если рассмотреть блок нормативных документов, соответствующих требованиям к геосинтетикам, которые используют отечественные производители материалов, то он весьма скуден. Стандарты на методы испытаний существуют не на все виды, а, кроме того, они в достаточной степени устарели, поскольку вся «стандартная» методология была привязана к другим отраслям, применявшим первоначально тканые и нетканые синтетические материалы. В связи с этим, в последние годы производителями за основу были приняты европейские и американские нормативно-методические документы, типа ISO 10319:1993(E) ISO 10321:1992(E) [1], а типичными документами, характеризующими выпускаемую продукцию в настоящее время, являются технические условия, которые сами производители составляют, согласовывая с каким-либо одним потребителем, предлагая свою продукцию согласно этим условиям всем остальным потребителям [1].

Резюмируя краткий анализ состояния дел в области нормативно-технической базы, необходимой при использовании геосеток в дорожном строительстве, можно отметить следующее. Зарубежный опыт представлен значительным объемом документов, начиная со стандартов и кончая отдельными инструкциями. Имеются две группы стандартов и документов - американские и европейские, которые в настоящее время гармонизируются для Объединённой Европы. На их основе выпускаются специальные каталоги по геосинтетике. Отдельные фирмы – изготовители приводят в своих каталогах характеристики и требования производимых материалов, а в некоторых случаях и методики расчетов. Отечественная практика характеризуется фрагментарным объемом и номенклатурой документов, которые недостаточно увязаны между собой, в большинстве случаев имеют давний срок издания и лишь в первом приближении могут послужить некоторой приблизительной основой для создания современной нормативно - технической базы. [1] Отсутствие современной нормативной базы в области производства и применения геосинтетических материалов для армирования асфальтобетонных покрытий является основной проблемой, препятствующей внедрению этой технологии.

Нормативная база должна быть разработана на основе следующих принципов:

– создания общей классификации геосинтетики, применяющейся для армирования покрытий, включающей различные материалы отечественного и зарубежного производства;

– подготовки стандартов и методов на различные виды испытаний геосеток согласно существующим требованиям с последующим созданием технических условий для их производства;

– разработки документов нормативного, инструктивного и методического характера, определяющих основные принципы расчета и применения геосеток в дорожных покрытиях;

– создания типовых проектных решений с использованием геосеток;

– на основе единой нормативно-технической базы создание системы сертификации отечественных и зарубежных материалов.

Применение геосеток является перспективным направлением в части совершенствования дорожных покрытий, их конструктивных элементов и технологии строительства. [1]

Библиографический список:

1. Ю. М. Львович «Геосинтетические и геопластиковые материалы в дорожном строительстве». Обзорная информация. Выпуск 7. М.: «Информавтодор» 2002. - 105 с.

2. Ежемесячный информационно аналитический журнал "Автомобильные дороги". № 9 (898). Москва, 2006 г.

УДК 625. 7

РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ САМОХОДНЫХ УШИРИТЕЛЕЙ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА MIDLAND

Замалиев Р.Р. (зр. 10-501)

Научный руководитель – канд.техн.наук, доцент Ильина О.Н.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Производство работ при реконструкции и ремонте автомобильных дорог на полосе уширения дорожного основания и покрытия с применением самоходных уширителей дорожного полотна Midland.

Manufacture of works at reconstruction and repair of highways on a strip the road basis and a covering with application of self-propelled expanders of road cloth Midland.

Одной из главных задач при реконструкции автомобильных дорог является повышение обеспеченной дорогой скорости, пропускной способности и безопасности движения. Наиболее распространенным решением этих задач служит увеличение ширины укрепленной поверхности дороги, которое может быть достигнуто различными способами: уширением проезжей части устройством укрепленных краевых полос, укреплением обочин, комбинацией из двух или трех перечисленных способов.

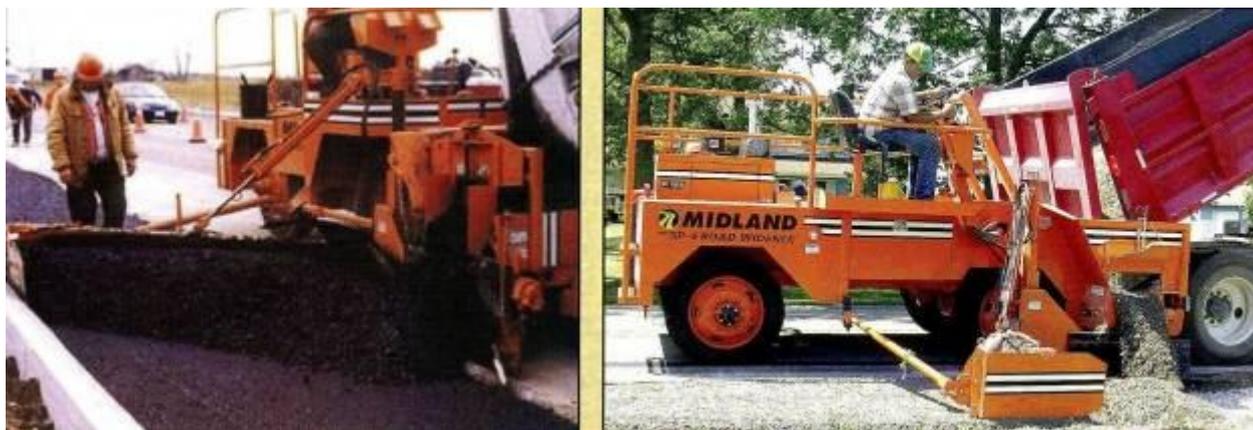
Режим и безопасность движения автомобилей имеют прямую зависимость от ширины укрепленной поверхности дороги, которая обеспечивает размеры психологически безопасного коридора. Для повышения скорости и безопасности движения устройство краевых укрепленных полос и обочин соизмеримо с увеличением ширины проезжей части, хотя конструкция дорожных одежд на краевой полосе и на обочине может существенно отличаться по толщине от конструкции дорожной одежды на проезжей части. Поэтому при назначении

величины и способа уширения укрепленной поверхности необходимо рассматривать и сравнивать экономически все возможные варианты решения этой задачи с учетом технологических особенностей выполнения работ при различных конструктивных решениях. Установлено, что необходимая для обеспечения удобного и безопасного движения ширина укрепленной поверхности двухполосных дорог с интенсивным движением составляет 8,5-9,0 м. Это требование соблюдено на дорогах с шириной проезжей части 7-7,5 м и шириной краевых полос 0,5-0,75 м, укрепленных каменными материалами, обработанными органическими или минеральными вяжущими. Однако на многих существующих дорогах ширина укрепленной поверхности не отвечает требованиям СНиП. На таких дорогах в процессе частичной или полной реконструкции в первую очередь производится уширение проезжей части или устройство краевых укрепленных полос с укреплением обочин. Требуемая величина уширения в соответствии со СНиП 2.05.02-85 зависит от категории реконструируемой дороги. Необходимые величины уширений проезжей части могут составлять 0,5-1,5 м, а с учетом ширины краевых полос 2,5 м. Уширение проезжей части и устройство краевых укрепленных полос производится, как правило, без уширения земляного полотна за счет уменьшения ширины обочин [1].

Технология работ при реконструкции и ремонте автомобильных дорог на полосе уширения дорожного основания и покрытия усложняются тем, что выполнять их необходимо в узкой траншее. Ширина серийных строительных дорожных машин превосходит уширяемую полосу. В связи с этим необходимо применять специальные машины или использовать навесное оборудование. Одним из таких механизмов являются самоходные уширители дорожного полотна компании «Midland Machinery» (таблица). Уширители дорожного полотна Midland позволяют производить комплекс работ по укладке и распределению всех видов материалов дорожного полотна при уширении дорожных одежд и краевых полос, укрепления обочин. Уширители Midland обеспечивают распределение различных видов дорожных материалов (песка, щебня, горячей или холодной асфальтобетонной смеси и др. материалов) на ширину до 3 метров с регулированием уровня укладки (выше или ниже уровня имеющегося дорожного полотна), а так же с обеспечением уклона укладываемого материала в пределах +/- 16%.

Распределение материалов производится при движении расширителя по существующему дорожному полотну. Передний привод машины и рулевое управление позволяют производить работы на криволинейных участках дорог, с изменяемой скоростью движения машины и регулируемой высотой и шириной распределения. Распределение может производиться как с правой, так и с левой стороны от направления движения (машина имеет возможность переустановки распределителя смеси). Щит управления передвижной и так же может занимать левостороннее или правостороннее расположение в зависимости от стороны распределения материалов. Все параметры распределения устанавливаются и регулируются оператором.

Данные машины успешно применяются в странах Европы и США. В России в настоящее время имеются 3 таких машин: в Москве, в Московской области и в Пермской области.



Основные характеристики самоходных уширителей Midland (США)

Таблица

Характеристики	Модель			
	SP-6	SP-8/SPD-8	SPD-10	SPD-12
Рабочий вес	5 443 кг	8 618 кг	11 340 кг	14 515 кг
Конвейер	Оснащен масло- и теплостойкой конвейерной лентой			
	Ширина 46 см			Ширина 61 см
Приемный бункер	1,9 м ³	2,3 м ³		
Ширина распределения	до 1,8 м	до 2,4 м	до 3,04 м	до 3,65 м
Сторона распределения	правая	правая/правая+левая	правая + левая	правая + левая
Изменяемый уклон	15%			
Изменяемый уровень	до 300 мм выше поверхности дороги			
	до 300 мм ниже поверхности дороги			
Производительность	до 300 т/ч	до 450 т/ч	до 450 т/ч	до 600 т/ч
Двигатель	дизельный "JOHN DEERE"			
	49 л/с	80 л/с	100 л/с	139 л/с
Привод	передний			полный
Трансмиссия	2-х скоростная гидростатическая			
Габариты, ДхШхВ (м)	4,77x2,6x2,44	5,79x3,55x2,38	6,25x3,55x2,51	7,16x3,55x2,51
Цена, \$ (США)	~270 000	270 000 - 280 000	320 000-330 000	360 000

Библиографический список:

1. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. 1/ А.П. Васильев, Б.С. Марышев, В.В. Силкин и др.; Под редакцией д.т.н. А.П. Васильева. М.: Информавтодор, 2005. 646с.

2. СНиП 2.05.02.-85. Автомобильные дороги. Нормы проектирования / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 56с.

**СТАБИЛИЗАЦИЯ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ХИМИЧЕСКИМИ РЕАГЕНТАМИ
НА ДОРОГАХ МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ И ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПЛОЩАДОК**

Бешенов М.Е.

Научный руководитель – канд.тех.наук, профессор Хабибуллина Э.Н.
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

В статье изложены результаты исследования взаимодействия грунтов с химическими реагентами, разработанными в Швейцарии. В процессе работы получено оптимальное соотношение грунтовой смеси с высокими физико-механическими свойствами, которые удовлетворяют требованиям отечественных нормативных документам.

В перспективе исследования предполагается разработать новые составы компонентов с использованием техногенных отходов промышленного производства.

In this article set result of research interaction soils with cautery, cultivate in Switzerland. At the process of work was received optimum correlation soils mixed with mechanical characteristics, that are satisfy request standard records Russian federation.

In perspective of research it is suppose to exhaust new composition of components with using anthropogenic sailing of manufactured.

При строительстве дорог местного значения, логистических площадок, стоянок машин и других объектов экономически целесообразно применение стабилизации грунтов с добавками CONSOLID, разработанными в Швейцарии. В России построены участки дорог, на которых применялось вещество CONSOLID с добавками. С 1995 г и до настоящего времени ремонт участков не производился, состояние дороги характеризуется хорошими эксплуатационными показателями свойств стабилизированных грунтов.

Разработчики технологии стабилизации грунтов комплексными добавками (CONSOLID⁴⁴⁴+SOLIDRY и CONSOLID⁴⁴⁴+CONSERVEX), подготовили техническое условие на использование системы CONSOLID в дорожном и аэродромном строительстве.[3].

Комплексные добавки имеют сложный химический состав и пригодны для укрепления грунтов различного генезиса с той или иной степенью эффективности. Полученные грунтовые смеси могут быть применены практически во всех дорожно-климатических зонах в качестве оснований или покрытий дорог с устройством защитных слоев.

В соответствии с ТУ перечисленные реагенты имеют следующие характеристики.

Вещество CONSOLID⁴⁴⁴ представляет собой жидкость желтого цвета, включающая четвертичные аммониевые соединения 25-50%, высшие жирные амины 10-25%, алкоксилат менее 2.5% и другие химические соединения, рН = 4.5-5, полностью растворяется в воде в соотношении 1:4.

Добавка SOLIDRY – это смесь катионных поверхностно-активных веществ (ПАВ), представляет собой светло-желтый порошок, с запахом аммиака и содержит в своем составе стериламин, диалкилэфир триэтаноламмоний метилсульфата, изопропанол, а также другие сложные вещества с плотностью 0.858 г/см³, рН = 9 -10, нерастворима в холодной воде. Температура плавления более 50-52С°.

Добавка CONSERVEX – жидкость бурого цвета и представляет собой смесь мономолекулярных и полимерных ПАВ, растворителей, эмульгаторов и катализаторов с определенным содержанием пропилендиамина и изопропанола. Плотность 0.850 г/см^3 , вязкость 10 сП (при 50C^0) $\text{pH} = 5.5-6.5$. Для обработки добавками CONSOLID⁴⁴⁴+SOLIDRY или CONSOLID⁴⁴⁴+CONSERVEX пригодны различные типы грунтов.

В лаборатории НПЦ ИТС КГАСУ получена зависимость предела прочности при сжатии ($R_{сж}$) грунтовых смесей с выше перечисленными добавками. При анализе данной зависимости был определен оптимальный состав грунтов из смеси песка и глины. Наиболее оптимальным следует признать соотношение песка и глины 1:1.(рис. 1)

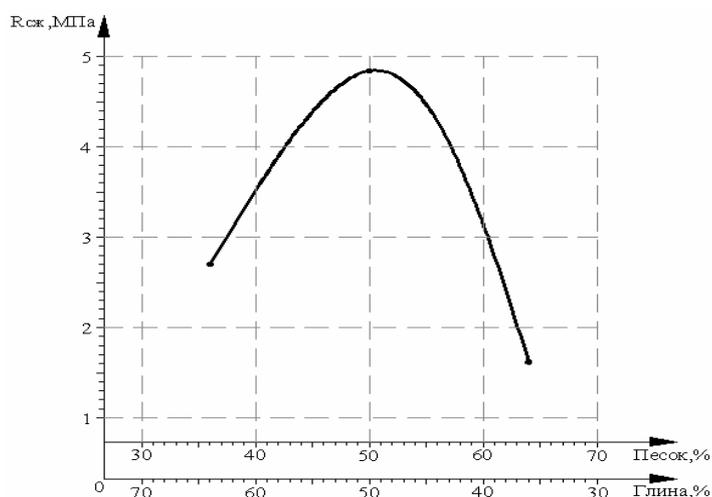


Рис.1 График зависимости предела прочности при сжатии от состава грунтовой смеси

При сравнении показателей физико-механических свойств стабилизированных грунтов выяснилось, что отечественные нормативные документы предъявляют более жесткие требования к материалу в сравнении с зарубежными.

Были также проведены лабораторные испытания грунтов, укрепленных выше изложенными веществами.

В качестве исходного грунта была использована супесь легкая с числом пластичности $W_p = 6.34$. Образцы ($d = h = 5.05\text{см}$) формовали под нагрузкой 15 МПа . Оптимальная влажность грунта $W_o = 13.5\%$, максимальная плотность скелета грунта $\rho_{\text{max}} = 1.89 \text{ г/см}^3$.

По результатам лабораторных испытаний грунтов укрепленных добавками CONSOLID⁴⁴⁴ (0.5% от массы грунта), SOLIDRY (0.5 - 2.0% от массы грунта). Была получена следующая зависимость, из которой видно улучшение физико-механических свойств стабилизированного грунта в зависимости от содержания добавки SOLIDRY, что наихудшие свойства грунт имеет при количестве добавок CONSOLID⁴⁴⁴ (0.5% от массы грунта) и SOLIDRY (0.5% от массы грунта). С увеличением содержания добавки SOLIDRY до 2.0% основные свойства стабилизированного грунта улучшаются, например, предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов ($R_{сж}^{\text{вод}}$) увеличился в 6.4 раза. В свою очередь водонасыщение (W) снизилось в 1.6 раз, а набухание (A) в 7.6 раз соответст-

венно. (рис. 2).

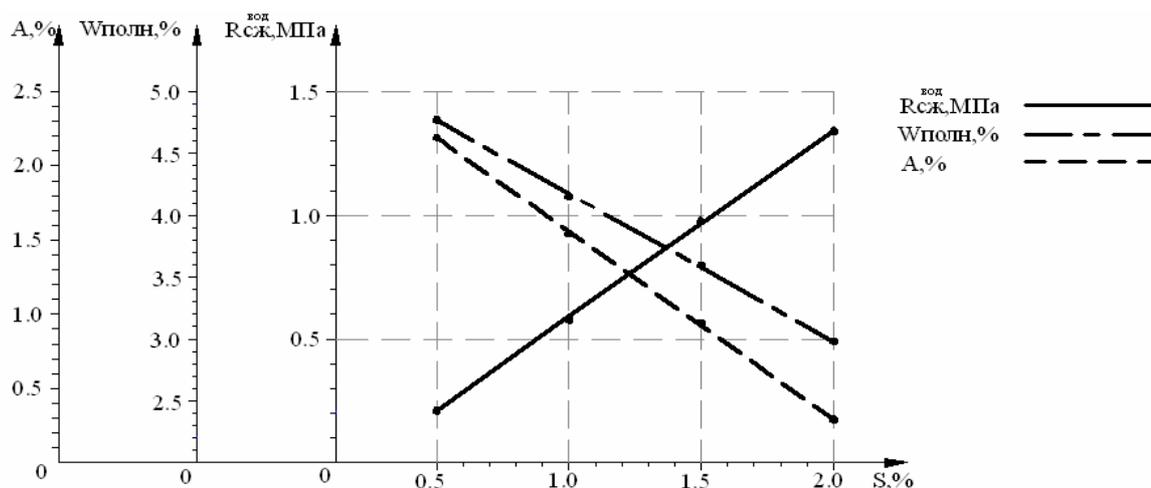


Рис. 2 График зависимости физико-механических свойств грунта от содержания добавок

Таким образом, разработанные составы грунтовых смесей и испытания их свойств подтверждают возможность их применения в конструктивных слоях дорожной одежды с учетом требования нормативных документов [3].

В дальнейших исследованиях предполагается разработать новые составы компонентов с использованием техногенных отходов промышленного производства.

Библиографический список:

1. Технология CONSOLID для строительства дорог без применения щебня./ Инновация. Технология. Решения., №6. – Новосибирск, 2007г. – 29с.
2. Сайт МД Системы, <http://www.md-systems.ru>
3. ТУ 5711-001-98983709-2007 Грунтовые смеси, обработанные добавками «CONSOLID⁴⁴⁴», «SOLIDRY», «CONSERVEX» для автодорожного и аэродромного строительства

УДК 665.775 : 625.85

СУЩЕСТВУЮЩИЕ СПОСОБЫ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ СЦЕПЛЕНИЯ БИТУМА С МИНЕРАЛЬНЫМ МАТЕРИАЛОМ

Пересыпкин А.П. (АДб-1-08)

Научный руководитель – канд.техн. наук, доцент Лескин А.И.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Рассмотрены существующие способы определения адгезии нефтяного дорожного битума к различным минеральным материалам. Рассмотрены различные способы улучшения адгезионных свойств битумов к каменным материалам.

The existent methods of determination of adhesion of petroleum road bitumen are considered to different mineral materials. The different methods of improvement of adhesive properties of bitumens are considered to stone materials.

Повышение долговечности битумоминеральных материалов, улучшение их строительных качеств, а также удлинение сезона их применения в значительной

степени зависят от улучшения сцепления битума с поверхностью различных минеральных материалов.

Прочность сцепления битума с минеральным материалом определяется особенностями процессов, протекающих на общей поверхности их раздела.

П. А. Ребиндер [1] установил, что наиболее прочная связь между высокомолекулярными соединениями и минеральными порошками достигается в случае молекулярного взаимодействия между ними с образованием хемоадсорбционных соединений на общей поверхности раздела.

Различают три вида сцепления битума с минеральной поверхностью:

1) обволакивание без предварительного смачивания, характеризующееся наличием тонкой водяной пленки между битумом и минеральным материалом;

2) физико-химическое сцепление, определяемое процессами избирательного смачивания минерального материала битумом в присутствии воды;

3) химическое сцепление, при котором достигается образование новых хемоадсорбционных соединений на поверхности раздела. Только в этом случае возможна прочная связь битума с минеральным материалом.

Предварительным и необходимым условием сцепления является способность вяжущего смачивать данный минеральный материал. Вслед за смачиванием происходит процесс избирательной адсорбции на минеральной поверхности отдельных компонентов, входящих в состав вяжущего, в первую очередь поверхностноактивных веществ.

Выбор правильного метода оценки прочности сцепления битума с поверхностью минерального материала сопряжен с большими трудностями. При достаточном хорошем сцеплении невозможно достигнуть отделения минерального материала от вяжущего при помощи механического усилия; разрыв всегда будет происходить в массе вяжущего, вследствие того, что внутреннее сцепление (когезия) имеет меньшую прочность, чем прочность контакта (адгезия). При недостаточном сцеплении под воздействием воды может происходить отслаивание битумного слоя с поверхности материала. Указанные выше причины, а также невозможность получения в случае дисперсных материалов прямого метода оценки прочности сцепления битума с минеральной поверхностью, привели к разработке множества косвенных методов оценки этой прочности.

Широко используемым косвенным методом оценки сцепления является изучение адсорбционной способности минеральных материалов в отношении битумов. Сравнение изотерм адсорбции и десорбции различных битумов на разных минеральных материалах позволило дать относительную оценку прочности сцепления битумов с различными минеральными поверхностями [2].

Дюръез и Гульник [3], а также Доу и Вильгельми, сравнивая адсорбционную способность различных минеральных материалов в отношении битумов, высказали предположение, что величина адсорбции битума минеральной поверхностью пропорциональна прочности сцепления, хотя в дальнейших работах другие исследователи такой прямой пропорциональности не обнаружили.

Прочность сцепления битума с минеральной поверхностью автором оценивалась по отношению количества битума, оставшегося на материале после экстракции его органическими растворителями к общему количеству битума, введенному в материал в процессе приготовления смеси [4].

В практике применения битумоминеральных материалов особое значение приобретает избирательное сцепление битума с минеральной поверхностью в присутствии воды. В связи с этим в различных странах разработано множество методов, основанных в большинстве своем, на изменении степени обволакивания минеральных частиц битумом под действием воды. При этом прочность прилипания характеризуется различной степенью смещения битумной пленки с поверхности минерального материала.

Еще в 30-х годах Риделем и Вебером предложен метод оценки прочности сцепления битума с минеральной поверхностью путем кипячения битумоминерального материала в растворах углекислого натрия различной концентрации. Этот метод был использован в работе Н. Н. Короткевича и Ц. Г. Ханиной. Однако испытания по методу Риделя и Вебера являются далекими от действительных условий практического использования материалов и поэтому в настоящее время применяются редко.

В Германии и Франции обработанный битумом минеральный материал помещают в воду с температурой 20°C на 24 часа и регистрируют затем визуальную величину открытой поверхности в процентах от общей поверхности щебня; подобный метод визуальной оценки применяется в Швеции и Италии [5].

В ряде лабораторий при оценке сцепления используют режимы более жесткие, чем простое погружение материала в воду. Так, например, Маллиссон [6], имитируя условия практики, предлагает определять степень сцепления не в спокойной, а в движущейся воде, после 4-часового взбалтывания 100 г смеси в 100 мл дистиллированной воды.

В Англии [7] оценка сцепления битуму с поверхностью минерального материала проводится по времени, затрачиваемому на разрушение образца, погруженного в воду, под воздействием движущегося колеса.

А. И. Лысихиной и Ц. Г. Ханиной [8] разработан метод определения степени сцепления путем погружения обработанного битумом минерального материала на 3 минуты в кипящую дистиллированную воду.

Следует отметить, что не используемые для оценки сцепления битума с минеральным материалом режимы воздействия воды являются весьма условными и не отражают особенностей практического применения битумоминеральных материалов. Поэтому результаты, полученные при применении того или иного метода можно рассматривать как сравнительные для данных минеральных материалов и битумов.

Во всех методах производится также и визуальная оценка поверхности, с которой сместился в результате испытания битум. Результаты визуальной оценки дают, естественно, плохо воспроизводимые данные. Так, в обзоре, помещенном в «American Society» в 1952 г., сообщаются результаты работы 12 лабораторий, одновременно проверяющих метод оценки битума с минеральной поверхностью на одних и тех же материалах и с применением одинаковых режимов воздействия воды. Результаты, полученные в различных лабораториях, резко отличались [9].

Предложенная А. И. Лысихиной пятибалльная система оценки поверхности после воздействия воды и десятибалльная, применяемая в США, являются также визуальными, а следовательно, не объективными.

Для получения более объективного суждения о сцеплении битума с минеральным материалом важно знать точную величину покрытой битумом поверхности минерального материала. Для качественной оценки этой величины автор применил метод люминесцентной микроскопии, основанный на способности битума давать яркую желто-зеленую окраску под действием ультрафиолетовых и коротких синих лучей, в то время как не покрытые битумом участки минеральной поверхности остаются темными. Для количественной оценки покрытой битумом поверхности был разработан метод избирательной адсорбции изотопов, при котором адсорбат поглощается лишь поверхностью минерального материала, не адсорбируясь при этом на поверхности, покрытой битумом.

Способы улучшения адгезионных свойств битумов

Адгезия (от лат. adhaesio-притяжение, сцепление) (прилипание), явление соединения приведенных в контакт поверхностей конденсированных фаз. Эти фазы составляют основу образующегося в результате молекулярного (т.е. по всей межфазной площади) контакта адгезионного соединения и называются субстратами, а вещества, обеспечивающие соединение субстратов, - адгезивами. Обычно субстраты - твердые тела (металлы, полимеры, реже - стекла, керамика), адгезивы — жидкости (растворы или расплавы полимеров, реже - низкомолекулярные продукты). Частный случай адгезия - аутогезия, реализуемая при молекулярном контакте двух одинаковых по составу и строению объектов.

Закономерности образования и разрушения адгезионных соединений описывают на основе двух независимых подходов - термодинамического и молекулярно-кинетического. В рамках первого из них рассматривают энергетические характеристики (поверхностные энергии адгезива γ_l , субстрата γ_s , и межфазной границы γ_{sl}); в рамках второго рассматривают когезионные свойства адгезивов и субстратов (прочность и обуславливающие ее параметры, вязкость адгезива η_l), а также условия их контакта (температуру t , давление p и продолжительность τ), наиб. изучена адгезия полимеров, определяющая закономерности склеивания, сварки, совмещения, получения композитов. Адгезия проявляется в процессах трения, смазки, порошковой металлургии, флотации и др., а также при взаимодействии биологических объектов (целостность тканей и т.п.).

Формирование межфазного контакта. Этот процесс в значительной мере определяется площадью контактов - фактического S_n и максимального (молекулярного) S_m . Формирование контакта ускоряется повышением p и τ , и снижением η_l :

$$S_m + \ln(1 - S_m) = -\frac{p\tau}{\eta_l}, \quad (1)$$

Достижению S_m препятствует развитость микрорельефа поверхности субстрата, а также сопротивление граничащих с последней слоев адгезива, особенно существенное в случае растворов или расплавов полимеров из-за неньютоновского характера их реологического поведения. Скорость установления межфазного контакта определяется величиной образуемого каплей адгезива на субстрате краевого угла θ :

$$\frac{d \cos \theta}{d \tau} = \frac{\gamma_l \tau}{\eta_l}, \quad (2)$$

Связь между θ и поверхностными энергиями адгезива и субстрата в начальном приближении устанавливается уравнением Юнга посредством так называемой термодинамической работы адгезии (свободной энергии равновесного разделения фаз на бесконечно большое расстояние в изобарно-изотермических условиях):

$$W_A = \gamma_s + \gamma_l - \gamma_{sl} = \gamma_l(1 + \cos \theta), \quad (3)$$

Эффективность растекания адгезива по поверхности субстрата помимо межфазных свойств определяется также его когезионными характеристиками (в рамках термодинамического подхода - прежде всего значением так называемой работы когезии $W_K = 2\gamma_l$). При $W_A - W_K > 0$ наблюдается полное смачивание субстрата адгезивом, в иных случаях $S_n < S_m$.

Взаимодействие контактирующих поверхностей. Между неполярными адгезивами и субстратами реализуются преимущественно вандерваальсово взаимодействие или водородные связи, при протекании на границе раздела фаз реакций обмена или присоединения - химические связи; наблюдалось также образование межфазного двойного электрического слоя.

Прочность адгезионных соединений. Эта характеристика определяется как межфазным взаимодействием, так и деформационными свойствами адгезивов и субстратов (различными в объеме и в приповерхностных слоях фаз) и возникающими в них при адгезионном контакте напряжениями G (прежде всего тангенциальными напряжениями G_n , развивающимися в адгезиве при его усадке вследствие полимеризации или взаимодействия с субстратом). Вклад факторов термодинамического происхождения в измеряемые значения σ можно учесть вводимой по аналогии с плотностью энергии когезии удельной адгезионной энергией E_A , вклад когезионных характеристик контактирующих фаз - любым физическим параметром X_K (например, свободным объемом, температурой стеклования), а вклад межфазного контакта - отношениями $sm = S_m/S_n$ и $S_K = S_K/S_n$ (S_K - суммарная площадь поверхности разрушения). В общем виде:

$$\sigma = (S_m - S_K)E_A + S_K X_K - G_n, \quad (4)$$

Практически важный критерий прочности адгезионных соединений - их долговечность, т.е. продолжительность τ сохранения целостности и заданных механических свойств в условиях внешнего нагружения или воздействия агрессивных сред. Помимо названных выше факторов (t , G и G_n) эта величина определяется энергией активации разрушения U_A . Согласно кинетической концепции прочности:

$$\tau = \tau_0 \exp\{[U_A - \lambda(G \pm G_n)]/kt\}, \quad (5)$$

где k - постоянная Больцмана, $\tau_0 \approx 0,1$, λ так называемый структурный коэффициент. Из результатов механических испытаний адгезионных соединений следует, что при конкретных значениях температуры величины G и G_n определяются свойствами адгезива, U_A - свойствами субстрата и только λ чувствительна к эффективности адгезионного взаимодействия.

Для измерения σ и τ используют гл. обр. разрушающие методы, при оцен-

ке результатов которых необходимо учитывать маскирующее влияние механических свойств контактирующих фаз. При $S_n > S_m$ адгезионные соединения разрушаются, как правило, по наименее прочной из фаз (когезионный характер разрушения). Менее вероятно разрушение по межфазной границе (адгезионный характер). Оно реализуется при наличии на взаимодействующих поверхностях загрязняющих их продуктов, образующихся вследствие недостаточной очистки адгезива и субстрата, или деструкции фаз в процессе их контактирования (особенно при повышенных температурах). На практике критерием оптимальности условий образования адгезионных соединений является обеспечение их высокой долговечности и когезионного характера разрушения.

Особенностью строения асфальтобетонов, работающих в дорожных конструкциях, является существование большого количества дефектов в виде микротрещин, пор, каверн и т.д. Они создают концентрацию внутренних напряжений и способствуют развитию процессов разрушения асфальтобетонных покрытий.

В силу неблагоприятных погодных условий, перебоев поставки органических вяжущих, ремонт асфальтобетонных покрытий не всегда удается выполнить качественно и полностью ликвидировать появившиеся разрушения. Это сказывается на сокращении межремонтных сроков службы покрытий до 4 - 6 лет и требует значительных энергетических и материальных затрат. Важным фактором эффективности и качества ремонтных работ является их надежность и долговечность. Этим достигается более полное удовлетворение потребностей автомобильного транспорта. Здесь скрыты значительные резервы повышения интенсификации работы автомобильного транспорта, прежде всего путем повышения скорости его движения, на основе значительного улучшения эксплуатационных характеристик автомобильных дорог. Решение этой задачи будет способствовать повышению средней скорости транспортных потоков и как следствие - производительности работы автотранспорта без увеличения парка автомобилей. Для приведения дорожной сети в соответствие с требованиями автомобильного движения необходимо в несколько раз увеличить объемы ремонтных работ покрытий автомобильных дорог и значительно повысить уровень их качества. Это обстоятельство обуславливает необходимость разработки и широкого внедрения надежных технологий ремонтов автомобильных дорог.

Главное направление в совершенствовании технологии ремонта асфальтобетонных покрытий преследует своей целью улучшение адгезионных свойств, обеспечивающих прочное и устойчивое сцепление с поверхностью минеральных материалов различной природы. и межслойного сцепления в условиях пониженных температур. Поэтому при разработке новых технологий и способов применения дорожных битумов для приготовления асфальтобетонных смесей вопросы их адгезии с поверхностью минеральных материалов должны занимать центральное место. При этом под адгезией понимается связь или взаимодействие (сцепление) между поверхностями двух разнородных контактирующих тел - битума и минерального материала.

Образованию тонких битумных пленок на минеральной поверхности предшествует ее смачивание битумом, величина которого определяется главным образом природой минерального материала и молекулярно - поверхностными свойствами битума - его поверхностным натяжением. Появлению тонких

пленок битума в обычных условиях (традиционная технология приготовления асфальтобетонных смесей) способствует повышению температуры, введение пластификаторов, увеличение длительности перемешивания смеси, что ведет к повышению энергозатрат, снижению производительности и, в ряде случаев, ухудшению физико - механических характеристик получаемого материала. При этом наиболее эффективным является способ, предусматривающий снижение поверхностного натяжения битума, что легко можно обеспечить переводом битума во вспененное состояние путем смешения горячего вяжущего с влажным минеральным материалом. Таким образом, вспенивание битума облегчает (интенсифицирует) процесс смачивания минеральной поверхности и за счет этого может повысить их адгезию.

Адгезия битумов с минеральной поверхностью будет зависеть в основном от наличия высокомолекулярных ПАВ и условий их адсорбции на межфазной поверхности "Битум - минеральный материал".

В соответствии с правилом Траубе, адсорбция высокомолекулярных асфальтенов на межфазной поверхности выше, чем других групп соединений битума, причем она возрастает с увеличением их молекулярной массы. Кроме того, высокая адсорбционная способность асфальтенов по сравнению с другими компонентами битума объясняется также их более ароматическим характером. Однако большая концентрация асфальтенов в битуме и присутствие других групп высокомолекулярных соединений существенно осложняют процесс адсорбции. При этом наряду с адсорбцией асфальтенов на межфазной поверхности могут адсорбироваться смолы и углеводороды. В случае перевода битума во вспененное состояние этих осложнений при контакте с поверхностью минеральных материалов не возникает.

Во вспененном битуме адсорбционный слой на границе раздела фаз "битум - пар" уже насыщен асфальтенами. При контакте пленок битумной пены с минеральной поверхностью асфальтены будут адсорбироваться уже на ней. В этом случае поверхность минерального материала сохраняет и усиливает структурные изменения в поверхностном слое битума, вызванные его вспениванием.

Таким образом, благодаря концентрации асфальтенов на поверхности битумных пленок адгезия вспененного битума с минеральной поверхностью при прочих равных условиях всегда будет выше адгезии того же битума, не подвергнутого предварительному вспениванию. Вспенивание битума можно рассматривать как способ повышения его активности к взаимодействию с поверхностью минерального материала, как способ направленного использования ПАВ, которые имеются в битуме. Этот способ может обеспечить более высокую адгезию битума с минеральной поверхностью при меньшей длительности перемешивания смеси и более низкой температуре. Кроме того, минеральные составляющие не подвергаются сушке и нагреву, что значительно снижает энергозатраты при приготовлении асфальтобетонных смесей.

В то же время, благодаря вспениванию очень большого (в 2 и более раза) повышения адгезии битума с поверхностью минеральных материалов не произойдет, однако увеличение сцепления на несколько единиц и даже десятков процентов вполне реально. Подобное улучшение свойств битума в обычных

условиях достигается использованием дополнительных дорогостоящих ПАВ, усложняющих технологию приготовления и повышающих стоимость асфальтобетона. В случае же предварительного вспенивания битума эффект сцепления обусловлен теми ПАВ, которые входят в состав самого битума.

Адгезия к минеральным материалам определяет важнейшее качество битумного вяжущего и является параметром, определяющим долговечность строительных конструкций и покрытий дорог - прочность его прилипания к поверхности каменных материалов в зоне контакта. [9]. Она объясняется образованием двойного электрического поля на поверхности раздела плёнки битума и твёрдого минерального материала. Свойства тонкого слоя битума, адсорбционно (хемосорбционно) связанного с минеральным материалом, зависят от химического, минерального состава и структуры поверхности минерального материала, структуры и свойств битума, а также условий взаимодействия между ними на границе раздела фаз. Следовательно, адгезионные свойства битума будут зависеть от полярности его компонентов, так же используемого модификатора. Так как диэлектрическая проницаемость характеризует силы взаимодействия между зарядами в данной среде по отношению к вакууму, то этот показатель может косвенно характеризовать содержание полярных групп в битуме, а следовательно и адгезионные свойства. [10].

Согласно электростатической теории адгезии характерным для битумсодержащих пород является возрастание адсорбционной активности битума при наличии у минерального зерна высокого положительного потенциала и большого количества адсорбционных центров в виде катионов Ca^{+2} и Mg^{+2} . На поверхности кальцита адсорбционная активность носит хемосорбционный характер, в связи с этим образуются прочные адгезионные связи. На породах, имеющих высокий отрицательный потенциал (кварц, кварцит) адсорбционная активность битума резко снижается, битум образует лишь слабые связи, вызванные физической адсорбцией.

Во время приготовления асфальтобетонной смеси при хорошем смачивании битумом можно улучшить адгезию не только за счет добавок поверхностно-активных веществ анионного и катионного типа, но и путем высвобождения физико-химических активных центров в вяжущем, и создания условий для их взаимодействия с минеральным материалом в асфальтобетоне. К таким центрам относятся свободные радикалы, образовавшие слабые ковалентные связи в асфальтенах битума, а также полярные функциональные группы, находящиеся в битумах в виде димеров. При условии разрушения слабых ковалентных связей и димеров в битуме, а также сближении образовавшихся свободных радикалов и полярных функциональных групп с поверхностью минерального материала следует ожидать образования достаточно активного межмолекулярного взаимодействия на границе «битум - минеральный материал», улучшающего водостойкость асфальтобетона.

Механоактивационное воздействие на битум, например, с помощью механоактиватора, рабочим органом которого является шнековая установка, может привести с одной стороны к разрушению слабых ковалентных связей, с другой стороны к разрушению димеров полярных соединений и направить высвободившиеся активные центры (свободные радикалы) и полярные функциональные

группы на взаимодействие с минеральным материалом с целью улучшения адгезии и повышения водостойкости [11].

Библиографический список:

1. Короткевич Н.Н., Ханина Ц. Г. Минеральные порошки для асфальтового бетона. Дориздат, 1940.
2. Колбановская А. С. Сцепление битума с минеральной поверхностью. Сборник «Исследование гидро- и теплоизоляционных материалов и конструкций». Гос. из-во по строительству и архитектуре, 1955.
3. Колбановская А. С. О подборе поверхностноактивных добавок, улучшающих сцепление битума с минеральными материалами. Журнал «Автомобильные дороги», № 7, стр. 4, 1958.
4. Лысихина А. И. Применение поверхностноактивных и других добавок при строительстве асфальтобетонных и подобных им дорожных покрытий. Информационное письмо № 93. Автотрансиздат, 1957.
5. Ребиндер П. А. Адсорбционные слои и их влияние на свойства дисперсных систем. «Известия АН СССР» № 5, стр. 639, Изд-во АН СССР, 1936.
6. Ребиндер П. А., Маргаритов В. Физико-химические основания активности и активации наполнителем каучука. «Резиновая промышленность» № 11, стр. 991, 1935.
7. Бахрах Г.С. Старение асфальтовых покрытий и пути его замедления. /Труды Гипродорнии. Вып. 9./ 1974, с.84–96
8. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур. /Сб.ст. АН СССР./ М.: Наука,1966, с. 3–16.
9. Печеный Б.Г. Битумы и битумные композиции. /М.: 1990 –256 с.
10. Руденский А.В. Пути улучшения качества битума. /Автомобильные дороги №4./ 1993, с. 15–16
11. Пронин С.А. Обоснование температурного и сдвигового режимов механоактивации битума для улучшения качества асфальтобетонов. /Автореферат дис. на соиск. уч. степени к.т.н. / Волгоград: 2003 – 23 с.

УДК 691.16:620.18

ТЕРМООКСИЛИТЕЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ БИТУМА ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ОРВ-ТЕХНОЛОГИИ

Паршин М. В. (АДМ-1-08)

Научный руководитель – канд.техн. наук, доцент Лескин А.И.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье приведены материалы исследования битумов, полученных методом ОРВ-технологии, а конкретнее проведены испытания на термоокислительную устойчивость битума к старению. Для окисленных битумов, независимо от происхождения сырья, характерна общая особенность – недостаточная устойчивость к процессам термоокислительного старения. На основании проведенных экспериментов по изучению термоокислительной устойчивости битумов, полученных стандартным способом и методом ОРВ-технологии, можно сделать следующий вывод. Битумы, окисленные методом ОРВ-технологии, позволяет получать вяжущее с повышенной термоокислительной устойчивостью к старению.

In given article materials of probe of the bitumens received by a method of ORV-TECHNOLOGY are resulted, and tests for thermooxidizing stability of bitumen to ageing are more particularly conducted. For the oxidised bitumens, irrespective of raw materials origin, the general feature – insufficient stability to processes of thermooxidizing ageing is characteristic. On the basis of the spent experiments on studying of thermooxidizing stability of the bitumens received by a

standard mode and a method of ORV-TECHNOLOGY, it is possible to draw the following conclusion. Bitumens the ORV-TECHNOLOGIES oxidised by a method, allows to receive knitting with the raised thermooxidizing stability to ageing.

Одной из важнейших задач повышения эффективности дорожного строительства и продления сроков службы дорожных покрытий является повышение качества дорожных нефтяных битумов. И хотя показатели ГОСТ стандартного дорожного битума на большинстве нефтеперерабатывающих заводах соблюдаются, дорожное покрытие не удовлетворяет всем эксплуатационным требованиям, в первую очередь, из-за коротких сроков службы асфальтобетонных покрытий. Одним из основных факторов, определяющих долговечность асфальтобетона в процессе эксплуатации, является старение битума. Под влиянием внешних воздействий на дорожное покрытие, таких как кислород и температура воздуха, вода, динамические нагрузки, в битуме происходят необратимые процессы, приводящие к изменению его структуры и свойств.

Основным процессом производства битумов в нашей стране является окисление – продувка нефтяных остатков (гудронов) воздухом. Качество окисленных битумов, нормируемое действующим стандартом (ГОСТ 22245–90), – это предельные показатели для данной технологии. Однако современные повышенные требования к материалам, применяемым в дорожном строительстве, диктуют необходимость повышения качества.

Для окисленных битумов, независимо от происхождения сырья, характерна общая особенность – недостаточная устойчивость к процессам термоокислительного старения.

В рамках работы одной из целей было изучение термоокислительной устойчивости к старению битумов полученных методом ОРВ-технологии. [1] Стандартизированная оценка старения битумов на основе определения температуры размягчения после 5 часов прогрева при температуре 160° (ГОСТ 18180-78) не достаточно убедительна. В наших исследованиях для повышения достоверности характеристики старения битумов было принято решение определять изменение основных свойств битумов во время термоокислительного воздействия. Воздействие на битум, помещенный в стальные пенетрационные чашки, осуществлялось путем длительной 5,10,15 часовой выдержки в воздушном термостате при температуре 160°C с удельной поверхностью воздушного контакта $0,25\text{ см}^2/\text{г}$. [2]

Как видно из рис. 1 изменение температуры размягчения битума у образцов происходит приблизительно одинаково, среднем увеличившись на 4°C . У битума №1 температура размягчения увеличилась на 5°C , что говорит, что изменение температуры окисления происходит быстрее.

Так же термоокислительную устойчивость битумов оценивали по интенсивности увеличения предельного напряжения сдвига в слое 30 мкм при 25°C с помощью рычажного когезиометра после аналогичного прогрева открытого для контакта с воздухом битума, нанесенного толщиной 15 мкм а каждую из парных металлических пластин. (Рис.2)

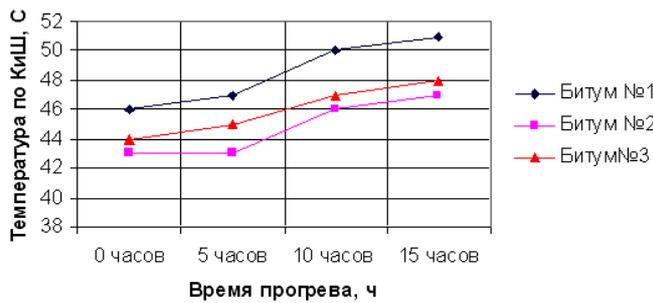


Рис.1 Изменение $t_{\text{КиШ}}$, $^{\circ}\text{C}$

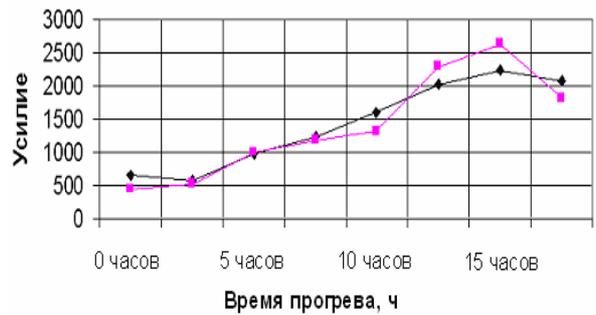


Рис.2 Изменение когезии

Рычажный когезиометр установлен в воздушном термостате с автоматическим температурным регулятором. В пространство между неподвижной и подвижной скобами когезиометра вставляют склеенные испытуемым вяжущим металлические пластины. Площадь склейки 25см^2 , толщина прослойки вяжущего 30 мкм , температура 25°C . На склеенные пластины прикладывают сдвигающее усилие при условии непрерывно возрастающего напряжения с одинаковым его приростом в единицу времени. Во время сдвига пластин регистрируют деформацию. Усилие прилагается к концу длинного плеча, на котором подвешивают постоянно наполняемую водой емкость. Скорость наполнения водой 200 мл в минуту. Определяют предельное напряжение на сдвиг на площади склейки пластин и деформацию.

Данные рис. 2 свидетельствуют о том, что повышение когезионной прочности анализируемых образцов в начальный период, происходит за счет процессов структурирования вяжущего, ведущего в свою очередь, к улучшению свойств асфальтобетонов. Далее наступают процессы деструкции, и происходит разрушение дисперсной системы. [2]

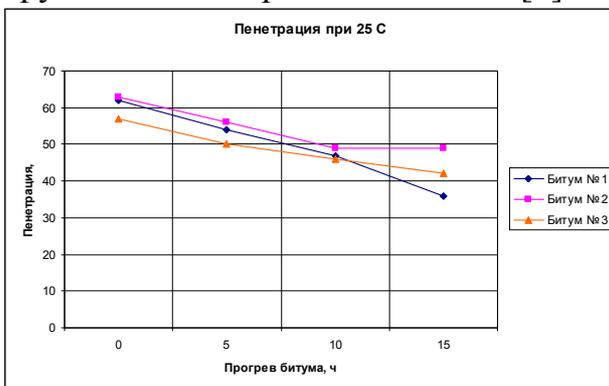


Рис.3 Изменение пенетрации при 25°C

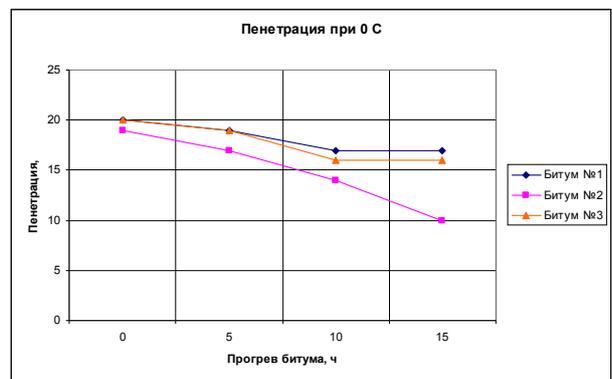


Рис.4 Изменение пенетрации при 0°C

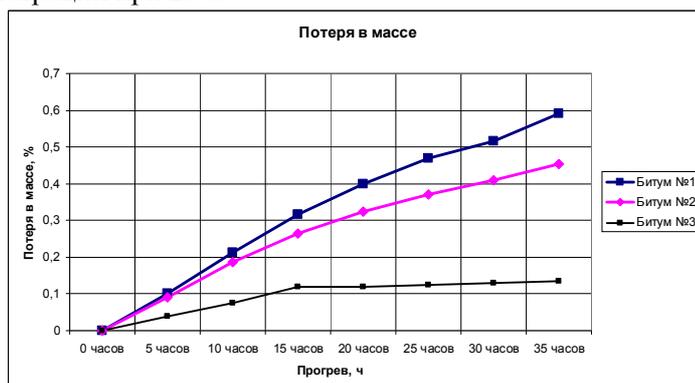


Рис.5 Потеря в массе

Оценку термоокислительной устойчивости битума, улучшенного методом ОРВ-технологии, для повышения достоверности характеристики старения битума, определяли, так же, по показателям изменения пенетрации при 25⁰С, при 0⁰С и потери в массе (Рис.3,4,5 соответственно)

Изменение пенетрации при 25⁰С, рис.3, происходит до 10 часов прогрева происходит приблизительно одинаково, а после у битумов №2 и №3 замедляется, в то время как у битума №1 возрастает. Приблизительно такая же картина наблюдается при 0⁰С, однако худшие свойства показывает битум №2.

На основании проведенных экспериментов по изучению термоокислительной устойчивости битумов, полученных стандартным способом и методом ОРВ-технологии, можно сделать следующий вывод. Битумы окисленные методом ОРВ-технологии, позволяет получать вяжущее с повышенной термоокислительной устойчивостью к старению. Однако, как следует из выше представленных графиков, сырье, из которого был произведен битум, сильно влияет на его свойства во время тех или иных испытаний.

УДК 625.855.3

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ХОЛОДНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ АСФАЛЬТОБЕТОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ КАРБИДНОЙ ИЗВЕСТИ

Пушнова Н.А. (АДМ 1-09)

Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор Романов С.И.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассмотрены основные теоретические преимущества использования карбидной извести, в качестве эмульгатора и активатора, для холодной регенерации асфальтобетона.

In the article main theoretical advantages of carbide lime, used as an emulsifier and an activator for the cold recycling of asphalt concrete are described.

В условиях интенсивного развития дорожного строительства регенерация асфальтобетона приобретает все большее значение при ремонте и реконструкции автомобильных дорог.

Холодный способ регенерации асфальтобетона основан, чаще всего, на применении битумных эмульсий, приготавливаемых по химической технологии, на специальных установках с эмульгаторами иностранного производства.

Эмульсия представляет собой коллоидно-дисперсную систему из двух не смешивающихся жидкостей, одна из которых распределена мелкими каплями, размером от 1 до 5 мкм, в другой (рис. 1) [1].

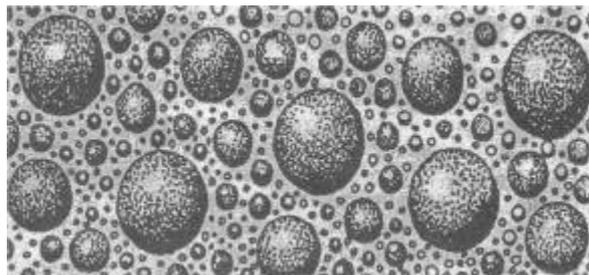


Рис. 1 Вид эмульсии

Существуют дорожные эмульсии двух типов. Прямые - когда частицы дегтя или битума диспергированы в воде, готовят эти эмульсии из вязких и жидких нефтяных или сланцевых битумов [2]. Обратные - когда капли воды равномерно распределены в вязущем материале, их делают из жидкого каменноугольного или сланцевого дегтя либо из смеси жидкого сланцевого с вязким нефтяным битумом. Структура битумной эмульсии прямого и обратного типа представлена на рис. 2.

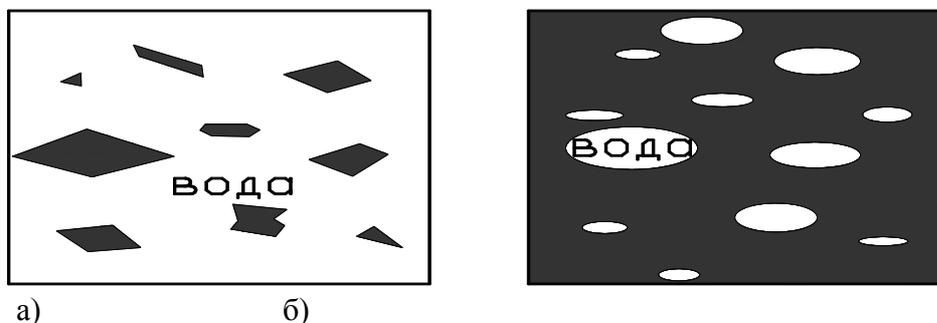


Рис. 2 Структуры битумной эмульсии в зависимости от вида дисперсной фазы: а — прямая эмульсия типа "масло в воде"; б — обратная эмульсия типа "вода в масле".

При приготовлении эмульсий поверхностноактивные катионы и анионы ориентируются на границе раздела фаз, углеводородной частью в битум, а полярными соединениями в воду, образуя структурно-механический барьер, обеспечивающий стабильность эмульсии. При этом считается, что битумные глобулы анионноактивной эмульсии приобретают отрицательный заряд поверхности, а катионноактивные — положительный (рис. 3). Благодаря этому анионноактивные эмульсии лучше взаимодействуют с минеральным материалом несущим на поверхности положительный заряд (карбонаты), а катионноактивные — отрицательный (песчаники, гранит) [3,4].

При взаимодействии с минеральным материалом эмульсия должна обладать способностью распадаться в течение определенного промежутка времени с образованием пленки органического вяжущего материала, прочно прилипающей к поверхности заполнителя [5].

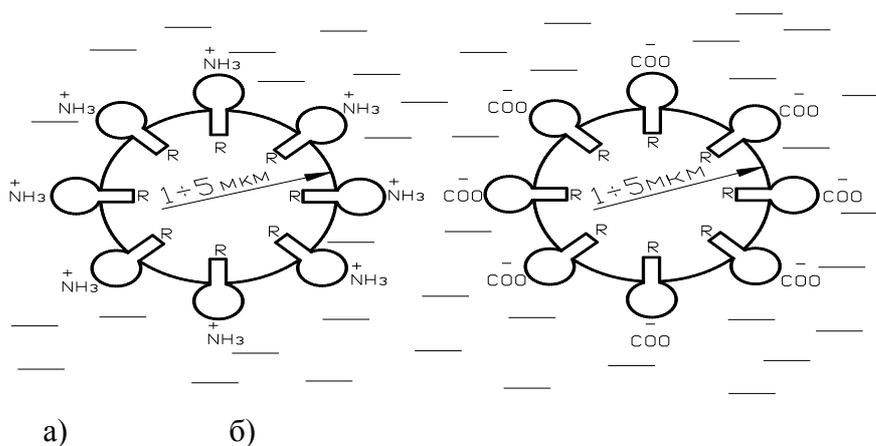


Рис. 3 Схема глобул дисперсной фазы с оболочками из адсорбированных ионов водорастворимого эмульгатора: а – катионоактивный; б – анионоактивный

Данные эмульсии используются при приготовлении холодных асфальтобетонных смесей.

Основными преимуществами дорожных эмульсии является возможности применения их в условиях повышенной влажности и пониженной температуры окружающего воздуха при одновременной экономии битума. Так как битумные эмульсии обладают относительно малой вязкостью по сравнению с цельным битумом и дегтем, это свойство позволяет производить дорожные работы «холодным способом», исключая нагревание каменных материалов, вяжущих и смесей, сокращая сроки строительства и ремонта дорог, упрощая технологические процессы. Но также имеются ряд существенных недостатков: многокомпонентные эмульсии сложны по своему составу, поэтому требуют высокого профессионализма при производстве и работе с ними; битумные эмульсии приготавливаются по химической технологии, на специальных установках, с применением эмульгаторов иностранного типа. Все это делает применение асфальтобетона на битумных эмульсиях экономически неэффективным.

Кроме этого возможно применение битумной эмульсии на твердых эмульгаторах, из которых отдают предпочтения гашеной извести.

Технология приготовления асфальтобетонных смесей с применением карбидной извести проще, чем эмульсий на органическом эмульгаторе, поскольку не требуется специальных реагентов. Эти смеси приготавливают в обычных асфальтобетонных смесителях.

Также известь обладает высокой адсорбционной способностью, химической активностью, повышает прочность и водостойкость асфальтобетона, замедляет его старение, применяется как весьма эффективный эмульгатор битума во влажных органоминеральных смесях, нейтрализует вредное действие глинистых примесей при укреплении грунтов, ускоряет формирование дорожного покрытия по холодной технологии.

Грамматиков Г.А. в своей диссертации исследовал свойства холодных асфальтобетонных смесей с применением карбидной извести марки КИ - 80. Технологическая последовательность приготовления холодной асфальтобетонной смеси, предложенная в работе [6], заключается в следующем: нагрев песка и щебня до 80°C; дозирование и подача в работающий смеситель холодной карбидной извести (8 – 12%), теплого песка и щебня; дозирование не нагретой воды в смеситель; пере мешивание в течение 15-20 секунд поданных в смеситель компонентов с водой; затем дозирование нагретого до 90-95°C битума (6 – 7,5%) и окончательное перемешивание длительностью около 1 минуты до получения однородной массы смеси. Количество воды должно быть таким, чтобы не было свободной воды, приводившей к расслоению водоминерального состава и ухудшению эмульгируемости битума. Критерием пригодности смеси является соответствие требованиям ГОСТ 30491-97 (таб.).

Фактические результаты испытаний удовлетворяют всем требованиям ГОСТ 30491-97 [7]. Холодная органоминеральная смесь удобна для выполнения ямочного ремонта дорожных покрытий в весенний и осенний период времени без высушивания поверхности выбоин

Особенность карбидной извести заключается в том, что она относится к умеренно опасным веществам 3 класса, обращение с которой требует соблюдения определенных мер по технике безопасности и экологическим условиям.

Физико-механические показатели органоминеральной смеси

Наименование свойств	Показатели согласно ГОСТ 30491-97	Фактически показатели
Средняя плотность, г/см ³	–	2,26
Предел прочности при сжатии, МПа, при температурах: 20°С 50°С	не менее 1,8 не менее 0,9	4,10 0,90
Водонасыщение, % по объему	2,0-6,0	5,10
Набухание, % по объему	не более 1,5	0,30
Водостойкость	не менее 0,80	0,90
Водостойкость при длительном водонасыщении	не менее 0,70	0,70

В настоящее время остаётся не изученной регенерация сфрезерованного асфальтобетона при использовании карбидной извести. В дальнейшем в моей работе поставлена задача исследования эффективности применения карбидной извести, в составе с добавкой диспергированного менее вязкого битума, для регенерации сфрезерованного асфальтобетона. Предполагается улучшение свойств регенерируемого асфальтобетона за счет карбидной извести, выполняющей двойную функцию активатора и эмульгатора. Результаты исследования Грамматикова Г.А. позволяют надеяться на положительный эффект.

Библиографический список:

1. Рудакова В. В. Обеспечение экологически безопасных условий производства битумных эмульсий: Автореф. Дис...канд. техн. наук. – М., 2000. с. 21.
2. ГОСТ Р 52128-2003. Эмульсии битумные дорожные ТУ. Дата введения 2003-10-01.
3. Горнаев Н. А. Исследование асфальтового бетона на битумных эмульсиях: дис. канд. техн. наук. / Горнаев Николай Алексеевич. – Харьков, 1963. с. 200.
4. Вершигорова В. Н. Физико-химические основы строительного материаловедения: учебное пособие / В. Н. Вершигорова и др. – М.: Изд-во АВС, 2003. с. 136.
5. Соколов Ю. В. Изменение клеящихся свойств эмульсий ССБ при ее распаде в дорожных эмульсионно-минеральных смесях // Проектирование и строительство автомобильных дорог. – Тюмень: Тюменьиздат, 1969. с. 46 - 49.
6. Грамматиков Г. А. Асфальтобетон с применением карбидной извести в качестве минерального порошка: дис. канд. техн. наук. – Волгоград, 2006. с. 159.
7. ГОСТ 30491 - 97. Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Дата введения 1997-09-01.

ОРГАНИЗАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

УДК 656.13.08:65.012.12

ВЛИЯНИЕ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДТП С УЧАСТИЕМ ПЕШЕХОДОВ

Платошина К.Н.

Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор Столяров В.В.
Саратовский архитектурно-дорожный институт

Одним из самых распространенных видов дорожно-транспортных происшествий является наезд на пешехода. Каждое четвертое происшествие на доро-

гах России приводит к гибели и ранениям людей, которые по каким-то причинам оказались на проезжей части и стали жертвами наезда транспортных средств. За 2009 год в Российской Федерации произошло 203603 (-6,7% по сравнению с 2008 годом) дорожно-транспортных происшествия, в результате которых погибли 26 084 (-12,9%) человека, а 257034 (-5,1%) человека получили ранения.

12 326 (-9,4%) ДТП произошли по вине водителей, находившихся за рулем в состоянии опьянения, в результате этих ДТП 2 217 (-7%) человек погибли, а 18206 (-8,5%) человек получили ранения. За прошедший год произошло 19 970 (-9,1%) ДТП с участием детей, в которых 846 (-16,9%) детей погибли, а 20 869 (-8,4%) детей получили ранения. Для сравнения хочется отметить, что за один день в среднем в России происходит 600 ДТП, из которых 60 с причинением смерти, в том числе и детям. Каждый пятый наезд на пешехода совершается на пешеходных переходах.

В городе Саратове на 100 ДТП до 80 % сопутствующим фактором возникновения происшествий являются несовершенства дорожных условий. Следовательно, можно сделать вывод о том, что практически в каждом дорожно-транспортном происшествии присутствует вина дорожных условий. В 2008 году на ремонт дорог в городе Саратове было выделено 256,5 млн. руб. В результате заделали почти все выбоины и неровности, несколько участков важных магистралей и небольшое количество тротуаров. И как видим, дорожную ситуацию этот ремонт не улучшил. Водители транспортных средств часто игнорируют права пешеходов, не пропускают их на пешеходных переходах, проезжают регулируемые пешеходные переходы на запрещающий сигнал светофора, не снижают скорости в опасных местах.

Для анализа ДТП необходимо использовать математический аппарат, который позволил бы любому эксперту получить одни и те же данные. При возникновении ДТП выезжающий на место происшествия эксперт, в настоящее время, не имеет математического аппарата для определения доли вины водителя, пешехода и дорожных условий. Эксперт заполняет только карточку ДТП, а при заполнении карточки играет роль лишь его субъективное мнение. Он не оценивает ситуацию по математическим формулам в связи с их отсутствием, а лишь опирается на свое видение происшествия. Следовательно, при попадании дела в суд у судьи отсутствует исходная информация об объективных причинах происшествия. Даже назначение экспертного исследования не всегда приводит к верному результату, т.к. данные подготавливаются без применения объективных методов оценки происшествия основанных на математическом аппарате.

Существуют различные методы оценки уровня безопасности движения на автомобильных дорогах и городских улицах. Все методы можно условно разделить на группы:

- статистические
- вероятностные
- методы относительных показателей или параметрический метод (метод конфликтных точек, метод конфликтных ситуаций, метод оценки ДТС).

Статистический метод оценки уровня безопасности не может выдать точную картину аварийности на каком-либо участке дороги, так как требует длительного периода времени для наблюдений. Данные, собранные при помощи

этого метода при недостаточном количестве наблюдений могут не попасть в доверительный интервал соответствующий заданному времени надежности. Главным недостатком применения статистических методов является то, что без использования теории вероятности не позволяет оценить вероятность появления того или иного параметра.

Широко на практике используется вероятностный метод. Так в работе [1] при помощи вероятностного метода исследует опасную обстановку или начальную стадию возникновения ДТП. Цель этих исследований заключается в определении влияния дорожных условий на механизм происшествия посредством вычисления вероятности возникновения ДТП в конкретных дорожных условиях. К изучаемым дорожным условиям относятся: ширина проезжей части и обочин; геометрическая или метеорологическая видимость поверхности дороги и встречного автомобиля; ровность, шероховатость и сцепные качества покрытия; воздействие природных и метеорологических факторов на состояние проезжей части и прикромочных полос покрытия; уровень содержания дороги, то есть имеется или нет полная или частичная очистка покрытия от снега, грязи или обледенения; наличие или отсутствие необходимых дорожных знаков, горизонтальной и вертикальной разметки, светофоров и т.д.

Еще один метод – метод коэффициента безопасности. Коэффициент безопасности представляет собой отношение скорости $V_{оп}$, обеспечиваемой опасным участком дороги, к скорости $V_{вх}$, которая может быть развита на подходе к опасному участку:

$$K_{без} = V_{оп} / V_{вх}$$

С помощью этой формулы определяются степени опасности участка дороги. Составлена таблица, где участки разделяют на: не опасные, малоопасные, опасные и очень опасные. Однако отношение скоростей может привести к нечетким выводам.

Если $V_{вх} = 100$ км/ч, а $V_{оп} = 80$ км/ч, то $K_{без} = 80/100 = 0,8$ (участок малоопасный).

Если $V_{вх} = 37,5$ км/ч, а $V_{оп} = 30$ км/ч, то $K_{без} = 30/37,5 = 0,8$ (участок малоопасный).

При разных величинах скоростей на подходе к опасному участку получаем один и тот же уровень безопасности, что недопустимо.

Метод оценки дорожно-транспортной ситуации. Данный метод применяется как с выездом на дорогу, так и при помощи модели. Но при выезде на один и тот же участок дороги, в зависимости от времени года, времени суток изменяются интенсивность движения, состав движения, дорожные условия, человеческий фактор. Все изменения не учитываются в данном методе, и это приводит к тому, что один и тот же участок дороги может быть отнесен как к неопасному, так и к очень опасному участку. На опасность движения по дороге влияют не только дорожные условия, но и дорожно-транспортные ситуации, зависящие от перечисленных показателей.

Все перечисленные выше методы не имеют математических моделей, основываются лишь на субъективное мнение, следовательно, нельзя делать вывода о точности полученных результатов.

Автор является сторонником применения в оценки безопасности движения другого (вероятностного) метода. Одним из них является метод, основанный на

теории риска. Риск (с позиции безопасности) – это вероятность возникновения ДТП, учитывающая степень несовершенства геометрического элемента дороги. Величина риска представляет собой отношение числа ДТП, ожидаемого при скорости движения V (например, при расчетной скорости движения) к общему числу автомобилей, прошедших по данному элементу дороги с той же скоростью. Например, если для проектного решения дороги это отношение равно $2 \cdot 10^{-4}$ при скорости движения V , то проектировщик или нормативный документ допускают, что на данном элементе дороги будет происходить 2 ДТП «по вине» проектного решения из 10000 прошедших автомобилей с той же скоростью.

В качестве расчетного (допустимого) риска в проектах организации дорожного движения принята величина $1 \cdot 10^{-4}$, которая соответствует 85%-й обеспеченности, то есть, это такой риск, который допускают при движении с данной скоростью 85% водителей, а 15% водителей снижают скорость, считая эту величину риска не допустимой.

Существующий математический аппарат позволяет оценить опасность геометрических параметров дорог, но он не связан с экспертизой ДТП.

Достоинством и удобством теории риска является, например то, что закон распределения можно установить для каждого параметра один раз, так же можно применять ряды Шарлье, когда империческое распределение является скошенным.

Выявление в каждом ДТП влияние дорожных условий позволит объективно оценивать ответственность участников происшествия и рекомендовать изменение параметров дорог или введение средств организации дорожного движения с целью профилактики снижения аварийности на участке дороги.

Это позволит повысить надежность результатов экспертных исследований, объективность судебных решений, даст выводы по профилактике ДТП на опасных участках дорог.

Наличие математического аппарата позволит проводить оценку влияния дорожных условий и экспертизу ДТП с определением ответственности участников движения, а результаты проведенных исследований будут идентичными (сопоставимыми) у разных экспертов.

Библиографический список:

1. Столяров В.В. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий на основе теории риска /В.В.Столяров. Саратов: СГТУ,1996.

УДК 625.712.63:625.712.48

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРУЗКИ ДВОРОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПАРКУЮЩИМИСЯ АВТОМОБИЛЯМИ

Копейкина З.А. (АДМ-1-09)

Научный руководитель - канд.техн. наук, доцент Артёмов С.Н.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматривается проблема несанкционированной парковки во дворах жилых домов. В зависимости от места и типа стоянки автомобиля на дворовой территории была разработана предварительная типология парковок. Проводились наблюдения за динамикой изменения числа припаркованных автомобилей во дворах трех районов Волгограда. На основе анализа полученных данных были выявлены периоды, в течение которых дворы загру-

жены максимально и минимально припаркованными автомобилями.

The article deals with the problem of unauthorized parking in residential yards. A preliminary typology of parking lots has been developed depending on the place and type of parking in the yards. A monitoring was done to determine a time history of the number of parked cars in the yards of three Volgograd districts. Based on the data analysis, periods were revealed during which the yards were maximally and minimally filled with parked cars.

С ростом числа автомобилей в городе обостряется проблема с парковкой, стоянкой и движением автомобилей не только на магистралях, но и внутри дворов и жилых кварталов. В городах стало обычным явлением, когда машины занимают все место на тротуарах, выдавливая пешеходов на проезжую часть. Большинство автомобилистов старается ставить машины во дворах, а не на автостоянках. Чем ближе к окнам или подъезду стоит автомобиль, тем спокойнее спится хозяину. Зато гораздо хуже спится его соседям. Автосигнализация будит уставших после напряженного трудового дня людей и маленьких детей по ночам и ранним утром. Автовладельцы моют и ремонтируют машины прямо на месте своей парковки, загрязняя окружающую среду возле дома. Неорганизованная и стихийная парковка у зданий мешает подвозу товаров в магазины, проезду спецмашин в экстренных ситуациях, например, машин скорой медицинской помощи или пожарных автомобилей. Стали небезопасными игры детей в таких дворах.

Стихийные автостоянки во дворах приводят к невозможности полноценной уборки дворовых территорий (например - уборки грязного снега). Кроме того, непригодность улиц и дворов к потребностям растущего числа единиц автотранспорта приводит к разрушению газонов и детских площадок, повреждению зеленых насаждений.

На основе наблюдений за динамикой изменения числа припаркованных автомобилей во дворах трех районов Волгограда была разработана предварительная типология парковок, в зависимости от места и типа стоянки автомобиля на дворовой территории.

Все виды парковок автомобилей во дворах были разделены на 7 основных типов: 1) однорядная парковка; 2) двухрядная парковка; 3) парковка заездом на тротуар; 4) парковка с заездом на зеленую зону; 5) парковка, блокирующая жилой подъезд; 6) парковка, блокирующая подъезд к мусоросборнику; 7) парковка в иных местах (см. рис. 2).

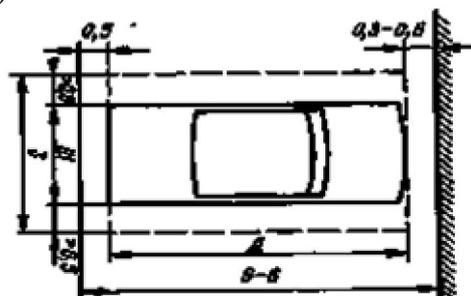


Рис. 1 Размеры ячейки для хранения автомобиля на стоянках: Д и Ш - габаритные длина и ширина расчетного автомобиля (м)

В нашей стране в качестве расчетного принимают для стоянок малолитражный тип автомобиля семейства ВАЗ для служебных — автомобиль «Волга».

Ячейка для установки одного автомобиля должна вмещать сам автомобиль и позволять обойти вокруг него. Размеры сторон ячейки должны быть на 0,5 м больше соответствующих размеров автомобиля (рис. 1). Это обеспечивает необходимый проход между двумя автомобилями в 1,0 м.

Для упрощения обработки полученных данных автомобили были разделены по занимаемым усредненным площадям на 6 групп:

Таблица 1

№ группы	Габаритные размеры, м		Габаритные площади, F_a (m^2)	Средние габаритные площади, F_a (m^2)	Площадь занимаемая 1 автомобилем S_a , (m^2)
	длина	ширина			
1	2,6 - 3,6	1,4 - 1,5	3,6 - 5,4	4,5	10.3
2	3,6 - 4,6	1,5 - 1,6	5,4 - 7,4	6,4	13.3
3	4,6 - 5,6	1,6 - 1,7	7,4 - 9,5	8,5	16.5
4	5,6 - 6,6	1,7 - 1,8	9,5 - 11,9	10,7	19.9
5	6,6 - 7,6	1,8 - 1,9	11,9 - 14,4	13,1	23.5
6	7,6 - 8,6	1,9 - 2,5	14,4 - 21,5	18,0	29.1



Рис.2. Дворовые парковки автомобилей 3, 4, 5 и 6 типов

Принимаем S_a – площадь, включающую еще по 0,5м с каждой стороны автомобиля; S_p – площадь, занимаемая припаркованными автомобилями (ΣS_a); S_d - площадь дворовых проездов, включая площадки, где можно парковаться. Относительная загрузка дворов припаркованными автомобилями (S_p/S_d), имеет характерную динамику изменения в течение часов суток (см. рис. 3).

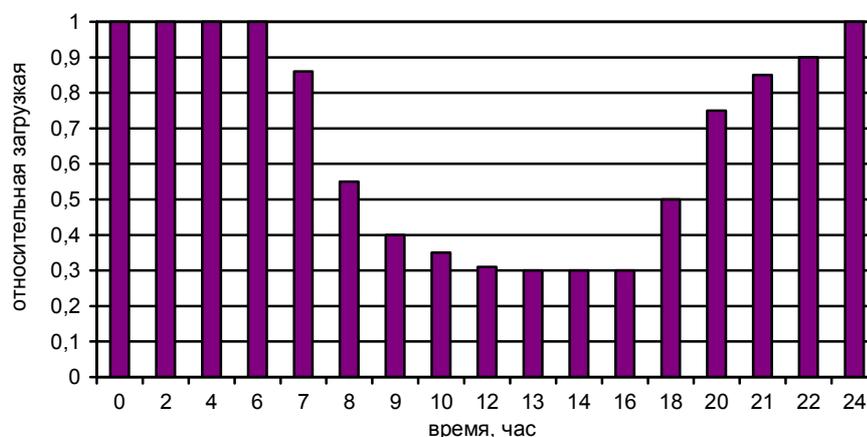


Рис.3. График изменения относительной загрузки дворовых территорий.

На основе анализа полученных данных были выявлены периоды, в течение которых дворы загружены максимально (23:00 - 6:00) и минимально (13:00 -

16:00) припаркованными автомобилями. Интенсивный период «разъезда автомобилей» приходится на период с 7:00 до 9:00, а период, в течение которого происходит интенсивная загрузка дворовых территорий паркующимися автомобилями, приходится на 18:00 по 21:00.

УДК 656.142

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕШЕХОДНОГО ДВИЖЕНИЯ В МЕСТАХ МАССОВОГО СКОПЛЕНИЯ ЛЮДЕЙ

Белова М.В. (АДМ-1-09)

Научный руководитель – канд.техн.наук, доцент Лукин В.А.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Приведен количественный анализ ДТП с участием пешеходов по годам и по районам Волгограда. Указаны основные причины возникновения ДТП.

There is quantitative analysis of road accidents with pedestrians by years in Volgograd and main reasons of road accidents.

Ежегодно во всем мире в результате дорожно-транспортных происшествий погибают более 1,2 миллиона человек, 20-50 миллионов – получают травмы. По итогам 2009 года в Волгограде зарегистрировано 1179 ДТП, в которых 131 человек погибли, 1410 были ранены, в том числе детский травматизм составил 115 человек [1,2].

По данным статистики было выявлено, что самый распространенный вид ДТП является наезд на пешехода. За 2009 год в Волгограде было зарегистрировано 539 случаев, из которых 61 человек погиб, 528 ранены. От общего количества ДТП наезд на пешехода в прошлом году составил 45,7%, что на 18,6 % меньше, чем в 2008г [2].

Преимущественно, наезд на пешехода происходит в местах массового скопления людей, а именно на территории, прилегающей к торгово-развлекательным комплексам, гипермаркетам, стадионам, театрам, рынкам. Массовые пешеходные потоки можно встретить также по направлениям к промышленным предприятиям в часы «пик» и в спальных районах, где пешеходные потоки формируются при следовании к остановочным пунктам в утренние и вечерние часы. В Волгограде наиболее крупными местами скопления людей являются: «Ворошиловский торговый центр», «Диамант», «Европа Сити Молл», «Парк Хаус», «Метро», «Real», «Карусель», «Киномакс», «НЭТ», «Волгоградский тракторный завод», «Волгоградский металлургический завод Красный Октябрь», «Волгоградский алюминиевый завод», «Волгограднефтемаш», «Каустик», «Химпром» и др.

подавляющее большинство наездов на пешеходов происходит при переходе ими улиц или дорог, причем справа налево по ходу движения автомобиля. Это объясняется тем, что пешеходы находятся к водителю ближе справа, при этом тротуар часто загороживается другими транспортными средствами, а слева дорога просматривается лучше и водитель имеет больше времени для предотвращения наезда.

Согласно статистике ДТП (наезд на пешехода) за 2008-2009 г. самыми

«опасными» районами в Волгограде, лидирующие по количеству происшествий, являются Держинский и Тракторозаводской.

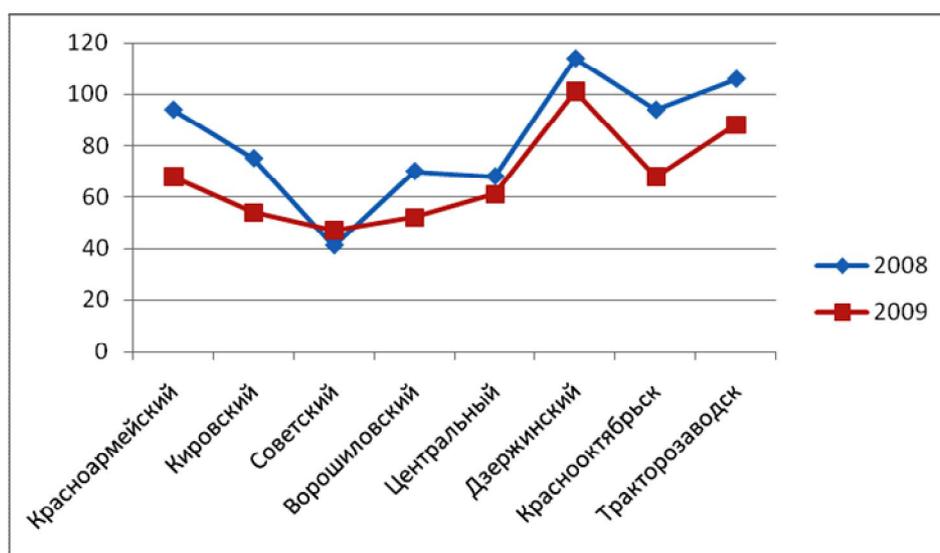


Рис. 1 Динамика изменения количества ДТП (наезд на пешехода) по районам Волгограда за 2008-2009 г.

Анализируя статистику ДТП за 2008-2009гг., выявилась тенденция к снижению количества ДТП (наезд на пешехода) во второй половине 2009г. (июнь-декабрь). Самыми пиковыми месяцами являлись в 2008г октябрь, в 2009г – май.

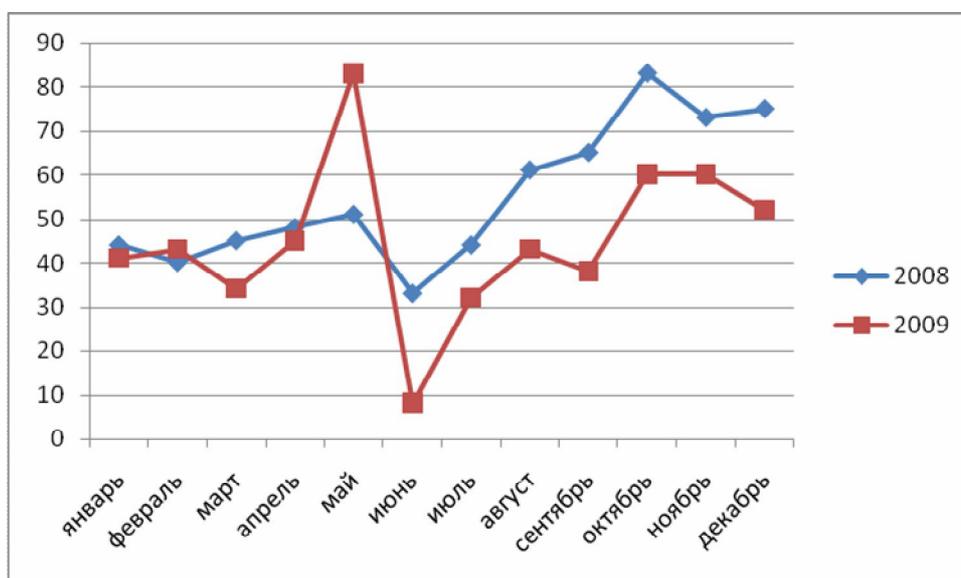


Рис. 2 Динамика изменения количества ДТП (наезд на пешехода) по месяцам 2008-2009г.

Пешеходные переход является местом повышенной опасности, на нем происходит пересечение в одном уровне транспортных и пешеходных потоков. В этой конфликтной зоне участники движения – как пешеходы, так и водители – очень часто совершают ошибки и просчеты. Причин, вызывающих ДТП при проезде пешеходного перехода, достаточно много. Рассмотрим основные.

Первая и наиболее распространенная причина ДТП из-за ошибок водителей – нарушение п.14.1 Правил дорожного движения [3], предписывающего водителям при приближении к пешеходному переходу снизить скорость или остановиться, чтобы пропустить пешеходов. Далек не все водители следуют этому

предписанию Правил. Объяснить это можно только двумя обстоятельствами – недостаточной профессиональной подготовкой водителей и неудовлетворительная видимость пешеходных переходов. Особенно опасны необорудованные пешеходные переходы.

Еще одна причина ДТП - не умение правильно прогнозировать развития ситуации в местах повышенной опасности при ограниченном обзоре. Не менее распространенная ошибка водителей – обгон в непосредственной близости или на пешеходном переходе при смене сигнала светофора с запрещающего на разрешающий. Опережать другое транспортное средство в условиях ограниченного обзора, создаваемого стоящим слева или справа транспортными средствами, опасно потому, что нередко случаи, когда при включении в светофоре красного сигнала на пешеходном переходе (особенно при большой ширине проезжей части) остаются пешеходы, не успевшие закончить переход.

Третья причина ДТП – это ошибка пешеходов. Невнимательность, неумение оценить ситуацию слева и справа. Зная, что скорость пешехода составляет около 1,2 м/с, двухполосную дорогу пешеход перейдет примерно за 6-8 сек. Следовательно, для безопасного перехода необходимо, чтобы двигающийся с максимально разрешенной в населенном пункте скоростью 60 км/ч (16,7 м/с) автомобиль находился на расстоянии около 100 м. На практике пешеходы неожиданно перебегают дорогу перед приближающимся автомобилем в 10-30 м. Частым случаем является переход пешеходом проезжей части в неустановленном месте, которое является нарушением п.4.3 Правил дорожного движения, предписывающее пешеходам пересекать проезжую часть по пешеходным переходам [3].

Библиографический список:

1. www.gibdd.ru
2. www.34.gibdd.ru
3. Правила дорожного движения Российской Федерации. – М.: Изд. Дом Третий Рим, 2009. с. 48: ил.

УДК 625.712.14

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК 2-Й ПРОДОЛЬНОЙ МАГИСТРАЛИ Г. ВОЛГОГРАДА

Е.И.Чудная (гр. АДм-1-08).

Научный руководитель – д-р.техн.наук, доцент Алексиков С.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Представлены данные о составе, интенсивности, скорости автомобилей и уровне загрузки транспортом 2-й продольной магистрали г. Волгограда.

The data about structure, intensity, speed of automobiles and level of loading of 2nd highway in Volgograd by transport are submitted.

С 2006г по настоящее время выполняются работы по оценки транспортно-эксплуатационных характеристик 2-й продольной магистрали г. Волгограда. Обследования показали, что общая протяженность магистрали 53210 м, она имеет 60 пересечений и 142 примыкания. На всем протяжении ширина а/б по-

крытия изменяется от 11.5м до 26м. Дорожная одежда представлена 2-х или 3-слойным асфальтобетонным покрытием толщиной до 18 см на основании из щебня до 25 см. На покрытии имеются трещины – коэффициент сплошности покрытия составляет 0,9. Основание из щебня содержит раздавленные щебенки размером менее 20мм (10-15%), наблюдается внутренний износ слоя – коэффициент сплошности – 0,85. Все обследованные конструкции не обеспечивают требуемую прочность, т.е. коэффициент прочности менее 1. Дорожные одежды требуют исправления поперечных уклонов, в отдельных случаях продольной ровности покрытия и усиления. Интенсивность движения магистрали – 637-2074 авт/час; уровень загрузки движением – 0.31-0.98.

В составе транспортного потока преимущественно представлен легковой автотранспорт, доля которого изменяется от 45,5 до 80,33%, при этом наиболее количество легкового транспорта наблюдается в центральной части города ул. Маршала – Рокоссовского до ул. Череповецкая, а также в заканальной части ул.40 лет ВЛКСМ (рис. 1). Снижение доли легковых, и увеличение маршрутных такси наблюдается на ул. Лазоревая, обеспечивающей связь основной части города с его заканальной частью (Красноармейский район) на этом участке наблюдается увеличение доли грузовых автомобилей до 22.45%, доля автобусов и троллейбусов на всем протяжении магистрали не превышает 5%.

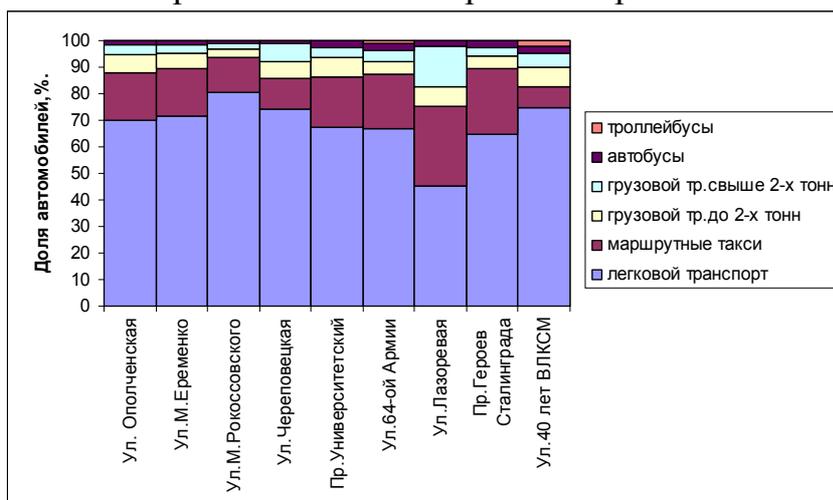


Рис.1 Изменение состава транспортного потока по 2-ой продольной магистрали

На участке от пересечения с ул. Ардатовской до пр. Героев Сталинграда Вторая продольная является единственной городской магистралью обеспечивающей пропуск транзитного транспорта в направлении г. Астрахани и г. Элиста. Протяженность этого участка составляет 34755м.

Наибольшая транспортная нагрузка ложится на вторую продольную магистраль на участках: от примыкания ул. Автомобилистов до примыкания ул.им. Кирова, от примыкания ул.им. Писемского до примыкания просп.им. Героев Сталинграда.

На скорость транспортного потока существенное влияние оказывают перекрестки и режимы их работы. В результате большой загруженности улиц в зоне перекрестков образуются пробки, особенно в часы пиковых нагрузок (рис 2).



Рис.2 Загрузка транспортом 2-й продольной магистрали на пр. Университетский

Задержки транспорта составляют от 15 до 30 минут. А если происходят ДТП, то задержки увеличиваются до 1 – 1,5 часов. При этом скорость на участке между перекрестками зависит от уровня загрузки перегона и его протяженности, которое. Статистическая обработка расстояний между перекрестками показала ее наиболее вероятное значение изменяется от 1175 м до 2170 м (рис.3).

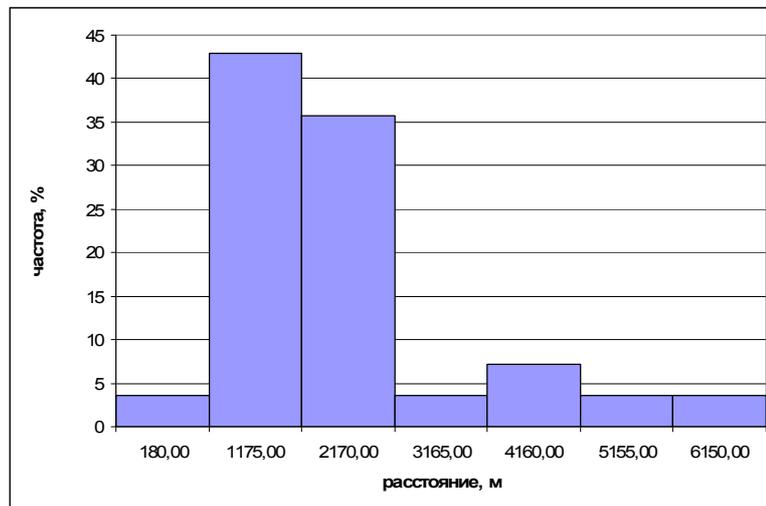


Рис.3 Гистограмма расстояний между перекрестками по второй продольной магистрали г. Волгограда

Замеры скорости показали, что она неоднородна по протяжению магистрали и изменяется от 7 до 56,5 км/ч. Максимальная скорость наблюдается на участках пересечения ул. Лермонтова до ул.им. Маршала – Рокоссовского (центральный район) и на участке пересечения с ул.64-й армии по ул. Лазоревая (кировский район) (рис.4).

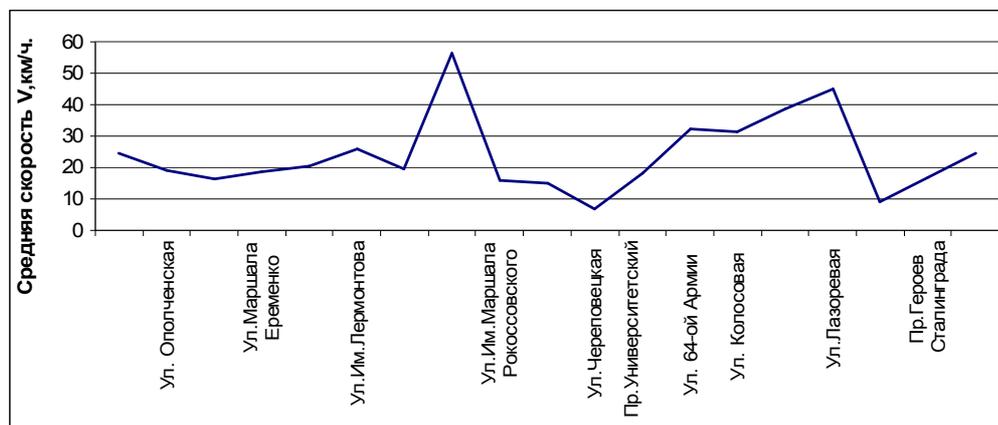


Рис.4 Изменение скорости по 2-й продольной магистрали

Анализ показывает, что уровень загрузки изменяется 0,31 до 0,98 в наименьшей степени трасса загружена на ул. Лазоревая и на перегоне ул. Лермонтова до ул. им Маршала-Рокоссовского, максимальная нагрузка магистрали происходит на участке ул. Череповецкая, пр. Университетский (рис.5).

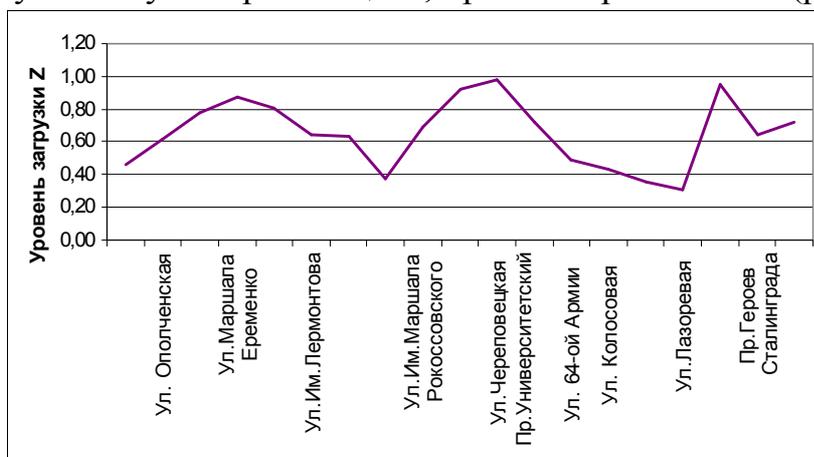


Рис.5.Уровень загрузки 2-й продольной магистрали.

Разработаны картограммы интенсивности наиболее значимых перекрестков. Картограммы наиболее загруженных пересечений магистрали представлены на рис.6.

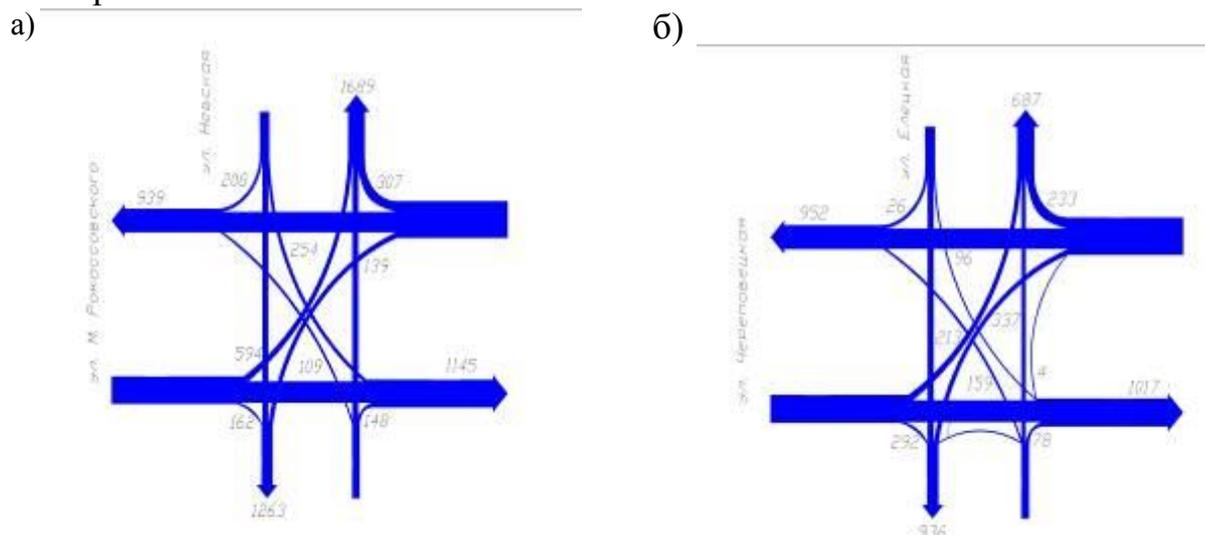


Рис.6 Картограммы интенсивности движения на пересечениях улиц:

а) ул. Маршала-Рокоссовского - ул. Невская ($z=0.92$);

б) ул. Череповецкая - ул. Елецкая ($z=0.84$)

Результаты обследования магистрали показали, что ее транспортно-эксплуатационные показатели в настоящее время не удовлетворяют нормативным требованиям, поэтому необходима модернизация второй продольной магистрали.

УДК 656.13:711.4:502.1

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ДОРОГ И УЛИЦ В УСЛОВИЯХ РОСТА ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Сургучёва Е.С. (ОБД-1-07), Бабичев А.А. (ОБД-2-07)

Научный руководитель – канд.техн.наук, доцент Балакин В.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Выделяются наиболее доступные оперативные способы организации и регулирования движения, направленные на повышение пропускной способности улично-дорожных сетей и снижение негативного воздействия транспорта на городскую среду в условиях роста автомобилизации.

We single out the most affordable ways of traffic management for increasing throughput capacity of urban streets and decreasing the negative impact of street traffic on urban environment.

При возрастающей автомобилизации и увеличении загрузки магистральных сетей в городах автомобильным транспортом формирование эффективных и безопасных транспортных систем становится уже практически невозможным без кардинальных градостроительных и планировочно-реконструктивных мероприятий. К ним относится расширение проезжей части с пробивкой новых направлений дорог и улиц, устройство подземных и надземных пешеходных переходов, строительство многоуровневых развязок и парковок с использованием подземного пространства и др. Перечень объектов по планировочной реконструкции улично-дорожных сетей (УДС) рекомендуется включать в состав предложений комплексных транспортных схем (КТС) городов.

Совершенствование транспортно-планировочного каркаса города, предусматриваемое стратегическими решениями генерального плана, достигается в КТС. Здесь первоначально обозначенный в генеральном плане перечень реконструируемых и новых магистральных дорог и улиц конкретизируется с учётом результатов детального обследования размеров пассажирских и транспортных потоков, а также геометрических параметров элементов УДС.

На первом этапе обследований, прежде всего, устанавливаются классификационные признаки дорог и других сооружений на реальной транспортной сети, их соответствие требованиям обеспечения необходимых кратчайших связей между фокусами тяготения грузов и пассажиров согласно намечаемой схеме территориального развития города.

Второй этап включает оценку пропускной способности (ПС) основных, наиболее напряжённых участков и уточнение категории магистральных дорог и улиц в соответствии с мощностью фактических пассажирских и грузовых потоков на наиболее концентрированных направлениях, а также с перспективным объёмом движения. Одновременно устанавливается плотность проектируемой магистральной сети с точки зрения пешеходной доступности транспортных линий и другие критерии оценки планировочной схемы УДС – коэффициент непрямолинейности сообщений, степень сложности узлов, уровень загрузки центрального узла.

Для оценки ПС проектируемой УДС по коэффициенту загрузки и проверки её соответствия задачам транспортного обслуживания составляется картограмма интенсивности движения нерельсовых видов транспорта в час «пик».

Если учитывать, что транспортные проблемы возникают в городах не в локальных узлах, а охватывают отдельные направления или планировочные зоны, то повышение ПС УДС может быть достигнуто, в основном, путём перевода магистралей на соответствующих направлениях в более высокую категорию с организацией непрерывного движения. Такие мероприятия, обычно намечаемые в транспортной части генеральных планов городов, реализуются в КТС

(например, перевод II Продольной магистрали в Волгограде в магистраль непрерывного движения или устройство обходной кольцевой магистрали в Краснодаре путём реконструкции существующих магистралей общегородского значения регулируемого движения). Из этого следует, что в перспективе в крупных и крупнейших городах закладывается строительство продольных, диаметральных, хордовых, полукольцевых, кольцевых или обходных магистралей как минимум с 10 – 20 транспортными развязками. В Краснодаре, например, в ближайшей перспективе их около 15, а в Екатеринбурге к 2025 г. – примерно 30. Если учитывать большую стоимость этих сооружений, а в стеснённых условиях их строительство неизбежно связано со значительной реконструкцией существующей застройки, то реализация их проектов может растянуться на довольно длительный период. Поэтому в целях поддержки стратегических решений генерального плана и КТС имеющиеся резервы повышения ПС УДС первоначально могут быть вскрыты, детально проработаны и реализованы в комплексных схемах организации движения (КСОД) средствами организации и регулирования движения.

Организационно-регулирующие мероприятия с выборочной реконструкцией узлов и улиц позволяют поддерживать необходимую ПС УДС в условиях роста автомобилизации, а, следовательно, и интенсивности движения при ограниченном финансировании планировочно-реконструктивных мероприятий крупного масштаба. В современной экономической ситуации это наиболее доступные средства, позволяющие оперативно устранить заторные ситуации и максимально использовать имеющийся запас ПС УДС. Они направлены, в основном, на изменение существующих схем организации движения (ОД) с целью уменьшения числа конфликтных точек, сокращения задержек транспорта и повышения ПС перекрёстков.

Поэтому стратегия управления развитием транспортных систем городов (ТСГ) должна предусматривать вместе с текущими организационно-регулирующими мерами, поддерживающими необходимую ПС УДС, в первую очередь, её локальных участков, последовательное, увязанное с финансовыми возможностями городов, внедрение транспортно-градостроительных мероприятий, обеспечивающих ПС всей транспортной сети на перспективу.

При выборе первоочередных объектов с целью реконструкции или совершенствования схем ОД учитывают, прежде всего, коэффициент загрузки участков дорог и улиц и показатели их аварийности. Применяемые в настоящее время методы оценки ПС и степени загрузки магистралей позволяют учесть такие условия дорожного движения, как наличие средств регулирования движения, парковки транспортных средств на проезжей части, расстояние между остановочными пунктами общественного транспорта и регулирующими пешеходными переходами и др. [1].

В последние годы в рамках социально-экономического развития городов разрабатываются новые комплексные программы совершенствования дорожно-транспортных сетей и схемы организации дорожного движения, а также специальные программы и концепции развития пассажирского транспорта с поэтапной реализацией мероприятий на периоды от 2 до 5 лет [2,3,4]. Максимальный

срок реализации таких программ не превышает 8–10 лет. Практически, это означает переход от обычного среднесрочного к непрерывному планированию развития ТСГ в связи с трудностями на транспортных сетях, возникающими, прежде всего, из-за отсутствия чёткой стратегии их развития в условиях быстрого роста интенсивности движения и недостаточной проработки вопросов организации городского движения [5].

Поэтому в новых КСОД намечаются основные мероприятия по совершенствованию ОД или устранению планировочно-конструктивных недостатков элементов УДС с их оценкой по конкретному обеспечению необходимой ПС.

Наиболее характерными недостатками, при устранении которых достигается повышение ПС участков УДС, являются:

- неорганизованное движение пешеходов по проезжей части;
- нерегулируемые пешеходные переходы;
- неорганизованные остановки лицензируемого пассажирского транспорта;
- въезды и выезды с прилегающих территорий;
- уличная парковка, в полукарманах или на краю проезжей части;
- частые пересечения вследствие малой длины кварталов;
- несоответствие ширины проезжей части улиц их категориям по действующим нормативам;
- переменная ширина проезжей части по трассе городских дорог и улиц;
- недостаточные радиусы (6–10м) сопряжения проезжих частей пересекающихся улиц, приводящие к увеличению ширины полосы движения автомобилей, совершающих правые повороты;
- отсутствие уширений проезжей части в зоне перекрёстков, на участках подъёмов, в начале и конце путепроводов, тоннелей, мостов, виадуков, эстакадных участков городских дорог;
- недостаточные сцепные качества покрытия на подходах к перекрёсткам, у остановочных пунктов (ОП), на участках с крутым уклоном;
- расположение ОП непосредственно перед перекрёстком;
- размещение ОП противоположных направлений напротив друг друга;
- несоответствие длины посадочных площадок ОП количеству маршрутов, использующих их;
- отсутствие карманов ОП общественного пассажирского транспорта;
- необеспеченный минимальный зазор между останавливающимися и проходящими попутно транспортными средствами из-за недостаточной величины уширения проезжей части на ОП;
- недостаточная длина участков отгона уширения у переходно-скоростных полос в зоне ОП;
- отсутствие переходно-скоростных полос в местах для разворота, у остановочных карманов и в местах примыкания съездов и второстепенных дорог и улиц к дорогам со скоростным режимом движения;
- недостаточная ширина центральной разделительной полосы в местах для разворота;
- наличие отдельных неровностей или неудовлетворительная ровность проезжей части в целом и дефекты покрытия - колейность, гребёнка, выбоины,

проломы, продольные и поперечные трещины в характерных местах (участки частых торможений, спусков, примыкания к люкам смотровых колодцев и др.);

- необеспеченный водоотвод с проезжей части (недостаточная величина или отсутствие продольных и поперечных уклонов, засорение или обледенение водоприёмных решёток);

- возвышение отметок на разделительных полосах озеленения над верхней кромкой бортового камня и смыв грунта на проезжую часть в периоды дождей и таяния снеговых отложений;

- чрезмерное возвышение или заглубление крышек смотровых колодцев подземных инженерных коммуникаций относительно покрытия;

- ограниченная видимость в плане улиц и в зоне перекрёстков из-за высоких зелёных насаждений, выступающих киосков, павильонов, рекламных щитов и др.).

Необходимо учитывать, что по мере дальнейшего роста автомобилизации и интенсивности движения на УДС эффективность реализуемых оперативных организационно-регулирующих мероприятий по повышению ПС будет постепенно снижаться. Стабильность и эффективность средств ОД будут обеспечены в том случае, если они будут постоянно поддерживаться новыми решениями в сфере модернизации УДС, предусматривающими стабильное повышение её ПС. Поэтому организацию городского движения следует рассматривать как комплексную проблему, решаемую на основе системного подхода на всех стадиях планирования ТСГ.

Анализ современного состояния ТСГ показывает, что в условиях роста загрузки УДС и при недостаточных темпах повышения её ПС сдерживание роста интенсивности движения может быть достигнуто путём повышения провозной способности транспортных линий и развития в городах массового пассажирского транспорта при планомерном увеличении средней вместимости подвижного состава.

Кроме того, средствами ОД необходимо обеспечивать преимущественные условия для пропуска общественного транспорта по сети. Задача создания приоритетных условий для движения и обеспечения эффективного функционирования городского массового пассажирского транспорта (ГМПТ), комфортабельности и экологической безопасности передвижений и проживания населения должна быть также одной из основных для КСОД. Только после включения вопросов организации ГМПТ КСОД приобретает функции и значение комплексного документа, поддерживающего стратегические решения генплана и КТС.

На направлениях транспортных сетей с наиболее устойчивым пассажиропотоком, с экологической точки зрения, следует отдавать предпочтение электротранспорту. Здесь реализуется наиболее экологически чистый способ потребления энергоресурсов, когда негативное воздействие на окружающую среду от получения электроэнергии проявляется за пределами среды обитания. Поэтому, с точки зрения оздоровления городской среды, при современном уровне развития техники, приоритет по сравнению с другими видами ГМПТ принадлежит электротранспорту [6].

В Волгограде, среди всех видов электротранспорта, ещё не использованы полностью эти бесспорные преимущества электрифицированной железной дороги, хотя специфика планировочной структуры города позволяет осуществлять перевозки пассажиров с её использованием при достаточно высокой эксплуатационной скорости. Кроме этого, данный вид транспорта обеспечивает полную безопасность и достаточную комфортабельность при передвижениях населения.

Расчёт пассажиропотоков и оценка ПС транспортной сети Волгограда, выполненные специалистами ИТС Волг ГАСУ, показывают, что при совершенствовании ТСГ основной упор должен быть сделан на дальнейшее развитие действующих видов ГМПТ. В перспективе наибольший пассажиропоток будет формироваться по-прежнему в продольном и, отчасти, в поперечном направлении в сторону центра города.

Расчёты максимальных часовых пассажиропотоков указывают на сохранение мощных нагрузок на транспортную сеть по продольным направлениям (I, II и III Продольные магистрали). Возможности освоения их обычными видами транспорта – троллейбусом в сочетании с автобусом, маршрутным такси и легковыми автомобилями даже при интенсивно развивающейся автомобилизации ограничены на участках УДС или имеются, но на пределе провозной способности. Кроме того, ввод троллейбусных маршрутов на трассу III Продольной скоростной магистрали крайне нежелателен из-за возможного снижения ПС и скорости потока на магистрали. Поэтому в генеральном плане принято решение о создании дополнительной дуговой линии метротрама длиной 25 км по трассе пр. Металлургов – III Продольная – Университет.

В генеральном плане особое значение в реализации внутригородских пассажирских корреспонденций отводится развитию скоростного трамвая (метротрама), особенно в поперечном направлении, а также восстановлению и расширению роли участков железной дороги, проходящей преимущественно симметрично по отношению к жилой застройке города. Доля городских пассажирских перевозок железнодорожным транспортом увеличится с 9,5 до 30 млн. пасс. в год. Скоростной рельсовый транспорт должен связать в единую систему электротранспорта существующие и вновь проектируемые обособленные линии обычного трамвая и троллейбуса.

Для того, чтобы повысить привлекательность электропоезда в Волгограде в межрайонном сообщении и увеличить наполнение подвижного состава, необходимо, прежде всего, обеспечить сокращение накладных затрат времени при передвижении на этом виде транспорта населения, проживающего на территории планировочных зон, прилегающих к железной дороге. Это может быть достигнуто путём совершенствования схемы маршрутной сети в этих зонах с использованием автобусов малой вместимости в качестве подвозящего вида транспорта.

Кроме того, необходимо повысить роль железнодорожного транспорта пригородного сообщения во внутригородских пассажирских сообщениях путём более активного вовлечения пригородных поездов за счёт сокращения интервала движения с 30 – 40 до 20 – 25 минут в часы «пик». В условиях совмещения

пригородно - городского движения на одних путях с интенсивным грузовым и дальним пассажирским движением на некоторых перегонах, очевидно, потребуется обеспечение более ритмичного графика движения электропоездов.

Объём пассажирских пригородно - городских перевозок на железной дороге предполагается увеличить к проектному сроку 9,5 до 110.0 млн. пасс. или с 1,6 до 10% от общего объёма, т.е. более, чем в 6 раз.

В часы «пик» маршрутный интервал на железной дороге будет составлять 24 минуты. Полные затраты времени на передвижения при намечаемом развитии скоростных видов транспорта будут находиться в пределах 40 минут. Затраты на трудовые передвижения не превысят 30 минут, причём 80-90% трудящихся будут тратить на поездки к местам приложения труда не более 40-45 минут.

В ходе решения задач организационно-регулирующего плана, направленных на повышение ПС УДС и создания приоритетных условий для движения общественного транспорта, в КСОД могут возникать задачи планировочного характера, решение которых связано с необходимостью внесения коррективов в генплан и КТС. Это может касаться введения новых связей на сети, изменения трассы транспортных коммуникаций, местоположения и планировочного решения остановочных и оборотных пунктов маршрутных линий общественного транспорта, схем транспортных пересечений и развязок.

Более того, это может потребовать проектирования совершенно новых объектов транспортного назначения с проработкой вопросов ОД. В данном случае речь может идти о многофункциональных пересадочных узлах или терминалах с совмещением функций разных видов городского транспорта (электрифицированная железная дорога, трамвай, автобус средней и большой вместимости, троллейбус, маршрутное такси). В целях активизации использования ресурсов провозной способности взаимодействующих на узлах видов транспорта и ближайшего городского пространства здесь могут быть предусмотрены вместительные паркинги, общественно-торговые центры или деловые зоны с необходимыми сооружениями и офисными помещениями. В стеснённых условиях сложившейся застройки в зависимости от пассажирооборота узлов может быть обоснована необходимость использования подземного пространства.

В любом случае главными задачами КСОД в условиях растущей автомобилизации остаются: сдерживание роста интенсивности движения, повышение ПС транспортной сети и улучшение экологической обстановки на УДС и в жилой застройке. Их решение отвечает главной цели генплана и КТС - реализации мероприятий, направленных на устойчивое и экологически безопасное развитие города и создание комфортных условий проживания населения. Поэтому между решениями генплана, КТС и КСОД должна существовать прочная прямая и обратная связь.

Библиографический список:

1. Храпова С.В. Определение уровня загрузки автомобильным транспортом городских магистралей. Автореф. дис. ...канд. техн. наук. Иркутск, 2010. 20 с.
2. Сафронов Э., Сафронов К., Киммель Д. Начало реформирования ГПТ – совершенствование маршрутных сетей городов // Автомоб. трансп. 2004, №5, с. 57–58.

3. Ващакина Т.В. Анализ загрузки магистральной сети города Омска // Автомобильные дороги Сибири: Тез. докл. II Междунар. науч.-техн. конф. Омск: Сиб АДИ, 1998, с. 44–47.
4. Транспортные системы городов: региональные и городские законодательные акты и программы // <http://www.vaksman.by.ru/Russian/news/about.htm>
5. Ваксман С. А., Цариков А. А. Организация городского движения в условиях высокой автомобилизации как комплексная проблема // Проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: Матер. XI междунар. (четырнадцатой екатеринбургской) науч.-практ. конф. // <http://www.vaksman.by.ru/Russian/news/about.htm>
6. Косой Ю.М. Специфика городского транспорта и экология урбанизированных территорий // Экол. урбанизир. террит. 2007, №1. С. 67–69.

УДК 656.13.08.05

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА

Побединский Ю.А., Рудь Н.Г. (ОБД-1-06)

Научные руководители – канд. техн. наук, доцент Куликов А.В., ассистент Сомова К.В.
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В статье представлен обзор методов оценки состояния организации безопасности дорожного движения на улично-дорожной сети города

In the article the review of methods of an estimation of a condition of traffic safety on a city road network is submitted.

За последние десять лет на российских дорогах погибли более 315 тысяч человек. По данным Министерства здравоохранения и социального развития, в 2009 году в РФ было зарегистрировано 230 тысяч ДТП, в которых 285 тысяч человек получили травмы различной тяжести, 37,9 тысячи человек погибли. Всего за период с 2003 по 2009 год по этой причине в Российской Федерации погибло 164,9 тысячи человек. К сожалению, в дорожно-транспортных происшествиях гибнет, в первую очередь, молодое население. Экономические потери от последствий такого рода происшествий в прошлом году, по тем подсчетам, которые велись, составили порядка 470 млрд. рублей. Это примерно в 15 раз больше чем в странах Евросоюза. А значит, при решении транспортной проблемы необходимо прибегать к опыту зарубежных организаций, специализирующихся в области безопасности дорожного движения.

Для оценки эффективности работы исследуемой модели используют следующие методы: метод, основанный на анализе данных о ДТП; метод коэффициентов аварийности; метод коэффициентов безопасности; метод конфликтных точек.

Методы выявления опасных участков на основе данных о ДТП следует применять для оценки безопасности движения на существующих дорогах при наличии достаточно полной и достоверной информации о ДТП за период не менее 3-5 лет. При отсутствии таких данных, а также для оценки проектных решений при проектировании новых и реконструкции существующих дорог должны использоваться метод коэффициентов аварийности, основанный на анализе и обобщении данных статистики ДТП, методы коэффициентов безопасности и конфликтных ситуаций, основанные на анализе графиков изменения

скоростей движения по дороге.

Метод коэффициентов аварийности основан на определении итогового коэффициента аварийности. По значениям итоговых коэффициентов аварийности строят линейный график. На него наносят план и профиль дороги, выделив все элементы, от которых зависит безопасность движения (продольные уклоны, вертикальные кривые, кривые в плане, мосты, населенные пункты, пересекающиеся дороги и др.). На графике фиксируют по отдельным участкам среднюю интенсивность движения по данным учета дорожных организаций или специальных изыскательских партий, а для проектируемых дорог - перспективную интенсивность движения. Условными знаками обозначают места зарегистрированных в последние годы ДТП.

Метод коэффициентов безопасности учитывает движение одиночного автомобиля, что характерно для условий движения на дорогах с малой интенсивностью или часов спада движения на более загруженных дорогах. Это не препятствует его использованию для дорог всех типов, поскольку при высокой интенсивности движения обгоны практически исключаются, а расчет для одиночного автомобиля направлен на повышение безопасности.

Коэффициентами безопасности называют отношение максимальной скорости движения на участке к максимальной скорости въезда автомобилей на этот участок (начальная скорость движения).

Метод конфликтных ситуаций используется при разработке проектов реконструкции сложных участков дорог. Под конфликтной понимается дорожно-транспортная ситуация, возникающая между участниками дорожного движения или движущимся автомобилем и обстановкой дороги, при которой возникает опасность дорожно-транспортного происшествия, если в действиях участников движения не произойдет изменения и они будут продолжать движение. Для использования метода конфликтных ситуаций необходимы данные о режимах движения, получаемые при помощи автомобилей-лабораторий.

Показателем наличия конфликтной ситуации является изменение скорости или траектории движения автомобиля. Степень опасности этой ситуации характеризуется отрицательными продольными и поперечными ускорениями, возникающими при маневрах автомобилей.

Конфликтные ситуации по степени опасности делятся на три типа: легкие, средние, критические.

Число конфликтных ситуаций каждого типа определяется при реконструкции дорог методом наблюдений, а при новом строительстве методами математического моделирования.

В качестве примера предлагается рассмотреть германскую модель организации дорожного движения, в основе которой лежит семейство программ PTV Vision.

С помощью программного продукта VISUM, представляющего собой макроуровень моделирования, возможно, решить следующие основные задачи:

- планирование транспортной инфраструктуры и общественного транспорта;
- графическая обработка сети;
- анализ и оценка транспортных сетей;

- прогноз запланированных мероприятий;
- создание платформы для транспортно-информационных систем.

При необходимости перехода на микроуровень, то есть при планировании движения на отдельном перекрестке или группе перекрестков и наглядной демонстрации полученных изменений, применяется модель VISSIM.

Для моделирования транспортных потоков с использованием VISUM и решения обозначенных задач необходимо формирование банка данных, который включает следующие параметры:

- подробная схема улиц города;
- фактическая интенсивность движения и состав транспортного потока;
- скорость движения транспортных средств (в свободном состоянии и при полной загрузке улиц движением);
- геометрические параметры и пропускная способность улиц и дорог;
- организация движения на УДС города;
- схема и расписание движения общественного транспорта;
- размещение остановок общественного транспорта и время, затрачиваемое на остановки;
- транспортные блоки - участки однородные по плотности населения, уровню развития промышленности и торговых предприятий, места привлекательные для отдыха населения и т.д.
- численность населения, численность трудоспособного населения, количество рабочих мест и количество людей занятых в сфере услуг (для каждого блока).

Процесс создания данной модели состоит из следующих этапов:

1. Вставка карты города с приведением её масштаба в соответствие с VISUM.

- а) нанесение узловых точек;
- б) узлы соединяют отрезками;
- в) производят детальную корректировку параметров.

2. Определяют местоположение остановочных пунктов.

3. Исследуемую территорию делят на транспортные блоки.

- а) назначают центры тяготения полученных блоков;
- б) определяют связи, по которым будет осуществляться движение.

4. Производят организацию движения УДС.

5. С помощью полученных матриц затрат и статистических данных о населении города составляют матрицы корреспонденций индивидуального и общественного транспорта. Для этого используют программный модуль MULI, либо, если количество блоков не превышает 30, расчет можно проводить с помощью программного продукта Excel.

6. Корректировка параметров модели, а также ручная корректировка значений интенсивности движения.

Главным достоинством программы VISUM, является возможность прогноза запланированных мероприятий по организации движения транспортных средств. Это позволяет моделировать развитие транспортной сети с учетом реконструкции или строительства новых улиц, устройства пересечений в разных уровнях, изменения организации дорожного движения, строительства новых

районов города, планирования последствий аварийных ситуаций и т.д. А так же следует отметить, что использование натуральных наблюдений требует больших затрат времени и денежных средств. Кроме этого необходим большой штат сотрудников.

Так же следует принимать во внимание экономический эффект от использования данной модели организации дорожного движения. Он заключается в оценке ущерба от ДТП и необходим для принятия управленческих решений в сфере безопасности дорожного движения. Знание размеров ущерба дает возможность объективно оценивать масштабы и значимость проблемы дорожно-транспортной аварийности, определять объемы финансовых, материальных ресурсов, которые необходимо и целесообразно направлять на ее решение, оценивать эффективность различных мероприятий и целевых программ, направленных на сокращение аварийности. Оценка стоимости потерь от ДТП и доведение этой информации до населения имеет мощный социально-психологический эффект: эта информация предупреждает людей об угрозе их жизни и здоровью, способствует осознанию ими значения мероприятий и формированию общественной поддержки для их внедрения.

Количественный анализ ДТП обеспечивает получение цифровых показателей состояния аварийности, их составление по месту совершения (страна, регион, область, город, район, улица, участок дороги, перекресток и др.) и времени их совершения (год, месяц, день, час и др.) с целью выявления общих тенденций изменения. Различают абсолютные показатели (общее количество ДТП, число погибших и раненых, суммарный ущерб от ДТП) и относительные показатели (число ДТП, приходящихся на: 100 тыс. жителей; 1 тыс. транспортных средств; 1 тыс. водителей; 1 км участка дороги; 1 млн. км пробега и др.).

Величина социально-экономического ущерба в результате дорожно-транспортного происшествия (далее – ущерб) включает в себя несколько составляющих:

- ущерб в результате гибели и ранения людей;
- ущерб в результате повреждения транспортных средств;
- ущерб в результате порчи груза;
- ущерб в результате повреждения дороги.

Ущерб в результате гибели и ранения людей составляет самую значительную часть ущерба от ДТП и включает в себя следующие социально-экономические параметры:

- экономические потери из-за выбытия человека из сферы производства;
- социально-экономические потери государства при выплате пенсий по инвалидности и по случаю потери кормильца, а также при оплате лечения в больницах и временной нетрудоспособности;
- социально-экономические потери из-за гибели детей. Величина ущерба от ДТП оценивается на основе расчета прямых и косвенных народно-хозяйственных потерь.

К прямым (непосредственным), относятся потери владельцев подвижного состава автомобильного транспорта, службы по эксплуатации дорог и ликвидации последствий ДТП и грузоотправителей, затраты ГИБДД и юридических органов на расследование дорожно-транспортных происшествий, медицинских

учреждений на лечение потерпевших, предприятий, сотрудники которых стали жертвами аварий (оплата бюллетеней, выдача пособий), затраты государственных органов социального обеспечения (пенсии) и страховые выплаты.

К косвенным, относятся потери народного хозяйства вследствие временного или полного выбытия человека из сферы материального производства, нарушения производственных связей и моральные потери.

Для оценки потерь из-за выбытия человека из сферы материального производства используется метод общих доходов. Основой этого метода является выражение в денежной форме экономической пользы, которую общество получит благодаря тому, что предотвратит гибель человека в ДТП.

На данный момент программный продукт VISUM проходит апробирование в Санкт-Петербурге, Москве, Ростове и Томске. При этом даже на этапе адаптации она показывает хорошие возможности и все больше привлекает внимание специалистов, занимающихся транспортным планированием и организацией безопасности дорожного движения.

УДК 625.7/.8:656.052.48

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПУТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ ПРЕПЯТСТВИЙ, ИЗМЕНЯЮЩИХ ТРАЕКТОРИЮ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Вилкова И.М., Полякова Е.С.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В статье выполнен анализ мер принудительного регулирования скорости движения транспортных средств и обоснована возможность применения на улично-дорожной сети города Волгограда таких мероприятий, как изменение траектории движения транспортных средств.

In article the analysis of measures of compulsory regulation of speed of movement of transporters of means is made and application possibility on an ulichno-high system of a city of Volgograd of such actions, as change of a trajectory of movement of vehicles is proved.

Фактически каждые сутки на дорогах страны происходит более 500 ДТП, в которых в среднем погибает почти 60 человек, а 600 – получают ранения. Волгоградская область относится к наиболее неблагоприятным регионам в плане ДТП (122,1 ДТП на 100 тыс. населения в 2008 году) [1, 2].

Анализ статистики ДТП свидетельствует о том, что из-за нарушения правил дорожного движения в 2000 году произошло 65 % всех ДТП, а в 2008 году доля таких ДТП выросла до 74 %. Необходимо отметить также, что распределение ДТП по видам в 2008 году выглядит следующим образом: 38 % ДТП составили наезды на пешеходов, 33 % – столкновения различных транспортных средств, 14 % – опрокидывания автомобилей [1]. При этом около 23 % водителей нарушают скоростной режим движения, 14 % – игнорируют правила проезда перекрестков, а 8 % – выезжают на полосу встречного движения [2].

Высокая скорость на дорогах при движении через населенные пункты и другие места, где находятся и играют дети, создает предпосылки для ДТП и представляет большую угрозу для безопасности.

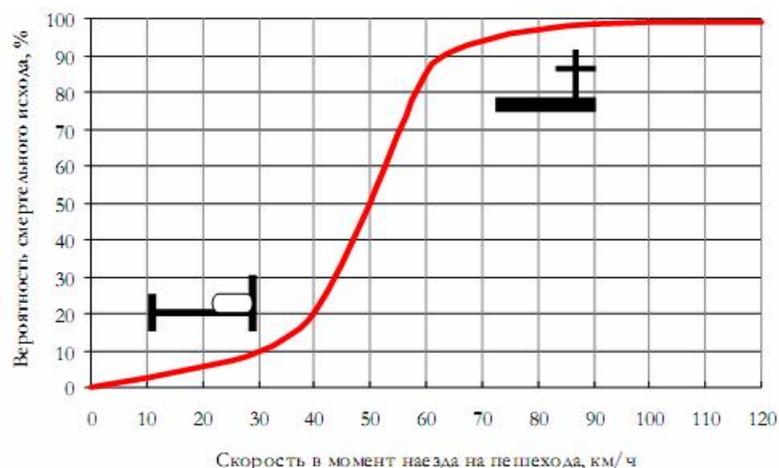


Рис. 1 Зависимость вероятности гибели пешехода от скорости транспортного средства в момент наезда

На рисунке 1 приведены данные анализа статистики и исследований, проведенных в последние три десятилетия в Финляндии и подтвержденных анализом статистики других стран. Диаграмма показывает, что скоростные режимы в населенных пунктах российских городов установлены не в пользу самой уязвимой группы участников дорожного движения – пешеходов. Наезд на пешехода на скорости 60 км/час не оставляет пешеходу никаких шансов. Вероятность гибели пешехода составляет 85%. Именно поэтому скоростной режим для городских зон с высокой интенсивностью пешеходного движения должен составлять 40 км/час, а для движения в зоне внутриквартальных проездов – 30 км/час. В этом случае вероятность гибели теоретически составляет лишь 10-20 %, а практически сводится почти к 0, поскольку пониженная скорость движения позволяет водителю адекватно оценивать дорожную ситуацию и своевременно реагировать [3].

Необходимо отметить, что установка знаков ограничения скорости (20, 30 или 40 км/ч) не всегда оказывает желаемое воздействие на реальный уровень скорости в жилых районах. Особенно высока скорость на широких и прямых дорогах. Поэтому для регулирования скорости возникает необходимость применения принудительных мер, которые бы сделали невозможным или неудобным движение на высокой скорости.

Принудительное регулирование скоростей движения должно заставить водителей транспортных средств придерживаться низкой скорости, чтобы сократить количество ДТП. Существуют различные мероприятия принудительного регулирования скорости движения транспортных средств (рис. 2), но в данной статье мы рассмотрим только такие, как изменение траектории движения транспортных средств и сужение проезжей части дороги.



Рис. 2 Меры принудительного регулирования скоростей движения

Сужения проезжей части применяются для понижения скорости до 50 км/час на прямых и протяженных улицах с небольшой интенсивностью движения. При необходимости снижения скорости до 40 км/час и ниже, выполняется сужение проезжей части до одной полосы движения, когда встречные транспортные средства должны уступать друг другу дорогу.

Сужение проезжей части может быть устроено несколькими способами, например, с помощью:

1. центральных островков – сужение от оси проезжей части (рис. 3);
2. резервных боковых полос – сужение от обочин с одной или с обеих сторон (рис. 3);



Рис. 3 Виды сужений проезжей части

Расширение тротуаров у перекрестка также может считаться сужением проезжей части. Такие сужения понижают скорость транспортных средств, в то же время, уменьшая расстояние, необходимое для перехода улицы, поэтому, пешеход, начинающий переход улицы, более заметен для водителя [4].

3. зигзагов, которые могут быть выполнены при помощи (рис. 4, табл. 1) [4]:

- центральных островков,
- боковых резервных полос,
- чередования стоянок автомобилей то справа, то слева на проезжей части улицы с двумя полосами движения (примерно с шагом 30м).

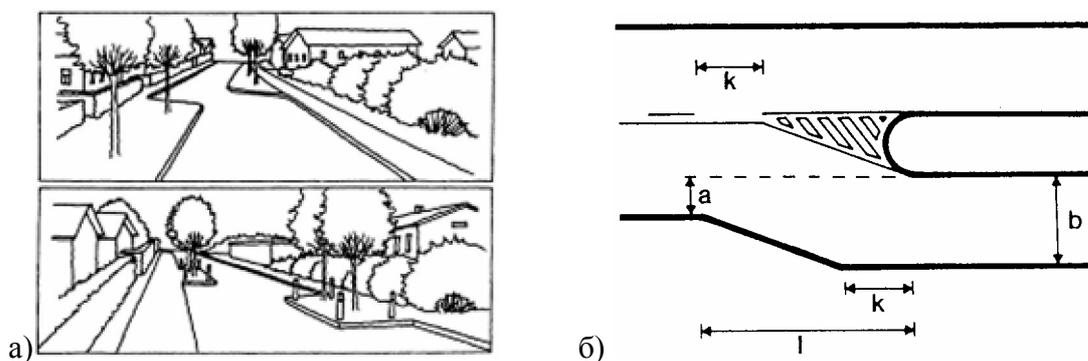


Рис. 4 а) примеры зигзагов; б) схема зигзага для легковых автомобилей

Зигзаги используются на дорогах с разрешенной скоростью движения до 60км/час, обеспечивая хороший эффект понижения скорости, но требуют наружного освещения и элементов вертикальной сигнализации на переломных точках зигзага. Параметры зигзага зависят от габаритов и желаемой скорости движения транспортных средств (табл. 1). Поэтому, параметры зигзага, результативные для снижения скорости движения грузовиков и автобусов, оказываются нерезультативными ограничителями скорости для легковых автомобилей [4].

Таблица 1

Проектные параметры зигзага для легковых автомобилей

Желаемое ограничение скорости, км/ч	30	40	50
Ширина полосы движения (b), м	2,75	3,00	3,00
Размеры: a, м	l, м	l, м	l, м
-1,0	10,0	13,0	14,0
-0,5	8,5	11,5	12,5
0,0	7,0	10,0	11,0
0,5	6,0	8,5	9,5
1,5	5,0	7,5	8,0

4. светоотражающих фишек – сужение от обочины с одной стороны в зоне нерегулируемых пешеходных переходов (рис. 5)



Рис. 5 Сужение проезжей части на нерегулируемом пешеходном переходе, выполненное с помощью светоотражающих элементов (г. Минск, ул. Сердича)

Так, например, в Минске было установлено экспериментальное устройство для обозначения и освещения нерегулируемых пешеходных переходов. Разработка включает в себя лампу подсветки перехода и подсветку обозначающих пешеходный переход элементов, включая специальные маячки, выделяющие

первую полосу в районе пешеходного перехода. Именно этими фишками создается сужение проезжей части, перед которым водитель вынужден сбросить скорость. Такое решение обеспечивает безопасность пешехода, уже вышедшего на проезжую часть и двигающегося ко второй полосе [5].

Рассмотрим возможность регулирования скорости движения на улично-дорожной сети города Волгограда путём внедрения мероприятий по изменению траектории движения транспортных средств. На улично-дорожной сети Ворошиловского района г. Волгограда нами выбраны два участка:

- примыкание ул. Академическая к ул. Симбирская;
- ул. Кузнецкая в границах ул. Елисеева и ул. Ардатовская.

Рассмотрим модернизацию каждого участка сети дорог и мероприятия, предлагаемые к внедрению в отдельности.

На участке примыкания ул. Академическая к ул. Симбирская предлагается выполнить сужение проезжей части от обочины с одной стороны в зоне нерегулируемого пешеходного перехода.

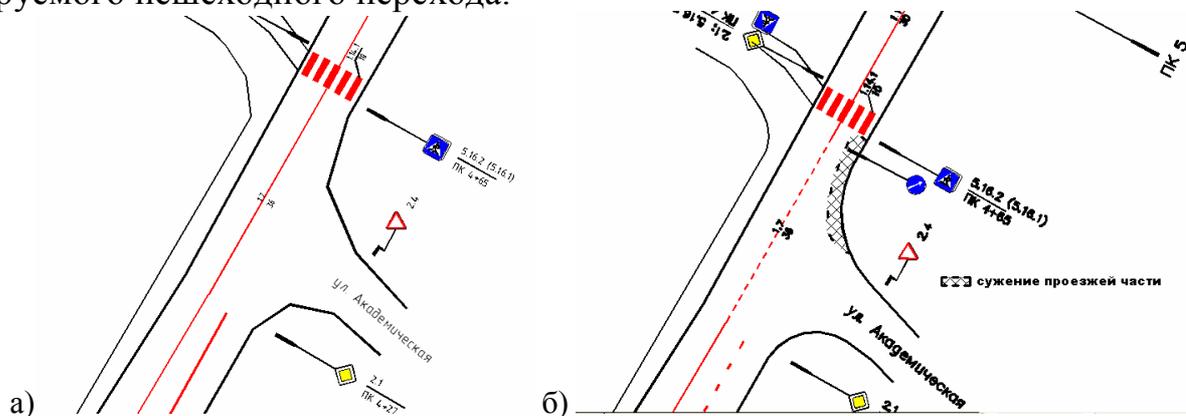


Рис. 6 Примыкание ул. Академическая к ул. Симбирская

а) существующая схема примыкания; б) сужение проезжей части на нерегулируемом пешеходном переходе, выполненное с помощью светоотражающих элементов

На сегодняшний день, данный участок дороги характеризуется высокими скоростями движения автотранспорта, сложностью пересечения улицы для пешеходов. Внедрение предлагаемого мероприятия позволит добиться следующих результатов:

- снижение скорости движения;
- повышение безопасности движения пешеходов.

На улице Кузнецкая в границах ул. Елисеева и ул. Ардатовская предлагается устройство зигзага. Для обоснования необходимости внедрения данного мероприятия нами были выполнены натурные наблюдения и измерения и проведен анализ полученных данных.

Существуют следующие проблемы организации движения на данном участке:

- большая интенсивность движения пешеходов и автотранспорта (рис. 7);
- движение крупногабаритного и большегрузного транспорта;
- использование парковочных «карманов» для обгона и стоянки такси.

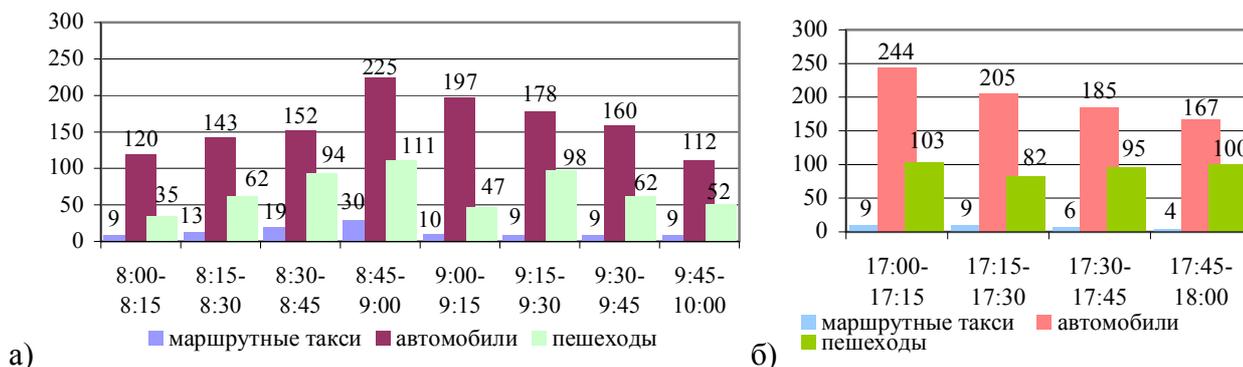


Рис. 7 Интенсивность движения по ул. Кузнецкая
а) в утренние часы (8:00 – 10:00), б) в вечерние часы (17:00 – 18:00)

На данном участке дороге мы предлагаем изменить траекторию движения транспортных средств за счет изменения геометрии проезжей части дороги – устройство зигзагов (рис. 8 б). Необходимо установить сигнальные столбики и светоотражающие элементы на бордюр на переломных точках зигзага и дорожные знаки, предупреждающие водителей об изменении траектории движения. Наружное освещение на данном участке дороги установлено.

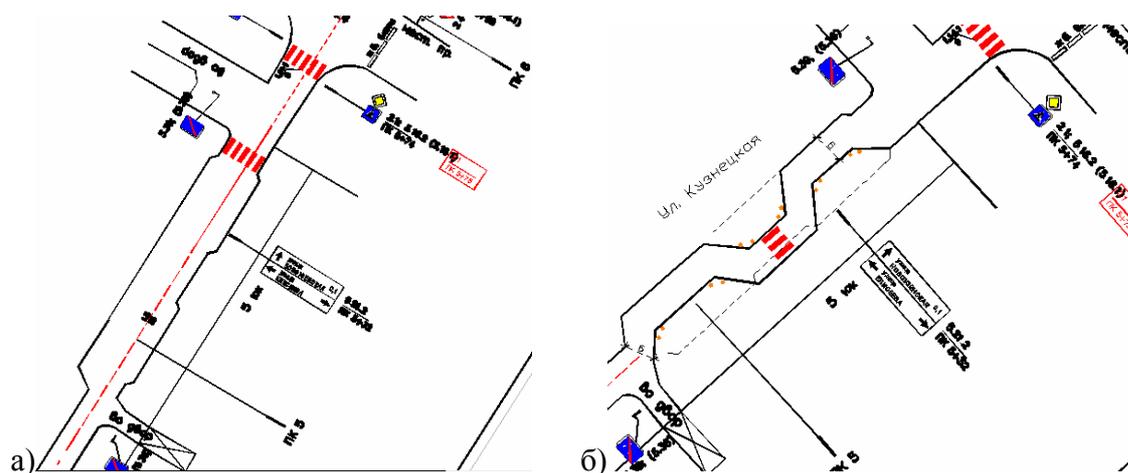


Рис. 8 Схема организации движения по ул. Кузнецкая
а) существующая; б) предлагаемая – устройство зигзага

Внедрение предлагаемого мероприятия позволит добиться следующих результатов:

- снижение скорости движения на данном участке дороги;
- повышение безопасности движения;
- улучшение экологической обстановки и снижение уровня транспортного шума в зоне прилегающей к данной улице.

Библиографический список:

1. Транспорт в России. 2009 год. // http://www.gks.ru/wps/PA_1_0_S5/Documents/jsp/Detail_default.jsp?category=1112178611292&elementId=1136983505312
2. Статистика ДТП улучшилась, но по-прежнему высока // <http://avtobip.ru/news/10/76/statistika-dtp-uluchshilas-no-po-prezhnemu-vysoka/>
3. Долгосрочная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения во Всеволожском муниципальном районе Ленинградской области в 2010-2012 годах»
4. Разработка программы мероприятий по безопасности движения на участках концен-

УДК 656.052.48

ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ, СВЯЗАННЫХ С ПОВЫШЕНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Соркин М.Б.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В статье «Совершенствование управления безопасностью дорожным движением» описывается предлагаемая методика оценки эффективности мероприятий, внедряемых для снижения аварийности на улично-дорожной сети в городах с использованием системы частных коэффициентов аварийности и мультипликативной функции. Для решения этой задачи предлагается применить метод, предложенный Э.Эджвурдом. В конечном итоге, на основании установления влияния частных коэффициентов аварийности на итоговый показатель аварийности с помощью мультипликативной функции, предложено решение задачи по определению минимальных затрат на реализацию мероприятий, связанных с повышением безопасности движения с помощью диаграммы Эджвурда, позволяющей в совокупной форме оценить затраты по каждому частному коэффициенту, то есть по каждому отдельному мероприятию.

The article "The improvement of the safety traffic management" describes the method of the measures efficiency estimation made for the accident reduction of the road system in the cities with the application of the accident particular coefficient system and the multiple function. The method of Edgewood is suggested to solve this task. In the end in accordance to the influence of the accident particular coefficient on the final accident index with the help of the multiple function it is suggested to define the minimum expense for safety traffic increase using the Edgewood diagrams which let estimate expense for each particular coefficient, that is for each separate measure.

Для обоснования мероприятий по обеспечению безопасности движения используется известная система оценки с помощью системы частных коэффициентов аварийности [1] и мультипликативной функции (МФ) типа (1) [2].

$$K_{um} = A_0 \prod_{i=1}^n K_i^{\alpha_i}, \quad (1)$$

Где K_{um} -итоговый коэффициент аварийности;

$K_i^{\alpha_i}$ -частные коэффициенты аварийности;

α_i - вклад частного коэффициента аварийности в итоговый коэффициент;

A_0 - коэффициент, показывающий влияние на итоговый коэффициент неучтенных моделью факторов.

Легко видеть, что имеется бесконечное число способов снижения K_{um} , достигаемого за счет влияния на значения и сочетания $K_i^{\alpha_i}$. Большое практическое и теоретическое значение имеет задача нахождения среди бесконечного множества $K_i^{\alpha_i}$, на основе выявленного экстремума некоторого критерия. Как правило основное ограничение связано с затратами на реализацию мероприятий по обеспечению безопасности движения.

Рассмотрим двухфакторную мультипликативную функцию (МФ), как наиболее доступную для понимания ввиду возможности ее наглядного представления.

Пусть, например, после анализа безопасности движения на участке автомобильной дороги установлены два фактора (коэффициенты аварийности - K_i, K_j), оказывающих наибольшее влияние на K_{um} (итоговый коэффициент аварийности).

Как видно из рис.1 одно и то же значение итогового коэффициента аварийности K_{um} , который необходимо достигнуть в ходе реализации мероприятий, направленных на повышение безопасности движения, может быть осуществлено различными способами. Это достигается путем изменения влияния K_i, K_j на K_{um} . Например, для точки A необходимо значительно изменить K_i о чем свидетельствуют параметры $OA_{ki} > OB_{ki}$. При незначительном изменении K_j , о чем свидетельствует OA_{kj} . Аналогично рассуждение для точки B . При осуществлении мероприятий, связанных с увеличением влияния K_j на K_{um} , получаем ($OB_{kj} < OA_{kj}$). Следует отметить, что при каждом изменении влияния частного коэффициента аварийности на итоговое значение коэффициента предполагается реализация соответствующих мероприятий, осуществление которых сопровождается определенными затратами. Достичь запланированного значения K_{um} при минимальных затратах является весьма актуальной задачей.

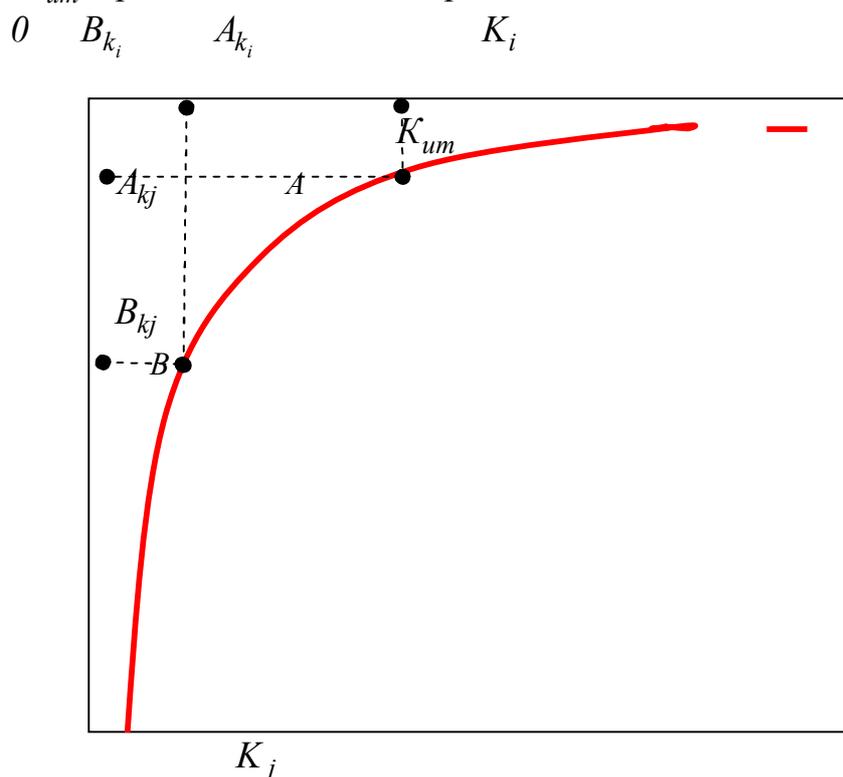


Рис.1 Иллюстрация различных вариантов достижения запланированного значения итогового коэффициента аварийности K_{um} различным сочетанием K_i, K_j , оказывающих наибольшее влияние на его значение

Представляет интерес решение этой задачи с помощью метода, предложенного Э.Эджвортом [3,4]. В частности, в приложении к решению нашей задачи рассмотрим выход на запланированное значение K_{um} путем определения минимума затрат на реализацию соответствующих мероприятий. Как мы показали в результате исследования МФ участка дороги установлено наибольшее влия-

ние на K_{um} частных коэффициентов K_i, K_j . Построим изокванты - кривые, характеризующие K_{um} , приемлемое для исследуемого участка автомобильной дороги в двух смежных системах координат. Определим минимальные затраты, связанные с выходом на K_{um} , путем оценки различных комбинаций K_i, K_j .

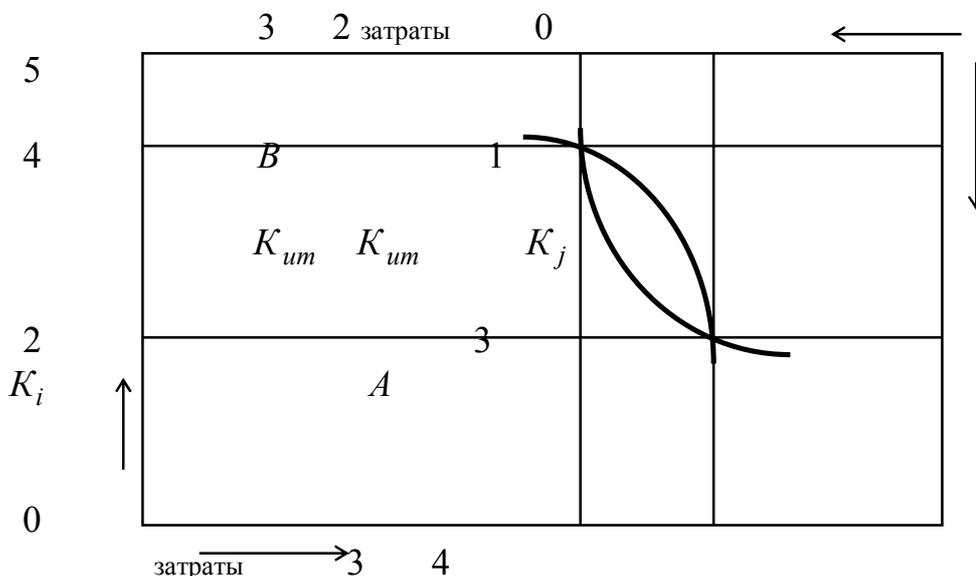


Рис. 2 Диаграмма Эджворта для определения минимальных затрат на достижение запланированного K_{um} путем сравнения совокупного влияния K_i, K_j

Как видно из рис. 2 одно и то же значение K_{um} может быть достигнуто различным сочетанием затрат и значением частных коэффициентов. Например, в точке A для мероприятий, связанных с работами по уменьшению K_j при снижении влияния на три условных единицы требуется две условных единиц затрат. При уменьшении K_i на две единицы требуется 4 единицы затрат.

При точке «B» по направлению уменьшения влияния K_j на снижение влияния на три единицы потребуется две единицы затрат. По направлению снижения влияния K_i на K_{um} на три единицы потребуется три единицы затрат. В точке «B» достигается минимум затрат (пять условных единиц против шести в точке «A»).

Выводы

На основании установления превалирующего влияния частных коэффициентов на итоговый показатель аварийности с помощью мультипликативной функции, предложено решение задачи по определению минимальных затрат на реализацию мероприятий, связанных с повышением безопасности движения с помощью диаграммы Эджворта, позволяющей в совокупной форме оценить затраты по каждому частному коэффициенту.

Библиографический список:

1. ВСН 25-86
2. Боровик В.С. Обоснование мероприятий по обеспечению безопасности движения / В.С. Боровик, В.А. Лукин. Автомобильные дороги, №3-4, 1995. Стр. 12-13.
3. Human D. N. Modern microeconomics: Analysis and Applications. Boston, MA 02116, 1989.

4. Боровик В.С. Управление дорожно-строительным производством в условиях инновационного развития. Теоретические аспекты. Волгоград. Волгоград. арх. -строит. ун-т. 2008.

УДК 625.032.32.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВЯЗИ АКТИВНОЙ ЗОНЫ ШЕРОХОВАТОСТИ
С КОЭФФИЦИЕНТОМ ВАРИАЦИИ ПО ТИПАМ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОКРЫТИЯ
ДИСКРЕТНЫМ МЕТОДОМ**

Смолякова О.Д., Сундукова Е.Ф. (ЭУДХ-07)

Научный руководитель – канд.техн.наук, доцент Банатов А.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Данный метод определения шероховатости на асфальтобетонном покрытии ЩМА-15 позволяет выявить оптимальные значения и активную зону шероховатости покрытия.

The method of defining of the asphalt carpet asperity SMA-15 permits to find out the optimum values and fissile regions of the pavement asperity.

Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси находят все более широкое применение в большинстве стран при устройстве верхних слоев дорожных и аэродромных покрытий. Они обеспечивают устойчивые показатели ровности, шероховатости и сцепления в процессе эксплуатации, в том числе в условиях интенсивного и большегрузного движения транспортных средств [1]. Производственные комиссии отметили хорошее состояние опытных участков покрытий из ЩМА, регулярно проводят их обследование на автомагистрали «Дон».

Для оценки типа шероховатости покрытий в практических целях необходимо определить неоднородность распределения щебня на поверхности и активную зону шероховатости покрытия, т.е. количество выступов щебня на поверхности покрытия.

Эта технология наиболее подготовлена для широкого внедрения в дорожную практику, т.к. она имеет наименьшую стоимость работ, наибольшую производительность, более простой и управляемый технологический процесс.

Транспортно-эксплуатационные качества дороги оцениваются шероховатостью и сцепными качествами покрытия. При торможении транспорта, в первую очередь, колеса автомобиля вступают в контакт с активной зоной шероховатости покрытия, т.е. выступов щебня на поверхности покрытия.

На данном этапе развития дорожной науки и технологии основным способом повышения коэффициента сцепления покрышки колеса автомобиля с покрытием является: создание шероховатой поверхности покрытий, обеспечивающей требуемые эксплуатационные свойства дороги, в т.ч. и при неблагоприятном состоянии покрытия (влажном, мокром, загрязненном и покрытым снегом). [2-4]

Натурные измерения проводились на асфальтобетонном покрытии ЩМА-15 на съезде с моста через реку Волгу, в прямом направлении от г. Волгограда к п. Краснослободск способом щупа и фото-слежка (фото 1, 2) [5].



Фото 1 Измерение шероховатости покрытия способом щупа (мм)



Фото 2 Измерение активной зоны шероховатости способом фото-слежка

Измерения проводились по полосе движения на расстоянии от бордюра – 1,5-1,5-1м и между точками замеров в продольном направлении – 50м. Общее количество замеров по точкам соответствует $n=60$ шт с общей протяженностью исследуемого участка – 1000м по схеме (Рис.1).

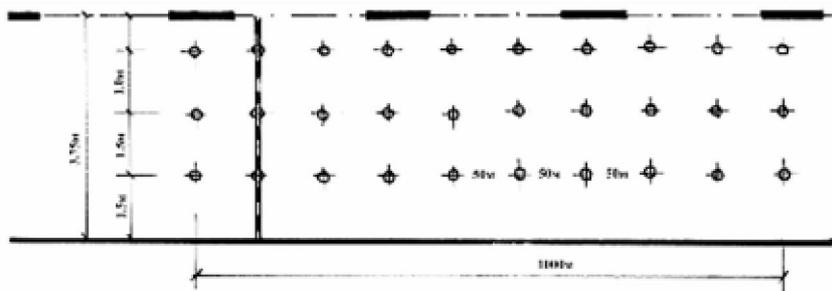


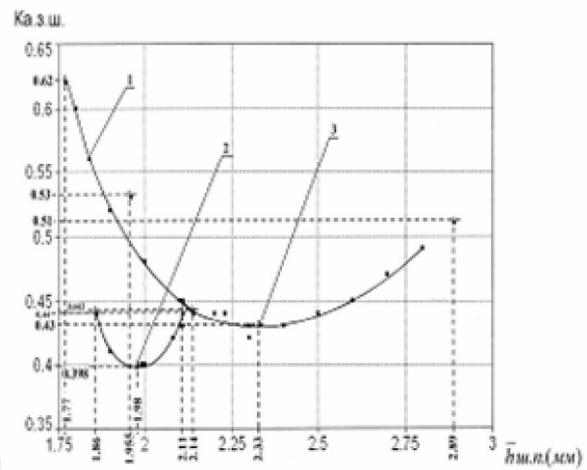
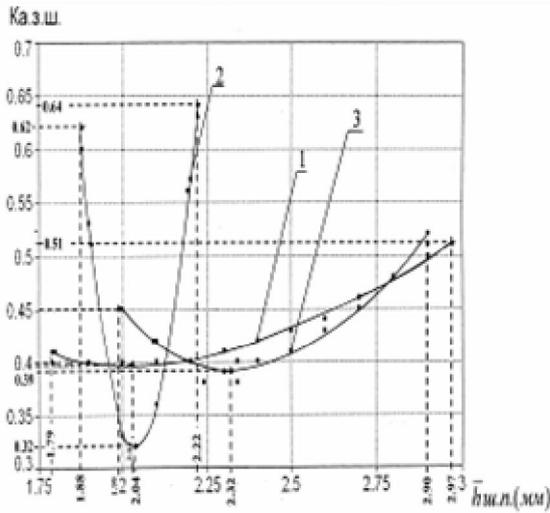
Рис. 1 Схема измерений для оценки качества шероховатости покрытия

Для оценки качества по типам шероховатости покрытия в различных дорожных условиях были проведены исследования для определения корреляционной связи шероховатости покрытия с коэффициентом активной зоны дискретным методом (Рис.2) и рассчитан коэффициент вариации по среднему квадратичному отклонению и размаху. Данные типы шероховатости покрытия описаны эмпирическими формулами при разных состояниях покрытия с минимальными и максимальными значениями, и рассчитаны их процентные отношения в таблицах. 1,2,3 [6-7].

Определены связи шероховатости покрытий и активной зоны с коэффициентом вариации по типам шероховатости, которые оценивают состояния покрытия по оптимальному пределу: отличное, хорошее, удовлетворительное. На графиках видно, что связь шероховатости покрытия и коэффициента активной зоны носит обратный характер и позволяет оценить качество асфальтобетонного покрытия. Зная оптимальное значение качества шероховатости покрытия с $C_v=0.15$ можно определить оптимальную шероховатость покрытия $h_{ш.п.}=2.27$ и коэффициент активной зоны шероховатости $K_{а.з.ш.}=0,5$

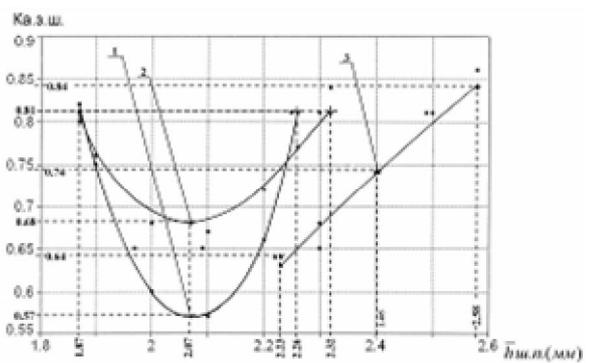
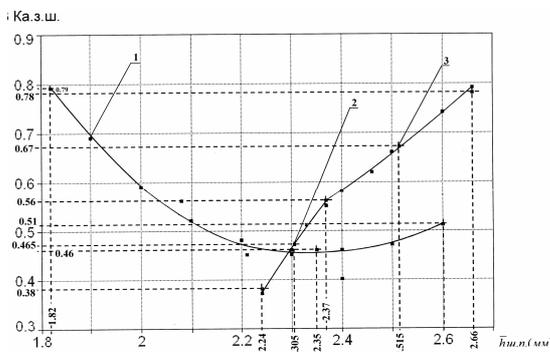
1. Мелкошипованное

2. Среднешероховатое



3. Среднешипованное

4. Крупношероховатое



5. Крупношипованное

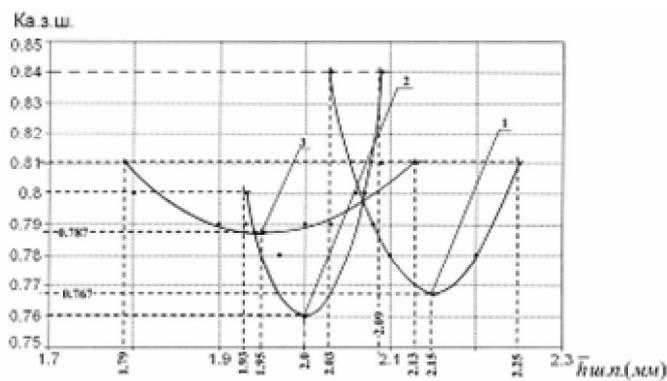


Рис.2 Корреляционная связь шероховатости покрытия с коэффициентом активной зоны по разным типам шероховатости дискретным методом, при разных дорожных условиях: 1 – сухое; 2 – влажное; 3 – мокрое.

Определение показателей шероховатости покрытия, коэффициента активной зоны шероховатости и коэффициента вариации по разным типам шероховатости на асфальтобетонном покрытии ЩМА-15 в %-ом отношении дискретным методом на съезде с моста через р. Волгу в прямом направлении от г. Волгограда в п. Краснослободск (таблицы №№ 1,2,3.)

На сухом

Табл.1

№ п/п	Тип шероховатых покрытий	hш.п		hш.п. (ср.)	каз.ш.		каз.ш. (ср.)	Эмпирические формулы	По расчетам В.А. Семенова		Cv факт.	% факт.	Cv расч.
		min	max	hш.п. (опт.)	min	max	каз.ш. (опт.)		σ	Cv		% расч.	
				%									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Мелкошипованные	1,79	2,97	2,38 2,03	0,4	0,51	0,46 0,396	ка.з.ш.=-1,17+0,39hш.п.+1,6/ hш.п.	0,32	0,13 37	0,22	36 34	0,17
2	Среднешероховатые	1,77	2,14	1,96 1,955	0,62	0,443	0,532 0,53	ка.з.ш.=-6,59+1,58hш.п.+7,82/ hш.п.	0,10	0,05 14	0,1	16 16	0,08
3	Среднешипованные	1,82	2,6	2,21 2,35	0,79	0,51	0,65 0,46	ка.з.ш.=-9,72+2,16hш.п.+11,98/ hш.п.	0,21	0,09 27	0,15	25 24	0,12
4	Крупношероховатые	1,87	2,26	2,07 2,07	0,81	0,77	0,77 0,57	ка.з.ш.=-49,9+12,2hш.п.+52,17/ hш.п.	0,10	0,05 14	0,09	15 16	0,08
5	Крупношипованные	2,03	2,25	2,14 2,15	0,84	0,81	0,825 0,765	ка.з.ш.=-41,95+9,93hш.п.+45,91/ hш.п.	0,06	0,03 8	0,05	8 10	0,05

На влажном

Табл.2

№ п/п	Тип шероховатых покрытий	hш.п		hш.п. (ср.)	каз.ш.		каз.ш. (ср.)	Эмпирические формулы	По расчетам В.А. Семенова		Cv факт.	% факт.	Cv расч.
		min	max	hш.п. (опт.)	min	max	каз.ш. (опт.)		σ	Cv		% расч.	
				%									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Мелкошипованные	1,88	2,22	2,05 2,04	0,62	0,64	0,63 0,32	ка.з.ш.=-87,63+21,57hш.п.+89,64/hш.п.	0,09	0,04 24	0,09	30 24	0,07
2	Среднешероховатые	1,86	2,11	1,99 1,98	0,44	0,44	0,44 0,398	ка.з.ш.=-19,19+4,94hш.п.+19,42/ hш.п.	0,07	0,03 17	0,06	20 21	0,06
3	Среднешипованные	2,24	2,37	2,31 2,305	0,38	0,56	0,47 0,465	ка.з.ш.=-11,08+3,21hш.п.+9,56/ hш.п.	0,03	0,02 12	0,02	7 10	0,03
4	Крупношероховатые	1,87	2,32	2,10 2,07	0,81	0,81	0,81 0,68	ка.з.ш.=-23,61+5,87hш.п.+25,12/ hш.п.	0,12	0,06 35	0,09	30 31	0,09
5	Крупношипованные	1,93	2,09	2,01 2	0,8	0,84	0,82 0,76	ка.з.ш.=-53,05+13,46hш.п.+53,78/hш.п.	0,04	0,02 12	0,04	13 14	0,04

№ п/п	Тип шероховатых покрытий	hш.п		hш.п. (ср.)	ка.з.ш.		ка.з.ш. (ср.)	Эмпирические формулы	По расчетам В.А. Семенова		Cv факт.	% факт.	Cv расч.
		min	max	hш.п. (опт.)	min	max	ка.з.ш. (опт.)		σ	Cv			
										%			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Мелкошипованные	1,99	2,9	2,45 2,32	0,45	0,51	0,48 0,39	ка.з.ш.=-4,49+1,05hш.п.+5,67/ hш.п.	0,24	0,10 33	0,16	32 30	0,13
2	Среднешероховатые	2,11	2,89	2,50 2,33	0,44	0,51	0,48 0,43	ка.з.ш.=-3,04+0,74hш.п.+4,04/ hш.п.	0,21	0,08 27	0,15	30 26	0,11
3	Среднешипованные	2,37	2,66	2,52 2,515	0,56	0,78	0,67 0,67	ка.з.ш.=-3,86+1,3hш.п.+3,16/ hш.п.	0,08	0,03 10	0,05	10 11	0,05
4	Крупношероховатые	2,23	2,58	2,41 2,405	0,64	0,84	0,74 0,74	ка.з.ш.=-0,47+0,57hш.п.-0,40/ hш.п.	0,09	0,04 13	0,07	14 14	0,06
5	Крупношипованные	1,79	2,13	1,96 1,95	0,81	0,81	0,81 0,787	ка.з.ш.=-4,85+1,45hш.п.+5,49/ hш.п.	0,09	0,05 17	0,07	14 19	0,08

Примечание

1. В.А. Семенов. Среднее квадратичное отклонение принимаем по размаху R (табл. п.п. 5, 10, 11).

$$\sigma = \frac{R}{d} = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{d}, \quad \text{тогда} \quad C \frac{h}{v} = \frac{\sigma}{h} \quad (1,2)$$

где $\bar{h} = \frac{h_{\max} + h_{\min}}{2}$ - определение среднего значения;

h_{\max}, h_{\min} – соответственно максимальные и минимальные значения ранжированного ряда;
 d – коэффициент находим по таблице 3.2 А.Я. Тулаев, в зависимости от числа измерений n.

2. Расчетные формулы: (табл. п.п. 14)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}; \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{n-1}}; \quad \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (\bar{X} - X_c)^2}{m-1}; \quad C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} \quad (3-6)$$

где X – величина показателя качества (коэффициент уплотнения, толщина слоя, модуль упругости, ровность и т.п.) в отдельном измерении или испытании (тесте).

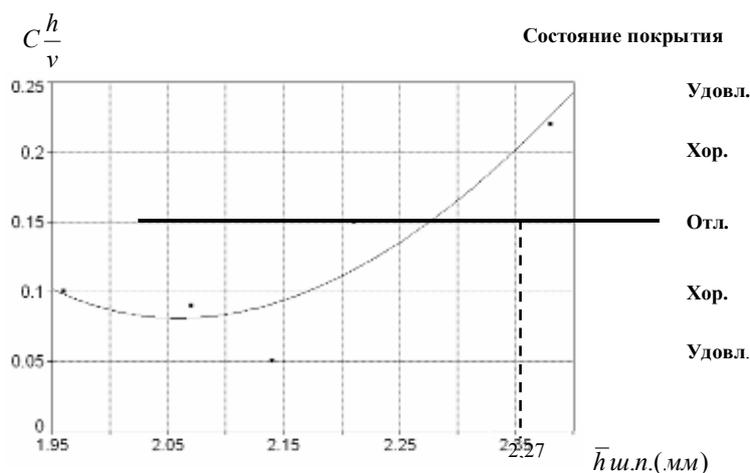


Рис.3 Связь шероховатости покрытия с коэффициентом вариации по типам шероховатости на **сухом** асфальтобетоне по полосе движения дискретным методом с коэффициентом корреляции $r=0,82$

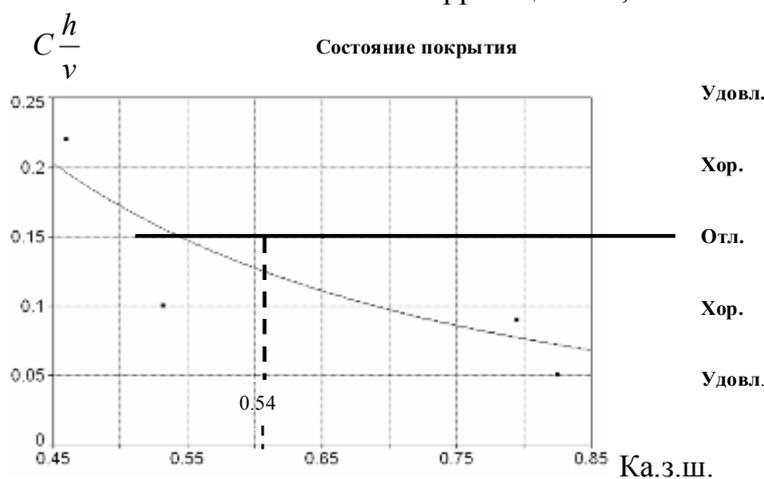


Рис.4 Связь коэффициента активной зоны шероховатости покрытия с коэффициентом вариации по типам шероховатости на **сухом** асфальтобетоне по полосе движения дискретным методом с коэффициентом корреляции $r=0.66$

Библиографический список:

1. ТУ 5718.030.01393697-99. Смеси асфальтобетонные щебеночно-мастичные и асфальтобетон. Технические условия. – Введ. Впервые. – М.: Корпорация «Трансстрой», 1999. 24с.
2. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог – М.: Транспорт, 1987. – 312с.
3. Васильев А.П. Справочник. Ремонт автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1989.
4. Васильев А.П. Поверхностная обработка с синхронным распределением материалов / А.П. Васильев, Шамбар П.// - М.: Трансдорнаука, 1999.
5. Патент на изобретение № 2370589 Способ контроля шероховатости поверхности дорожного покрытия. 2009. 3с.
6. Семенов В.А. Качество и однородность автомобильных дорог М.: Транспорт, 1989. 123с.
7. Тулаев А.Я. Операционный контроль качества земляного полотна и дорожных одежд. М.: Транспорт, 1985. 224с.

УДК 656.13.08

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПАРКОВОК АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В МЕСТАХ
РАЗМЕЩЕНИЯ КРУПНЫХ ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ
Г. ВОЛГОГРАДА**

Кулябина О.И., Найдёнова Т.Н., Зубко А.М. (ОБД-1-06)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Куликов А.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассмотрены вопросы организации парковки в крупных торговых центрах. Определены места расположения и количество парковочных мест в зависимости от размера торгово-развлекательного центра.

In the article questions of parking organization in large centers are examined. The locations and quantity of parking places are determined depending on the size of the shopping centre.

В статье излагаются проблемы и методы организации парковок в местах размещения крупных торгово-развлекательных центров Волгограда. С проблемой возрастающего количества автомобилей уже столкнулись практически все крупные города России. Одними из наиболее частых мест возникновения ДТП, являются места скопления большого количества людей и транспорта, а именно в местах размещения крупных торгово-развлекательных центров (ТРЦ). Ежегодно во всем мире в результате дорожно-транспортных происшествий погибают более 1,2 миллиона человек, 20 - 50 миллионов - получают травмы. По итогам 2009 года в Волгограде зарегистрировано 1386 ДТП, в которых 112 человек погибли, 1642 получили различные ранения.

Торгово-развлекательный центр – это место, куда покупателей приглашают, где их ждут и готовы обеспечить им всевозможные удобства и радости в обмен на потраченные средства. Это место, где необходимо должным образом обеспечить безопасность движения автомобилей и пешеходов.

На рис. 1 представлена схема города с нанесением на нее точек месторасположения крупных торговых центров. Особенно остро транспортные проблемы проявляются в узловых пунктах улично-дорожной сети, прилегающих к торгово-развлекательным центрам. В этих пунктах значительно увеличивается аварийность, растут транспортные задержки, образуются очереди и заторы, что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданный перерасход топлива и повышенное изнашивание узлов и агрегатов, а также транспортных средств в целом.

Торгово-развлекательные центры находятся в Тракторозаводском, Центральном, Ворошиловском, Дзержинском и Советском районах города.

Для торговых центров, расположенных вдали от оживленных магистралей на небольших улицах или в тех районах, где раньше вовсе не было застройки, встает проблема обеспечения комфортного подъезда. Вся площадь, окружающую ТРЦ, можно условно разделить на три зоны: пешеходную, автомобильную и хозяйственную. Пешеходная зона включает в себя дорожки, ведущие к зданию ТРЦ. Желательно сделать путь от входа на территорию к дверям ТРЦ максимально коротким и непересекающимся с дорогой для транспорта. Если въезд и вход на территорию

объединены, то для пешеходов обязательно должен быть предусмотрен отдельный вход. При устройстве входа по возможности учитывается его близость к остановке общественного транспорта.

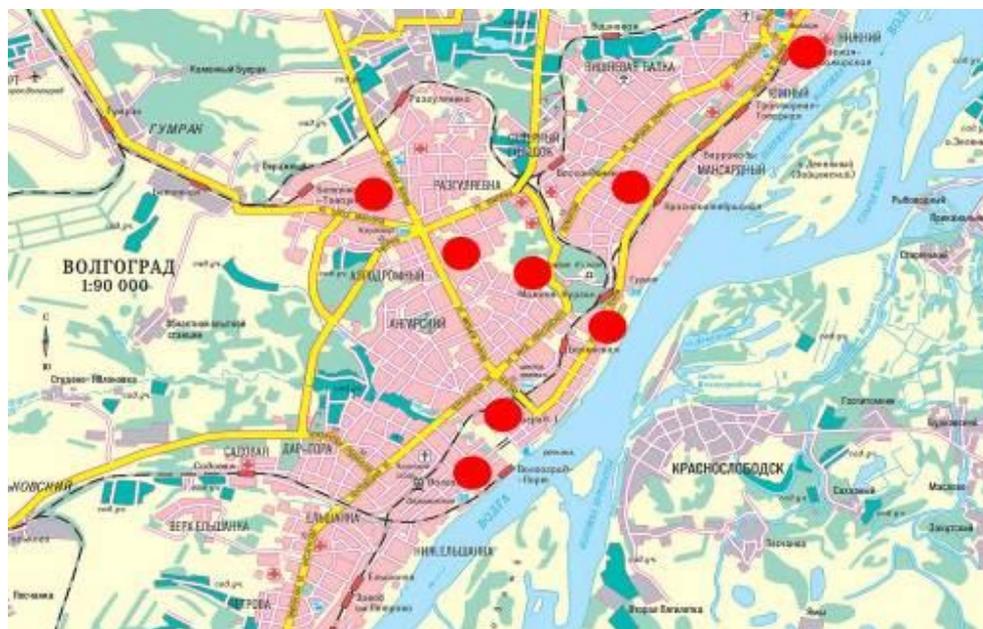


Рис. 1 Места расположения крупных торгово-развлекательных центров в г. Волгограде

Если проходимость торгового центра не слишком велика, то достаточно организовать единый въезд-выезд. В крупных ТРЦ разумнее сделать въезд и выезд отдельно и разработать схему движения авто транспорта на его территории. В этом случае на стоянке размещаются дорожные знаки установленного образца и делаются дополнительные обозначения на асфальте.

Если торговый центр находится в окружении нескольких улиц, то по возможности создаются условия, при которых водители могут попасть на стоянку с нескольких сторон. Строительство крупного торгово-развлекательного центра невозможно без обустройства парковки. Во-первых, этого требуют строительные нормы, во-вторых, люди предпочитают тот комплекс, где есть возможность удобно припарковать и оставить автомобиль в безопасности. На парковке нельзя экономить.

Количество ТРЦ на территории Волгограда с каждым годом увеличивается. Наиболее крупными являются «Парк Хаус», «Европа Сити Молл», «Диамант», Ворошиловский Торговый Центр, «METRO», «REAL», «Карусель», «Спорт Мастер», «Тойота», «Хендай», «Эльдорадо», «Стройберри» и др.

Одна из самых современных парковок европейского типа расположена за Ворошиловским торговым центром (рис. 2), на улице КИМ, 7. Шестиэтажное строение рассчитано на тысячу парковочных мест. Парковка на сегодняшний день платная, плата за выезд до 23.00 составляет 10 рублей. Работает парковка 24 часа в сутки.



Рис. 2 Ворошиловский торговый центр

Еще одна особенность парковки – она соединена переходами с самим торговым центром. На ее территории находится автомойка. Въезд и выезд автоматизирован. Карточку автоматически выдают при въезде на парковку. Машину можно поставить на любом этаже, проехав по пандусу справа. Карточка сохраняется, так как она является ключом, открывающим шлагбаум. При выезде карточка вставляется в соответствующее гнездо терминала.

Необходимое количество мест на стоянке магазинов и торговых центров определяется из расчета 1 машиноместо на 15-25 м² торговой площади. Для более точного расчета производится корректировка, и учитывается тип магазина (торгового центра) и особенности посещения его автомобилистами. На количество мест влияют следующие факторы:

- размер торговой площади;
- специализация магазина;
- равномерность спроса и посещения магазина;
- удаленность от жилых или офисных районов, станций и путей движения общественного транспорта.

В торговых центрах и многофункциональных комплексах точный расчет количества мест на парковке производится с помощью выделения функций и подсчета мест для каждой из них. Так, для предприятий общественного питания принимается в расчет количество посадочных мест за столиками, и 1 место на парковке приходится на 6-12 посадочных мест (МГСН 1.01.-99). Уточнения, аналогично торговым предприятиям, производятся в зависимости от типа ресторана или кафе: для ресторана класса «люкс» требуется 1 машиноместо на 6-7 посадочных мест в зале, для ресторана первого класса - 1 машиноместо на 10-12 мест за столиками, для кафе - 1 стояночное место 11-12 посадочных мест. Когда в комплексе присутствует офисная функция, расчет парковки осуществляются по количеству служащих, и 1 машиноместо должно приходиться на 3-5 человек. Данные нормативные значения уже учитывает посетителей офисных зданий. Поскольку бывает трудно определить, сколько работников заселится в офисы и кабинеты, можно произвести расчет по количеству квадратных метров общей площади офисных помещений: 1 машиноместо на 50-60 квадратных метров, в зависимости от удаленности от остановок общественного транспорта.

Определив необходимое количество мест, рассчитывается требуемая площадь

для парковки. Для стоянки одного легкового автомобиля рекомендуется площадь:

- 20 м² при поперечной расстановке машин;

- 23 м² при расстановке под углом;

- 25 м² для крупных автомобилей. При большой площади парковки и наличии магазинов для покупателей-профессионалов (строительные и отделочные материалы, cash&carry) следует предусмотреть место для крупных машин – микроавтобусов, фургонов, грузовых автомобилей.

Вышеуказанные расчетные значения включают проезды и развороты внутри парковки, но не включают подъезды к ней. В результате площадь парковки приблизительно равна торговой площади.

Парковка может находиться на земле, под землей, на крыше здания или примыкать к зданию (многоуровневая парковка). Очевидно, что наземная парковка более удобна для посетителей и дешевле обходится владельцу. Имеет значение ее форма и конфигурация. Когда определяются постановка здания на участке и место парковки, принимается во внимание следующее:

- насколько парковка видна посетителям, подъезжающим к магазину;

- легко ли контролировать и охранять парковку;

- сколько придется идти посетителям до входа от самых удаленных точек на парковке.

Наилучший вариант – парковка прямоугольной формы, расположенная перед зданием. Немного уступает прямоугольной Г-образная парковка, она должна быть развернутой к потоку, и место въезда должно находиться в углу. П-образная парковка вокруг здания уже значительно хуже, а самое неудачное решение – отдельные кусочки парковки, расположенные в разных местах.

Парковка на крыше или в нескольких уровнях может быть значительно, даже в разы дешевле подземной. Это связано с отсутствием дорогостоящим подземных работ: гидроизоляции, сложных систем воздухообмена.

Допустимый уклон наземной парковки по американским нормам – 8 %. Это означает, что на 1 метр горизонтальной проекции приходится 8 см подъема или спуска. При большем уклоне парковка делается в виде террас, разделенных подпорными стенками, которые должны быть перпендикулярны фасаду магазина.

Особенности посещения магазина определяют способ расстановки автомобилей (рис. 3).

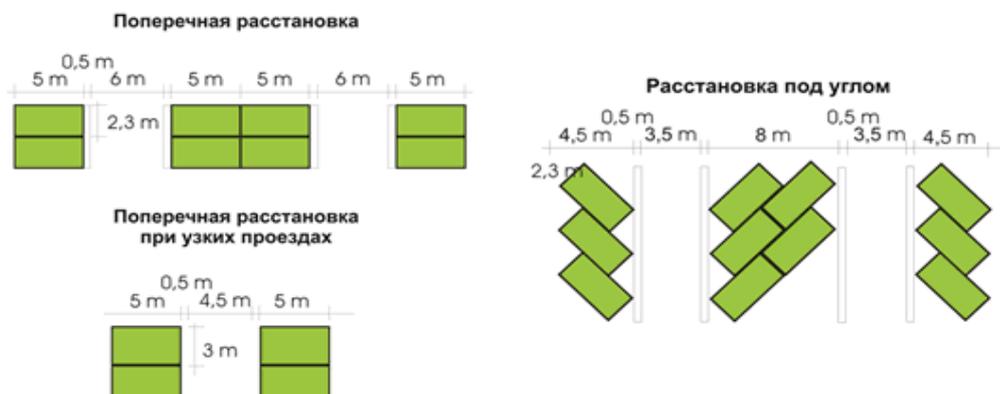


Рис. 3. Расстановка автомобилей на парковке

Расстановка под углом 45 или 60 градусов выбирается для магазина или торгового центра, если:

- в магазине большой проходящий поток посетителей;
- среди покупателей значительная доля женщин;
- внутри магазина покупатели проводят сравнительно недолгое время (не более 1,5 - 2-х часов).

Если же в магазин приезжают целенаправленно и надолго, более эффективной будет расстановка под углом 90 градусов.

Организация безопасности движения автомобилей и пешеходов в парковочной зоне должна быть обеспечена на высоком уровне, не зависимо от размера торгово-развлекательного центра.

УДК 625.656.115

СОСТАВ И РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ ТРАНЗИТНОГО ТРАНСПОРТА ПО АВТОМАГИСТРАЛЯМ Г. ВОЛГОГРАДА

Лукин А. В.

Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор Алексиков С. В.
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В настоящее время в городе Волгограде функционируют несколько магистральных направлений:

- нулевая продольная - по замыслам архитекторов, должна соединить Тракторозаводский, Краснооктябрьский, Центральный, Ворошиловский и Кировский районы города, построена фрагментарно, не выполняет своих функций;

- первая продольная магистраль проходит по Тракторозаводскому, Краснооктябрьскому, Центральному, Ворошиловскому и Советскому районам города, включая ул. Н. Отрады, пр. Ленина, ул. Рабоче-Крестьянская, ул. Лесозаводская с выходом на вторую продольную магистраль. Осуществляется сквозной пропуск легковых автомобилей, грузовые автомобили используют лишь часть магистрали, т.к. их заезд в центральную часть города запрещен;

- вторая продольная магистраль проходит через весь город. Движение транзитного транспорта сильно сдерживает местное движение;

- третья продольная магистраль должна быть продолжена до южных выходов из города. Но пока и она не в полной мере справляется с основной задачей пропуска транзитного транспорта.

Безусловно, что кардинально решить проблему пропуска транзитного транспорта с севера на юг и в обратном направлении может лишь реализация мероприятий Генерального плана развития г. Волгограда. В этом документе предлагаются варианты строительных мероприятий, часть из которых уже реализована, например: сдана первая очередь моста через р. Волгу, улучшив тем самым условия транзитного движения с запада на восток и обратно. Однако, вопрос направления «Се-

вер-Юг» не решен. Транзитные транспортные потоки,двигающиеся по третьей продольной магистрали, не обеспечены условием непрерывного движения, так как в четырех местах службы организации движения вынуждены разместить светофорные объекты. Непрерывность движения могла бы обеспечить четвертая продольная магистраль, заявленная Генеральным Планом развития г. Волгограда. Таким образом, по магистралям, которые функционируют в настоящее время, движение транзитного транспорта осуществляется с малоэффективными скоростями.

На автомагистралях г. Волгограда с 2007 года по настоящее время проводятся наблюдения за режимами движения и исследования интенсивности и состава движения. Всего было задействовано 7 наблюдательных контрольных пунктов на выездах из города:

1. Контрольный выездной пункт на г. Волжский (ГЭС).
2. Контрольный выездной пункт на г. Саратов (п. Ерзовка).
3. Контрольный выездной пункт на г. Москва (М-6 21км.)
4. Контрольный выездной пункт на Ростов (п. Горьковский)
5. Контрольный выездной пункт на г. Сальск (Западный обход)
6. Контрольный выездной пункт на г. Элисту (п. Чапурники)
7. Контрольный выездной пункт на г. Астрахань (п. Светлый яр).

В результате наблюдений был определен состав транзитного транспорта и построены графики изменения интенсивности движения по часам суток.

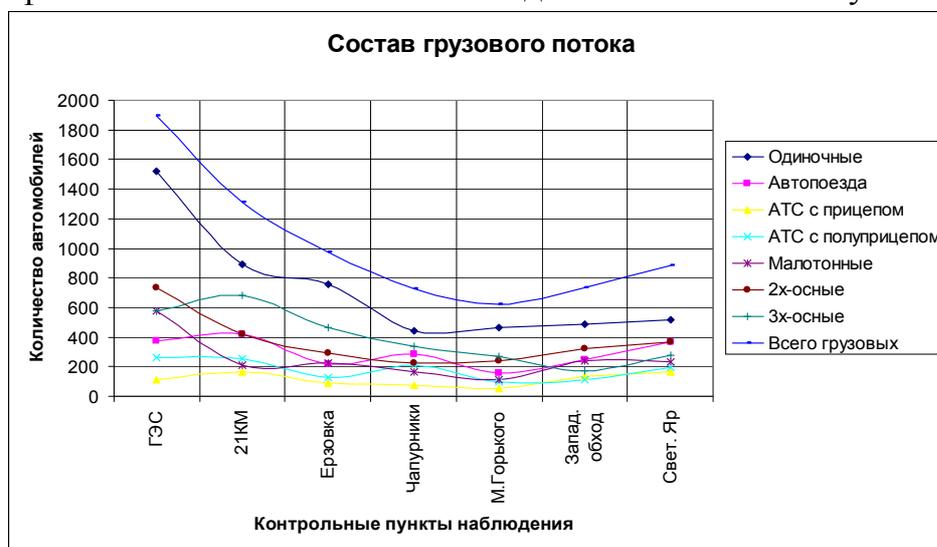


Рис. 1 Среднесуточная интенсивность движения грузовых автомобилей по типам и видам

Для примера покажем график изменения интенсивности движения на одном из контрольных пунктов г. Волгограда.

В результате обработки и анализа результатов обследования было установлено следующее:

- Распределение транспортных потоков по часам суток и дням недели носит неравномерный характер. На всех пунктах наблюдения наибольшая интенсивность приходится на рабочие часы суток (с 8 до 20 часов).

- Максимальная за сутки интенсивность грузового транспортного потока в обоих направлениях по каждому выходу составила: г. Волжский - 2,9 тыс. ед./сут., Московское - 5,47 тыс. ед./сут., Саратовское - 5,1 тыс. ед./сут., Элистинское - 1,39 тыс. ед./сут., Ростовское - 1,02 тыс. ед./сут., Астраханское 1,13 тыс. ед./сут.

- Основу грузового транспорта составляют одиночные автомобили, на их долю приходится от 59% до 81%;

- Малотоннажные АТС в общей структуре транспортных потоков на всех обследованных дорогах составляют в среднем 25%, двухосные 34%, трехосные 43%. Автомобилей с прицепами больше всего на федеральных дорогах до 12%. В группе автопоездов преобладают седельные тягачи, которые составляют 61% - 74%

- На территориальных дорогах преобладают малотоннажные и двухосные АТС, в сумме их доля составляет около 70 % от всех грузовых автомобилей, а на федеральных дорогах преобладают трехосные 43% - 52%.

- Удельный вес грузового подвижного состава автомобильного транспорта внеобластной (транзитной) принадлежности в общем объеме грузового транспортного потока через посты составил от 7% до 54%.

Контрольный пункт выход на г. Саратов (п. Ерзовка)

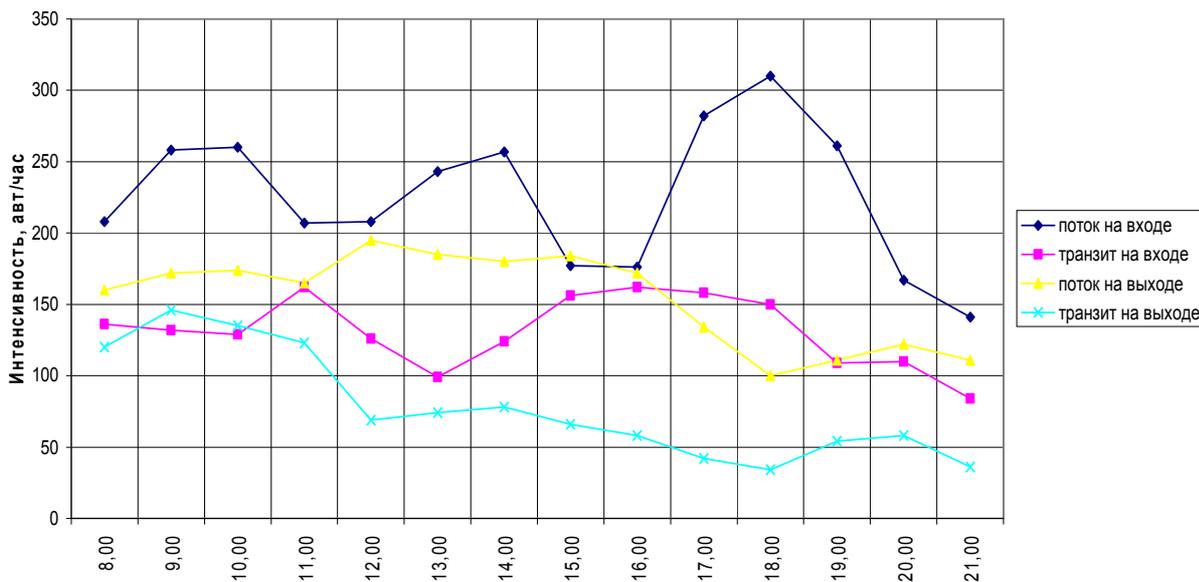


Рис. 2 Изменения интенсивности движения на контрольном пункте (п. Ерзовка) по времени

Скоростные режимы грузового транспорта на третьей продольной магистрали наблюдались в четырех сечениях: у поселка Водстрой, в районе птицефабрики, у жилого массива «Семь ветров», у поселка Ангарский. По результатам наблюдений были построены кумулятивные кривые распределения скоростей для одиночных автомобилей и автопоездов. Для примера на Рис. 3 приведено распределение скоростей в сечении у поселка Ангарский.

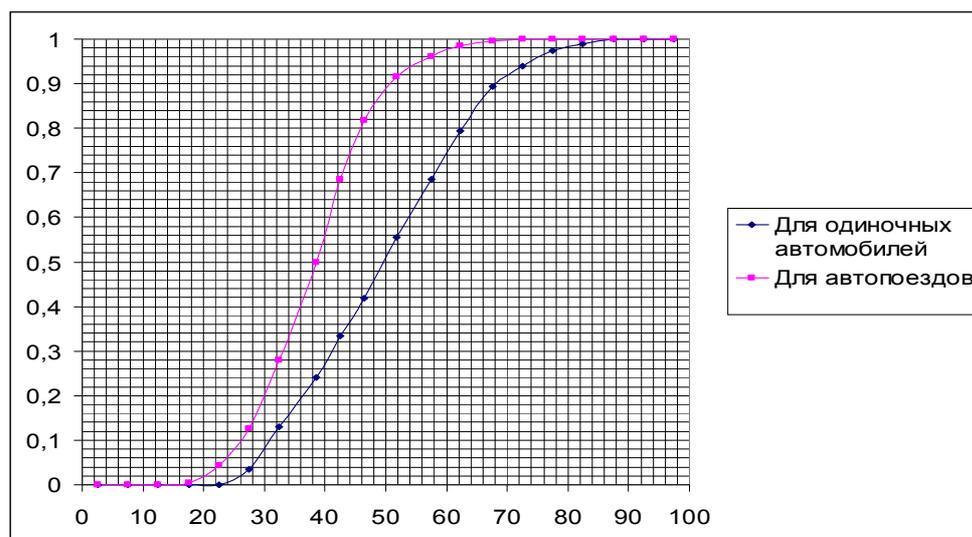


Рис. 3 Распределение скоростей грузового транспорта в сечении у поселка Ангарский

Анализ данных показал, что средние скорости одиночных грузовых автомобилей колеблются от 28 км/ч. до 56 км/ч.; средние скорости для автопоездов – от 24 км/ч. до 42 км/ч. Средняя скорость прохода всей дистанции в течение рабочего дня от пересечения с автомобильной дорогой Р-228 до пересечения с ул. им. Неждановой составляет: для одиночных автомобилей – 35,7 км/ч.; для автопоездов – 28,4 км/ч. Такое положение объясняется задержками транспорта у светофоров и высокой интенсивностью движения в часы пиковых нагрузок, а также состоянием асфальтового покрытия.

Материалы настоящего обследования целесообразно использовать всем заинтересованным организациям при:

- планировании транспортной сети и проектировании автомобильных дорог;
- планировании и организации работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог, их реконструкции, а также при усилении различных элементов дорог;
- разработке мероприятий по инженерному обустройству дорог, по стадийному строительству на дорогах зданий и сооружений дорожно-эксплуатационной и автотранспортной служб;
- разработке и осуществлении мероприятий по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах.

УДК 656.135.073

СУЩЕСТВУЮЩИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАТРАТ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИЛЫХ ОБЪЕКТОВ

Палий Е.П. (ЭА3-621)

Научный руководитель – канд.техн.наук, доцент Куликов А.В.
Волгоградский государственный технический университет

В статье изложена одна из методик снижения транспортных затрат перевозки грузов при строительстве жилых объектов. Разработана оптимальная технологическая схема, которая позволяет сократить продолжительность и трудоемкость перевозки груза за счет уменьшения чис-

ла выполняемых операций и этапов процесса перевозки.

In the article the procedure of reduction in the transport expenditures of the transportation of loads with the building of habitable units is presented. Is developed the optimum flow chart, which makes it possible to reduce duration and labor expense of the transportation of load due to the decrease of the number of performed operations and stages of the process of the transportation.

Обеспечение граждан современным и комфортным жильем на сегодняшний день является одной из приоритетных задач социально-экономического развития регионов РФ. Одним из решений задачи, является реализация национального проекта “Доступное и комфортное жилье - гражданам России”. Данный проект предполагает увеличение объемов жилищного строительства и создание условий для того, чтобы сделать это жилье доступным по цене [4]. В целях осуществления проекта, Правительством Российской Федерации утверждена Федеральная целевая программа "Жилище" на 2002 - 2010 годы [2].

ЗАО «Флагман» было создано в г. Волжском, Волгоградской области в 1994 году. В последнее время компания, выступая в роли заказчика–инвестора, сосредоточила свои усилия и финансовые ресурсы на таком важном и социально необходимом направлении, как строительство жилья. Для этого на предприятии имеется всё необходимое: квалифицированные кадры, получены лицензии и разрешения, организован цикл строительных работ.

В настоящий момент компания занимает лидирующие позиции на рынке недвижимости в городе Волжском. Компанией построено более 50% всего жилья, производимого в городе Волжском. С 2000 г. по настоящее время было сдано порядка 166 тыс. квадратных метров жилой площади, а это 29 построенных домов. Ещё 3 дома находятся в стадии строительства. Часть из них будут сданы в эксплуатацию в этом году. Предприятие выполняет строительство монолитных и блочных жилых домов.

Оставаясь крупнейшим застройщиком в городе, к 2009 году «Флагман» достиг показателя 30–35 тысяч квадратных метров в год, а в ближайшие 3–4 года планируется сдавать до 40 тысяч квадратных метров.

На графике показано распределение объектов по годам строительства. Наибольшие объемы строительства приходятся на 2008 год – 5 объектов (рис. 1).

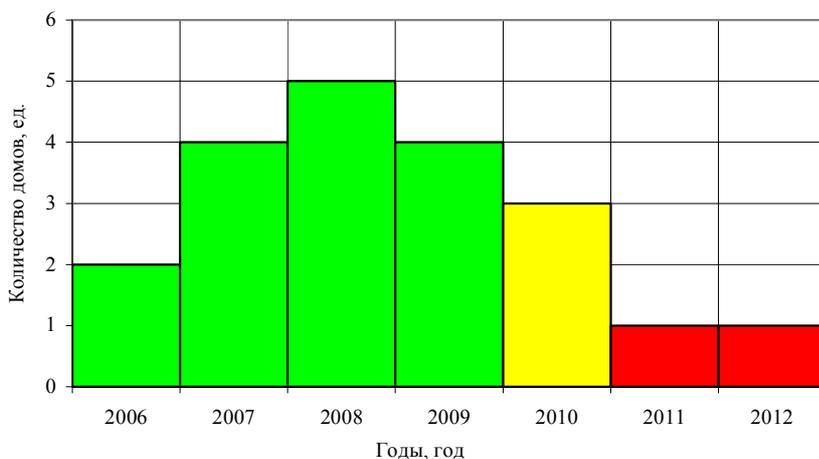


Рис. 1. Объекты строительства "Флагман"

Суммарные издержки обращения системы материально технического обеспечения строительной фирмы определяется:

$$\sum Z_{\text{МТО}} = Z_{\text{обр}} + Z_{\text{мтр}} + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{отсл}} + Z_{\text{скл}} + Z_{\text{деф}}, \quad (1)$$

где $\sum Z_{\text{МТО}}$ - суммарные издержки обращения системы материально технического обеспечения;

$Z_{\text{обр}}$ – издержки размещения и обработки заказа;

$Z_{\text{мтр}}$ – цена материально-технических ресурсов;

$Z_{\text{тр}}$ – транспортные издержки;

$Z_{\text{отсл}}$ – издержки отслеживания материальных ресурсов в пути;

$Z_{\text{скл}}$ – заготовительно-складские издержки;

$Z_{\text{деф}}$ – затраты, связанные с возникновением дефицита ресурсов.

Транспортные затраты являются важной составляющей, формирующей стоимость строительства. Одним из методов снижения транспортных затрат является совершенствование технологии перевозки. Разработка технологической схемы перевозки строительных грузов обеспечивает минимизацию производственных потерь. Перевозка железобетонных изделий (ЖБИ) относится к массовым. Можно выделить три часто используемые технологические схемы перевозки ЖБИ с завода на строительную площадку (рис. 2, 3, 4) [1]:

- перевозка автомобилями тягачами с полуприцепами;
- перевозка с использованием «монтажа с колес»;
- перевозка с обменом полуприцепами.

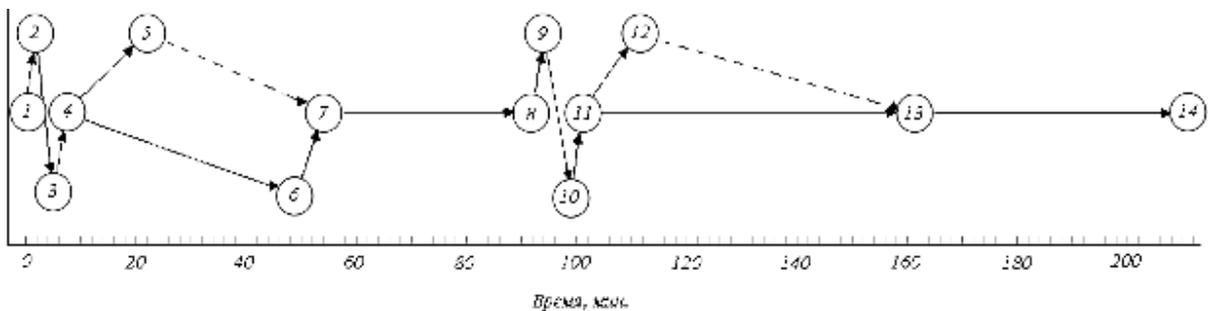


Рис. 2 Технологическая схема перевозки ЖБИ седельным тягачом с полуприцепом панелевозом 993300 (ПП-1307А)

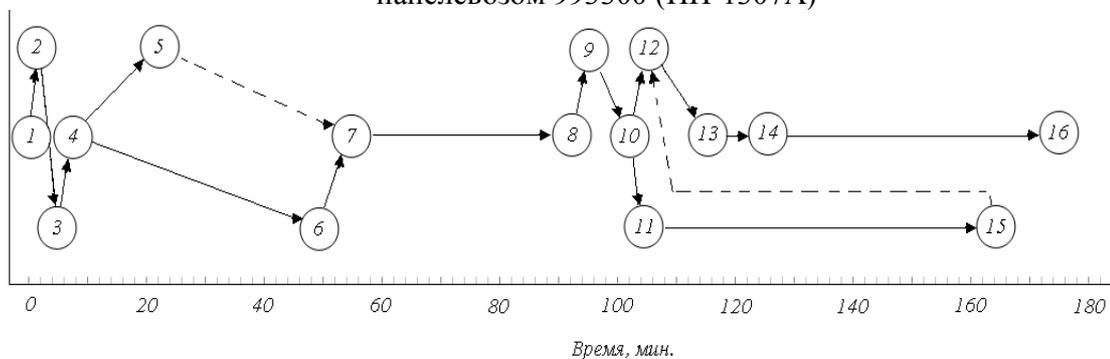


Рис. 3 Технологическая схема перевозки железобетонных изделий с использованием «монтажа с колес»

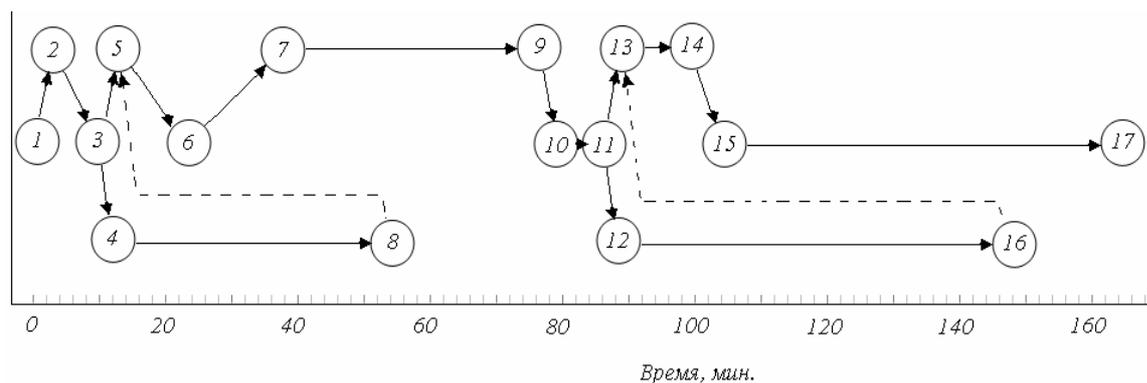


Рис. 4 Технологическая схема перевозки железобетонных изделий с использованием обмена полуприцепами

Стоимость выполнения каждой работы можно оценить на основе продолжительности ее выполнения и себестоимости использования подвижного состава (ПС) и погрузо-разгрузочных механизмов (ПРМ) в единицу времени.

Затраты на перевозку ЖБИ по схеме 1 составят 4991,57 руб., по схеме 2 – 4314,75 руб. и по схеме 3 – 3971,65 руб. Продолжительность всех операций по первой схеме 211 мин., по второй – 175 мин и по третьей – 164 мин.

Среди предложенных схем экономически выгодной является схема 3 с обменом полуприцепами в пунктах погрузки и разгрузки. Описание схемы представлено в табл. 1.

Таблица 1
Расчет технологической схемы 3 при перевозке ЖБИ

№ событий	Наименование работы	Исполнители			Продолжительность операций, мин	Стоимость, руб.
		профессия работника	ПС	ПРМ		
1-2	Маневрирование автомобиля	водитель	КамАЗ+ ПП-1307А	—	3	42,71
2-3	Отцепка	водитель	—	—	7	99,65
3-4	Ожидание полуприцепом погрузки	водитель	ПП-1307А	—	2	28,47
4-8	Погрузка	машинист крана, стропальщики 2 чел.	ПП-1307А	КМ-5	42	630,00
3-5	Маневрирование автомобиля	водитель	КамАЗ	—	3	42,71
5-6	Прицепка	водитель	—	—	10	142,36
6-7	Оформление документов	водитель, зав. складом	—	—	15	213,54
7-9	Транспортирование	водитель	КамАЗ+ ПП-1307А	—	38	540,97
9-10	Маневрирование	водитель	КамАЗ+ ПП-1307А	—	3	42,71

10-11	Отцепка	водитель	—	—	7	99,65
11-12	Ожидание полу-прицепом раз-грузки	—	ПП-1307А	—	2	28,47
12-16	Разгрузка полу-прицепа	Машин ст. крана, таке-лажники	ПП-1307А	КБ-20	60	950,00
11-13	Маневрирование	водитель	КамАЗ	—	3	42,71
13-14	Прицепка	водитель	—	—	10	142,36
14-15	Оформление до-кументов	водитель, мастер	—	—	15	213,54
15-17	Подача ПС под погрузку	водитель	КамАЗ+ ПП-1307А	—	50	711,80
Итого					164	3971,65

Обмен полуприцепами подразумевает отцепку и прицепку полуприцепов. Средняя продолжительность прицепки полуприцепа составляет 10 мин., отцепки – 7 мин., простоя под погрузкой – 42 мин., а простоя под разгрузкой – 60 мин.

Время выполнения работ, входящих в технологическую схему, носит вероятностный характер. Знание характеристик распределения длительности случайных величин позволяет организовать перевозочный процесс с определенной надежностью по времени выполнения. Пример характеристик некоторых случайных величин, входящих в этап погрузки, представлен в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика вероятностных событий технологической схемы 3 перевозки ЖБИ

Наименование работы	Математическое ожидание	Дисперсия	Критерий Пирсона	Вид закона
Ожидание по-грузки	8,09	76,75	2,325	$f(t) = 0,124e^{-0,124t}$
Погрузка	20,76	37,34	5,302	$f(t) = \frac{1}{6,11 \sqrt{2\pi}} \times \exp \left[-\frac{(20,76 - t)^2}{74,68} \right]$
Оформление до-кументов	16,45	69,39	0,94	$f(t) = \frac{0,182(0,182t)^3}{3!} \times e^{-0,182t}$

В реальных условиях, при учете оптимального времени перевозок, технологическая схема с использованием обмена полуприцепами в пунктах погрузки и разгрузки оказывается экономичней. Так 211 мин., затрачиваемых на перевозку железобетонных изделий на строительный объект, при использовании рассчитанной схемы сократятся до 164 мин., стоимость транспортировки по третьей схеме сократится с 4991,57 руб. до 3971,65 руб. При строительстве одного десяти этажного жилого дома для перевозки всего объема ЖБИ, необходимо выполнить 281 езду. Эффект от изменения технологической схемы перевозки ЖБИ составит:

$$\Xi = (Z_1 - Z_2) \times n_e = (4991,57 - 3971,650) \times 281 = 286597,52 \text{ руб.}, \quad (2)$$

где Z_1 – затраты по первой схеме, руб.,

Z_2 – затраты по третьей схеме, руб.,

n_e – число ездов, ед.

Особое внимание необходимо уделить этапу транспортирования. На улично-дорожной сети во время выполнения перевозок возможно возникновение пробок и заторов. В результате снижается техническая скорость и возрастает время транспортирования. На рассматриваемом маршруте было проведено исследование изменения технической скорости потока автомобилей по часам суток (рис. 5).

Целесообразно изменить суточный график перевозки ЖБИ. Рекомендуем осуществлять перевозку в часы с максимальными техническими скоростями. Предполагаемый экономический эффект от перевозки с наибольшими значениями технической скорости можно рассчитать:

$$\Xi_{\Delta V_T} = \sum_{i=1}^K \frac{n_{ei} \times l_{ег} \times C_a}{\Delta V_{Ti}}, \quad (3)$$

где K – число рекомендуемых временных периодов в сутки, обеспечивающих увеличение скорости, ед.,

n_{ei} – число ездов во временном периоде, ед.,

$l_{ег}$ – длина ездки с грузом, км,

C_a – себестоимость использования ПС, руб./час,

ΔV_{Ti} – увеличение технической скорости в предлагаемый период, км/час.

$$\Xi_{\Delta V_T} = \frac{150 \times 25 \times 854,16}{40 - 20} + \frac{50 \times 25 \times 854,16}{30 - 23} + \frac{31 \times 25 \times 854,16}{30 - 27} + \frac{50 \times 25 \times 854,16}{27 - 20} = 685870,14 \text{ руб.}$$

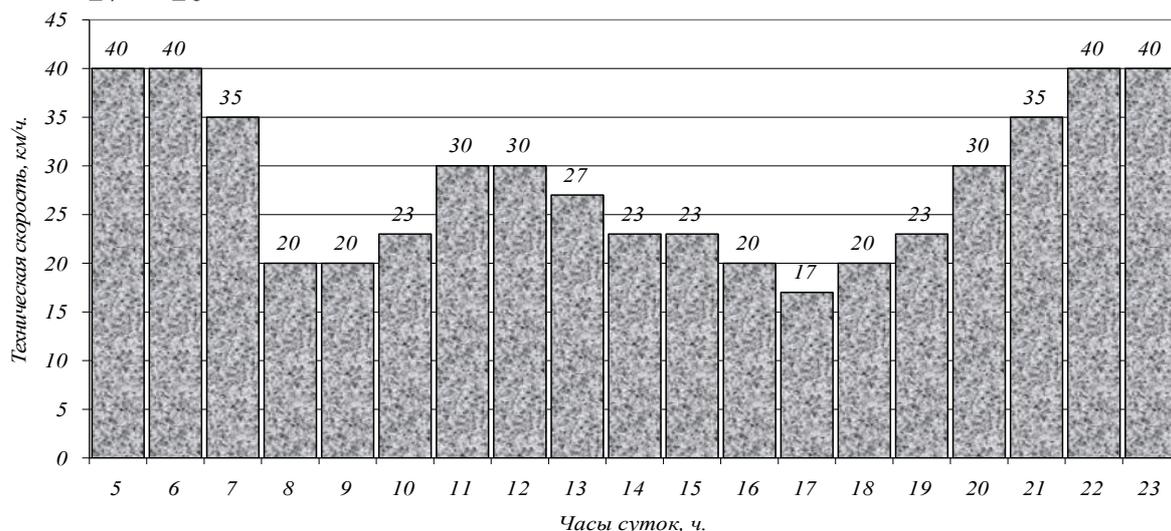


Рис. 5 Зависимость технической скорости седельного тягача с полуприцепом

панелевозом от времени суток

Общий экономический эффект, в расчете на один рассматриваемый строительный объект, будет складываться из эффекта применения оптимальной технологической схемы и сокращения времени транспортирования. В денежном выражении эффект составит 972467,66 руб.

Библиографический список:

1. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для вузов/ А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Куликов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006 – 560 с.: ил.
2. Министерство транспорта Российской Федерации (МИНТРАНС РОССИИ) Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. Москва 2005.
3. Статистическая обработка эксперимента в задачах автомобильного транспорта: Учебное пособие / Клепик Н.К.; Волгоград. Гос. техн. ун-т. – Волгоград, 1995. – 96 с.
4. «Экономика строительства» № 9/2004 21.01.2005 Формирование платежеспособного спроса на жилье: проблемы и пути их решения.

625.712.14

УРОВЕНЬ УДОБСТВА ДВИЖЕНИЯ НА РЕГУЛИРУЕМОМ ПЕРЕКРЕСТКЕ

Витолин С.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В статье обосновывается необходимость оценки качества дорожного движения на регулируемом перекрестке. Сравниваются границы уровней удобства движения в России и за рубежом. Приводится пример оценки общего уровня удобства движения для регулируемого перекрестка в Германии.

In this article necessity of an estimation of quality of traffic at signalised intersections is proved. Borders of service levels of movement in Russia and abroad are compared. An example of an estimation of the general service level of movement is resulted for a traffic lights object in Germany.

В распоряжении правительства РФ о транспортной стратегии развития страны до 2030г. [2] общесистемной проблемой развития транспортной отрасли России признано недостаточное качество транспортных услуг. Одним из ориентиров транспортной политики РФ до 2015г. является решение вопросов связанных с устранением «узких мест» на улично-дорожной сети (УДС). На УДС крупного города именно регулируемые перекрестки являются «узкими местами, определяющими пропускную способность всей сети автомобильных дорог города. Светофоры устанавливаются обычно при наличии интенсивных транспортных и пешеходных потоков с целью разделения этих потоков во времени, там, где недостаточно пространства для разделения потоков в пространстве (например, с помощью устройства кольцевых пересечений, развязок в разных уровнях).

Комплексным показателем экономичности, удобства и безопасности дорожного движения является уровень удобства движения. Основной характеристикой уровней удобства для пересечений дорог в РФ является коэффициент загрузки движения z [1]. Особенности качества дорожного движения на светофорных объектах (СО) в российских действующих нормативных документах не рассматриваются. Для формирования высококачественных транспортных услуг необходимо, прежде всего, определить параметры и стандарты качества. Во многих странах для

СО эти параметры уже приняты и только дополняются и корректируются. Так, например, в США и Германии критерием качества дорожного движения на СО является среднее время ожидания (средняя задержка) на перекрестке. Изменение границ уровней удобства в этих странах в разные годы (табл.1) говорит об отсутствии однозначного подхода к определению границ уровней удобства движения.

Таблица 1

Изменение границ уровней удобства движения на регулируемом перекрестке

Источник	НСМ (американский норматив)		HBS (немецкий норматив)	
	1985	2000	1993 (проект)	2001
УУД	Средняя допустимая задержка автомобиля, [сек]			
A	≤5	≤10	≤25	≤20
B	≤15	≤20	≤40	≤35
C	≤25	≤35	≤60	≤50
D	≤40	≤55	≤80	≤70
E	≤60	≤80	≤100	≤100
F	>60	>80	>100	>100

В табл. 2 приведено сравнение границ УУД из российского, швейцарского и немецкого нормативов, при чем УУД из HBS 2001 приведены для различных участников дорожного движения. В швейцарском нормативе SN 640023 [3] степень загрузки также как и в России является основным критерием оценки удобства движения, а границы уровней удобства незначительно отличаются. Сравнивая пограничные значения уровней удобства можно сделать вывод, что при степени загрузки от 0,7 до 1 в российском нормативе нет промежуточного уровня удобства (табл. 2).

Таблица 2

Граничные значения для определения уровней удобства дорожного движения на СО

Источник	действующее руководство для оценки пропускной способности	SN 640023 (швейцарский норматив)	HBS 2001 (немецкий норматив)				
			Автомобиль	Трамвай/автобус	Велосипед	Пешеход*	
Тип транспортного средства	Автомобиль	Автомобиль	Автомобиль	Трамвай/автобус	Велосипед	Пешеход*	
Критерий	Степень загрузки	Степень загрузки	Средняя допустимая задержка, [сек]				
УУД	A	≤0,2	≤0,3	≤20	≤5	≤15	≤15
	B	≤0,45	≤0,5	≤35	≤15	≤25	≤20
	C	≤0,7	≤0,7	≤50	≤25	≤35	≤25
	D	соответствие отсутствует	≤0,85	≤70	≤40	≤45	≤30
	E	≤1	≤1,0	≤100	≤60	≤60	≤35
	F	>1	>1,0	>100	>60	>60	>35

* - дополнительно 5сек при переходе нескольких проезжих частей

Описание характеристик уровней удобства движения на пересечении не соответствует описанию уровней удобства для регулируемого перекрестка, т.к. свобода движения по участку дороги через перекресток ограничивается сигналами светофора.

Таблица 3

Описание различных уровней удобства движения на СО в Германии		
Уровень удобства	Описание дорожного движения	Качество дорожного движения
А	Большая часть автомобилей может беспрепятственно проехать перекресток. Задержки очень короткие	Очень хорошее
В	Все участники дорожного движения, которые во время запрещающего сигнала светофора остановились в ожидании зеленого сигнала, могут проехать или пройти перекресток за следующий период разрешающего сигнала. Задержки короткие.	Хорошее
С	Почти все участники дорожного движения могут пересечь перекресток за следующую длительность разрешающего сигнала. Время ожидания ощутимо. В конце разрешающего сигнала остается небольшая очередь автомобилей.	удовлетворительное
Д	Наблюдается постоянная остаточная очередь ожидания. Задержки значительные. Дорожное движение еще стабильное.	достаточное
Е	Участники дорожного движения вынуждены «бороться» друг с другом за позицию в очереди. Задержки длительные. Достигается максимально возможная интенсивность движения.	недостаточное
F	Интенсивность движения выше пропускной способности. Автомобили вынуждены многократно останавливаться до проезда перекрестка. Очередь автомобилей растет постоянно. Задержки очень большие. Перекресток перегружен.	плохое

Общий уровень удобства движения на регулируемом перекрестке должен определяться по сигнальной группе с самыми плохими условиями движения (самые длительные задержки, самая высокая степень загрузки). На рис.1 показан пример оценки уровня удобства движения на регулируемом перекрестке согласно немецкому нормативному документу HBS 2001.

Целью диссертационного исследования автора является оптимизация дорожного движения на СО. Наиболее простым визуальным критерием оптимизации служит улучшение общего УУД на перекрестке. Если отсутствуют возможности для улучшения условий движения всех сигнальных групп на перекрестке, то необ-

ходимо обеспечить приемлемый УУД на приоритетных направлениях (например, поток со значительной долей общественного транспорта, тем самым, обеспечивая максимальную эффективность использования провозной способности транспорта). Пограничное значение пропускной способности находится в конце уровня Е на переходе к уровню F. На границе пропускной способности задержки очень большие. Для СО этот случай очевидно является не желательным. Разграничение уровней удобства движения позволяет определить допустимый уровень загрузки, как всего перекрестка, так и отдельных полос, при котором желаемый общий УУД еще сохраняется. В зависимости от геометрии перекрестка и желаемого уровня удобства допустимая загрузка значительно меньше пропускной способности. Учитывая выше приведенное можно сделать вывод, что при расчете светофорной программы нужно обращать не только на пропускную способность на перекрестке, но и на обеспечение желаемого уровня удобства движения.

Grobvorplanung Ortsumgehung Viersen-Süchteln																						
Lichtsignal geregelter Knotenpunkt																						
Nachweis der Qualität des Verkehrsablaufs im Kfz-Verkehr nach HBS 2001, Formblatt 3																						
Tabelle xx																						
Knotenpunkt: Tönisvorster Straße / UO-Süchteln																						
Zeitraum: werktägliche Spitzenstunde																						
Prognose																						
IU= 90 s																						
T= 3600 s																						
Nr	Zufahrt	Strom	t_1	t_1	t_1	q	m	q _s	t_2	ρ_2	C	g	N_{gg}	n_g	h	E	N_{gg}	t_{max}	w	GSV	Lb	
			s	---	s	Fz/h	Fz	Fz/h	s/Fz	Fz	Fz/h	---	Fz	Fz	%	%	Fz	m	s		%	
1		Inks	51	0,34	59	100	2,5	1800	2,0	18	820	0,16	0	1,7	89	95	4	22,8	20,5	B	61	
2	OU-Süchteln (Nord)	G+R	31	0,34	59	300	7,5	1800	2,0	15	520	0,48	0	5,8	79	95	9	52,0	23,2	B		
3																						
4	Tönisvorster Straße (Ost)	Inks	48	0,53	42	150	3,8	1800	2,0	24	950	0,16	0	1,9	51	95	4	23,0	10,7	A	67	
5		G+R	49	0,54	41	800	15,0	1800	2,0	25	980	0,81	0	10,3	88	95	11	87,5	14,0	A		
6																						
7	OU-Süchteln (Süd)	Inks	31	0,34	59	120	3,1	1800	2,0	15	520	0,20	0	2,2	70	95	4	25,8	20,6	B	97	
8		G+R	31	0,34	59	425	10,6	1800	2,0	15	520	0,89	0	9,3	87	95	12	72,0	27,8	B		
9																						
10	Tönisvorster Straße (West)	Inks	46	0,51	44	30	0,8	1800	2,0	23	920	0,03	0	0,1	50	95	1	8,3	10,8	A	12	
11		G+R	46	0,51	44	520	13,6	1800	2,0	23	920	0,90	0	11,8	75	95	13	75,4	17,7	A		
12																						
						$q_{s,0} =$	2 355 Fz/h							$C_{s,0} =$	6 290 Fz/h							
Gesamt-Qualitätsstufe: B																						
t_1	Freigabezeit	n_g	Ablaufkapazität pro Umlauf	N_{gg}	Anzahl gestauter Fahrzeuge bei Rotende															Mittlere Wartezeit		GSV
1	Freigabezeitanteil	C	Kapazität des Fahrbahndreiecks	t_{max}	Staulänge															<= 20 s		A
t_2	Sperrzeit	g	Sättigungsgrad	w	Mittlere Wartezeit															<= 35 s		B
q	Verkehrsstärke	N_{gg}	Anzahl gestauter Fahrzeuge bei Grünende	GSV	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs															<= 50 s		C
m	mittl. Entferranzahl	n_g	Anzahl haltende Fahrzeuge pro Umlauf	t_0	Umlaufzeit															<= 70 s		D
q_0	Sättigungsverkehrsstärke	h	Haltewahrscheinlichkeit	T	betriebl. Zeitraum															<= 100 s		E
t_0	mittl. Zielbestandswert	S	statische Sicherheit	Lb	rechnerische Auslastung des bedingt verfügbaren Linksabzweigers															>		F

Рис. 1 Оценка общего уровня удобства движения в Германии (источник: проектное бюро „Runge+Küchler“ г. Дюссельдорф)

Общие выводы из анализа зарубежных и российских нормативных документов, а также практической работы в проектное бюро Германии:

- Зарубежные методики оценки уровня удобства движения для регулируемого перекрестка применимы и для российских условий.
- Степень проработанности американского норматива в вопросе оценки задержек на СО выше, чем в немецком нормативе (отсутствие 6-ти типов прибытия

автомобилей к СО), но преимущество немецкого норматива в относительной простоте оценки задержек [4].

- В целях интеграции российских нормативов с зарубежными документами необходима разработка российских рекомендаций по оценке качества дорожного на регулируемом перекрестке. По мнению автора, именно опыт Германии в разработке документов подобных НБС и НСМ наиболее применим для России. т.к. НБС разрабатывали, учитывая опыт США, в относительно короткий срок (7 лет). История разработки НСМ значительно дольше (первая версия выпущена в 1950г.), требуются многочисленные исследования (финансовые затраты) для обоснования применимости данных НСМ к российским условиям, недопустимые в современных условиях кризиса.

- Водители, пешеходы и пассажиры общественного транспорта не одинаково воспринимают ограничения, связанные со светофорным регулированием, поэтому границы УУД для них должны быть различными.

- При оценке качества дорожного движения средняя задержка является универсальным показателем, который можно применить для всех участников дорожного движения (степень загрузки - обобщенный показатель для всего транспортного потока).

Библиографический список:

1. Руководство по оценке пропускной способности, Министерство автомобильных дорог РСФСР от 24.08.81
2. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030г, распоряжение правительства РФ от 22 ноября 2008 года N 1734
3. Offene Fragen bei der Planung von Lichtsignalanlagen nach VSS-Normen, Fachartikel, StraÙe und Verkehr Nr.9, September 2005
4. Wu Ning, Bemessung und Bewertung von Lichtsignalanlagen -Vergleich zweier neuen Regelwerke HCM 2000 und HBS 2001 (Paper verffentlicht in "Straenverkehrstechnik", Heft 12/2003. KirschbaumVerlag GmbH, Bonn, 2003).

УДК 625.739.3

УТОЧНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВЫЕЗДОВ АВТОМОБИЛЕЙ НА УКРЕПЛЁННУЮ ПОЛОСУ ОБОЧИНЫ

Монахова А. А. (АДМ-1-09)

Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор Алексиков С. В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Приведены результаты наблюдения за режимами движения на основных автомобильных магистралях. Подробно представлены скорости движения автомобилей по полосам, в том числе по укрепленной полосе обочины. Проведен сравнительный анализ количества выездов на обочину по ОДН 218.3.039-2003 и по данным наблюдения.

The paper brings observations over traffic conditions on major highways. Driving speeds on lanes are given in detail, including on the wayside reinforced lane. A comparative analysis was conducted for the number of car exits to the shoulder according to ODN 218.3.039-2003 and the observation data.

Важнейшей проблемой при расчете укрепления обочин является определение расчетного количества наездов автомобилей на конструкцию в процессе эксплуатации. Установлено, что укрепленная часть обочин автомагистралей используется для совершения обгонов или установившегося движения по ним. Особенно опасны подобные нарушения на обочинах дорог с усовершенствованным покрытием капитального типа, поскольку при этом движение по обочинам происходит с высокими скоростями.

По данным исследования к.т.н. А. В. Корочкина [1] в настоящей статье приводятся результаты наблюдения за режимами движения на четырехполосных участках автомобильных магистралей М-2 «Крым», М-4 «Дон» и М-9 «Балтия».

Таблица 1

Титул магистрали	Распределение транс-го потока по полосам, %			Средняя скорость, км/ч		
	левая полоса движения	правая полоса движения	укрепленная полоса обочины	левая полоса движения	правая полоса движения	укрепленная полоса обочины
М-2 "Крым"	53,1	42,3	4,6	103,2	81,5	87,6
М-4 "Дон"	63,8	34,8	1,4	120,1	90,4	103,6
М-9 "Балтия"	54,2	44,7	1,1	122,4	91,8	108,7

Исследования по данной проблеме были выполнены в 2003-2005 гг.

На рассматриваемых участках автомагистрали имеют по две полосы движения в каждом направлении. Ширина каждой полосы движения составляет 3,75 м. Ширина обочин составляет в среднем также 3,75 м. Укрепленная полоса имеет асфальтобетонное покрытие и её средняя ширина составляет 2,5 м. Ограждение на значительном протяжении отсутствует. Распределение состава транспортного потока по полосам и средние скорости движения на двухполосных участках автомагистралей указаны в табл. 1.

Данные приведены для среднего уровня загрузки автомобильных магистралей М-2 «Крым» (1300-1600 авт/ч в одном направлении), М-4 «Дон» (2000-2200 авт/ч в одном направлении).

Для удобства описания причин выезда автомобилей на укрепленную полосу и движению по ней, в результате проведенного анализа полученных результатов, было предложено разделить условия движения по дороге на 3 основные группы:

1. Свободные условия движения (выездов автомобилей на укрепленную полосу не происходит).

Свободные условия имеют место при такой интенсивности и скорости движения транспортного потока, когда водитель каждого автомобиля выбирает наиболее удобную с его точки зрения скорость, которая не оказывает влияния на режимы движения других автомобилей.

При свободных условиях движения на автомагистрали отсутствуют не только общие скопления автомобилей, но и локальные, поэтому предпосылок для выезда на укрепленную полосу не существует.

2. Частично загруженные условия движения (имеют место одиночные выезды автомобилей на укрепленную полосу).

При частично загруженных условиях движения определенная часть автомобилей оказывает влияние на режим движения других автомобилей. Особенностью данного режима движения можно назвать увеличение интенсивности движения при сохранении тех же скоростей, что при свободном движении. При частично загруженных условиях движения скорости движения незначительно снижаются по сравнению со свободными условиями.

Увеличившаяся интенсивность движения в ряде случаев создает помехи для обгона по левой полосе движения. Часть водителей, считая, что скорость движения достаточна, продолжают движение в потоке. Таким образом, на дороге образуются локальные скопления автомобилей по обеим полосам движения. В этих условиях другая часть водителей, не желая уменьшать скорость, используют укрепленную часть обочины для обгона.

3. Загруженные условия движения (имеют место многочисленные выезды автомобилей на укрепленную полосу, фактически происходит установившееся движение по обочине).

К загруженным были отнесены условия при интенсивности движения автомобилей свыше 2200 авт/ч. При этом водители автомобилей не имеют свободы маневра и следуют в установившемся транспортном потоке. Любые перестроения без нарушения правил дорожного движения и создания помех затруднены, а в ряде случаев невозможны.

Скорость транспортного потока существенно падает, опускаясь до 55-60 км/ч и менее. Особенностью данного режима движения является то, что укрепленная полоса и обочина становятся практически дополнительной полосой с регулярным движением. Выезды автомобилей на укрепленную полосу и обочину становятся систематическими. При этом интенсивность движения по укрепленной обочине достигает значений 400-500 авт/ч.

В результате выполненных исследований установлено, что массовый выезд автомобилей на укрепленную полосу происходит даже при частично загруженных условиях движения при снижении скорости транспортного потока до определенного значения (порядка 60 км/ч). Это может быть вызвано наличием тихоходного крупногабаритного транспортного средства или других факторов. При этом независимо от интенсивности движения автомобилей при снижении скорости движения транспортного потока до 55-65 км/ч, начинается массовый выезд автомобилей на укрепленную обочину. После преодоления препятствия и увеличения скорости движения до 70 км/ч и более транспортный поток также быстро возвращается к установившемуся движению. После обобщения всех полученных данных было установлено, что движение по укрепленной полосе совершают 2,75% водителей

от среднесуточной интенсивности движения.

Сравнительный анализ количества выездов на обочину по ОДН 218.3.039-2003 [2] и данных исследования показывает явное несоответствие нормативных расчетных значений с фактическим числом автомобилей, выезжающих на обочину (табл.2). Фактическое число выездов на обочину в 2,68- 14,6 раза превышает расчетное.

Таблица 2

Титул магистрали	Количество выездов, авт/сут		Превышение фактического над расчетным
	Расчетное по ОДН 218.3.039-2003	фактическое	
М-2 "Крым"	25,6	367,5	14,63
М-4 "Дон"	37,5	126,1	3,40
М-9 "Балтия"	35,8	94,6	2,68

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в современных условиях эксплуатации дорог, особенно автомагистралей, назрела необходимость совершенствования методики проектирования укрепления обочин, особенно в части уточнения расчетного количества наездов автомобилей на обочину.

Библиографический список:

1. А. В. Корочкин, Исследование режимов транспортного потока. Журнал «Наука и техника в дорожной отрасли», № 3-2007
2. Укрепление обочин автомобильных дорог. ОДН 218.3.039-2003.- М.: ГП Инфрмавтодор, 2003 г.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

УДК 629.3.032.016

МОЩНОСТНОЙ БАЛАНС ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Тюнин В.Л.

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье представлены теоретические выражения для определения составляющих мощностного баланса землеройно-транспортных машин. Построена мощностная характеристика скрепера ДЗ-11П при движении по ровной горизонтальной поверхности, при установившемся режиме, без отбора мощности на привод вспомогательного оборудования и системы управления.

In this article produced theoretical expression for determination constituent force balance diggers and trucks. Construct force description scraper «ДЗ-11П» to motion along smooth horizontal plane, at steady-state regime without selection force to work ancillary equipment and control system.

Значительную часть общего объёма работ при возведении объектов промышленного, гражданского, дорожного строительства, а также добычи полезных ископаемых и мелиорации земель составляют земляные работы. В современных условиях выполнение земляных работ невозможно представить без широкого применения средств комплексной механизации труда, выполняемых самоходными колёсными землеройно-транспортными машинами (ЗТМ) большой единичной мощности. Одной из важнейших тенденций в развитии конструкции данных машин является увеличение их энергонасыщенности, что позволяет существенно увеличить производительность и повысить качество выполняемых работ [1]. При повышении энергонасыщенности ЗТМ необходимо знать точное распределение мощности (энергии) двигателя на выполнение основного технологического процесса, совершение работы в различных механизмах машины и взаимодействие колёсного движителя (КД) с опорной поверхностью.

Согласно работе [1] мощностной баланс самоходных колёсных ЗТМ будет выглядеть следующим образом

$$N_e \cdot \eta_{\text{ТР}} = N_{\text{К}} = N_{\text{Т}} + N_{\text{Г}} + N_{\delta}. \quad (1)$$

Из уравнения мощностного баланса (1) видно, что эффективная мощность двигателя N_e преобразуется в мощность, подводимую к колёсному движителю $N_{\text{К}}$ с учётом коэффициента полезного действия трансмиссии $\eta_{\text{ТР}}$, т.е. с учётом потерь в трансмиссии машины. Исходя из выше сказанного, уравнение (1) можно переписать в виде выражения

$$N_e = N_{\text{ТР}} + N_{\text{К}}, \quad (2)$$

где $N_{\text{ТР}}$ – потеря мощности в трансмиссии, формула которой находится из выражения

$$N_{\text{ТР}} = N_e - N_{\text{К}} = N_e(1 - \eta_{\text{ТР}}). \quad (3)$$

Анализируя формулу (3) можно сделать некоторые выводы по влиянию $\eta_{\text{ТР}}$ на $N_{\text{ТР}}$, так при $\eta_{\text{ТР}} \rightarrow 0$ $N_{\text{ТР}} \rightarrow N_e$, т.е. эффективная мощность двигателя N_e расходуется на потери в трансмиссии $N_{\text{ТР}}$ и не расходуется на совершение полезной работы; а при $\eta_{\text{ТР}} \rightarrow 1$ $N_{\text{ТР}} \rightarrow 0$, т.е. N_e полностью преобразуется в $N_{\text{К}}$, без потерь в трансмиссии.

Однако для получения полной картины баланса мощности необходимо ввести теоретическую мощность $N_{\text{ТЕОР}}$ [2], т.е. мощность, эквивалентную тепловой энергии, выделяемой при полном сгорании топлива в цилиндрах двигателя

$$N_{\text{ТЕОР}} = G_{\text{Т}} \cdot h_{\text{н}} / U, \quad (4)$$

где $h_{\text{н}}$ – низшая теплота сгорания топлива (для дизеля 43000 кДж/кг); $G_{\text{Т}}$ – часовой расход топлива двигателем, кг/ч; U – термический эквивалент, т.е. количество тепла, эквивалентное работе двигателя мощностью 1 кВт в течении 1 часа, $U = 3600$ кДж/(кВт·ч).

В процессе преобразования тепловой энергии в механическую работу часть её

безвозвратно теряется в виде теплоты, уносимой с отработавшими газами и отведённой в окружающую среду через систему охлаждения, а также в результате неполного сгорания и т. п., поэтому мощностной баланс следует записать следующим образом

$$N_{\text{ТЕОР}} = N_{\text{ТП}} + N_i, \quad (5)$$

где $N_{\text{ТП}}$ – мощность тепловых потерь в двигателе, N_i – индикаторная мощность, т.е. мощность, развиваемая газами в цилиндрах двигателя при сгорании топлива.

Мощность тепловых потерь находится из формулы

$$N_{\text{ТП}} = N_{\text{ТЕОР}} - N_i. \quad (6)$$

При работе двигателя часть его индикаторной мощности затрачивается на преодоление трения и приведение в действие вспомогательных механизмов, так называемую мощность механических потерь в двигателе $N_{\text{МП}}$.

По данным из теории двигателей [3] величину среднего давления, затрачиваемого на механические потери $p_{\text{МП}}$, (кПа) справедливо оценивать эмпирической формулой для дизельных двигателей

$$p_{\text{МП}} = 78,45 + 16,67v_{\text{П}}, \quad (7)$$

где $v_{\text{П}} = S \cdot n / 30$ – средняя скорость перемещения поршня (м/сек); S – ход поршня (м); n – частота вращения коленчатого вала двигателя (мин⁻¹).

Зная среднее давление механических потерь в двигателе $p_{\text{МП}}$ можно определить мощность механических потерь в кВт

$$N_{\text{МП}} = p_{\text{МП}} \cdot V_h \cdot n / 120000, \quad (8)$$

где V_h – рабочий объём двигателя, л.

Таким образом, только часть индикаторной мощности N_i передаётся трансмиссии машины N_e

$$N_i = N_e + N_{\text{МП}}. \quad (9)$$

Подставив в (5) выражение (9) и (2), получаем баланс мощности ЗТМ на тяговом режиме работы (без отбора мощности, ровная поверхность, движение без рывков)

$$N_{\text{ТЕОР}} = N_{\text{ТП}} + N_{\text{МП}} + N_{\text{ТР}} + N_{\text{К}}. \quad (10)$$

По уравнению (10) была построена (рис. 1) зависимость мощностного баланса скрепера ДЗ-11П при прямолинейном движении по рыхлому грунту.

Из рисунка 1 видно, что на режиме максимальной тяговой мощности мощность тепловых и механических потерь составляет 50,2 % и 16,2 % от теоретической, соответственно. Потеря мощности в трансмиссии составляет 4,6 %. И только 29,0 % всей мощности получаемой при сгорании топлива подводится к КД, где часть мощности затрачивается на сопротивление качению и буксование.

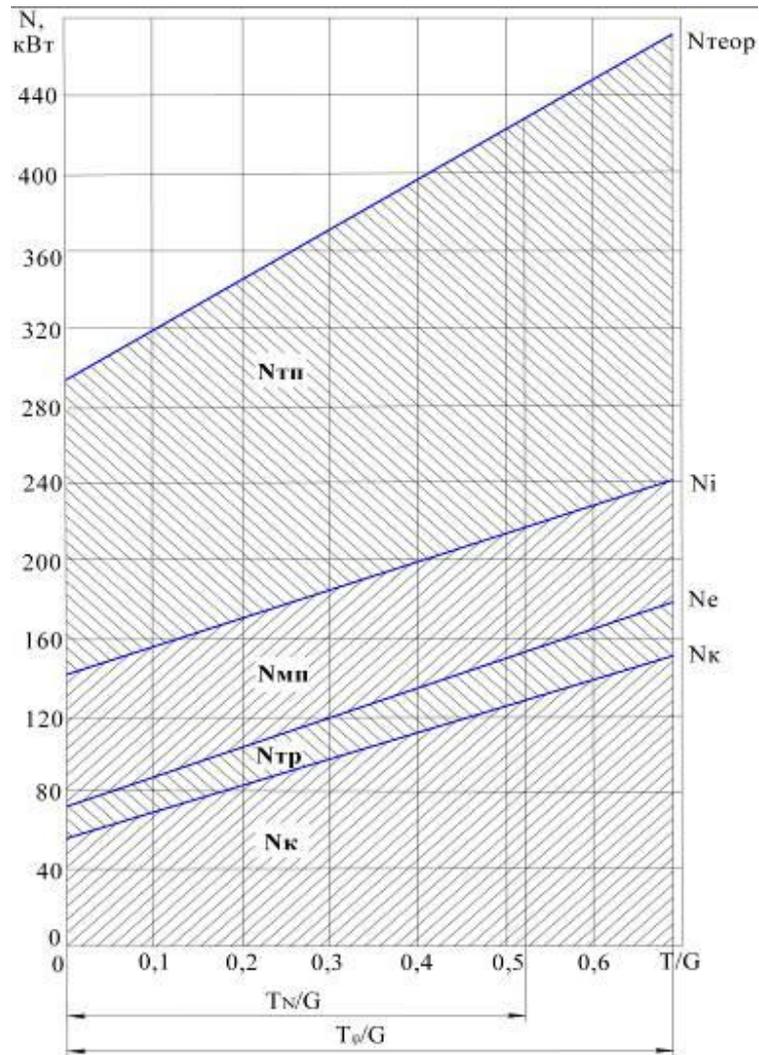


Рис. 1 Зависимость составляющих мощностного баланса скрепера ДЗ-11П при прямолинейном движении по рыхлому грунту

Выводы: С помощью мощностного баланса можно, ещё на стадии проектирования, оценить эффективность мероприятий направленных на снижение затрат мощности в системах и узлах машины, тем самым это будет способствовать снижению стоимости и сроков проведения работ, направленных на улучшение показателей землеройно-транспортных машин.

Библиографический список:

1. Ульянов Н. А. Теория самоходных колесных землеройно-транспортных машин / Н. А. Ульянов. – М. : Машиностроение, 1969. – 520 с.
2. Токарев А. А. Теоретические предпосылки расчётного анализа мощностного, силового и топливного баланса автомобиля / А. А. Токарев // Тр. НАМИ, Совершенствование технико-экономических показателей автомобильной техники. – Москва, 1989. – С. 40-45.
3. Автомобильные и тракторные двигатели. Ч. 1. Теория двигателей и системы их топливоподачи / Под общ. ред. И. М. Ленина. – М. : Высшая школа, 1976. – 368 с.

УДК 625.76.08

ОБОСНОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Карпушко М.О. (АДм-1-08)

Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор Алексиков С. В.
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В статье приведено обоснование эксплуатационной производительности дорожно-строительных машин на основе многофакторного регрессионного анализа, в зависимости от их технических характеристик и условий производства работ.

Article contains substantiation of operational productivity of road-building machines which depends on their technical characteristics and conditions of work made on basis of multiple regression analysis.

Технология устройства асфальтобетонного покрытия является сложным многофакторным производственным процессом. Непрерывность устройства покрытия соблюдается при условии, когда все составляющие данного процесса взаимосвязаны между собой.

Оптимизация технологической системы «АБЗ – транспорт - механизированное укладочное звено» невозможна без достоверной оценки производительности ее составляющих (рис. 1), т.к. точный подбор оборудования помогает добиться оптимальной производительности по всей цепочке.



Рис. 1 Структурная схема технологического процесса строительства асфальтобетонного покрытия

В условиях невозможности проведения полномасштабного строительного эксперимента весьма эффективным является компьютерное моделирование технологических процессов. Имитационное моделирование строительного процесса показывает, что интенсивность производства работ по устройству асфальтобетонного покрытия Q определяется производственной функцией вида:

$$Q = C_0 \cdot \Pi_{АБЗ}^{\alpha_1} \cdot \Pi_{ТРАНСП}^{\alpha_2} \cdot \Pi_{УКЛ}^{\alpha_3}, \quad (1)$$

где P_{AB3} - производительность АБЗ; $P_{ТРАНСП}$ - провозная возможность транспортного комплекса; $P_{УКЛ}$ - производительность укладочного звена; C_0 - коэффициент, отражающий влияние неучтенных факторов; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ - коэффициенты влияния технологических факторов.

Значения коэффициентов $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ определяют стратегию принимаемых решений, а математическая модель (1) показывает от чего зависит интенсивность укладки смеси в покрытие.

В условиях достаточного автотранспорта, Q в основном зависит от производительности укладочного звена ($P_{УКЛ}$). Влияние асфальтобетонных заводов в этом случае меньше, что объясняется их более высокой производительностью. При дефиците транспорта темп производства строительных работ зависит от производительности транспортного звена ($P_{ТРАНСП}$). В общем случае, себестоимость дорожных работ определяется сбалансированной работой АБЗ, транспортного и укладочного звеньев. Несогласованная по производительности технологическая система приводит к внутрисменным простоям дорожных машин и автотранспорта, увеличивает непроизводственные потери.

Статистическая обработка данных 60 АБЗ непрерывного действия и 146 АБЗ циклического действия позволила установить зависимости производительности завода (Π) от влажности минерального материала W , температуры смеси на выходе T и объема сушильного агрегата V :

для АБЗ непрерывного действия:

$$\Pi = K \cdot (25,65 \cdot V^{0,766} \cdot W^{-0,455}), \quad (2)$$

для АБЗ циклического действия:

$$\Pi = K \cdot (8,63 \cdot V^{0,933} \cdot W^{-0,219}), \quad (3)$$

где $W=3-5\%$ - влажность по паспорту АБЗ;

K – поправочный коэффициент, учитывающий температуру смеси на выходе T и фактическую влажность минерального материала W_{ϕ} , вычисляется по формуле:

$$K = \frac{0,889 \cdot T^{0,235}}{W_{\phi}^{0,863}} \quad (4)$$

Коэффициент множественной регрессии 0,95-0,96, стандартная ошибка 0,14-0,15. Ошибка расчета производительности АБЗ не превышает 20%.

Провозная возможность транспортного звена $\Pi_{ат}$, т/смену:

$$\Pi_{ат} = \alpha_{и} \sum_{i=1}^M W_{ати} \cdot A_{ci}, \quad (5)$$

где $W_{ати}$ — провозная возможность автомобиля i -й марки; A_{ci} — инвентарное число автомобилей i -й марки; M — количество марок автомобилей в составе транспортного звена; $\alpha_{и}$ — коэффициент использования парка машин.

Провозная возможность автомобиля определяется дальностью перевозки материалов $L_{ег}$, средней скоростью $V_{ср}$ и грузоподъемностью q автосамосвала:

$$W_{ат} = \frac{0,5504 \cdot t_{см} \cdot q^{0,8427} \cdot V_{мп}^{0,7937}}{L_{ег}^{0,7366}}, \text{ т/смену} \quad (6)$$

Коэффициент множественной регрессии 0,90, стандартная ошибка 0,09.

Производительность асфальтоукладчиков предлагается оценивать в зависимости от их технических характеристик и режимов работы:

для колесных асфальтоукладчиков:

$$П = 0,007 \cdot H^{1.039} \cdot h^{2.022} \cdot V^{0.299}, \quad (7)$$

для гусеничных асфальтоукладчиков:

$$П = 0,0019 \cdot H^{0.359} \cdot h^{2.102} \cdot V^{0.113}, \quad (8)$$

где H – ширина укладки, м; h – максимальная толщина укладываемого слоя, мм; V – рабочая скорость, м/мин, которая принимается исходя из требуемого темпа устройства покрытия, при условии обеспечения требуемых качественных показателей строительства покрытия.

Коэффициент множественной регрессии 0,8-0,85, стандартная ошибка 0,42.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие **выводы**:

1. Интенсивность работ по устройству асфальтобетонных покрытий определяется согласованностью работы всех составляющих системы «АБЗ – транспорт – механизированное укладочное звено».

2. На основе многофакторного регрессионного анализа предложены зависимости для определения производительности основных дорожно-строительных машин и механизмов по устройству асфальтобетонных покрытий от их технических характеристик и условий производства работ.

Библиографический список:

1. Дорожная техника: каталог-справочник. – Санкт-Петербург: , 2004-2005 гг.
2. Золотарь И.А. Экономико-математические методы в дорожном строительстве. – М., Изд-во «Транспорт», 1974. - 248 с.
3. Зубков А.Ф. Выбор технологии и параметров механизированного звена машин для устройства асфальтобетонных дорожных покрытий. Дороги России XXI века, с. 90-93.
4. Доценко А.И. Основные принципы комплексного управления производством асфальтобетона. Изв. вузов. Строительство. 2005. №7, с. 87-92.

УДК 625.731.2:625.855.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И УПЛОТНЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ВИБРОКАТКОВ

Ермилов А.А. (АД-1-06)

Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор Алексиков С. В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Дан расчет и сравнительный анализ производительности и уплотняющей способности современных отечественных и импортных вибрационных катков, предназначенных для уплотнения дорожных покрытий.

The calculation and comparative analysis of productivity and sealing ability of modern domestic and imported vibratory roller designed for compaction of road surfaces.

Одним из основных этапов строительства автомобильных дорог является уплотнение асфальтобетонных и других видов дорожных покрытий вибрационными катками. Обзор современного рынка российской и зарубежной уплотняющей до-
198

рожной техники за последние годы показал многообразие выпускаемых дорожных виброкатков, различных по виду, размеру, техническим характеристикам и функциональным параметрам. При этом многие известные фирмы (ОАО «Раскат», Bomag, Caterpillar, Volvo, Dynapac, Hamm, Ingersoll-Rand и др.), являющиеся законодателями высокотехнологических разработок и основными поставщиками уплотняющей техники на мировой рынок, непрерывно совершенствуют свою продукцию, обновляя ежегодно до 30 – 40 % выпускаемых моделей дорожных машин [1].

Данное обновление обусловлено необходимостью качественного уплотнения асфальтобетона, с обеспечением нормативного коэффициента уплотнения (K_y) $\geq 1,0$. Слабое или даже с минимальной нормой уплотнение, как правило, сводит на нет все технологические приемы, направленные на повышение качества и свойств асфальтобетона — использование высокопрочных и более качественных исходных материалов, как например, габбродиабазовый щебень с ухтинским или модифицированным полимерами битумом, тщательный подбор оптимального гранулометрического состава смеси, введение различного рода добавок, увеличение времени перемешивания смеси на АБЗ и др. Такое низкокачественное уплотнение покрытия ведет к сокращению срока его службы и к росту затрат на его ремонты. По многочисленным экспериментальным данным российских и зарубежных исследований установлено, что увеличение коэффициента уплотнения щебенистого асфальтобетона сверх минимальной нормы на 1% (или на 0,01, если этот коэффициент в долях 1,0) влечет за собой или устойчиво обеспечивает:

- рост прочности на сжатие при +50°C и +20°C в среднем соответственно на 9 и 13%;
- рост прочности на растяжение при изгибе на 8,5%;
- повышение предельной деформации растяжения при изгибе на 21–22%;
- снижение остаточной пористости примерно в 1,15 раза;
- снижение оптимального содержания битума до 0,5% из реального его расхода;
- рост сдвиговой и усталостной прочности примерно в 1,3–1,5 раза» [2].

В соответствии с известной аналитической зависимостью между параметрами катка и его часовой производительностью (Π_k):

$$\Pi_k = [1000 (B_k - a) V_k K_{эф}] / n \text{ (м}^2/\text{ч)}, \text{ где}$$

B_k (м) — ширина уплотнения или ширина вальцов у tandemных катков;

a (м) — величина перекрытия соседних продольных следов (полос) катка на шири не уплотняемой полосы покрытия, которую катку поручено укатать (на ширине полосы работы укладчика уплотняемых катками таких полос может быть несколько, и их количество зависит от отношения $\Pi_{укл} / \Pi_k$);

V_k (м/ч) — средняя рабочая скорость катка, она с учетом его разгонов, торможений и реверсов составляет около 90% от максимальной, на которой каток и должен работать;

$K_{эф} = 50/60 = 0,83$ — коэффициент использования рабочего времени катка в течение часа (60 мин), т. е. коэффициент эффективной работы катка; во всем мире принято, что потери рабочего времени в течение часа не должны превышать 10

мин;

n — количество проходов катка по одному его следу, чтобы он обеспечил требуемое качество укладки асфальтобетона; обычно каткам, работающим за укладчиком, для этого требуется около 6-10 проходов и для расчетов можно в среднем положить $n = 8$, кроме конструктивных показателей самого катка другими параметрами, влияющими на его производительность, являются ширина уплотнения катка, его рабочая скорость и количество проходов катка по одному следу.

Из данной зависимости видно, что росту производительности катка способствует увеличение значений двух первых параметров и снижение третьего. По поводу первого параметра, есть мнение, что катки с широкими вальцами всегда более производительны. Рабочая скорость виброкатков на тонких слоях рекомендуется в пределах 2,5-4 км/ч, на толстых — 1,5-2,5 км/ч. При этом на начальном этапе уплотнения — 3-5 км/ч, на промежуточном — 4-6 км/ч.

Количество проходов катка (n) устанавливают пробным уплотнением на всех этапах уплотнения асфальтобетонных смесей, но можно это значение установить и по формуле:

$$n = TK / (l/V_k + l_1/V_k + T_n), \text{ где}$$

T — продолжительность уплотнения, мин;

K — коэффициент использования времени;

l — длина уплотняемой полосы, м;

l_1 — длина пути, необходимого для перехода на следующую полосу, м;

T_n — время для переключения скорости для обратного пути, равное 0,1 мин;

V_k — рабочая скорость катка, м/мин.

Кроме этого довольно заметно на производительности катка сказывается реальное значение величины перекрытия соседних полос работы катка «а». Ряд ведущих производителей катков, например фирма Дунарас предлагают учитывать влияние параметров «а» и $K_{эф}$ совместно через коэффициент, принимаемый в пределах 0,6-0,7. В других фирмах (Hamm) используют представленную зависимость, но предлагают принимать «а» = 10 см. Дорожники России считают, что «а» должно быть оптимальным и его следует назначать равным 20-30 см. Однако данные предположения не совсем правильны. В действительности величина «а» является переменной и на невыгодной полосе уплотнения конкретным катком может достигать 80-100 см, а на выгодной — всего 10-15 см. И, конечно же, в том и другом случае один и тот же каток будет иметь разные и подчас довольно сильно отличающиеся значения своей производительности. Поэтому величину «а» всегда необходимо определять и учитывать ее влияние на производительность катка. Тем более, что среднее значение «а» можно вычислить по зависимости:

$$i = V_{упл} - a / V_k - a = 1, 2, 3, \dots \Rightarrow a = i V_k - V_{упл} / i - 1,$$

где $i = 1, 2, 3, \dots$ — обязательно целое количество уплотняемых катком продольных полос (ширина полосы V_k) на ширине общей полосы работы катка (ширина уплотнения $V_{упл}$).

Экспериментально полученные технологические результаты работы виброкатков с различной шириной вальцов (от 1380 до 2140 мм), показывают, что величина перекрытия полос «а» довольно заметно влияет на производительность катка в сторону ее снижения. Среднее значение «а» составляет 25-32% от ширины

вальца для всех групп катков, а максимальные значения на отдельных поло сах укатки доходят до 29-45% (ширина вальца от 1380 до 1500 мм — первая группа катков), 33-48% (ширина вальца от 1680 до 1730 мм — вторая группа) и 41-54% (ширина вальца от 1950 до 2140 мм — третья группа) (таб. 1).

Таблица 1

Ширина по лосы укладки покрытия,	Средние показатели работы дорожных катков с шириной вальцов (укатки), мм								
	1380, 1400, 1420, 1450, 1500			1680, 1700, 1730			1950, 1980, 2100, 2130, 2140		
	i	$a_{ср}$, см	P_k , м ² /ч	i	$a_{ср}$, см	P_k , м ² /ч	i	$a_{ср}$, см	P_k , м ² /ч
3,0	3	65	390	2	41	650	2	112	470
3,5	3-2	40	515	3	81	450	2	62	720
4,0	3	15	650	3	56	575	3-2	53	775
4,5	4	41	510	3	31	700	3	84	610
5,0	4	24	575	4-3	42	640	3	59	735
5,5	5	28	575	4	44	635	3	34	860
Среднее значение	—	36	535 (77%)	—	49	610 (87%)	—	67	695 (100%)

Используя результаты таблицы 1, можно сделать вывод, что производительность виброкатков не является величиной постоянной и в зависимости от ширины уплотнения асфальтобетонной смеси может изменяться до 1,5–2 раз. Другими словами, для каждого катка с конкретной шириной его вальцов (уплотнения) существует выгодная (наибольшая производительность P_k) и не очень выгодная (меньшая производительность P_k) ширина полосы укладки покрытия, что необходимо учитывать в технологии уплотнения асфальтобетонных покрытий. К примеру, катки первой группы выгодно использовать на полосе шириной 4 м (производительность — 650 м²/ч), и невыгодно — на полосе 3 м (производительность — 390 м²/ч). При этом производительность на ширине 4 м катков первой группы оказалась выше, чем у катков второй группы (575 м²/ч), имеющих более широкие вальцы. Катки второй группы более производительны на полосе 4,5 м (700 м²/ч), что даже выше, чем у самых крупных катков третьей группы (610 м²/ч). Но при этом на полосе 3,5 м катки этой группы имеют низкую производительность — 450 м²/ч. Катки третьей группы более производительны на полосе 5,5 м (860 м²/ч) и менее производительны на полосе 3 м (470 м²/ч) (рис. 1). С увеличением ширины вальцов у катков первой группы до ширины вальцов третьей группы в 1,44 раза рост производительности составил всего 1,3 раза вследствие того, что средняя величина «а» выросла в 1,86 раза, т. е. рост производительности крупных катков оказался не прямо пропорциональным росту ширины их вальцов [3].

Выбирая асфальтовый виброкаток, в первую очередь, обращают внимание на его цену и производительность. Обзор современного рынка вибрационных катков показал большое количество одинаковых по своим параметрам и стоимости машин. Примером могут быть виброкатки, представленные ведущими производителе-

лями строительной техники, таких как «Раскат» (Россия), Hamt AG (Германия), Bomag (Германия) и Дунарас (Швеция) (таб. 2).

Таблица 2

Модель катка	Производительность, м ² /ч	Средняя толщина уплотняемого слоя, см	Количество проходов катка	Цена, руб.
RV-7-DD-01	432	6-9	6	2600 000
HD70				
BW144AD-2				
CC222 HF				

Окончательный выбор асфальтового виброкатка может быть сделан на основании показателя его уплотняющей способности. Согласно рекомендациям к.т.н. М.П. Костельова индекс уплотняющей способности виброкатка определяется по формуле:

$$P_{kd} = 0,218 \sqrt[3]{\frac{R_o^2}{B^2 D} \sqrt{\frac{\Delta E}{\Delta H}}} \text{ (МПа), где}$$

R_o — общая сила воздействия вальца на поверхность уплотняемого материала, H ;

B и D — ширина и диаметр вальца, мм;

$\Delta H = 10$ мм; $\Delta E = 10$ МПа — единичные значения толщины слоя и модуля деформации [4].

По данной формуле определяем показатели уплотняющей способности для катков, указанных в таблице 2. Результат заносим в таблицу 3.

Таблица 3

Модель катка	Показатели уплотняющей способности, МПа.
RV-7-DD-01	0,297
HD70	0,317
BW144AD-2	0,279
CC222 HF	0,329

Согласно полученным данным наиболее эффективным будет приобретение виброкатка фирмы Дунарас (Швеция) CC222 HF.

Библиографический список:

1. Каталог-справочник «Дорожная техника». 2006 – 2009 гг.
2. Костельов М.П. Зачем уплотнять асфальтобетон выше минимальной нормы? // Каталог-справочник «Дорожная техника». 2005.
3. Костельов М.П. Функциональные достоинства и недостатки виброкатков для уплотнения асфальтобетона // Каталог-справочник «Дорожная техника». 2009. С. 74-84.
4. Белов В.В. Новая гамма дорожно-строительной техники // Строительные и дорожные машины. 2008. С.3-7.

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ДОРОЖНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

УДК 625.7/.8:658

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

Смолякова О.Д. (ЭУП-4-07)

Научный руководитель – канд.техн.наук, ассистент Васильева Л.П.
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Статья посвящена вопросу финансирования дорожной отрасли, который является для экономики страны одним из самых серьезных и первостепенных. Рассмотрен ряд основных особенностей, присущих дорожному строительству, его финансированию, и проблем, вытекающих из данных особенностей, а также предложены новые возможности по привлечению финансовых ресурсов в дорожное хозяйство.

The article is devoted to a question of road branch financing, which is one of the most serious and paramount for a national economy. It envisages a number of the basic features inherited to road building, its financing, and the problems following this features, the new possibilities of attraction of financial resources in a road economy are offered.

Развитие и устойчивое функционирование транспортной инфраструктуры имеет важнейшее значение для экономики России, укрепления ее социального, технологического и промышленного потенциала.

В настоящее время протяженность автомобильных дорог общего пользования в Российской Федерации составляет чуть более одного миллиона километров. Более 60% коммерческих и пассажирских перевозок осуществляется по федеральным автодорогам, протяженность которых составляет 50 тысяч километров [1].

Неудовлетворительное состояние дорог в России приводит к увеличению себестоимости продукции и услуг, снижению ценовой конкурентоспособности российских товаров. Обширной территории страны нужна надежная и разветвленная сеть автодорог, способная обеспечить круглогодичную и бесперебойную связь между регионами и населенными пунктами.

Многое в дорожной отрасли зависит от средств, заложенных на дорожное строительство в госбюджете. Финансирование дорожной отрасли в определенные года происходило по-разному. В нашей стране дорожный фонд создавался несколько раз. Вторая попытка создания была предпринята в 1991 году, когда Верховный Совет РСФСР принял закон «О дорожных фондах в РСФСР». Средства в фонды поступали из нескольких источников, но основным был налог с отечественных предприятий как пользователей дорог. Часть денег направлялась в Федеральный дорожный фонд на содержание и ремонт важнейших трасс, другая – субъектам федерации. Но система, при которой деньги брали со всех хозяйствующих субъектов, независимо от того, пользовались они дорогами или нет, многих не устраивала. Поэтому с января 2001 года началось введение системы прямого финансирования дорожного строительства из бюджета. Сначала был отменен налог на горюче-смазочные материалы и на приобретение машин, а ставка налога на пользователей дорог снижена. В том же году ликвидировали Федеральный дорожный фонд, а в 2003 году, после полной отмены налога на пользователей дорог, уп-

разднили и территориальные дорожные фонды [2].

Из-за недостатка финансовых средств выполняемые объемы работ по ремонту автомобильных дорог общего пользования не обеспечивают компенсации ежегодного износа, что увеличивает последующие расходы на восстановление дорожной сети.

Поскольку бюджетные ассигнования, выделяемые на дорожное хозяйство, в первую очередь направляются на обеспечение нормативного транспортно-эксплуатационного состояния существующих автомобильных дорог общего пользования (работы по содержанию и ремонту), недофинансирование прежде всего «бьет» по инвестиционным проектам, вызывая сокращение годовых программ строительно-монтажных работ и нарастающее отставание по вводу мощностей. Если в результате сокращения бюджетных ассигнований происходит прекращение строительства и консервация незавершенных объектов, то резко снижается эффективность уже осуществленных инвестиций [3].

Одним из главных событий для дорожной отрасли стало принятие Федерального закона № 257 «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации...», ставшего фундаментом дорожного законодательства. Еще три года назад дорожное хозяйство оставалось единственной крупной отраслью экономики, не имевшей своего базового нормативного акта. Даже такое понятие, как «автомобильная дорога», не имело четкой формулировки. Сегодня дорожники действуют в ясно очерченном правовом поле.

Важнейшая инновация в законе – закрепление принципа финансирования ремонта и содержания дорог общего пользования по утвержденным нормативам денежных затрат. С 2008 года начат поэтапный переход на нормативное финансирование федеральных автодорог. Так, если в 2007 году из федерального бюджета на дорожно-эксплуатационные работы было выделено 45 миллиардов рублей, то в 2008 году объем финансирования увеличился уже до 66 миллиардов. Однако в условиях кризиса темпы дальнейшего перехода на нормативное финансирование содержания и ремонта федеральных автодорог в определенной мере снизились. В то же время за счет передачи в федеральную собственность новых маршрутов, требующих существенных затрат на содержание и ремонт, происходит увеличение сети федеральных дорог. В этих условиях одним из путей повышения эффективности расходования бюджетных средств в дорожной отрасли является заключение долгосрочных контрактов на содержание автодорог [1].

В 2009 году в ходе преодоления последствий мирового финансово-экономического кризиса государственные инвестиции в дорожное хозяйство были оптимизированы. Имевшиеся ресурсы были сконцентрированы на объектах, намеченных к вводу в эксплуатацию именно в прошедшем году. Масштабная работа по снижению стоимости дорожных работ без уменьшения их объемов в рамках государственных контрактов, а также отлаженный механизм размещения государственного заказа позволили дорожной отрасли выполнить все намеченные планы по строительству и ремонту автодорог федерального значения [4].

Новые возможности по привлечению финансовых ресурсов в дорожное хо-

зйство открылись с принятием законов «Об автомобильных дорогах...», «О концессионных соглашениях» и с учреждением государственной компании «Российские автомобильные дороги».

Строительство современных автомагистралей в стране ограничивалось не только дефицитом средств, но и неприспособленностью бюджетного процесса к решению крупных инвестиционных задач в сфере создания транспортной инфраструктуры.

Госкомпания «Российские автомобильные дороги» будет осуществлять функции концедента при строительстве и эксплуатации платных дорог, взимать плату за перевозку тяжеловесных и крупногабаритных грузов, вести контроль за обеспечением сохранности дорог, осуществлять необходимые процедуры, связанные с резервированием земель, изъятием, кадастровым учетом и государственной регистрацией земельных участков и недвижимости для размещения автодорог.

Для решения этой проблемы разрабатывается концепция применения долгосрочных контрактов, включающих проектирование, строительство (реконструкцию), ремонт и содержание автомобильных дорог, или так называемых контрактов жизненного цикла. В соответствии с такими контрактами подрядная организация будет отвечать за все этапы создания и функционирования дороги и будет экономически заинтересована в повышении качества своей работы. Ведь чем более качественно будет построена дорога, тем меньше средств в дальнейшем потребуется на ее ремонт и содержание.

Переход на контракты жизненного цикла должен стать мощным стимулом для подрядных организаций к внедрению инноваций, направленных на увеличение долговечности сооружений и конструкций, повышение качества их содержания, развитие производственной базы, в том числе путем лизинга техники. Долгосрочные контракты в сфере содержания дорог окажут положительное влияние на финансовую и экономическую устойчивость подрядных организаций, а также на круглогодичную занятость их работников [1].

Библиографический список:

1. Сергей Озун, Стратегия обновления [Электронный ресурс] // Режим доступа www.transportrussia.ru
2. Илья Зиненко, Дорожный фонд в России будет создан с третьей попытки [Электронный ресурс] // Режим доступа www.gzt.ru
3. По материалам сайта [Электронный ресурс] // Режим доступа www.rosavtodor.ru
4. Андрей Чернобылец, Отрасль дорожного строительства ждет сокращение госфинансирования, [Электронный ресурс] // Режим доступа www.expert.ru

УДК 657.47:625.7/8

ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕТА ЗАТРАТ НА ДОРОЖНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Островская Г.Н.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В данной статье рассмотрен процесс организации учета затрат на производство и калькулирование себестоимости продукции. В работе проанализированы существующие методологи-

ческие основы калькулирования себестоимости, определены особенности калькулирования себестоимости на дорожных предприятиях. Выявлены недостатки существующих методик расчета себестоимости на дорожных предприятиях и предложен вариант по их устранению.

V This article describes the organization of cost accounting for manufacturing and product costing. In this paper we analyzed the existing methodological basis calculation of the cost, are defined especially for calculation of the cost of road facilities. Drawbacks of existing methods of calculating the cost of on-road companies and offered the option to remove them.

На процесс организации учета затрат на производство и калькулирование себестоимости продукции определяющее влияние оказывают вид деятельности предприятия, принятая им структура управления, характер производства, номенклатура производимой продукции, регулярность ее производства.

Под организацией учета производственных затрат понимается совокупность приемов организации документооборота, система используемых предприятием бухгалтерских счетов и применяемые им подходы к накоплению и обобщению издержек (затрат) производства.[1]

Важность правильного формирования состава затрат на производство и их учета предпринимательской деятельности очевидна. От рационального использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов, являющихся основными составляющими затрат при выполнении работ и оказании услуг, зависит размер получаемой прибыли, конкурентоспособность дорожной организации и другие аспекты.

С учетом затрат на производство непосредственно связано калькулирование себестоимости продукции, в процессе которого осуществляется группировка издержек предприятия в зависимости от того, что считается объектом учета затрат – отдельный вид изделия, группа однородных изделий или направление деятельности.

Калькулирование себестоимости продукции (работ, услуг) можно рассматривать как совокупность приемов и способов, обеспечивающих исчисление себестоимости продукта или процесса. Калькуляция- это способ расчета, совокупность расчетных процедур по исчислению себестоимости, конечный результат калькулирования [2].

Методы калькулирования себестоимости продукции составляют совокупность приемов, используемых в процессе группировки и распределения производственных затрат по объектам калькулирования (носителям затрат) в целях исчисления себестоимости отдельных видов и единиц продукции [1].

Наиболее известны следующие методы калькулирования себестоимости: позаказный, попроцессный, попередельный и нормативный.

Как правило, на предприятиях дорожного хозяйства используется позаказный метод калькулирования себестоимости. Суть данного метода заключается в индивидуализированном определении себестоимости. При нем, в соответствии с договором, объектом учета является отдельный заказ, открываемый на каждый объект строительства (вид работ), по которому учет затрат ведется нарастающим итогом

до окончания выполнения работ или сдачи их заказчику. Прямые затраты учитываются в разрезе установленных статей калькуляции по каждому отдельному производственному заказу.

При использовании данного метода калькулирования себестоимости возникают сложности с распределением косвенных расходов предприятия. Косвенные расходы учитываются по местам их возникновения и включаются в себестоимость отдельных заказов в соответствии с установленной базой распределения. База распределения косвенных расходов выбирается предприятием самостоятельно (исходя из особенностей его деятельности) и прописывается в учетной политике. При таком распределении косвенных расходов, происходит искажение себестоимости и прибыли предприятия, за счет перераспределения косвенных расходов между отчетными периодами.

В связи с этим в настоящее время большинство дорожных предприятий отказались от калькулирования себестоимости с полным распределением затрат и перешли к калькулированию себестоимости по ограниченным затратам.

При варианте полного распределения затрат основной группировкой затрат является их деление на прямые и косвенные.

При варианте ограниченных затрат производится подбор отдельных элементов затрат, которые имеют прямой характер и прямо включаются в себестоимость отдельных видов продукции. При таком варианте калькулирования затраты зависят от объемов производства и изменяются пропорционально им. Данного вида затраты получили название переменных затрат. Затраты, которые не зависят от изменения объема производства носят косвенный характер и получили название постоянных затрат. Такого рода затраты возмещаются из общей суммы выручки.

Основными преимуществами применения системы калькулирования себестоимости по ограниченным затратам являются:

- упрощение расчетов совокупных расходов;
- не искажается себестоимость объемов работ по конкретным производимым объектам;
- прибыль зависит только от объема продаж при условии, что продажная цена и структура затрат неизменны.

Применение «котлового» метода учета косвенных расходов приводит к отсутствию стимулирования у работников для их снижения.

Поэтому для повышения эффективности производственно-финансовой деятельности дорожного предприятия необходимо предусмотреть распределение общехозяйственных расходов по местам их возникновения: участкам, отделам и т.д. При таком способе учета общехозяйственных расходов повышается личная заинтересованность и ответственность всех работников. Такая практика учета затрат имела место в нашей стране в 70-е годы прошлого столетия. Как считает один из авторов [3]: «...предприятие должно подразделяться на сферы (центры) ответственности, в разрезе которых организуется производственная деятельность, осуществляется контроль и оценка результатов. К таким сферам (центрам) ответствен-

ности можно отнести производства, внутри них – цехи, участки, бригады, возглавляемые соответственно начальниками, мастерами, бригадирами.»

Создание центров ответственности различных типов зависит от многих факторов – объема деятельности предприятия, многофункциональности этой деятельности, численности персонала, организационной структуры производства и т.д.

Необходимость выделения центров ответственности проявляется в осуществлении контроля за затратами того или иного центра затрат. В принципе, затраты подотчетны разным центрам ответственности на различных уровнях управления.

На дорожном предприятии присутствует постоянная взаимосвязь между центрами затрат и центрами ответственности.

Таблица 1

Взаимосвязь центров затрат и центров ответственности

Центры ответственности	Центры затрат		
	Объект 1	Объект 2	Объект 3
Участок 1	+	-	+
Участок 2	-	+	+
Участок 3	+	-	-

В заключении следует отметить, что осуществление постоянного контроля за затратами предприятия, способно привести к росту эффективности его финансово-хозяйственной деятельности.

Библиографический список:

1. Пашигорева Г.И., Савченко О.С. Системы управленческого учета и анализа. – СПб.: Питер, 2003.-176 с.
2. Палий В.Ф. Управленческий учет издержек и доходов (с элементами финансового учета). – М.: ИНФРА-М, 2006.-279 с.
3. Стуков С.А. Система производственного учета и контроля. – М.: Финансы и статистика, 1988.-223 с.

УДК 658.512.6

СИСТЕМА ПЛАНОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ

Солонухо Е. С. (ЭУП-4-06)

Научный руководитель - канд.техн.наук, доцент Островская Г.Н.
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассмотрены существующие системы планирования: технико-экономическая и оперативно-производственная, приведены основные классификационные признаки системы планов. В работе изучены основы стратегического планирования, в рамках которого задаются перспективные направления развития предприятия. В рамках процесса стратегического планирования определены основные виды управленческой деятельности предприятия.

In article existing systems of planning are considered: technical and economic and operatively-industrial, the basic classification signs of system of plans are resulted. In work bases of strategic planning in which frameworks perspective directions of development of the enterprise are set are studied. Within the limits of process of strategic planning principal views of administrative activity of the enterprise are defined.

В хозяйственной практике отечественных предприятий общепризнано выделяются две основные системы или вида планирования: технико-экономические и оперативно-производственные.

Технико-экономическое планирование предусматривает разработку целостной системы показателей развития техники и экономики предприятия в их единстве и взаимозависимости как по месту, так и по времени действия. В ходе данного этапа планирования обосновываются оптимальные объемы производства на основе учета взаимодействия спроса и предложения на продукцию и услуги, выбираются необходимые производственные ресурсы и устанавливаются рациональные нормы их использования, определяются конечные финансово-экономические показатели и т.п.

Оперативно-производственное планирование является следствием технико-экономического и представляет собой его последующие развитие и завершение. На данном этапе устанавливаются текущие производственные задания отдельным цехом, участком и рабочим местом, осуществляются разнообразные организационно-управленческие воздействия с целью корректировки процесса производства [1].

Система планов на предприятии может быть систематизирована по таким основным классификационным признакам как:

1) по содержанию: технико-экономические, оперативно-производственные, организационно-технические, социально-трудовые, снабженческо-сбытовые, финансовые, бизнес-планирование, стратегическое, программное и другие;

2) по уровню управления в зависимости от числа линейных звеньев на предприятии различают такие виды, как корпоративное и заводское – на высшем уровне управления. На среднем уровне применяется цеховая система планирования, на нижнем – производственная, которая охватывает участки, бригады и рабочее место;

3) по методам обоснования: рыночное, индикативное и административное или централизованное планирование;

4) по времени охвата: краткосрочное или текущее (один год, квартал, декада или неделя), среднесрочное в пределах (1-3 лет) и долгосрочное или перспективное (от 3 до 10 лет);

5) по сфере применения: межцеховое, внутрицеховое, бригадное и индивидуальное;

6) по стадиям разработок: предварительное, на этапе которого разрабатываются проекты планов, и окончательное;

7) по степени точности: уточненное и укрупненное.

8) по типам целей: оперативное, тактическое, стратегическое и нормативное.

Индикативное планирование - наиболее распространенная во всем мире форма государственного планирования макроэкономического развития.

Стратегическое планирование - ориентировано на долгосрочную перспективу и определяет основные направления развития хозяйствующего субъекта.

Тактическое планирование - процесс создания предпосылок по реализации возможностей предприятия, выявленных в ходе стратегического планирования

Бизнес-планирование – метод оценки целесообразности внедрения того или иного мероприятия.

В зарубежной науке и практике в планировании будущего корпорации принято выделять четыре основных вида ориентации или технологии составления планов. По классификации Р.Л. Акоффа, планирование бывает реактивным, инактивным, преактивным и интерактивным.

Реактивное планирование базируется на анализе предшествующего опыта и истории развития производства и чаще всего опирается на старые организационные формы и сложившиеся традиции. Такое планирование рассматривает производственные проблемы по отдельности, а не как соответствующую систему, и поэтому не учитывает взаимодействие целого и его отдельных частей. Кроме того, оно основывается на ошибочном представлении, что если избавиться от ненужного, то получится требуемый результат.

Инактивное планирование ориентируется на существующее положение предприятия и не предусматривает как возвращения к прежнему состоянию, так и продвижения вперед. Его основными целями являются выживание и стабильность производства. Инактивное планирование, ориентированное на настоящее, не способствует экономическому росту и развитию отечественных предприятий.

Преактивное планирование направлено на осуществление непрерывных изменений в различных сферах деятельности предприятий (фирм). Такое планирование состоит из прогнозирования будущего и подготовки к нему и осуществляется на предприятиях «сверху вниз».

Интерактивное планирование заключается в проектировании желаемого будущего и изыскании путей его построения. Ускорение социально-экономических изменений делает обучение и адаптацию ключевыми моментами интерактивного планирования.

Считается, что на предприятии необходимо уделять больше внимания стратегическому планированию [2]. Стратегическое планирование задает перспективные направления развития предприятия, определяет основные виды его деятельности, позволяет увязать в единую систему маркетинговую, проектную, производственную и финансовую деятельность. Стратегический план обеспечивает адаптацию предприятия к внешней среде, к распределению ресурсов и внутреннюю координацию деятельности с целью выявления сильных и слабых сторон. Стратегический план на крупных предприятиях, как правило, долгосрочный. Но временной период стратегического плана для разных предприятий может быть различным и то, что является долгосрочным для одного предприятия, может быть краткосрочным для другого. Стратегическое планирование на предприятиях должно быть направлено на их долгосрочное развитие, достижение высоких темпов экономического роста. Развитие – это процесс, в котором увеличиваются возможности и желания предприятия удовлетворять свои желания и потребности потребителей. Та-

ким образом, стратегическое планирование призвано обеспечить необходимый экономический рост и желаемый уровень развития предприятия на предстоящий долгосрочный период. Роль стратегического плана для предприятия в условиях рыночной экономики лучше всего может быть показана в сравнении с плановой экономикой. Раньше при разработке своих планов предприятие получало извне информацию о номенклатуре производимой продукции, поставщиках и потребителях, ценах на свою продукцию, много других показателей и нормативов. Независимо от интересов предприятия изменить их было нельзя и они автоматически закладывались в разработку планов предприятия. Собственно, сама плановая работа сводилась к поиску эффективных путей выполнения известных заданий в условиях достаточно прогнозируемой внешней среды. Такая задача остается и сегодня, но в условиях рынка эта задача - только часть плановой работы. Теперь предприятие должно само определять и прогнозировать параметры внешней среды, ассортимент продукции и услуг, цены, поставщиков, рынки сбыта, а самое главное - свои долгосрочные цели и стратегию их достижения. Эту часть плановой работы и охватывает разработка стратегического плана. Те предприятия, которые не используют стратегическое планирование, имеют больше шансов на проигрыш своим конкурентам и утомительную борьбу за выживание.

Существует четыре основных вида управленческой деятельности в рамках процесса стратегического планирования. Это:

1) Распределение ресурсов. Этот процесс включает в себя распределение ограниченных организационных ресурсов, таких как фонды, дефицитные управленческие таланты и технологический опыт.

2) Адаптация к внешней среде. Адаптацию следует понимать в широком смысле слова. Она охватывает все действия стратегического характера, которые улучшают отношения компания с ее окружением. Компаниям необходимо выявить соответствующие варианты и обеспечить эффективное приспособление стратегии к окружающим условиям, например, посредством разработки более совершенных производственных систем, путем взаимодействия с правительством и обществом в целом.

3) Внутренняя координация. Она включает координацию стратегической деятельности для отображения сильных и слабых сторон фирмы с целью достижения эффективной интеграции внутренних операций.

4) Осознание организационных стратегий. Эта деятельность предусматривает осуществление систематического развития мышления менеджеров путем формирования организации, которая может учиться на прошлых стратегических решениях. Способность учиться на опыте дает возможность организации правильно скорректировать свое стратегическое направление и повысить профессионализм в области стратегического управления.

Таким образом, в компании должна строиться многоуровневая система планирования целей и стратегий, действий по достижению целей, а также стоимости данных действий, реализованная по схеме: «стратегическое планирование - биз-

нес-планирование - бюджетирование» и ориентированная на реализацию задач, стоящих перед предприятием на практике.

Библиографический список:

1. Кобец Е. А. Планирование на предприятии - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2006.
2. Платонова Н.А., Харитоновна Т.В. Планирование деятельности предприятия: Учебное пособие. – М.: Изд-во «Дело и Сервис», 2005.

УДК 625.7/.8:005

СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

Дорофеева Т.В. (ЭУДХ-1-05)

Научный руководитель – канд.техн.наук, доцент Кузнецов В.Н.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В условиях, когда спад производства в России достиг критической черты и поставил целые отрасли буквально на грань выживания, многие предприятия не имеют прибыли, основного источника развития. В настоящее время большинство дорожно-строительных организаций оказалось в парадоксальной ситуации, когда, с одной стороны, увеличиваются объемы выполненных работ, а с другой - снижается рентабельность. Одной из причин сложившегося положения является устаревшая организация труда, не соответствующая современным требованиям, сложившаяся система ценообразования, не отражающая реальных затрат подрядчика, применение устаревших технологий, не позволяющих добиваться положительных результатов. В итоге предприятия остались без оборотных средств, не могут обновлять парк машин и механизмов в зависимости от фактически сложившихся потребностей. Большинство руководителей осознали наконец, что только грамотное отношение к формированию и функционированию экономического, организационного и управленческого механизма предприятия на всех этапах производственного процесса позволит выправить положение. Любой действующий экономический механизм предприятия подразумевает достижение главных целей, основными из которых является получение прибыли и усиление конкурентоспособности. Необходима разработка малозатратных и высокоприбыльных мероприятий по выводу предприятий из кризисного состояния. Практически на каждом предприятии имеются резервы для снижения затрат до рационального уровня, совершенствования организации и управления производством, что позволяет добиться повышения экономической эффективности деятельности предприятия и его конкурентоспособности. Для усиления конкурентоспособности предприятий необходимо повышать уровень организации и управления производством, качество выполняемых работ, либо снижать себестоимость работ, либо объективно доказывать обоснованность затрат заказчику. Исследованию экономических вопросов посвящены труды Б.А.Райзберга, В.В. Бузырева, В.В. Новожилова, А.М. Немчина, В.М. Серова, И.С. Степанова, Л.М. Чистова, А.Д. Шеремета, В.Е. Ластовецкого, Н.В. Пошерстника и др.. С точки зрения организации, планирования и управления произ-

водственными процессами и производством в целом, посвящены работы таких ученых, как Е.Н. Гарманов, А.М. Антонов, А.Г.Цаплини, Э.В. Дингес, В.А. Бочин, И.Г. Галкин, С.Е. Канторер, Г.Е. Параубек, И.И. Сигов, В.Н. Войтоловский, М.Ш. Доветов, В.С. Боровик и др.

Дорожное хозяйство России – это единый производственно-хозяйственный комплекс, который включает в себя автомобильные дороги общего пользования и инженерные сооружения на них, а также организации, осуществляющие:

- проектирование, строительство, реконструкцию, ремонт и содержание автомобильных дорог;
- проведение научных исследований, подготовку кадров;
- изготовление и ремонт дорожной техники;
- добычу и переработку нерудных строительных материалов;
- иную деятельность, связанную с обеспечением функционирования и развитием автомобильных дорог.

На сегодняшний момент в состав дорожного хозяйства входят свыше 3000 учреждений и предприятий различных форм собственности. Численность работающих в дорожном хозяйстве и сопутствующих отраслях составляет порядка 750 тысяч человек.

Основные задачи управления дорожным хозяйством России возложено на Министерство Транспорта, образованное Указом Президента Российской Федерации от 20 мая 2004 года «Вопросы структуры федеральных органов исполнительной власти», согласно которому, в целях совершенствования структуры федеральных органов исполнительной власти и в соответствии со статьей 112 Конституции Российской Федерации и Федеральным конституционным законом от 17 декабря 1997 г. № 2-ФКЗ «О Правительстве Российской Федерации» Министерство транспорта и связи Российской Федерации было преобразовано в Министерство транспорта Российской Федерации и Министерство информационных технологий и связи Российской Федерации.

Указом Президента Российской Федерации от 12 мая 2008 года «Вопросы системы и структуры федеральных органов исполнительной власти», в целях формирования эффективной системы и структуры федеральных органов исполнительной власти, в соответствии со статьей 112 Конституции Российской Федерации и Федеральным конституционным законом от 17 декабря 1997 г. № 2-ФКЗ «О Правительстве Российской Федерации», утверждена структура федеральных органов исполнительной власти», в том числе Министерства транспорта Российской Федерации.

1. Структура Министерства транспорта Российской Федерации:

- Федеральная служба по надзору в сфере транспорта;
- Федеральное агентство воздушного транспорта;
- Федеральное дорожное агентство;
- Федеральное агентство железнодорожного транспорта;
- Федеральное агентство морского и речного транспорта;
- Федеральная аэронавигационная служба.

Федеральное дорожное агентство (Росавтодор) является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг, по управлению государственным имуществом в сфере автомобильного транспорта и дорожного хозяйства, включая управление федеральными автомобильными дорогами.

К сфере компетенции Росавтодора относится выполнение функций государственного заказчика федеральных целевых, научно-технических и инновационных программ и проектов по закрепленным направлениям деятельности, в том числе подпрограммы «Автомобильные дороги» федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России (2002-2010 годы)».

Управление федеральными автомобильными дорогами осуществляется Росавтодором как непосредственно, так и через систему федеральных государственных учреждений и их филиалов, обеспечивающих исполнение функций оперативного управления федеральными автомобильными дорогами и государственных заказчиков работ по их строительству, реконструкции, ремонту и содержанию. В эту систему входят:

- 10 федеральных управлений автомобильных дорог;
- 22 управления автомагистралей;
- 4 дирекции по дорожному строительству.
- общероссийская компания по организации строительства платных автодорог в России (Госкорпорация «Автодор»)

К объекту управления относятся 47,1 тыс. км федеральных автомобильных дорог, 5687 единиц мостов и путепроводов на них, а также имущество, необходимое для обеспечения бесперебойного круглогодичного функционирования федеральных дорог.

Общая балансовая стоимость имущественного комплекса, оперативное управление которым осуществляется Росавтодором, составляет около 515,5 млрд. рублей.

В ведении Росавтодора также находятся 195 федеральных государственных унитарных предприятий, выполняющих работы по ремонту и содержанию сети федеральных автомобильных дорог. Общая балансовая стоимость федерального имущества, закрепленного за этими предприятиями на праве хозяйственного ведения, составляет 8,8 млрд. рублей.

Федеральное управление автомобильных дорог осуществляет свою деятельность по решению вопросов, связанных с функционированием и развитием дорожного хозяйства на территории закрепленных областей, а также на магистральных и других федеральных автомобильных дорогах, переданных в оперативное управление соответствующему ФУАД. В настоящее время существует 10 ФУАД:

- Федеральное управление автомобильных дорог Волго-Вятского региона
- Федеральное управление автомобильных дорог «Черноземье»
- Федеральное управление автомобильных дорог «Северо – Запад»
- Федеральное управление автомобильных дорог «Урал»

- Федеральное управление автомобильных дорог «Центральная Россия»
- Федеральное управление автомобильных дорог «Северный Кавказ»
- Федеральное управление автомобильных дорог «Большая Волга»
- Федеральное управление автомобильных дорог «Байкал»
- Федеральное управление автомобильных дорог «Дальний восток»
- Федеральное управление автомобильных дорог «Сибирь»

В систему Управления федеральными автомобильными дорогами входят 22 Управления автомагистралей:

1. Управление автомобильной магистрали Нижний Новгород-Уфа.
2. Управление федеральных автомобильных дорог по Магаданской области.
3. Управление автомобильной магистрали «Москва – Харьков».
4. Управление автомобильной магистрали Москва-Санкт-Петербург.
5. Управление автомобильной магистрали Санкт-Петербург – Мурманск».
6. Управление федеральных автомобильных дорог на территории Челябинской области.
7. Управление автомобильной магистрали М-54 «Енисей».
8. Управление автомобильной магистрали «Красноярск – Иркутск».
9. Управление федеральных автомобильных дорог на территории республики Бурятия.
10. Управление ордена Знак Почета Северо-Кавказских автомобильных дорог.
11. Управление автомобильной магистрали «Москва – Минск».
13. Управление федеральных автомобильных дорог по Краснодарскому краю.
14. Управление автомобильной магистрали «Москва – Бобруйск».
15. Управление автомобильной магистрали «Москва – Архангельск».
16. Управление автомобильной магистрали «Невер – Якутск».
17. Управление автомобильной магистрали «Колыма».
18. Управление федеральных автомобильных дорог «Алтай».
19. Управление федеральных автомобильных дорог на территории Карачаево-Черкесской Республики.
20. Управление федеральных автомобильных дорог на территории Читинской области.
21. Управление автомобильной магистрали Самара-Уфа-Челябинск.
22. Управление автомобильной магистрали Москва-Волгоград.

Дирекции по дорожному строительству осуществляет свою деятельность на магистральных и прочих федеральных автомобильных дорогах в соответствии с Уставом и другими регламентирующими документами, утвержденными Росавтодором.

1. Дирекция по строительству и реконструкции автомобильных дорог Черноморского побережья.
2. Дирекция по строительству транспортного обхода города Санкт – Петербург.
3. Межрегиональная дирекция по дорожному строительству в Дальневосточном регионе России.

4. Межрегиональная дирекция по дорожному строительству в центральном регионе России.

Общероссийская компания по организации строительства платных автодорог в России (Госкорпорация "Автодор")

Совет Федерации одобрил закон "О государственной компании "Российские автомобильные дороги" и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ". Гос дума приняла законопроект в третьем чтении 26 июня 2009г.

Закон предусматривает создание государственной компании "Российские автомобильные дороги" ("Автодор") для управления инвестиционно привлекательными автомобильными дорогами федерального значения, которые будут переданы ей в доверительное управление.

В управление "Автодора" предлагается передать 18,3 тыс. км автомобильных дорог федерального значения, в том числе 6,1 тыс. км - для создания сети автомагистралей и скоростных дорог и 12,2 тыс. км - с целью приведения автомобильных дорог федерального значения, работающих в режиме перегрузки, в нормативное состояние.

Учредителем госкомпании, согласно законопроекту, выступает РФ, права и обязанности учредителя осуществляет правительство. К органам управления "Автодора" относятся наблюдательный совет, председатель правления и правление госкомпании. Наблюдательный совет утверждается правительством РФ сроком на 4 года. В его состав входят 12 членов (7 - по представлению правительства РФ, 4 - по представлению Федерального собрания РФ, 1 - по представлению Счетной палаты РФ). В качестве консультативного органа создается научно-технический совет.

Основными функциями «Автодора» являются, в частности, осуществление полномочий заказчика при проектировании, строительстве, реконструкции, ремонте, в том числе капитальном, и содержании автомобильных дорог госкомпании и объектов дорожного сервиса за счет бюджетных ассигнований и внебюджетных источников финансирования. Согласование размещения объектов придорожной инфраструктуры в полосе отвода и придорожных полосах автомобильных дорог и размещение таких объектов. Кроме того, компания сможет распоряжаться земельными участками в полосах отвода принадлежащих ей дорог с правом извлечения дохода (без возможности их отчуждения).

В ведении Росавтодора также находятся 195 федеральных государственных унитарных предприятий (ФГУП), выполняющих работы по ремонту и содержанию сети федеральных автомобильных дорог. Предприятия созданы для выполнения работ и услуг по строительству, содержанию и ремонту автомобильных дорог и сооружений на них в целях удовлетворения потребностей населения и организаций соответствующих Республик, краев и областей, а так же получения прибыли.

Предприятия в основном формируются за счет:

- имущества, закрепленного за предприятием на праве хозяйственного ведения;
- доходов предприятия от его деятельности;

- амортизационных отчислений;
- заемных средств, в том числе кредитов банков и других кредиторов;
- безвозмездных или благотворительных взносов, пожертвований физических и юридических лиц;
- иных не противоречащих законодательству источников.

Автомобильные дороги в зависимости от вида разрешенного использования подразделяются на автомобильные дороги общего пользования и автомобильные дороги не общего пользования.

К автомобильным дорогам общего пользования относятся автомобильные дороги, предназначенные для движения транспортных средств неограниченного круга лиц.

К автомобильным дорогам не общего пользования относятся автомобильные дороги, находящиеся в собственности, во владении или в пользовании исполнительных органов государственной власти, местных администраций (исполнительно-распорядительных органов муниципальных образований), физических или юридических лиц и используемые ими исключительно для обеспечения собственных нужд либо для государственных или муниципальных нужд.

Перечни автомобильных дорог не общего пользования федерального, регионального или межмуниципального значения утверждаются соответственно уполномоченными федеральными органами исполнительной власти, высшим исполнительным органом государственной власти субъекта Российской Федерации. В перечень автомобильных дорог не общего пользования регионального или межмуниципального значения не могут быть включены автомобильные дороги не общего пользования федерального значения и их участки. Перечень автомобильных дорог не общего пользования местного значения может утверждаться органом местного самоуправления. Перечень автомобильных дорог общего пользования федерального значения утверждается Правительством Российской Федерации.

Автомобильными дорогами общего пользования местного значения городского округа являются автомобильные дороги общего пользования в границах городского округа, за исключением автомобильных дорог общего пользования федерального, регионального или межмуниципального значения, частных автомобильных дорог. Перечень автомобильных дорог общего пользования местного значения городского округа может утверждаться органом местного самоуправления городского округа.

К частным автомобильным дорогам общего пользования относятся автомобильные дороги, находящиеся в собственности физических или юридических лиц, не оборудованные устройствами, ограничивающими проезд транспортных средств неограниченного круга лиц. Иные частные автомобильные дороги относятся к частным автомобильным дорогам не общего пользования.

2. Собственность на автомобильные дороги

К федеральной собственности относятся автомобильные дороги, которые включены в перечень автомобильных дорог общего пользования федерального значения или перечень автомобильных дорог не общего пользования федерально-

го значения (утверждаются соответственно Правительством РФ, уполномоченными федеральными органами исполнительной власти);

к собственности субъекта РФ относятся автомобильные дороги, которые включены в перечень автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения либо перечень автомобильных дорог не общего пользования регионального или межмуниципального значения (утверждаются высшим исполнительным органом государственной власти субъекта РФ);

к собственности поселения относятся автомобильные дороги общего и не общего пользования в границах населенных пунктов поселения, за исключением автомобильных дорог федерального, регионального или межмуниципального значения, частных автомобильных дорог;

к собственности городского округа относятся автомобильные дороги общего и не общего пользования в границах городского округа, за исключением автомобильных дорог федерального, регионального или межмуниципального значения, частных автомобильных дорог;

к собственности муниципального района относятся автомобильные дороги общего и не общего пользования, соединяющие населенные пункты в границах муниципального района, за исключением автомобильных дорог федерального, регионального или межмуниципального значения, частных автомобильных дорог.

3. Осуществление дорожной деятельности

Лицами, осуществляющими дорожную деятельность в отношении автомобильных дорог, являются:

- федеральный орган исполнительной власти;
- уполномоченный орган исполнительной власти субъектов РФ;
- уполномоченный орган местного самоуправления;
- физические или юридические лица, являющиеся собственниками таких автомобильных дорог, или правообладатели земельных участков, предоставленных для размещения таких автомобильных дорог.

Осуществление функций по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере дорожного хозяйства:

Федеральный орган исполнительной власти, в отношении автомобильных дорог федерального значения, а также частных автомобильных дорог (в настоящее время - Федеральное дорожное агентство);

Уполномоченный орган исполнительной власти субъекта РФ в отношении автомобильных дорог регионального или муниципального значения, а также частных автомобильных дорог;

Орган местного самоуправления поселения в отношении автомобильных дорог поселения, а также частных автомобильных дорог;

Орган местного самоуправления муниципального района в отношении автомобильных дорог муниципального района, а также частных автомобильных дорог;

Орган местного самоуправления городского округа в отношении автомобильных дорог городского округа, а также частных автомобильных дорог.

Все эти органы вправе выдавать разрешение на строительство, реконструкцию

и капитальный ремонт автомобильных дорог в строгом соответствии с положениями Градостроительного кодекса РФ (ст. 51).

4. Финансирование дорожной деятельности

По поводу государственных (федеральных и субъектов РФ) и муниципальных автомобильных дорог центральной идеей государственной политики в сфере финансирования дорожной деятельности является отказ от системы целевых дорожных сборов, аккумулируемых в дорожных фондах, и замена ее системой казначейского финансирования расходов на дорожную деятельность из общих налоговых поступлений.

Федеральный дорожный фонд РФ был упразднен еще 1 января 2001 г. Федеральным законом от 27 декабря 2000 г. N 150-ФЗ "О федеральном бюджете на 2001 год". В последующие годы действие норм Закона РФ от 18 октября 1991 г. N 1759-1 "О дорожных фондах в Российской Федерации" в части создания и деятельности Федерального дорожного фонда РФ приостанавливалось федеральными законами о бюджете на соответствующий год. С 1 января 2005 г. утратил силу сам Закон "О дорожных фондах в Российской Федерации" в связи с принятием Федерального закона от 22 августа 2004 г. N 122-ФЗ.

Основная позиция Закона, заключается в финансовом обеспечении капитального ремонта, ремонта и содержания государственных и муниципальных дорог за счет финансирования из федерального бюджета, бюджета субъекта РФ, местного бюджета в соответствии с правилами расчета размера ассигнований на указанные цели на основании нормативов финансовых затрат, утверждаемых уполномоченными Законом органами.

Необходимо отметить, что предлагаемая российским законодательством модель финансирования дорожной деятельности не соответствует распространенным системам финансирования строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог в ведущих зарубежных государствах.

Библиографический список:

1. Указ Президента Российской Федерации от 20 мая 2004 года «Вопросы структуры федеральных органов исполнительной власти»
2. Конституция Российской Федерации и Федеральным конституционным законом от 17 декабря 1997 г. № 2-ФКЗ «О Правительстве Российской Федерации»
3. Указ Президента Российской Федерации от 12 мая 2008 года «Вопросы системы и структуры федеральных органов исполнительной власти», в целях формирования эффективной системы и структуры федеральных органов исполнительной власти, в соответствии со статьей 112 Конституции Российской Федерации и Федеральным конституционным законом от 17 декабря 1997 г. № 2-ФКЗ «О Правительстве Российской Федерации».
4. Распоряжение Федерального дорожного агентства от 15 января 2007 г. N 12-р "О мерах по мобилизации в 2007 году доходов федерального бюджета администрируемых Федеральным дорожным агентством".

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МОТИВАЦИИ НА РЕАКЦИЮ ОТТОРЖЕНИЯ ИННОВАЦИЙ
В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ**

Зайцева Е.Ю.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Приложена модель системы мотивации как система с распределением параметра, включающая время и конечный вектор пространственных переменных для определения реакции отторжения при внедрении прогрессивных технологий.

The model of the motivation system, as a system with the distributed parameter, including time and a final vector of spatial variables for a reaction definition of tearing away at the introduction of progressive technologies is offered.

Мотивация понимается нами как метод воздействия на работника, позволяющий формировать у него осознанные и внутренне согласованные целевые установки, направленные на эффективное достижение определенного результата в работе [1].

Мотивацию, как процесс, можно представить в виде ряда этапов:

- 1-ый – выявление потребностей;
- 2-ой - поиск путей обеспечения потребности;
- 3-ий - определение цели и путей её достижения;
- 4-ый - внедрение системы мотивации;
- 5-ый - получение результата;
- 6-ой - разработка (уточнение) новой системы мотивации.

Внедрение системы мотивации в коллективе наиболее ответственный этап, требующий до 70% от общего количества времени необходимого для реализации системы мотивации [2]. Это объясняется тем, что внедрение в определенной мере возмущает подвижное равновесие системы и в ней возникает реакция, стремящаяся свести к минимуму эффект внешнего воздействия [3,6]. Следовательно, для моделирования внедрения системы мотивации целесообразно рассматривать её как систему с распределенными параметрами, которая хорошо укладывается в рамки аксиоматической теории [4].

Независимые переменные для системы с распределенными параметрами обычно включают время t и конечный вектор пространственных переменных $(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ [5]. Диапазон изменения времени обозначим через τ . Через Ω обозначим подмножество R^n , для которого пространственные переменные имеют смысл. Если Ω зависит от t , то обозначим эту область Ω_t , при $t \in \tau$. Множество $\Delta = \{(t, \alpha) : \alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n) \in \Omega_t, t \in \tau\}$ описывает интересующий нас диапазон изменения независимых переменных. Зависимые переменные образуют конечное множество $\{x_i : i = 1, \dots, m\}$ скалярных функций, определенных на множестве Δ . Эти переменные должны удовлетворять определенной системе дифференциальных уравнений в частных производных внутри множества Δ и некоторым граничным условиям – на границе $\partial\Delta$. Уравнения в частных производных и граничные условия определяются динамикой рассматриваемой системы. Внешние воздейст-

вия для такой системы, связанные с внедрением могут быть распределены на Ω или вдоль границы этой области. Будем называть систему с распределенными параметрами строго определенной, если знания внешних воздействий, характеризующих процесс внедрения, граничных условий, соответствующих начальных условий и самих уравнений в частных производных оказывается достаточным для того, чтобы однозначно определить поведение системы.

Рассмотрим линейное уравнение второго порядка с одной независимой пространственной переменной α и одной зависимой переменной x :

$$a_{11}x_{tt} + 2a_{12}x_{t\alpha} + a_{22}x_{\alpha\alpha} + a_{10}x_t + a_{01}x_\alpha + a_{00}x = f, \quad (1)$$

в которой не видна явно зависимость функций $\{a_{ij}, f, x\}$ от вектора (t, α) , а нижние индексы указывают на дифференцирование по соответствующей переменной, например:

$$x_{\alpha t} = \frac{\partial^2 x(t, \alpha)}{\partial \alpha \partial t}, \quad (t, \alpha) \in \Delta.$$

Кроме внешнего воздействия f , связанного с внедрением системы мотивации, фигурирующего в (1) на систему могут действовать и граничные внешние воздействия, связанные, например, с ограничениями по ресурсам. Например, если $\Omega = [a, b]$, то типичное граничное воздействие на систему имеет вид:

$$x(t, \alpha) = h_1(t), \quad x(t, b) = h_2(t), \quad t \in \tau. \quad (2)$$

Если $\tau = [t_0, t_f]$, то типичные начальные условия системы имеют вид:

$$x(t_0, \alpha) = x^0(\alpha), \quad x_t(t_0, \alpha) = x^1(\alpha), \quad \alpha \in \Omega. \quad (3)$$

Сделаем несколько дополнительных замечаний относительно граничных и начальных условий. Уравнение (2) понимается как сокращенная запись более строгих условий

$$\lim_{\alpha \rightarrow a^+} x(t, \alpha) = h_1(t), \quad \lim_{\alpha \rightarrow b^-} x(t, \alpha) = h_2(t), \quad t \in \tau.$$

Уравнения (3) также заменяют более строгие условия

$$\lim_{t \rightarrow t_0^+} x(t, \alpha) = x^0(\alpha), \quad \lim_{t \rightarrow t_0^+} x_t(t, \alpha) = x^1(\alpha), \quad \alpha \in \Omega.$$

Это значит, что граничные и начальные условия следует понимать в смысле пределов x при стремлении к соответствующей точке внутри Δ .

Следует установить некоторые основные требования к гладкости различных функций. В соответствии с (1) понятно, что решение x , если оно существует, должно иметь производную первого порядка по t и производную первого и второго порядка по α . Эти функции после умножения на соответствующие коэффициенты $\{a_{ij}\}$ должны сочетаться с элементами функционального пространства, выбранного для внешних возмущений f , связанных с внедрением системы мотивации по освоению, например, новой технологии. Аналогичные ограничения накладываются и на функции x_0, h_1, h_2 . Эти функции должны быть непрерывными и взаимосогласующимися. Если x непрерывно, то необходимо, чтобы

$$x^0(a) = h_1(0), \quad x^0(b) = h_2(0).$$

Рассмотрим пример. Считаем, что коллектив отторгает новую технологию [5]. Считаем также, что отторжение представляется некоторым защитным слоем, препятствующим воздействию системы мотивации f . Тогда обозначим $x(t, \alpha)$ величину воздействия системы мотивации на Коллектив в момент начала воздействия. Через t_1 момент времени максимального воздействия системы мотивации на коллектив, в который $x(t, 0)$. Изменение слоя отторжения коллективом прогрессивной технологии под воздействием системы мотивации может быть представлено следующими уравнениями

$$x_t(t, \alpha) = \mu x_{\alpha\alpha}(t, \alpha), \quad x(t_0, \alpha) = x^0(\alpha) \quad (4)$$

с граничными условиями

$$x_{\alpha}(t, 0) = \frac{1}{k} f(t), \quad x_{\alpha}(t, b) = 0 \quad t \in [t_0, t_1]$$

В момент t_1 слой отторжения начинает разрушаться. Обозначим через $\eta(t)$ глубину разрушения слоя в момент времени $t \geq t_1$. Будем считать, что состояние оставшегося слоя отторжения по-прежнему удовлетворяет уравнению (4), однако с другими начальными параметрами:

$$\eta(t_1) = 0, \quad x(t_1^-, \alpha) = x(t_1^+, \alpha), \quad (5)$$

и граничными условиями:

$$\begin{aligned} x(t, \eta(t)) &= x_m \\ \rho L \eta_t(t) - k x_{\alpha}(t, \eta(t)) &= f(t) \\ x_{\alpha}(t, l) &= 0 \end{aligned} ,$$

где k, ρ, L параметры слоя отторжения прогрессивной технологии, характеризующие склонность коллектива к восприятию инноваций, интенсивность реакции отторжения и максимальные затраты на систему мотивации, которые может себе позволить предприятие.

Библиографический список:

1. Зайцева Е.Ю. Роль мотивации в интенсификации дорожно-строительных работ /Повышение надежности и долговечности автомобильных дорог и искусственных сооружений: Всероссийская НПК Кубанского ГТУ, 2000г. –С. 79-82
2. Боровик В.С. Управление дорожно-строительным производством в условиях инновационного развития. Волгоград, ВолгГАСУ, 2008.
3. Тахтаджян А.Л. Тектология: История и проблемы//Системные исследования: Ежегодник ин-та истории, естествознания и техники АН СССР. М.: Наука, 1972.
4. Eddowes M., Stanfield R. Decision making techniques. Published by Longman group UK Ltd. 1991.
5. Боровик В.С. Роль времени при прогнозировании результатов деятельности предприятия в условиях инновационного развития / В. С. Боровик, Ю. Е. Прокопенко, А. С. Седова // Известия Вузов. Строительство.-Новосибирск, 2008. - Вып.11-12. С. 89-93
6. Боровик В.С. Теоретические аспекты определения реакции на внедрение нововведений в дорожной отрасли / В. С. Боровик, А. С. Седова // Экономические проблемы повышения эффективности дорожного хозяйства: Сб. науч. трудов МАДИ (ГТУ).-М.: МАДИ, 2008. – С. 42-50.

УДК 625.7/8:658

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗВИТИЯ ДОРОГИ НА ЗОНУ ТЯГОТЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ

Косоогов К.В. (ЭУДХ-1-05)

Научный руководитель д-р.техн.наук, профессор Боровик В.С.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматривается производственная функция, и ее применение в экономической оценки строительства автодороги в регионе.

The article is about the production function and its application in economic evaluation construction of roads in the region.

При развитии автомобильной дороги чрезвычайно важно определить достаточно точно ее влияние на зону тяготения дороги. К настоящему времени наиболее эффективным аппаратом, учитывающим количественные и качественные характеристики экономической системы, является производственная функция (ПФ).

Основными преимуществами этой функции является более точное отражение зависимостей между исследуемыми параметрами и возможность непосредственного получения величины вклада исследуемого фактора, например, в ВВП. Многими исследователями аппарат ПФ широко применяется в макроанализе, однако признается, что он более эффективен на уровне отдельного предприятия, района, так как здесь труд и производственные фонды теснее связаны между собой, действие факторов проявляется более рельефно, количество их значительно расширяется, информационная нагрузка менее искажена и более разнообразна.¹ Производственная функция – это функция, позволяющая определить максимально возможный объем выпуска продукции при различных сочетаниях и количествах ресурсов. Она может быть представлена в виде графика или кривой.

В теории поведения производителей при определенных допущениях существует единственная комбинация ресурсов, при которой минимизируются затраты на ресурсы при данном объеме производства. Расчет производственной функции фирмы – это поиск оптимума, выбор среди многих вариантов, предусматривающих различные сочетания факторов производства, такого, который даёт максимально возможный объем выпуска продукции. В условиях растущих цен и денежных затрат, т.е. издержек на приобретение факторов производства, расчет производственной функции сосредоточен на поисках такого варианта, который обеспечил бы максимизацию прибыли при наименьших издержках.

Расчет производственной функции фирмы, стремящийся к достижению равновесия между предельными издержками и предельным доходом, будет сосредоточен на поиски такого варианта, который обеспечит необходимый прирост ВВП при минимальных издержках. Минимальные издержки определяются на стадии расчетов производственной функции методом замещения, вытеснения дорогостоящих или возросших в цене факторов производства альтернативными, более дешевыми. Замещение осуществляется с помощью сравнительного экономическо-

го анализа взаимозаменяемых и взаимодополняемых факторов производства их рыночных цен. Удовлетворительным будет такой вариант, в котором комбинация факторов производства и заданный объем выпуска продукции соответствует критерию наименьших издержек.

Рассмотрим для иллюстрации производственную функцию вида

$$Y = C_0 + \sum_{i=1}^n X_i a_i \quad (1)$$

где Y - ВВП района тяготения дороги;

C_0 - факторы не учтенные моделью, если $C_0 = 0$, то влияние таких факторов отсутствует. Такая ситуация практически мало вероятна.

X_1 - стоимость основных фондов района тяготения;

X_2 - производственная сфера района тяготения (в стоимостном выражении);

X_3 - не производственная сфера района тяготения (в стоимостном выражении);

a_i - коэффициент, указывающий вклад факторов в ВВП.

Например, рассмотрим производственные функции пяти районов в которых может быть построена дорога. Важно установить для какого района строительство дороги принесет максимальный прирост ВВП.

1. $Y = 3 + 6x_1 + 2x_2 + 1x_3$;

2. $Y = 8 + 8.7x_1 + 2.55x_2 + 0.16x_3$;

3. $Y = 5.7 + 0.68x_1 + 2.3x_2 + 1.09x_3$;

4. $Y = 13 + 3.98x_1 + 0.16x_2 - 1.68x_3$;

5. $Y = 1.5 + 2.95x_1 + 1.91x_2 + 1.01x_3$.

Проанализируем ПФ. Видно что в функции под номером пять самое маленькое значение C_0 из всех представленных. Можно отметить, что в пятой модели влияние не учтенных факторов на ВВП района тяготения весьма незначительно и, вероятно, данная модель самая точная. Далее идет модель под номерами один где $C_0 = 3$. Значение больше чем у пятой и, следовательно, влияние не учтенных факторов на ВВП больше. Рассуждая аналогично, можно установить, что модель под номером два наименее точно учитывает влияние анализируемых факторов X_1 , X_2 , X_3 на ВВП района тяготения.

Дальше рассмотрим модели по вкладу в ВВП района тяготения основных средств. Самое большое значение коэффициента у функции под номером 2, которое равно 8,7, что показывает на более эффективное использование основных средств, чем в других районах. Далее по эффективности использования идет модель под номером один со значением равным 6, следом по эффективности использования основных фондов идет функции под номером четыре с коэффициентом 3,98 и номер пять с коэффициентом 2,95. Самое маленькое значение коэффициента у функции номер три, значение которого равно 0,68. Значение коэффициента, характеризующего интенсивность использования основных фондов, меньше единицы свидетельствует о недогрузке основных фондов.

Теперь рассмотрим функции по вкладу производственной сферы. Лучший по-

казатель у функции номер два и равен 2,55. Далее с меньшим показателем функция номер три с коэффициентом 2,3. Коэффициенты этих двух функций Y X_2 говорят о том, что сильно развита производственная сфера в районах тяготения. Следом идут с небольшой разницей в показателях функции один, и пять с коэффициентами 2 и 1,91 соответственно. Самый низкий коэффициент у функции под номером четыре и равный 0,16, указывающий на недостаточно развитую производственную сферу.

Сравним функции по вкладу не производственной сферы. Наибольший коэффициент у третьей функции и равен 1,09. Следом с небольшим понижением в коэффициентах идут функции один, и пять у них коэффициенты использования равны 1 и 1,01 соответственно. Как можно заметить все три функции имеют приблизительно одинаковые коэффициенты, указывающие на хорошее финансирование и использование ресурсов не производственной сферы. У функции номер два коэффициент равен 0,16 указывает на не достаточное финансирование или плохое использование ресурсов, самый низкий показатель это у четвертой функции он отрицательный, что можно расценивать как недостаточное финансирование данной сферы на протяжении нескольких лет приведших к тому, что она не вносит вклад а напротив сокращает его, выход из такой ситуации это изменение использования ресурсов и увеличение финансирования.

После определения сметной стоимости дороги необходимо ввести рассчитанную стоимость в производственную функцию. Стоимость дороги увеличивает стоимость основных фондов, следовательно стоимость строительства дороги необходимо суммировать с фактором X_1 . Далее, введя значения остальных факторов, можно рассчитать в каком районе тяготения строительство дороги приведет к большему увеличению ВВП.

Библиографический список:

1. Боровик В.С. Управление дорожно-строительным производством в условиях инновационного развития / Волгоград, ВолгГАСУ. 2008

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННОЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

УДК 521.0.11

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ ЮГА РОССИИ

Муругов С.Н., Дорохина З. П.

Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации

Проведен картографо-статистический анализ распределения транспортной нагрузки по водосборным бассейнам в пределах Юга России.

The cartographic-statistical analysis of distribution of transport loading on catchment basins within the South of Russia is carried out.

В последнее время роль бассейнового подхода при решении ряда научно-практических задач все более возрастает. По мнению Л. М. Короткого (2006), водосборные бассейны представляют собой наиболее объективную естественную основу решения задач, прежде всего природопользования, и являются специфическими экономическими пространственными структурами, на «водных линиях» которых концентрируются поселения и промышленные объекты.

Ландшафтно-водосборный подход, на наш взгляд, в достаточной мере позволяет отразить не только имеющееся разнообразие природно-территориальных комплексов, но и определить существующие взаимосвязи и взаимозависимости всех компонентов ландшафтов, что является определяющим фактором при анализе геоэкологического состояния территории и направленности взаимодействий процессов переноса вещества и энергии.

Иерархия водосборных бассейнов (от ложбинного до речного и морского) является важным свойством, которое обеспечивает сопоставимость территориальных единиц. В нашем исследовании ранжирование водосборных бассейнов Юга России проводилось «от устья», поскольку в начальных звеньях гидрографической сети функционирует целый ряд водосборных систем, определение порядка в которых затруднительно.

По данным космоснимков высокого разрешения Landsat-7, QuickBird, тематических и топографических карт М 1:100000 – 1:500000 составлена компьютерная карта речных и балочных водосборов Юга России в М 1:1000000, на которой нанесены границы бассейнов 4-х иерархических уровней.

К 1-му порядку отнесены значительные по площади территории бассейны крупных рек Волги и Дона, Азовского, Черного, Каспийского морей и Области континентального стока. Ко 2-му порядку - 20 бассейнов основных притоков крупных рек общей площадью 589,2 тыс км²; к 3-му порядку – 194 бассейна основных притоков крупных рек 2-го порядка, на долю которых приходится 496,2 тыс км². И, наконец, к 4-му порядку – 85 бассейнов притоков малых рек 3-го порядка (площадью от 100 км²), занимающие 93,0 тыс км².

На основе дешифрирования космоснимков составлена карта антропогенно-техногенной нагрузки на ландшафты Юга России в М 1: 2000000, на которой показаны селитебные территории, транспортная инфраструктура (автомобильные и железные дороги, наземные трубопроводы), линии электропередач, оросительные каналы, водохранилища и др. Наложение границ водосборов разного порядка на данную карту позволило получить данные о характере и степени трансформации водосборных бассейнов.

Поскольку число контуров водосборов 3 и 4-го порядков велико, обобщающие исследования проводились на уровне водосборных бассейнов 1 и 2-го порядков. Показатель транспортной нагрузки подсчитывался исходя из отношения протяженности транспортной сети (км), в которую входят железнодорожные, автомобильные дороги и наземные трубопроводы, к общей площади водосбора (тыс км²).

Картографо-статистический анализ распределения транспортной инфраструк-

туры, как одного из видов техногенной нагрузки на водосборы Юга России, показал, что максимальные показатели установлены в границах бассейнов Черного моря и Кубани, соответственно, 151,1 и 147,5 км транспортных магистралей на тысячу км² (рисунок). Высокие показатели объясняются значительной концентрацией здесь населения, промышленного и сельскохозяйственного производства, а также наличия курортной зоны.

Самые низкие показатели можно встретить в Озерном (48,5) и Озерно-лиманном (46,2 км/тыс км²) бассейнах, что связано с неблагоприятными для жизнедеятельности природно-климатическими условиями, ограничивающими интенсивное использование данных территорий в качестве какого-либо производства. По этой же причине низкими показателями характеризуются Ергенинский (63,2) и Эльтонский (70,0 км/тыс км²) бассейны, относящиеся к Области континентального стока.

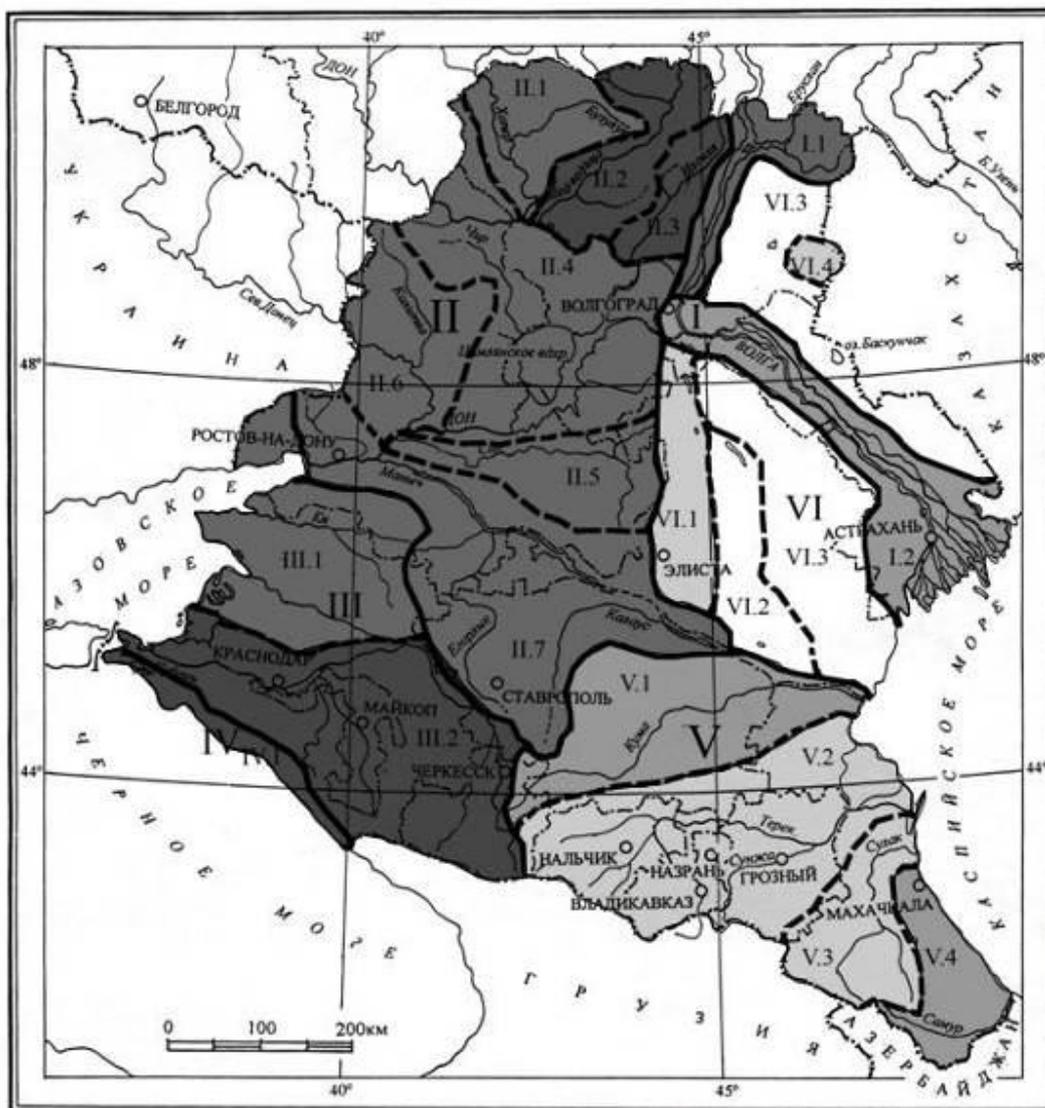
Слабая концентрация транспортной сети встречается в бассейнах Терека (63,9) и Сулака (62,1 км/тыс км²), расположенных на востоке субрегиона. Рассматриваемый показатель несколько выше в границах бассейнов Каспийского моря (86,5) и Кумы (94,5 км/тыс км²), что можно связать с более развитым промышленным производством, нежели в предыдущих двух бассейнах, в которых горный рельеф препятствует развитию ряда отраслей хозяйства.

Показатели транспортной нагрузки в крупных бассейнах Волгоградского водохранилища составляют 105,1, русла Волги – 94,9 км/тыс км². Здесь расположены административные центры, такие как Волгоград, Волжский, Астрахань, Камышин и др., проходят трассы федерального значения, связывающие Юг России с Уралом, Верхним и Средним Поволжьем.

Значительная транспортная нагрузка при относительно невысокой плотности населения в водосборных бассейнах Хопра (119,8), Медведицы (123,2) и Иловли (122,7 км/тыс км²) объясняется тем, что через эти районы осуществляется транспортная связь между южными районами и экономически развитыми центральными районами Европейской части России. Через данные области проходят дороги федерального значения.

Показатели транспортной нагрузки в границах бассейнов Среднего и Нижнего Дона, Сала, Северского Донца, Азовского моря варьируют от 100 до 120 км/тыс км². Рассматриваемые территории характеризуются значительной плотностью населения, размещением различных отраслей промышленного и аграрного производства.

Таким образом, ландшафтно-водосборный подход, отражающий разнообразие природно-территориальных комплексов, существующие взаимосвязи и взаимозависимости компонентов агролесоландшафтов, позволил провести картографо-статистический анализ транспортной нагрузки рассматриваемой территории.



Бассейны крупных рек и области континентального стока: I – Волжский; II – Донской; III – Азовский; IV – Черноморский; V – Каспийский; VI - Области континентального стока; Бассейны основных притоков крупных рек: I.1 - Волгоградского водохранилища; I.2 - Естественного русла Волги; II.1 – Хопра; II.2 – Медведицы; II.3 – Иловли; II.4 – Среднего Дона; II.5 – Сала; II.6 – Северского Донца; II.7 – Нижнего Дона; III.1 – Азовского моря; III.2 – Кубани; IV.1 – Черного моря; V.1 – Кумы; V.2 – Терека; V.3 – Сулака; V.4 – Каспийского моря; VI.1 – Ергенинский; VI.2 – Озерный; VI.3 – Озерно-лиманый; VI.4 – Эльтонский.

Показатель транспортной нагрузки, км/ тыс км²



Рис. – Распределение транспортной нагрузки по водосборным бассейнам ЮФО

УДК 528.024.4

К ВОПРОСУ О ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОМ НИВЕЛИРОВАНИИ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Сухова Ю.С., Придаткин И.В., Симоненко С.И. (ТГВ-2-09)

Научный руководитель – канд.техн.наук, профессор Стороженко А.Ф.
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В статье изложена возможность использования тригонометрического нивелирования при изысканиях трасс линейных сооружений.

The possibility of trigonometric alignment in the design of linear structures is stated in this paper.

При изысканиях линейных сооружений (автомобильные дороги, каналы, различные трубопроводы) на местности с ярко выраженным рельефом целесообразно применение тригонометрического нивелирования, в частности на стадии предварительных изысканий

Тригонометрическим нивелированием называют процесс определения превышений между точками местности при помощи наклонного луча визирования. Основные приборы: оптические теодолиты и дальномерные рейки или электронные тахеометры с отражателями.

На рис. 1 представлена схема тригонометрического нивелирования. Если расстояние между точками А и В не превышает 300 м, то уровненную поверхность принимают за горизонтальную плоскость, а луч визирования считают прямолинейным и горизонтальным, т.е. в результаты нивелирования не вводят поправки за кривизну Земли и рефракцию [1].

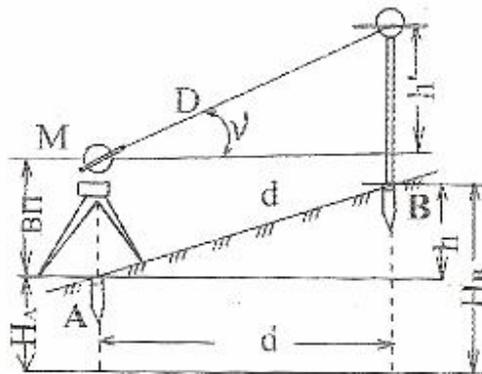


Рис. 1 Схема тригонометрического нивелирования

Теодолит приводят в рабочее положение в т. А местности, т.е. центрируют и нивелируют лимб, устанавливают зрительную трубу «по глазу» и «по предмету», измеряют высоту прибора ВП, визируют на рейку или рефлексор, установленные в точке В.

Так как

$$\frac{h'}{d} = \operatorname{tg} v, \quad (1)$$

то

$$h' = dtg\nu. \quad (2)$$

Численное значение величины h' называют табличным превышением.

Из рис. 1 получают:

$$h = h' + \text{ВП} - l, \quad (3)$$

$$H_B = H_A + h' + \text{ВП} - l. \quad (4)$$

В формулах (1, 2, 3 и 4): H_A – известная высота пункта А, h' – превышение точки визирования над горизонтальной осью вращения зрительной трубы в точке А, ВП – высота прибора, l – высота визирования.

Если сделать высоту визирования l , равной высоте прибора ВП, т.е. $l = \text{ВП}$, то

$$H_B = H_A + dtg\nu. \quad (5)$$

Известно, что при геометрическом нивелировании превышение между точками определяют как разность взглядов «назад» и «вперед» по нивелирным рейкам, полученным при горизонтальном положении визирной оси.

На рис. 2 представлен случай, когда превышение h между точками M и N определяют как разность взглядов «вперед» и «назад», полученных при горизонтальных расстояниях d_3 и d_n от теодолита до точек M и N , не превышающих 300 м, и измерены углы на клона ν_3 и ν_n . [2].

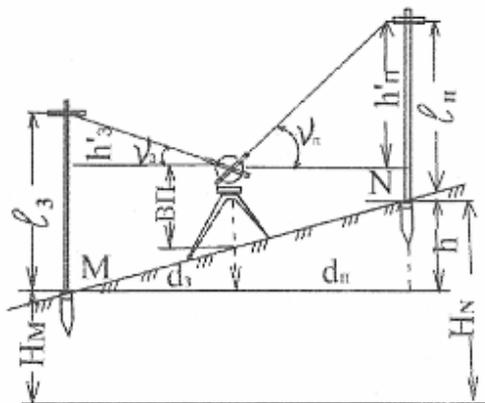


Рис. 2. Определение превышений тригонометрическим нивелированием способом «из середины»

На основании рис. 2. превышение h точки N над точкой M составляет:

$$h = (l_3 - h'_3) - (l_n - h'_n) = h'_n - h'_3 + l_3 - l_n. \quad (6)$$

Так как высоты визирования l_3 и l_n целесообразно делать одинаковыми для меток на рейках или высоты рефлекторов на точках M и N и устанавливают последние строго вертикально, то превышение

$$h = h'_n - h'_3 = d_n tg\nu_n - d_3 tg\nu_3. \quad (7)$$

Невязку в сумме превышений высотного теодолитного хода определяют исходя из следующих соображений [3].

Если длина теодолитного хода составляет P метров, то при числе сторон хода n , средняя длина стороны составляет $\frac{P}{n}$ метров, число стометровых отрезков в нем составит $\frac{P}{100n}$.

При работе с техническими теодолитами (2Т30, 2Т30П, 4Т30П) ошибка определения угла наклона составляет $\Delta v = 0^{\circ}01'$, для стороны $d = 100$ м получим $\Delta h \approx 3$ см. Тогда $M_h = \pm 3 \frac{P}{100n}$, см — средняя квадратическая ошибка в превышениях по ходу [3].

При двукратном определении превышений (прямо и обратно) для n таких превышений получим

$$M'_h = \pm 3 \frac{P \cdot \sqrt{n}}{100n\sqrt{2}}, \text{ см.} \quad (8)$$

Переходя к предельной ошибке в превышениях за счет погрешностей определения углов наклона, исходя из соотношения $\Delta_{np} = 2,5m$, получим

$$\Delta_{np} = \pm 3 \frac{P \cdot \sqrt{n}}{100n\sqrt{2}} 2,5 = \pm \frac{0,05P}{\sqrt{n}}, \text{ см.}$$

Точность тригонометрического нивелирования в случае применения электронных тахеометров значительно выше и составляет 2 – 4 мм на 1 км тахеометрического хода.

Библиографический список:

1. Стороженко А.Ф., Некрасов О.К. «Инженерная геодезия», М., Недра, 1993.
2. Volker Matthews. Vermessungskunde, Teil 2, Stuttgart, 1993.
3. Федотов Г.А. «Инженерная геодезия», М., Высшая школа, 2002.

УДК 528.28

СИСТЕМЫ КООРДИНАТ В ГЕОДЕЗИИ

Руденко О.В. (ПЗ-1-09)

Научный руководитель – канд.техн.наук, доцент Вострецов В.И.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Мы имеем несколько геоцентрических систем координат, но проблема заключается в закрытом доступе к данным системам для массовых пользователей, поэтому были введены местные системы координат.

We have some systems of coordinates, but the problem consists in the closed access to the given systems for mass users, local systems of coordinates therefore have been entered.

Под системой координат подразумевается набор математических правил, описывающих, как координаты должны быть соотнесены с точками пространства. В систему координат входит: исходные геодезические даты и координатная система

отсчета При этом системой отсчета является система координат, то есть соотнеся математическое понятие системы координат с земной поверхностью за счет введения исходных геодезических дат, получим координатную систему отсчета. В конце 70-х годов XX века возникла необходимость в общеземной геоцентрической системе координат. Сейчас мы имеем несколько таких систем, широко используемых в научных целях и на практике. На рубеже эпох сохраняются главная задача высшей геодезии - координация глобального пространства на новом уровне и иными средствами.

В соответствии с ГОСТ Р-51794-2001 устанавливаются: системы координат, входящие в состав системных геодезических параметров «Параметры Земли», «Мировая геодезическая система», «Координатные основы Российской Федерации». До 1 июля 2002 года референсная система. Согласно постановлению правительства вводится новая общеземная система «Параметры Земли-90»(3). Система ПЗ включает в себя: фундаментальные геодезические постоянные ОЗЭ, систему координат ПЗ, закрепляемую координатами пунктов космической геодезической сети, характеристики модели ГПЗ и элементы трансформирования между системой координат ПЗ и национальными референсными системами России. Теоретическое определение системы координат ПЗ основано на следующих положениях:

- 1) Начало системы координат расположено в центре масс Земли.
- 2) Ось Z направлена в Международное условное начало.
- 3) Ось X лежит в плоскости начального астрономического меридиана установленного Международным бюро времени.
- 4) Ось Y дополняет систему до правой.

Положение точек в системе ПЗ могут быть получены в виде пространственных прямоугольных или геодезических координат. Геодезические координаты относятся к ОЗЭ, размеры которого определяются значениями большой полуоси $a_{ПЗ}=6378136$ м, $\alpha_{ПЗ}=1/298,25784$. Центр ОЗС совпадает с началом координат ПЗ, ось вращения эллипсоида - с осью Z, а плоскость начального меридиана с- плоскостью XOZ.

Система геодезических параметров «Мировая Геодезическая Система»

Система МГС включает в себя: фундаментальные геодезические постоянные, систему координат МГС, закрепляемую координатами пунктов космической геодезической сети, параметры ОЗЭ, характеристики модели ГПЗ, элементы трансформирования между геоцентрической системой координат МГС и различными национальными системами координат.

Численные значения элементов трансформирования между системой ПЗ и системой координат МГС. Теоретическое определение МГС основывается на положениях аналогичных определению системы ПЗ. Положения точек в системе МГС могут быть получены в виде пространственных прямоугольных и геодезических координат.

Геодезические координаты относятся к ОЗЭ, размеры которого определяются значениями большой полуоси $a_{МГС}=6378137$ м сжатия $\alpha_{МГС}=1/298,257223563$

Центр эллипсоида совпадает с началом системы координат МГС, ось вращения эллипсоида совпадает с осью Z, а плоскость начального меридиана - с плоскостью XOZ.

Координатная основа Российской Федерации представлена референцной системой координат, реализованной в виде ГГС, закрепляющей систему координат на территории страны, и государственной нивелирной сети, распространяющей на всю территорию страны систему нормальных высот (Балтийская система), исходным началом которой является нуль Кранштадского футштока. Положения определяемых точек относительно координатной основы могут быть получены в виде пространственных прямоугольных или геодезических координат либо в виде плоских прямоугольных координат и высот.

За отсчетную поверхность в референцной системе координат РФ принят эллипсоид Красовского с большой полуосью, $a_{\text{КР}} = 6378245$ м и сжатием $a_{\text{КР}} = 1/298,3$. Центр эллипсоида Красовского совпадает с началом референцной системы координат, ось вращения эллипсоида параллельна оси вращения Земли, а плоскость нулевого меридиана определяет положение начала счета долгот.

В ГОСТ 51794-2001 дается формула и значения для перехода из этой системы в Мировую.

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = (1-m) \begin{pmatrix} 1 & -W_x & W_y \\ W_x & 1 & -W_z \\ -W_y & W_x & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix}$$

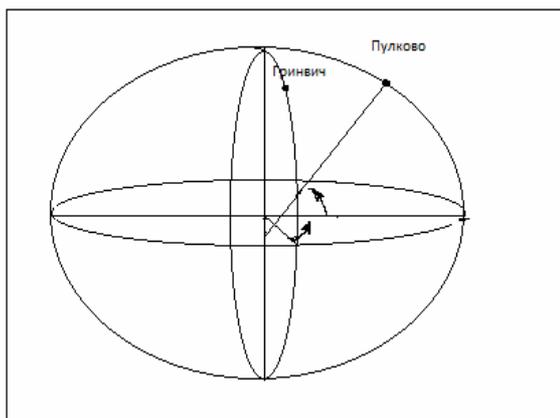
w - условие элемента разворота координатных систем.

До 1 июля 2002 г в России и СНГ использовалась система координат 1942 г (СК-42). СК-42 создавалась в первой половине XX века путем построения сетей триангуляции, трилатерации и полигонометрии(2). Это уникальное геодезическое построение, которым может гордиться любая страна. Четкие инструкции, по которым была построена государственная геодезическая сеть (ГГС) позволили получить однородную высокоточную геодезическую сеть, в которую измерения характеризуются следующими величинами: средняя квадратичная ошибка угла составляет $\pm 0''7$ и ± 1 соответственно для 1 и 2 классов, относительные ошибки базисных сторон - не хуже 1:300000.

Для распространения государственной системы координат по территории страны сеть уравнивалась «нанизыванием» по мере ее продвижений на восток. Но наиболее важным обстоятельством имеющим большое значение для земельного кадастра, является то, что при математической обработке изменений заполняющие сети 2 класса вставлялись в жесткие каркасы полигонов 1 класса. Это привело к искажению элементов сети, особенно в местах, где сети 2 класса примыкали к рядам 1 класса. Точность уравненных элементов сети характеризуется относительными ошибками сторон в слабых местах: около 1: 150 000 для 1 класса и 1: 300 000 для 2 класса. Вводится Система Координат-95 в качестве государственной 1 июля 2002 года. При создании СК-95 измерения, выполнения всей сети были совместно уравнены. Это позволило устранить неоднородность в точности элемен-

тов сети ,исправить искажения на стыках сетей 2 класса и полигонов 1 класса ,а также повысить точность взаимного положения пунктов сети в СК-95 может составлять величину 1 :500000.система СК-95 установлена под условием параллельности осями системы координат ПЗ- 90;за отчетную поверхность в СК-95 принят референц-эллипсоид Красовского с параметрами $a=6378245$; $\alpha=1:298,3$. Целисообразность введения СК-95 состоит в повышении точности, оперативность и экономической эффективности решения задач геодезического обеспечения. Переход от СК -42 к СК-95 формулам учитывая $m = a \cdot 15 \cdot 10^{-16}$

В соответствии с положением о координатных системах плоских координатных системах вычисляют в местных системах проекции Гаусса с местными координатными сетками. Система СК-63 получена на основе общегосударственной системы СК-95(1), но сетка сдвинута и развернута и ее следует рассматривать, как местную систему координат. Она была прогрессивной для своего времени, так как основывалась на трехградусных зонах, соответственно, измеренные на физической поверхности величины более соответствовали отображению на математической поверхности. Но вычисление редуционных поправок в этой системе было затруднено в связи с закрытостью перехода от СК- 42 к СК-63.



В России используют две общеземные системы координат Параметры Земли-90 и WGS – 84. (2)

	a	α
СК-42 (СК-95)	6378245	0.0066934216
WGS – 84	6378137	0.0066943800
ПЗ-90	6378136	0.0066946619

В городе Волгограде за начало координат принят шпиль историко-архитектурного здания пожарной каланчи $x=0$, $y=0$.

Система высот местная изменена по отношению к Балтийской на +12,153.Такую систему называют местной системой координат, созданную по принципу СК-63. Эта система обеспечивает возможность работать без редуционных поправок. Они создаются таким образом, что осевой меридиан зон проекции Гаусса–Крюгера проходит через центр города, и выполненные измерения редуцируются на средний уровень города. Выбор начала отсчета местной системы коор

динат для каждого района должен обеспечить максимальное соответствии «старых» значений координат по уже имеющимся землепользователям их «новым» значениям в задаваемой системе.



Рис. 1 Исходные данные координатной системы – Шпиль пожарной каланчи



Рис. 2 Нуль отсчета пробега автотранспорта в федеральные центры

Библиографический список:

1. Перфилов В. Ф. , Скогорева Р.Н. Геодезия.- М.: Архитектура,2008.
2. Бойко Е.Г. Вопросы координатной основы кадастровых работ. М.: Навгеоком,2003.
3. Бойко Е.Г. Системы координат применяемые в геодезии-М.:Геопрофи 6'2004.

УДК 625.77

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДОРОЖНОЙ СЕТИ В ЛЕСОПАРКОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Роменская А.С., Коротков Г.В. (ПСК-1-09)

Научный руководитель – д-р.геог.наук. профессор Анопин В.Н.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Приведены результаты оценки особенностей выполнения инженерно-геодезических работ для создания дорожной сети в лесопарках Волгоградской агломерации.

The results of evaluation of peculiarities of implementation of engineering geodesic works for creation of road network in woodland parks of Volgograd agglomeration are given.

В соответствии со сводом правил по изысканиям для строительства СП11-104-97 инженерно-геодезические изыскания новых трасс линейных сооружений необходимо выполнять по направлениям, установленным на стадии разработки предпроектной документации.

В состав работ для ее составления должны входить:

- анализ топографо-геодезических данных, материалов аэрофотосъемки и имеющиеся результаты всех видов изыскательских работ прошлых лет;
- камеральное трассирование перспективных направлений и полевое обследование выбранных вариантов;
- топографическая съемка территорий вдоль намеченных трасс дорог в лесонасаждениях;
- составление и размножение крупномасштабных топографических планов;
- полевое трассирование (вынос в натуру) с проложением теодолитных и тахеометрических ходов [1].

При полевом обследовании на основе сведений о пересекаемых инженерных сооружениях линейного типа, а также возникших изменениях ситуации в полосе отвода под будущее строительство уточняется намеченное камеральным трассированием положение трассы.

Практически все рекреационные массивные лесонасаждения в окрестностях г. Волгограда являются или искусственными, созданными предприятиями лесного хозяйства Волгоградской области, или естественными балочными лесами и лесами Волго-Ахтубинской поймы земель государственного лесного фонда. Имеющийся на занятую ими территорию картографический материал представлен планшетами и планами лесонасаждений, масштаб которых определяется разрядом выполненного в них лесоустройства. При I-II разрядах он равен 1:10 000, при III разряде — 1:15 000 [2].

Устройство всех пригородных лесов Волгоградской агломерации выполняется по I разряду с использованием топографических карт масштаба 1:10 000. Картографический материал более крупного масштаба практически отсутствует. Поэтому в соответствии с нормативными документами в состав инженерных изысканий для проектирования дорожной сети должна включаться дорогостоящая и очень

трудоемкая в насаждениях топографическая съемка.

Однако, принимая во внимание рекреационное назначение дорожной сети, предусматривающее в лесопарковых насаждениях практическое отсутствие движения грузового транспорта и невысокие скорости легковых автомобилей, мопедов и велосипедов, вполне допустимы менее жесткие требования к проектированию и выполнению строительных работ. Так для рекомендуемых в технической литературе в рекреационных насаждениях прогулочных дорог со щебенчато-набивным покрытием даже не приводятся данные предельных уклонов, ширины проезжей части и т.д.

Исходя из изложенного, вполне целесообразными могут быть менее трудоемкие методы проведения инженерно-геодезических работ. Выполнение камерального трассирования прогулочной дорожной сети в лесопарковых насаждениях Волгоградской агломерации можно проводить с использованием имеющихся в лесхозах планов и планшетов лесонасаждений масштаба

1:10 000 или имеющихся в лесоустроительных предприятиях аэрофотоснимков масштаба 1: 15 000.

Следует также учитывать некоторые особенности выполнения проектных работ в насаждениях. Анализ имеющегося в Ворошиловском лесничестве Волгоградского лесхоза картографического материала показал, что проектирование дорог рекреационного назначения целесообразно проводить не только от существующих дорог с твердым покрытием, но и от созданных в насаждениях и нанесенных на планах лесов и планшетах просек. Это даст возможность при определенном снижении затрат на строительные работы значительно увеличить доступность наиболее аттрактивных участков и видовых точек и существенно повысить рекреационную значимость территории.

При проектировании в лесопарковых насаждениях дорожной сети следует обращать внимание также и на обеспечение возможности последующего рационального создания тропиной сети, которую в отличие от дорожной, можно проектировать на сильно пересеченной местности с уклонами 0,300 – 0,400 и более.

При определении порядка и последовательности и необходимой точности выполнения инженерно-геодезических и разбивочных работ можно исходить из существующей нормативной документации поведения геодезических работ в зеленом строительстве.

Библиографический список:

1. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. Инженерные изыскания для строительства СП11-104-97. М., 1997. 47с.
2. Булгаков Н.П., Рывина Е.М., Федотов Г.А. Прикладная геодезия. М., 1990. 416с.

УДК 528.425.2:625.7/.8

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТ ТОЧЕК ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

ЭЛЕКТРОННЫМ ТАХЕОМЕТРОМ SET 510

Латенко Д.В., Парман М.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Приведены результаты анализа данных полученных электронным тахеометром SET 510, свидетельствующие о получении необходимой точности наблюдения для дорожного строительства при существенном увеличении производительности труда.

The results of data analysis, obtained by means of electronic tacheometer SET 510, indicating about getting necessary accuracy of observation of road construction upon essential increasing productivity of labor are given.

При строительстве автомобильных дорог возникает необходимость в создании высотных геодезических сетей. Для этого применяют методы геометрического и тригонометрического нивелирования. При нивелировании IV класса невязка не должна превышать $20\text{мм}\sqrt{L}$, при техническом нивелировании трассы автомобильной дороги невязка должна быть $50\text{мм}\sqrt{L}$, где L – длина хода в км [1]. Тригонометрическое нивелирование целесообразно выполнять электронным тахеометром [2,3].

Для анализа точности определения высот точек электронным тахеометром SET-510 проведены экспериментальные исследования. Вдоль участка асфальтированной дороги закреплены 11 точек, по которым проложен ход нивелирования IV класса, опирающийся на 2 репера. Невязка хода составила +2 мм. Тахеометр был установлен над точкой 0, отражатель ставился – на точках 1 – 11 (Рис.1). Средняя высота визирного луча составляла 1,5 м. Измерения превышений точек 1 – 5 проводились днем, в солнечную погоду при температуре воздуха + 32°. Было выполнено 10 циклов измерений при одном положении вертикального круга теодолита, превышение точек 6 – 11 определяли вечером при такой же температуре воздуха, при двух положениях круга. Все превышения определены относительно точки 0. В результаты измерений введены поправки за кривизну Земли и рефракцию ($f = 0,43 \times d^2 / R$, где d – горизонтальное расстояние до точек, R – радиус Земли, равный 6371 км). Истинные ошибки вычислены как разности превышений, измеренных тахеометром и в результате геометрического нивелирования. Средние ошибки определены по формуле $t = \pm \frac{[\Delta]}{n}$, где Δ – абсолютные значения ошибок, n – количество циклов измерений. Результаты приведены в таблице 1.

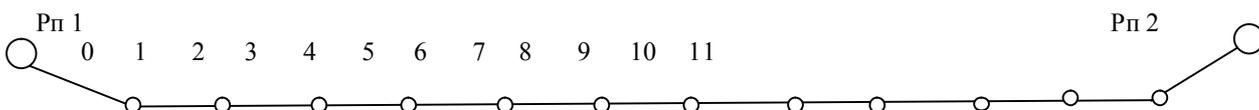


Рис. 1 Схема расположения точек наблюдений.

Ошибки определения высот точек тахеометром SET 510

Таблица 1

№ точек	Расстояния, м	Истинные ошибки Δ в циклах, мм										Средние ошибки t , мм
		11	22	33	44	45	56	67	78	89	10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0												
1	91	-11	+39	+39	+29	+39	+39	+39	+39	+39	+49	$\pm 40,1$
2	182	-39	+31	+21	+31	+21	+31	+31	+21	+11	+31	$\pm 26,8$
3	272	-40	+30	+20	+30	+20	+20	+10	0	+20	+10	$\pm 20,0$
4	370	-22	+8	-2	-22	-12	-22	-2	-12	-12	-22	$\pm 13,6$
5	473	-3	-33	-33	-23	-33	-33	-13	-43	-63	-73	$\pm 31,7$
6	542	-14	+36	-	+21							$\pm 23,7$
7	633	+47	+7	+32	+22							$\pm 27,0$
8	694	+4	+30	+14	+24							$\pm 18,0$
9	793	+7	+22	+27	+27							$\pm 20,8$
10	904	-9	-9	-9	-9							$\pm 11,5$
11	1010	+7	+27	+27	+42							$\pm 33,2$

Анализ данных таблицы свидетельствует, что измерения для определения высот точек необходимо выполнять при двух положениях вертикального круга тахеометра. При этом средние ошибки в определении высоты, полученные из четырех приемов близки к ошибкам технического нивелирования.

Таким образом, применение электронного тахеометра *SET 510* при решении массовых задач дорожного строительства существенно увеличивает производительность труда, обеспечивая достаточную точность определения высот точек.

Библиографический список:

1. Инженерная геодезия: Учебник/Г.А. Федотов. – 5-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009.
2. Электронные тахеометры SET (Sokkia). Сер. 10. Геоотыскания: руководство по эксплуатации. М., 2002.
3. Порядок работы с электронным тахеометром Sokkia SET-510: справочное руководство ЗАО «Инженерная геодезия». Ростов н/Дон, 2007.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 656.081

АНАЛИЗ АВАРИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Хвалько О.Ю. (М5-СТЗС)

Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор Овчинников И.Г.
Саратовский государственный технический университет

В тексте рассматривается классификация аварий. Проанализированы причины возникновения аварийных ситуаций. Рассмотрены виды испытаний конструкций. Изложены способы предупреждения наступления аварийных ситуаций.

The text considers accident classification. Accident reasons were analyzed. Types of test structures are examined. Prevent methods of accident occasions are described.

Существует множество подходов к составлению классификации аварий, и у разных авторов они различные.

Технические причины катастроф делятся также на три группы:

- потеря устойчивости
- дефекты основания
- неудовлетворительное производство работ

Аварии и крушения разделены на четыре группы:

- вызванные дефектами, связанными с ошибками проектирования;
- вызванные дефектами, возникшими в процессе производства работ;
- вызванные дефектами, связанными с эксплуатацией;
- вызванные недостаточно изученными условиями работы и свойствами применяемых материалов.

Определенный интерес представляет классификация аварий по следующим признакам:

- по отраслям промышленности, т. е. по строительным объектам;
- по типу конструкций;
- по типу сопряжений;
- по причинам возникновения и характеру повреждений;
- по величине деформаций и разрушений.

Анализ большого числа аварий и аварийных состояний конструкций позволяет прийти к выводу, что большинство их происходит в результате снеговой перегрузки, на которую при эксплуатации сооружений не обращают должного внимания.

За редким исключением, нет почти ни одной аварии, ни одного крушения, в которых не имела бы места потеря устойчивости отдельными элементами или всей конструкцией. Потеря устойчивости может быть общая или местная. Опасность аварии от потери устойчивости особенно велика потому, что потеря устойчивости может наступить внезапно.

Потеря общей или местной устойчивости сжатыми элементами очень часто происходит из-за отсутствия надлежащей развязки сжатых поясов как при монтаже, так и в период эксплуатации и несвоевременной постановки постоянных и временных связей жесткости, а также при наличии в конструкции случайно изогнутых стержней, например при использовании, как это иногда бывает, верхнего пояса ферм для подъема грузов или же при применении в стержневых конструкциях уголкового профиля малых размеров, которые при транспортировке и монтаже получают искривления, вмятины и ряд других дефектов.

После аварий, вызванных потерей устойчивости, аварии в результате хрупкого разрушения занимают, пожалуй, первое место.

Особенно неблагоприятно на конструкцию влияет наличие концентраторов

напряжений — отверстий, прорезей, трещин, подрезов, расположенных в местах и на участках с высокими местными напряжениями и ориентированных поперек направления действующих растягивающих напряжений.

В конструкциях, работающих под давлением, нежелательно наличие концентраторов напряжений в виде отверстий, лазов, приварки различных деталей для крепления вспомогательных элементов.

При монтаже особенно точно нужно соблюдать очередность выполнения работ: не допускать укладки железобетонных плит по фермам или в подвесном потолке до окончательной выверки смонтированных металлических конструкций. В зимнее время надо принимать меры предосторожности против хрупких поломок стали (главным образом косынок), не допускать динамических воздействий на конструкции.

Немаловажным обстоятельством является расчет. Особенно тщательно необходимо проверить прочность и устойчивость конструкции в целом и в отдельных ее элементах в период монтажа и строповки.

Если дефектные конструкции в целом вызывают сомнение в своей прочности, а на основании только лабораторных испытаний материала, сварных швов и других исследований нельзя решить вопрос об их дальнейшей работоспособности, то в целях выявления фактической прочности и надежности желательно провести натурные испытания целой конструкции или нескольких из них. Испытание делается непосредственно на месте в самом сооружении. По результатам испытаний производится количественная оценка действительной (натурной) надежности конструкции.

Натурные испытания в зависимости от поставленной цели могут производиться любой из частей.

В общем случае испытание конструкций может быть выполнено в следующих целях:

производственной — проверка несущей способности и деформативности вновь построенных крупных инженерных сооружений и таких конструкций, надежность которых не подтверждена практикой; сюда относится и испытание конструкций после их усиления, реконструкции и восстановления;

диагностической — проверка конструкций с теми или иными обнаруженными в них дефектами, а также конструкций, надежность которых вызывает сомнения или в случае необходимости увеличения эксплуатационной нагрузки;

научно-исследовательской — проверка конструкций с целью выяснения или уточнения вопросов, предусмотренных программой испытания.

Испытания поврежденных конструкций в большинстве случаев должны производиться в сооружениях без остановки производственного процесса. Наиболее желательно определять несущую способность конструкций без их нагружения.

Составляется полная паспортизация всех конструкций, в которую входят: результаты технического осмотра всех несущих и ограждающих конструкций с конкретными замечаниями об их состоянии, а при детальном осмотре — с сопостав-

лением ведомостей дефектов; данные нивелировки с обработкой результатов и вычерчиванием графиков; отчеты по обследованию несущих конструкций; результаты лабораторных механических и химических анализов.

Результаты поверочных расчетов должны приводить в систему и подтверждать все необходимые данные об аварии, которые были получены в процессе ее расследования.

Теоретической основой для изучения аварий и их предотвращений должна быть зарождающаяся в современной строительной науке теория надежности.

Важнейшими направлениями обеспечения промышленной безопасности зданий и сооружений на опасных производственных объектах являются нормативно-техническое обеспечение безопасной эксплуатации ЗИС и организационно-технические вопросы мониторинга их технического состояния.

Анализ риска и причин аварий промышленных зданий и сооружений (ЗИС) показывает, что:

- аварии, как правило, происходят на опасных производственных объектах (ОПО), не подвергавшихся обследованию технического состояния (ОТС) и экспертизе промышленной безопасности (ЭПБ);

- аварии, как правило, происходят на ОПО при несоблюдении сроков очередной ЭПБ;

- аварийное разрушение возможно на любой стадии жизненного цикла ОПО;

- обследование технического состояния и экспертиза промышленной безопасности на ОПО имеет периодический характер при отсутствии постоянного мониторинга технического состояния конструкций, ответственных за несущую способность здания или сооружения в целом;

- из-за нарушения норм эксплуатации возможны аварии в период между очередными ОТС и ЭПБ.

В связи с этим в настоящее время возникла острая необходимость осуществить возможность следить за техническим состоянием ЗИС в режиме реального времени.

УДК 625.768.5:330.15

**ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТРАБОТАВШИМИ
ГАЗАМИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВЫ
ПРОТИВОГОЛОЛЁДНЫМИ РЕАГЕНТАМИ НА СОСТОЯНИЕ ГОРОДСКИХ
ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

Смолянский Е.С. (ЭУН-1-07), Курин В.П., Захарова Е.С., Рябов Н.Н. (ОБД-1-07)

Научный руководитель – канд.техн.наук, доцент Балакин В.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Раскрывается многостороннее негативное воздействие противогололёдных реагентов, отработавших газов и тяжёлых металлов, содержащихся в выбросах автомобилей, на городские зелёные насаждения.

Multilateral negative influence of antigollednyh reagents, the fulfilled gases and the heavy metals containing in emissions of cars, on city green plantings reveals.

Зимний период является наиболее неблагоприятным временем года, с точки зрения эксплуатации автомобильного транспорта. При появлении на автомобильных дорогах скользкости резко снижается сцепление колёс с покрытием проезжей части и падают скорости движения. Параллельно с этим повышается аварийность.

В целях предупреждения указанных явлений дорожно-эксплуатационные службы применяют различные способы обработки дорожных покрытий. Чаще всего используют противогололёдные химические материалы – хлориды, нитраты и фосфаты. При использовании пескосоляной смеси скорость движения транспорта повышается на 9–11 км/ч. А при полном расплавлении льда с помощью хлоридов скорость движения увеличивается на 15,5–21,5 км/ч [1].

Однако, используя способность солей расплавлять лёд и снег, нельзя не учитывать их вредное воздействие на природную среду, особенно в условиях города. Противогололёдные химические материалы загрязняют городские почвы, проникают в грунтовые воды, угнетают растительность. Кроме этого, они отрицательно воздействуют на городские дорожно-транспортные сооружения и транспортные средства, вызывая их коррозию.

Но, если разрушительное воздействие солей на элементы транспортной системы города значительно растянуто во времени, то наносимый ими экологический ущерб очевиден. Своеобразным индикатором уровня негативного воздействия противогололёдных реагентов в сочетании с выбросами автомобилей на городские экосистемы является состояние уличного озеленения.

В последние годы в результате резкого роста парка автомобилей и повышения интенсивности движения в городах, особенно в их центральной части, усилился процесс массового усыхания и гибели зелёных насаждений на автомагистралях, в скверах, бульварах и дворовых территориях. Специалисты по озеленению городов считают, что причиной их ослабления и гибели (неравномерное распускание листьев, постепенная гибель ветвей в кронах деревьев, плохой рост деревьев, более раннее пожелтение и опадание листьев осенью и др.) является использование для обработки поверхности городских дорог и улиц в зимний период поваренной соли [2].

Появление внешних признаков ослабления и усыхания деревьев у растений, расположенных в непосредственной близости от края проезжей части автомобильных магистралей, и отсутствие их у деревьев и насаждений уже на расстоянии 10–15 метров от дорог подтверждают это предположение. Например, в полосе национального парка «Лосиный остров», прилегающей к МКАД, наблюдается прогрессирующее ухудшение состояния растительности, сопровождающееся её усыханием и гибелью деревьев, причём санитарное состояние насаждений напрямую зависит от их удалённости от автомагистрали [3].

Соль аккумулируется в почве под кронами деревьев и в процессе таяния снега вызывает её постепенное засоление. Содержание ионов натрия в городской почве превышает фоновые значения в десятки раз даже в летний период, когда почва должна промываться дождевыми водами [4]. В мегаполисах концентрация хлори-

стого натрия в снеговой воде в десятиметровой зоне вдоль дорог достигает 1300–1900 мг/л., в то время, как на фоновых участках содержание этого вещества в снеговой воде не превышает 1–2 мг/л [3].

Повышение концентраций солей в почве вызывает увеличение осмотического потенциала водного раствора, что затрудняет поглощение растениями воды. Хлориды, сульфаты и карбонаты вызывают изменения растворимости и доступности для растений многих важных макро- и микроэлементов, что вызывает ухудшение минерального питания растений. Засоление нарушает в почве деятельность полезной микрофлоры, что также отражается на режиме питания растений [2].

Масштабы распространения засоления вдоль дорог определяются характером разноса солей. По данным обследования снегового покрова установлено, что зона влияния автомобильных дорог распространяется от 3 до 150–200 м в зависимости от конкретных ландшафтных условий (открытое пространство, наличие зданий или древесно-кустарниковых насаждений) [3,5].

Вторая причина ослабления деревьев – высокая степень загрязнения атмосферного воздуха в городе и, в особенности, на крупных автомагистралях. Установлено, что под влиянием газообразных примесей в городской атмосфере происходит смещение начальных фаз развития у деревьев: набухание почек сдвигается на 7–12 дней, а развёртывание листьев и полное облиствение запаздывает на 7–12 дней. Замедляется также рост побегов и листьев [2].

Под влиянием отработавших газов автомобилей в несколько раз уменьшается длина молодых побегов. Пожелтение и опадание листьев наступает гораздо раньше обычных сроков из-за накопления в листьях токсических веществ.

Однако растительность города испытывает отрицательное воздействие не отдельных чистых газов и хлоридов, а суммы или «букета» загрязнителей, который включает еще и тяжелые металлы. Кроме того, автомобильный транспорт поднимает в воздух пылевые частицы, образующиеся при эрозии почв и в результате износа автомобильных шин.

Коломенским Е.Н. и соавт. [6] установлена чёткая корреляция между уровнями загазованности и запылённости города и состоянием растительности. Загрязнение атмосферы за счёт продуктов сгорания автомобильных двигателей и истирания составных частей машин приводит к понижению биологической устойчивости и накоплению в тканях растений загрязняющих веществ. Причём, степень поражения растительности увеличивается при приближении их к автомагистралям и железным дорогам, вдоль которых образуются линейные ареалы воздушного загрязнения.

Кроме этого, установлено, что по мере приближения к центру, расширяется спектр загрязнителей и значительно возрастают суммарные показатели концентраций в почве и растениях молибдена, олова, свинца, хрома, железа, серебра и др.

Однако, вместе с общим обогащением городских растений микроэлементами, наблюдается снижение в них по направлению к центру содержания такого важного для растений химического элемента, как марганец (в 70–80 раз относительно

фона). Кроме марганца городские деревья испытывают дефицит бария и никеля (липа, берёза, клён остролистный), кобальта (берёза, тополь) и др.

Обеднение городских насаждений биофильными элементами при одновременном обогащении элементами, наиболее характерными для атмосферных загрязнений, приводит к нарушениям в питании растений. Исследования, выполненные на улицах и в лесопарковой зоне Москвы [7], показали, что наиболее интенсивно нарушается природное соотношение элементов и, следовательно, баланс элементов питания в центральной и срединной зонах города у липы, клёна ясенелистного и тополя. Здесь снижение содержания марганца относительно содержания меди, свинца и железа проявляется в наибольшей степени.

Суммарное негативное воздействие всех ингредиентов в воздухе и почве является более значительным для роста, развития и состояния растений. А вместе с дефицитом влаги в городских условиях на примагистральных территориях формируется комплекс экстремальных воздействий, испытываемый растительностью в течение всего года, что усиливает суммарный эффект негативного воздействия и ведёт к ускорению нарушения и повреждению растений.

Деревья в парках, как правило, ниже, чем в лесу, а на улицах при их посадке в клумбы – ниже, чем в парках. У городского дерева и более редкая крона, мельче листья и меньшее количество хлоропластов – основных «рабочих единиц», производящих фотосинтез.

Неудовлетворительные условия, складывающиеся на городских дорогах и улицах, сказываются на продолжительности жизни древесно-кустарниковых насаждений. Например, если в подмосковных лесах липа доживает до 300–400 лет, а ясень – до 250–300 лет, то в московских парках – соответственно до 125–150 и 60–80, а на улицах всего до 50–80 и 40–50 лет.

При постоянном многолетнем воздействии вредных газов в высоких концентрациях хвойные породы обрекаются на гибель в течение 10 – 15 лет, а лиственные – на постепенное угнетение роста, усыхание ветвей в кронах и повреждение листьев. Подобная картина изменения состояния древесных пород наблюдается в Москве на магистралях с интенсивным движением автомобильного транспорта, причём в последнее время в связи с ростом парка машин процессы повреждения и усыхания зелёных насаждений усилились и ещё больше распространились [2].

Таким образом, результаты многочисленных исследований специалистов-озеленителей, дендрологов и физиологов растений позволяют выделить в качестве основной причины ослабления и гибели зелёных насаждений, кроме загрязнения воздуха и почвы отработавшими газами и тяжёлыми металлами, засоление почвы противогололёдными реагентами и, особенно, хлоридами, сульфатами и другими солями. Поэтому необходимо ограничить применение химических реагентов для обработки дорожных покрытий и использовать более совершенные, экологически безопасные технологии при зимнем содержании городских дорог.

Библиографический список:

1. Звонов Ю.Б. Выбор методов борьбы с зимней скользкостью автомобильных дорог в це-

лях повышения безопасности движения автомашин: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1989. – 22 с.

2. Кочарян К.С. Эколого-лесоводственные основы зелёного строительства в крупных городах Центральной части России (на примере г.Москвы): Дис. ... докт. сельскохоз. наук. М., 1999, 395 с.

3. Систер В.Г. Экологическое состояние городских территорий. Ч.3. Загрязнение почвы городов. Чист. город. 2003, №4, с.19–25.

4. Состояние растительного и животного мира Москвы и ЛПЗП. Экол. вестн. Москвы, 1999, №4, с.80–124.

5. Капелькина Л.П., Бакина Л.Г., Бардина Т.В. Экологическое состояние почв озеленённых транспортных магистралей Санкт-Петербурга. Экология большого города: Альманах, вып.5. Проблемы содержания зелёных насаждений в условиях Москвы. М.: Группа «СТАГИТИТ». 2004, с.91–96.

6. Коломенский Е.Н., Барабашкина Т.А., Ахтямова Г.Г. Комплексный анализ техногенной трансформации геоэкологических условий Москвы на основе метода корреляционных полей. Техногенная трансформация геологической среды: Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Уральской гос.горно-геол.акад., Екатеринбург, 17–19 дек., 2002. Екатеринбург: АМБ. 2002, с.203–204.

7. Малина В.П., Шленская Н.М. Тяжёлые металлы в атмосферном воздухе и их влияние на зелёные насаждения в городских условиях. Хранение и перераб. сельхозсырья.–1999, №11, с.55–56.

УДК 504

ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ ГОРОДА

Иванова Ю.П.

Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор Полковников Ю.Ф.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Представлены результаты комплексных исследований взаимодействия техносферы и дорожно-транспортной сети, газозащитных зеленых зон современного мегаполиса Волгограда. Рассмотрены проблемы реконструкции исторических центров экополисов.

There are presented results of complex researches of interaction of the technosphere and traffic network, fumes safety of green zones of the modern megacity of Volgograd. Problems of reconstruction of the historical centres of ecopolice are considered.

Всемирная автомобилизация к началу XXI века дошла и до российских экополисов и мегаполисов. Их дорожно-транспортные системы перегружены и атмосферный воздух на магистралях и в селитебной зоне дав но не соответствует нормативным требованиям. Например, воздух мегаполиса Волгограда сегодня содержит до 20 компонентов опасных и вредных веществ, что обеспечило ему включение в десятку городов с критической экологической ситуацией. В этом списке уже более восьмидесяти крупных городов России. Сложившуюся ситуацию надо срочно выправлять, зеленая экология должна доминировать в любой градостроительной среде и тем более в исторических центрах мегаполисов.

Исторический центр Волгограда - города Всемирной боевой и трудовой Славы - это два километра проспекта В.И. Ленина от Предместной до площади В.И.

Ленина с прекрасно задуманным бульваром из пяти скверов, окруженным красивыми жилыми и общественными зданиями. Но жить в этом минираю сегодня практически невозможно. Загазованность атмосферы превышает 35 мг/м^3 воздуха, акустический транспортный шум достигает 75-85 дБ. Теперь жильцы эпицентра города-красавца не пользуются прекрасными балконами, не открывают окон, покрытых слоем сажи. В скверах давно не поют птицы, не отдыхают горожане и гости – это просто широкая разделительная полоса современного проспекта, где более 10-ти лет идет вульгарный эксперимент по ежегодно му опиливанию многолетних деревьев на высоту до трех метров. Доказано, что любое дерево начинает эффективно работать по поглощению автомобильных выхлопов только с высоты 10-ти метров с развитой кроной, но все тщетно.

Мегаполис Волгоград уникальный город с линейной планировкой вдоль р. Волги на 85 км. и шириной до 15 км. и более 50% застройки частный сектор. Дорожно-транспортная сеть весьма разветвленная, запутанная и маршруты междугородных перевозок проходят практически через центр города. Как и для всякого мегаполиса для Волгограда весьма актуальная, безотлагательная задача проведения комплексных исследований экологической безопасности, разработка карты-схемы экспериментов по определению концентраций оксида углерода с выделением пунктов мониторинга пара метров – приоритет XXI века. Такая карта-схема разработана в Волгоградском государственном архитектурно-строительном университете (ВолГАСУ) при творческом участии авторов и представлена на Рис. 1.



Теоретически рассчитано и экспериментально доказано, что более полную картину состояния техносферы, уровень экологической безопасности в мегаполисе Волгограда обеспечат одновременные технические измерения (суточные) ее параметров в 50-60 точках, поэтому эксперименты проведены в 2007-2008 годах по

95 пунктам наблюдения. Технические измерения параметров техносферы проводились с трехкратной повторностью согласно расчета надежности экспериментов специально обученной бригадой исследователей. По экспериментальным данным построены графики загазованности дорожно-транспортной сети по районам мегаполиса Волгограда и выведена линия регрессии в поле корреляции экологической безопасности. Графические зависимости экологической напряженности в техносфере Волгограда представлены на Рис. 2. Отсюда видно, что пик экологической напряженности формируется в центральном районе города, как естественной доминанте двух промышленных зон: северной и южной.

Загазованность транспортной сети в южном направлении наибольшая в течение суток, т.к. здесь сконцентрированы гиганты химической и нефтеперерабатывающей промышленности. Аналогичный всплеск экологической напряженности характерен в границах Краснооктябрьского

и Тракторозаводского районов, где дорожно-транспортная сеть испытывает постоянное экологическое давление от гигантов металлургии и производства алюминия.

Алгоритмизация моделей техносферы, газозащитных зеленых зон магистралей города (программа «Магистраль-город», программа для проектирования газозащитных зеленых зон в зависимости от уровня загрязнения городских улиц оксидом углерода) на базе многолетнего экспериментального материала [1,2] позволили оптимизировать параметры воздушного бассейна для целей проектирования и создания новых объектов экономики Волгограда. Разработанные нами рекомендации позволяют снизить экологическую напряженность мегаполиса в среднем на 15-25%.

Скверы бульвара исторической части мегаполиса Волгограда сформированы в 50-х годах прошлого столетия, а поэтому во многом имеют случайную растительность, высаженную по принципу «из того, что было». Насущная необходимость генеральной реконструкции зеленой экологии и транспортной сети эпицентра Волгограда – объективная реальность [3, 4].

Генеральная реконструкция исторической части бульвара проспекта имени В.И. Ленина в Волгограде началась в 2007 году, но выполняется в незначительных объемах. С учетом предложений и разработок авторов уже реализован ряд конкретных мероприятий:

- в скверах бульвара асфальт заменен на многоцветную бетонную плитку;
- идет плановый капитальный ремонт зеленых насаждений, но нет достаточной научной базы;
- территория скверов засажена качественной газонной травой, восстановлены цветочные клумбы;
- демонтирован мощный чугунный забор;

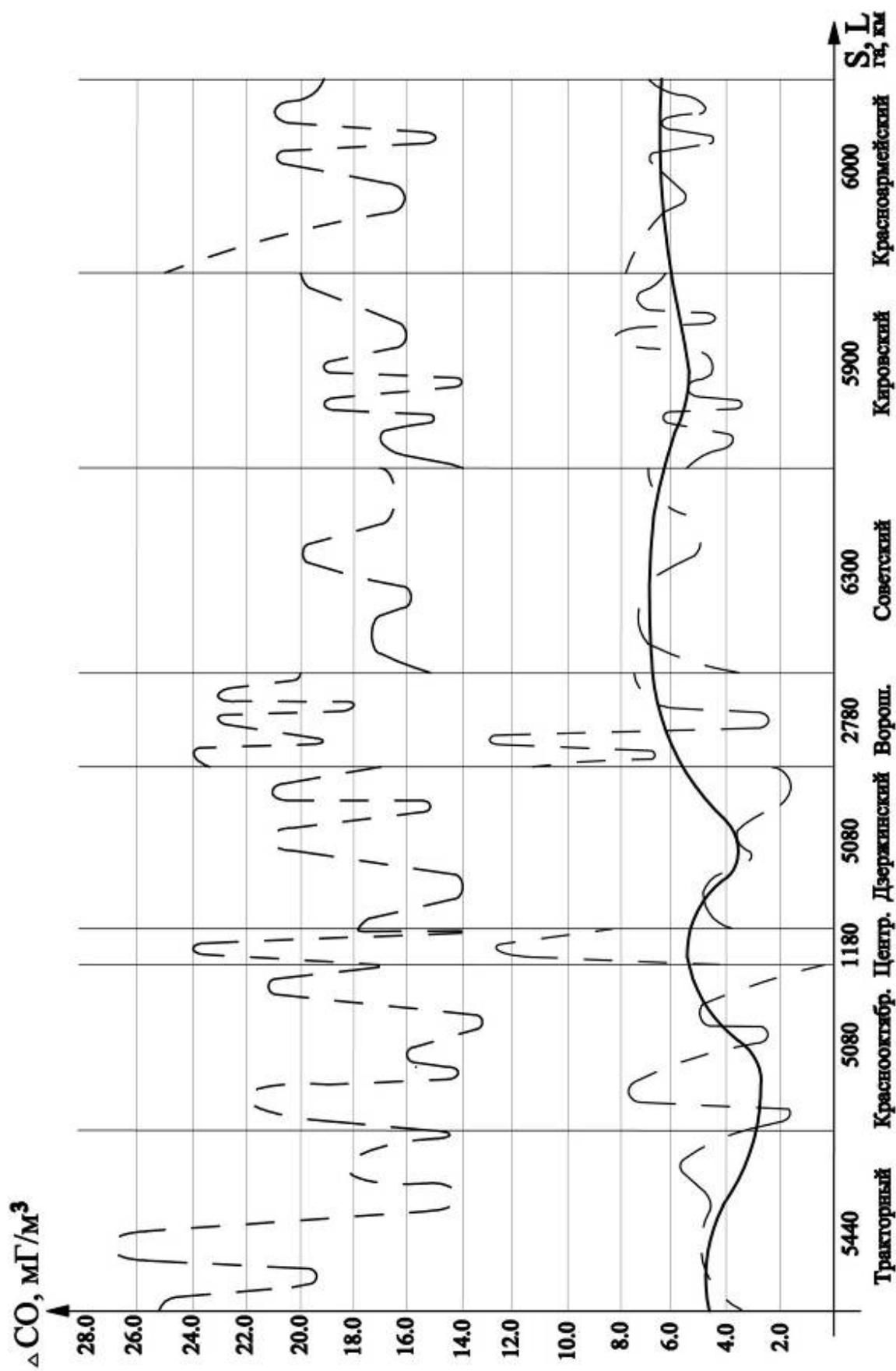


Рис. 2. График экологической напряженности в техносфере и дорожно-транспортной сети г. Волгограда

- завершены дорожно-строительные работы по ликвидации тротуаров по всему внешнему периметру бульвара.

По нашему убеждению, мнению специалистов для реализации проекта Генеральной реконструкции исторической части мегаполиса Волгограда необходимо осуществить следующие принципиальные новации:

- в первой зоне реконструкции сквер М.Агашиной трансформируется в микрооазис для отдыха детей дошкольного возраста с родственниками и престарелых граждан и сквер не подвергается кардинальной перестройке;

- в первой зоне реконструкции в сквере между Администрациями города и области (от ул. Ленина до Аллее Героев) организуется автостоянка служебных машин с полным исключением экологического вреда;

- в первой зоне реконструкции на ул. Володарского строится подземный пешеходный переход с выходом в сквер администраций (к автостоянке служебных машин);

- во второй зоне реконструкции на Аллее Героев под проспектом В.И.Ленина строится современный широкий подземный пешеходный переход с лавками цветов, сувенирами, продукцией народных промыслов, автоматами безалкогольных напитков и мороженого, комфортабельными туалетами;

- в третьей зоне реконструкции осуществляется кардинальная перестройка: закрывается (ликвидируется) пешеходно-транспортная развязка (перекресток), образуются длинный сквер от Аллеи Героев до ул. Порт-Саида; в зоне ул. Комсомольской возможна установка памятника В.И. Ленину (перенос от администрации области);

- в четвертой зоне реконструкции перестройку не производят, но реализуется оптимизация экологической напряженности сквера от ул. Порт-Саида до ул. Гагарина, производится капитальный ремонт всей газозащитной зеленой зоны и рекреаций отдыха жителей и гостей Города Героя;

- в пятой зоне реконструкции университетского сквера строится подземный пешеходный переход под пр. В.И.Ленина с выходами в зону отдыха студентов и горожан вокруг фонтана; над этой площадкой устраивается теневой навес, устанавливаются автоматы безалкогольных напитков, мороженого и др.;

- на последнем этапе реконструкции бульвара строятся подземные переходы на улицах Гагарина и 13 Гвадейской дивизии.

Доминантной идеей генеральной реконструкции эпицентра Волгограда является полное разделение транспортных и пешеходных потоков, создание максимальных удобств горожанам и гостям Города Героя, усиление на них эмоционального воздействия современных архитектурных решений. Въезд в центр города из Аэропорта, с Московской трассы и большинства районов города и Волгоградской области в перспективе невозможно организовать через невероятно нагруженный, аварийно-травмоопасный перекресток ул. Комсомольской. По нашему мнению здесь может быть только двухрядный поворот на право к Аллее Героев и Администрациям. Такое решение и анализ дорожно-транспортных происшествий (обзор информации ГАИ БДД за последние 5 лет) являются достаточным основанием для

ликвидации опасного перекрестка с одновременным созданием новой зоны отдыха.

Эколого-эстетическая, ландшафтная реконструкция эпицентра мегаполиса Волгограда предполагает капитальный ремонт всех зеленых насаждений его скверов. Исследованиями ученых дендрологов, нашими экспериментами определено какие должны культивироваться и расти на улицах, магистралях и дорогах экополисов деревья, кустарники и даже травяной покров. В настоящем исследовании определены и критерии, характеристики газозащитных зеленых зон мегаполисов.

Исходя из классической схемы организации и безопасности движения вокруг бульвара исторического центра Волгограда, здесь должно быть минимальное число перекрестков, т.е. зон контактов транспортных и пешеходных потоков. В связи с генеральной реконструкцией бульвара демонтирован массивный литой чугунный забор (гранитные блоки ограждения сохранены) и сразу появились тропинки пешеходов любителей ходить покороче. С ними развернули борьбу штрафами, что вряд ли приведет к успеху. Наши исследования подтверждают, что простое и не самое дорогое эффективное решение данной проблемы имеется. Следует изготовить и установить на гранитные блоки (по периметру бульвара) железобетонные ящики для цветов поглощающих углекислоту (выхлопные газы автомобилей). Наружная стенка каждого цветочного ящика имеет объемную символику Сталинградской битвы и пропаганду мирных свершений Города-Героя. Внутренние стенки (обращенные в сквер) ящиков должны иметь шумогасящие экраны, покрытия, хорошо работающие на защиту от транспортного шума. На дне этих ящиков предусмотреть перфорированные трубы для капельного полива.

Не вызывает сомнений утверждение, что в зоне полупустынь (Нижневолжский регион) без регулярного полива растет только саксаул и конечно же бульвар эпицентра города-красавца давно должен иметь централизованный, регулируемый поливочный водопровод с оборотным водоснабжением (независимый от напора в центральном водопроводе), а не аварийный струями поливомоечных машин.

Защиту жилых домов на проспекте В.И. Ленина от вредных выбросов, прежде всего, осуществляет зеленая зона скверов бульвара. Здесь идет вяло текущая реконструкция старых деревьев, появляются молодые, но почему-то третьим рядом – так через 10 лет мы получим вместо регулярных ухоженных посадок подобие перелесков, зон для правонарушений. В масштабе генеральной реконструкции бульвара в исторической части мегаполиса Волгограда особенно следует позаботиться о выборе зеленых насаждений для плановой замены и подсадки центральной части скверов являющихся непосредственной зоной отдыха населения. Здесь не только украшением, но и тенью зонтами над лавочками должны стать толстоствольные плакучие ивы, а между ними береза белоствольная, ясень, рябина красная и черноплодная, калина красная, шиповник, и все разновидности хвойных пород деревьев и кустарников.

Кардинальное снижение напряженности транспортных потоков в эпицентре Волгограда, а значит и экологической безопасности достигается перестройкой (ликвидацией) тротуаров (ширина 1,2м.) по периметру бульвара (всех скверов).

При этом образуется дополнительная полоса движения автомобилей на проезжей части в обоих направлениях проспекта (до 12м., при 4-х рядном движении). Очевидно, что, наконец, для бесчисленных маршрутных такси появится действительно выделенный первый ряд, а автотранспортные потоки (особенно легкового транспорта) станет возможным равномерно распределить светофорами и дорожными знаками по улицам: Коммунистической, Мира, Советской, и вновь создаваемой на набережной Рокадой (нулевой проспект). С учетом наших исследований и разработок по расширению проезжей части проспекта В.И. Ленина осенью 2008 года начались работы по ликвидации тротуаров вдоль скверов бульвара.



Таким образом, комплексное экологическое решение исторически сложившейся архитектоники мегаполисов возможно и частично реализовано на примере Волгограда. Бульвары, скверы, газозащитные зеленые зоны транспортных сетей современных мегаполисов должны иметь научно-обоснованный дендрологический состав и централизованную систему полива и ухода за растениями. Транспортные пешеходные потоки следует максимально разделять, подземные переходы не роскошь, а необходимость и на этом не следует экономить средства.

Библиографический список:

1. Растяпина О.В. Совершенствование методов проектирования городских газозащитных зеленых зон от выбросов автотранспорта. Дис. канд. техн. наук. —Волгоград, 2003. 150с.
2. Программа «Магистраль – город» Версия 2.2. Фирма «Интеграл» СП-б 1999. 34с.
3. «Комплексная транспортная схема г. Волгограда на период 2007-2025 года» н/т отчет. Волгоград: ВолгГАСУ-ИТС, 2007, 153с.
4. В.С. Новиков, С.А. Голев, Ю.П. Иванова, Ю.Ф. Полковников «Технические решения организации пространства скверов бульвара проспекта В.И. Ленина исторической части г. Волгограда», Матер. Международной н/т. конф. « Инновационные организационно-технологические ресурсы для Развития строительства доступного и комфортного жилья в Волгоградской области». Волгоград: ВолгГАСУ, Адм. Волг. обл., 2008 с. 53-55 .

УДК 656.13:502

ВОЗДЕЙСТВИЕ ШУМА ОТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ЖИЛУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА

Пахомова А.Ф. (ГСХ-1-05), Смалковская К.С., Пономарёва Е.С. (АДб-1-07)
Научный руководитель – ст. препод. Сапожкова Н.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Анализ воздействия шума от автомобильного транспорта на жилую среду и человека в г. Волгограде и прогнозирование роста негативного воздействия шума при увеличении количества автомобилей. Мероприятия по снижению уровня шума.

Analysis of environmental effect of road traffic noise on the inhabitants of Volgograd and evaluation of the future increase of its negative effect with growing traffic rate. Measures for lowering the noise level.

На сегодняшний день автомобильный транспорт является одним из важнейших компонентов общественного и экономического развития любой города, так как услуги транспорта играют важную роль в экономике города и повседневной жизни людей, значительно облегчая ее. Но кроме положительных моментов, автомобильный транспорт оказывает серьезное негативное влияние на человека и окружающую среду, поглощая значительное количество ресурсов. В некоторых случаях доля суммарных загрязнений от автомобильного транспорта достигает более 50% среди всех техногенных источников.

Доказано, что автомобильный транспорт оказывает негативное воздействие на воздушный бассейн, почву прилегающих к проезжей части территорий, а также водную среду, изменяя их химические и физические свойства. Негативные воздействия от автомобильного транспорта представляют значительную опасность для всех участников движения: водителей, пассажиров и пешеходов, а также для населения, проживающего в непосредственной близости от улично-дорожной сети (УДС) [1].

Анализ статистических данных ГИБДД по г. Волгограду с 2004г. по 2009г., показал, что в Волгограде наблюдается рост автомобильного парка (рис. 1) и общее количество транспорта за рассматриваемый период возросло на 45%. Кроме того, предположительно к концу 2010г. количество автотранспорта увеличится ориентировочно на 5% (по сравнению с 2009г.), а к 2025г. - на 35% [2]. Согласно данной статистики, возрастет и процент негативного воздействия от него.

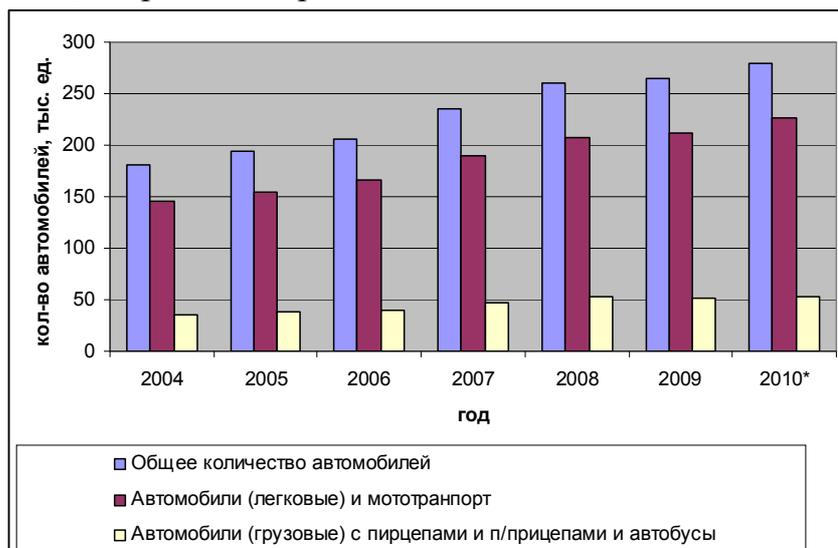


Рис.1 Статистика количества автомобильного транспорта в г. Волгограде

* В 2010 году представлены предполагаемые значения количества автотранспортных средств

При всей важности транспортно-дорожного комплекса как неотъемлемого элемента экономики, необходимо учитывать его весьма значительное негативное воздействие на природные экологические системы и предпринимать соответствующие меры.

Одним из основных загрязнений окружающей среды является шум, а наиболее массовым источником акустического загрязнения городских территорий является автомобильный транспорт. Так как автомобиль является движущимся источником акустического загрязнения и широко встречающимся в жилых районах и зонах отдыха.

Доказано, что шум негативно воздействует на человеческий организм, а именно, в большей степени влияет на органы слуха, нервную систему человека, резко снижая работоспособность, повышая утомляемость и раздражительность людей. Кроме того, шум воздействует на сердечнососудистую систему, а в некоторых случаях может быть даже причиной желудочно-кишечных расстройств [1].

Шум транспортных потоков складывается из шума отдельных транспортных единиц – легковых и грузовых автомобилей, автобусов и т.д. и зависит от интенсивности и скорости движения, состава в потоке тех или иных типов автомобилей, продольного уклона проезжей части, типа дорожного покрытия и характера застройки вблизи транспортной магистрали. Характерной особенностью шума, создаваемого транспортными потоками, являются резкие колебания его уровня, обусловленные неоднородностью потока транспортных средств и изменением режима их движения (трогание с места, разгон, движение, торможение). Уровни звука в процессе дорожного движения изменяются быстро и значительно [3].

Проведен анализ участка УДС г. Волгограда, на котором произведены замеры уровня шума на примагистральных территориях на расстоянии равным 7,5 м от оси первой полосы движения транспортных средств [4]. Замеры проводились в апреле 2010 г. в часы пик с помощью шумомера «CENTER 325» см. рис. 2.



Рис. 2 Замеры эквивалентного уровня шума от автотранспорта на УДС г. Волгограда с помощью шумомера

Полученные результаты обработаны и сведены в таблицу 1. Для сравнения и

выявления динамики изменения загрязнений окружающей среды, представлены данные, по акустическому загрязнению, полученные в 2004г. на тех же участках УДС г. Волгограда.

Таблица 1

Результаты натуральных измерений уровня шума на УДС г. Волгограда

Название улиц	Интенсивность авт./ч.		Значение эквивалентного уровня шума, дБА		Нормируемый эквивалентный уровень шума*, дБА	Превышение нормируемого уровня шума, раз	
	2004	2010	2004	2010		2004	2010
Белорусская	1228	1787	67,0	79,1	55	1,22	1,44
Иркутская	1296	1886	71,0	79,7	55	1,29	1,45
Баррикадная	1420	2066	70,0	79,0	55	1,27	1,44
Огарева	1566	2278	72,0	77,9	55	1,31	1,42
Академическая	1844	2687	69,0	79,8	55	1,25	1,45
Калинина	2128	3096	69,0	79,2	55	1,25	1,44
7-я Гвардейская Дивизия	2164	3148	72,0	79,3	55	1,31	1,44

* Согласно СНиП [5] установлено усредненное значение предельно-допустимого уровня звука для жилой зоны.

По результатам, представленным в таблице 1, в среднем наблюдается рост акустического загрязнения окружающей среды с 2004г. по 2010г. на 12% и если не предпринять меры по снижению негативного воздействия от автомобильного транспорта, то к 2025 году при предполагаемом росте количества транспорта на 35 % шум может возрасти до 85-90 дБА.

Основными методами борьбы с шумом являются:

- улучшение конструкции машин (установка глушителей, переход на электротягу и т.п.);
- озеленение прилегающих к проезжей части территорий;
- устройство разделительной полосы с высадкой зеленых насаждений;
- снижение скорости движения;
- сокращения проезда числа грузовых автомобилей вблизи жилой застройки;
- применения экранирующих устройств;
- применение шумоизоляционных материалов при строительстве жилых домов.

С помощью перечисленных выше мероприятий можно снизить уровень шума до нормативного значения, поэтому необходимо применение данных методов на УДС г. Волгограда.

В наше время, воздействие автотранспорта, на окружающую среду - самая насущная и актуальная проблема современного общества. Последствия этого воздействия сказываются не только на нашем поколении, но и могут сказаться и на будущем поколении, если мы не примем серьезные меры по снижению и даже устранению последствий.

Библиографический список:

1. Сидоренко В.Ф. Теоретические и методологические основы экологического строительства. Волгоград: ВолгГАСА, 2000. 200 с.
2. Комплексная транспортная схема Волгограда до 2025 г. : Волгоград : [ВолгГАСУ], 2008. - 113 с.
3. Расчет и оценка шумового режима примагистральных территорий: Метод. указ. к курсовому и дипломному проектированию /Сост. Э.С. Косицина : Волгоград : [ВолгГАСА], 2001. – 23 с.
4. ГОСТ 20444-75 . Шум. Потоки транспортные в населённых пунктах. Метод определения шумовой характеристики. М.,1975.
5. СНиП II -12-77 Защита от шума. М.: Стройиздат, 1978.

УДК 656.13.07

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ И ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА РАСХОД ТОПЛИВА

Казачкова Л.О.

Научный руководитель – д-р.техн.наук., профессор Боровик В.С.
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В статье предлагается математическая модель для описания зависимости расхода топлива потока транспортных средств от дорожных условий в г.Волгоград.

In article is offered the mathematical model for the description of dependence of the expense of fuel of a stream of vehicles from road conditions to Volgograd.

Техногенные выбросы в атмосферу основных загрязняющих веществ и парниковых газов на 80–90 % обусловлены процессами сжигания органического топлива. Продукты сгорания органического топлива поступают в атмосферный воздух от различных источников, в числе которых транспортные средства. [1] На городском и региональном уровнях принимаются решения по выбору методов регулирования выбросов, поступающих в атмосферу от стационарных и передвижных источников. При этом ресурсы энергосбережения часто выпадают из системы экологических мероприятий, предпринимаемых службами охраны окружающей среды. Между тем, на основе целостного системного анализа потенциала энергосбережения для всей совокупности потребляющих энергию объектов можно не только повысить энергоэффективность, но и существенно расширить возможности охраны атмосферного воздуха.

Одним из важнейших показателей транспортной работы дороги является расход топлива, на размер которого влияют дорожные условия, состояние транспортного потока и т.п.[2] Этот вопрос приобретает еще большее значение в современных условиях быстрого роста стоимости топлива.

В данной работе исследования влияния организационных мероприятий и дорожных условий на расход топлива проводились для 16 участков городских автомобильных дорог (табл.1, 2). [3]

Таблица 1

Характеристика рассматриваемых участков автомобильных дорог

№ п/п	Название рассматриваемого участка	Длина участка	Ширина проезжей части	Средняя скорость транспортного потока
1	Елецкая	0,8	15,2	18
2	Ростовская	0,8	9,8	21
3	им. Шурухина	0,45	6,8	16
4	95-й Гвардейской дивизии	0,2	6,8	28
5	Пражская	0,49	6	31
6	13-й Гвардейской дивизии	0,49	6,8	34
7	им. Гагарина	0,33	8,6	33
8	Порт-Саида	0,33	8,8	36
9	Пархоменко	0,4	8,8	34
10	Новороссийская	0,4	7,1	28
11	Ардатовская	0,49	7	31
12	им. Козьмы Минина	0,37	7	35
13	им. Зины Маресевой	0,37	6,8	31
14	им. Курчатова	0,41	6,9	36
15	им. Губкина	0,41	6,8	32
16	50-летия Октября	1,05	6,5	38

Таблица 2

Характеристика транспортных потоков на рассматриваемых участках автомобильных дорог

№ п/п	Название рассматриваемого участка	Интенсивность движения по типам транспортных средств			
		легковые	грузовые	автобусы	маршрутки
1	Елецкая	1075	159	33	133
2	Ростовская	1035	66	0	47
3	им. Шурухина	228	12	0	0
4	95-й Гвардейской дивизии	234	4	4	12
5	Пражская	630	48	6	0
6	13-й Гвардейской дивизии	456	0	0	0
7	им. Гагарина	570	18	0	0
8	Порт-Саида	498	18	0	0
9	Пархоменко	630	78	1	0
10	Новороссийская	426	12	0	0
11	Ардатовская	604	109	29	2
12	им. Козьмы Минина	448	24	0	0
13	им. Зины Маресевой	352	56	4	0
14	им. Курчатова	456	96	0	0
15	им. Губкина	426	32	0	0
16	50-летия Октября	472	40	4	0

Расход топлива транспортных средств во многом зависит от скорости движения, на величину которого влияют дорожные условия.

Расход топлива в зависимости от скорости движения можно рассчитать по следующей формуле [4]:

$$B = \frac{b_e \cdot N_e}{10 \cdot \gamma_k \cdot V}, \quad (1)$$

где B – расход топлива, л/100км; b_e – удельный расход топлива, г/кВт-ч; N_e – номинальная мощность двигателя, кВт; γ_k – плотность топлива, г/см³; V – скорость движения, км/ч.

На рис.2 показана полученная в ходе исследования зависимость среднего расхода топлива одного транспортного средства от средней скорости движения транспортного потока.

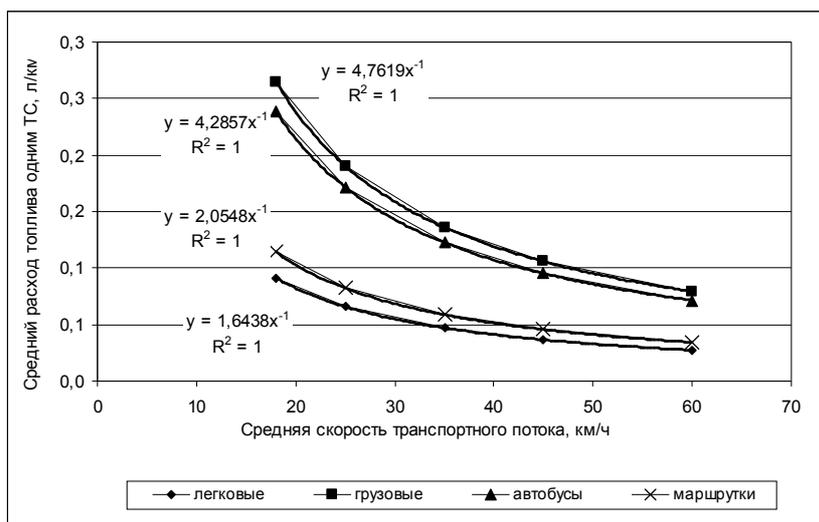


Рис.2 Зависимость среднего расхода топлива транспортных средств от средней скорости транспортного потока

Количественный состав транспортного потока, то есть интенсивность по типам транспортных средств, определяет расход топлива всего потока. В ходе исследования была получена зависимость среднего расхода топлива транспортным потоком от его количественных характеристик и средней скорости (рис.3). На рис.3 количественная характеристика транспортного потока определяется интенсивностью по типам транспортных средств (легковые автомобили; грузовые автомобили; автобусы; маршрутные такси).

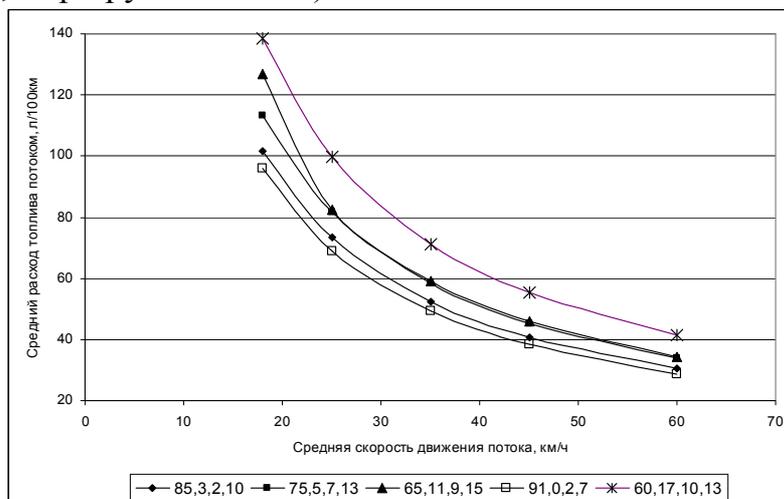


Рис.3 Зависимость среднего расхода топлива транспортным потоком от количественного состава потока и его средней скорости

Полученная зависимость (рис.3) показывает, что с увеличением интенсивности движения грузового транспорта увеличивается расход топлива транспортного потока.

В ходе дальнейших исследований была получена зависимость расхода топлива транспортным потоком от дорожных условий:

$$Q = 2,24 \cdot L^{0,92} \cdot B^{-0,39} \cdot V^{-1,3} \cdot N_{лег}^{1,28} \cdot N_{гр}^{-0,003} \cdot N_{авт}^{0,06} \cdot N_{марш}^{-0,03}, \quad (2)$$

Где Q – расход топлива потоком транспортных средств, л/км; L – длина участка, км; B – ширина проезжей части, м; V – скорость транспортного потока, км/ч; $N_{лег}$ – интенсивность легковых автомобилей, авт./ч; $N_{гр}$ – интенсивность грузовых автомобилей, авт./ч; $N_{авт}$ – интенсивность автобусов, авт./ч; $N_{марш}$ – интенсивность маршрутных такси, авт./ч.

Множественный коэффициент корреляции равен 0,95.

Для обеспечения быстрого и безопасного движения в современных городах требуется применение мероприятий организационного характера, которые способствуют упорядочению движения на уже существующей улично-дорожной сети, что вызывает сокращение транспортных задержек, увеличение скорости сообщения, снижение неоправданного перерасхода топлива и выбросов вредных веществ. [5] Согласно [3] на рассматриваемых участках автомобильных дорог планируется внедрение одностороннего движения. Рассмотрим эффективность данных организационных мероприятий с точки зрения расхода топлива и выброса вредных веществ.

Внедрение указанных мероприятий позволит увеличить скорость сообщения на рассматриваемых участках автомобильных дорог (таб.3).

Таблица 3

Средняя скорость транспортного потока после внедрения одностороннего движения

№ п/п	Название рассматриваемого участка	Средняя скорость транспортного потока
1	Елецкая	20,7
2	Ростовская	24,2
3	им. Шурухина	18,4
4	95-й Гвардейской дивизии	32,2
5	Пражская	35,7
6	13-й Гвардейской дивизии	39,1
7	им. Гагарина	38
8	Порт-Саида	41,4
9	Пархоменко	39,1
10	Новороссийская	32,2
11	Ардатовская	35,7
12	им. Козьмы Минина	40,3
13	им. Зины Маресевой	35,7
14	им. Курчатова	41,4
15	им. Губкина	36,8
16	50-летия Октября	43,7

В табл. 4 представлены результаты расчета расхода топлива транспортным потоком и выбросов вредных веществ им на рассматриваемых участках автомо-

бильных дорог при имеющихся данных о длине участка и интенсивности по типам транспортных средств.

Таблица 4

Значение исследуемых показателей на рассматриваемых участках

Показатели	Значение показателей	
	До внедрения мероприятия	После внедрения мероприятия
Расход топлива транспортным потоком, тыс. л/год	3750	3150
Экономия топлива л/год	600	
Выброс оксида углерода, т/год	1706	1635
Сокращение выбросов оксида углерода, т/год	71	
Выброс оксида азота, т/год	473	432
Сокращение выбросов оксида азота, т/год	41	
Предотвращенный экологический ущерб, т/год	112	

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод об эффективности организационных мероприятий на рассматриваемых участках автомобильных дорог (внедрение одностороннего движения) с точки зрения расхода топлива и выбросов вредных веществ. Указанные мероприятия будут способствовать осуществлению требования по снижению расхода топлива и выбросов CO₂ автомобильным транспортом.

Библиографический список:

1. Нурмеев, Б. К. Мероприятия по сокращению выбросов в атмосферу при сжигании топлива // Экология и промышленность России. 2005. № 10. – С. 32–33.
2. Сильянов, В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. – М. : Транспорт, - 1984. – 285с.
3. Комплексная схема организации дорожного движения в г.Волгограде на 2007-2012 гг. (2-й этап)
4. Helling J. Umdrucke zur Vorlesung Kraftfahrzeuge. – Aachen: Institut für Kraftfahrwesen, TH Aachen, - 1972.
5. Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.

УДК 502.3:504.5:621.43.064

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ И ЗАГАЗОВАННОСТИ ОТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Лоскутова Л.Н. (ГСХ-2-05)

Научный руководитель – ст. препод. Сапожкова Н.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Проведены натурные и лабораторные исследования по определению запыленности и загазованности на участке улично-дорожной сети и выявлены превышения предельно-допустимых концентраций на исследуемом участке. Предложены мероприятия по снижению негативных факторов.

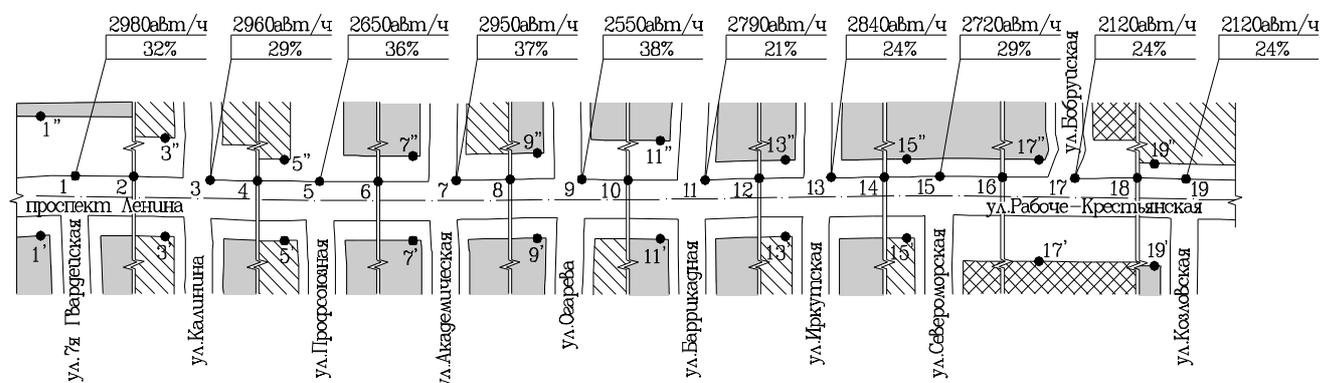
Conducted full-scale and laboratory studies to determine the dust and gas in the area of the road network and identifies excess of maximum allowable concentrations in the target area. The measures to reduce the negative factors.

Транспорт является одним из важнейших элементов материально-технической базы производства и необходимым условием функционирования современного индустриального общества.

Наряду с преимуществом, которое обеспечивает обществу развитая транспортная сеть, ее прогресс так же сопровождается негативными последствиями — отрицательным воздействием транспорта на окружающую среду.

Одной из основных проблем воздушного бассейна является загрязнение отработавшими газами автомобильного транспорта, в составе которых присутствуют различные компоненты: окись углерода (0,5-10%), окислы азота (до 0,8%), несгоревшие углеводороды (0,2-3,0%), альдегиды (до 0,2%), сажа и другие компоненты. Кроме того загрязнение воздушного бассейна происходит из-за токсичной пыли от трения автошин о поверхность дорожного покрытия и истирание деталей системы тормоза автомобиля (колодки, барабан, тормозные диски).

Для определения загазованности и запыленности от автомобильного транспорта проведены натурные исследования участка улично-дорожной сети г. Волгограда от пересечения ул. Рабоче-Крестьянская - ул. Козловская до пересечения пр. Ленин - ул. 7 Гвардейская Дивизия (рис. 1) и определены: интенсивность движения в обоих направлениях, количество грузового и общественного транспорта, геометрические характеристики проезжей части.



Условные обозначения:

2980авт/ч – интенсивность движения

32% – процентная составляющая грузового и общественного транспорта

■ селитебная зона ▨ промышленная зона ▤ зона административно-общественных учреждений

Рис. 1 Схема исследуемого участка улично-дорожной сети г. Волгограда

В качестве исследуемого компонента загазованности выбран оксид углерода (СО) и определена его концентрация на бордюре проезжей части по формуле, предложенной профессором В.Ф. Сидоренко

$$C_p = C_o K_1 K_2 K_3 K_4 / (V H/30)^{1/3}$$

Для определения концентрации на линии застройки принято условие: при

удалении от источника загрязнения концентрация резко падает, а именно на первые 30м она снижается на 60% от первоначального значения, то есть на каждые 10м на 20%, а дальше снижение незначительно - на каждые последующие 10м – 1-2%. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Концентрация оксида углерода в пунктах наблюдения

Пункт наблюдения	Ср, мг/м ³	Слз, мг/м ³	Слз, мг/м ³	Ср, мг/м ³
1	13,72	-	-	-
1'	-	10,98	-	-
1''	-	-	5,49	-
2	-	-	-	13,03
3	11,31	-	-	-
3'	-	9,05	-	-
3''	-	-	6,79	-
4	-	-	-	15,35
5	14,43	-	-	-
5'	-	11,54	-	-
5''	-	-	11,26	-
6	-	-	-	14,43
7	16	-	-	-
7'	-	12,80	-	-
7''	-	-	11,84	-
8	-	-	-	13,27
9	14,09	-	-	-
9'	-	11,27	-	-
9''	-	-	10,43	-
10	-	-	-	13,08
11	12,89	-	-	-
11'	-	10,31	-	-
11''	-	-	7,73	-
12	-	-	-	12,89
13	11,40	-	-	-
13'	-	9,12	-	-
13''	-	-	9,12	-
14	-	-	-	14,24
15	10,47	-	-	-
15'	-	8,17	-	-
15''	-	-	8,59	-
16	-	-	-	12,94
17	8,14	-	-	-
17'	-	4,40	-	-
17''	-	-	6,67	-
18	-	-	-	9,50
19	10,20	-	-	-
19'	-	5,10	-	-
19''	-	-	8,67	-

В соответствии с [3] предельно-допустимая концентрация (ПДК) оксида углерода оставляет 5мг/м^3 , таким образом, наблюдается превышение ПДК оксида углерода на исследуемом участке в среднем в 2 раза.

Пыль на поверхности дорожного покрытия включает продукты износа дорожной одежды, автошин, и других деталей автомобиля. В ее составе более 30 % составляют мелкие частицы размером менее 100 мкм, которые свободно переносятся воздушными потоками в придорожную полосу и там оседают.

Частицы пыли адсорбируют все наиболее опасные химические вещества такие как: никель, кобальт, хром, цинк, медь и кадмий, которые обладают способностью накапливаться в пищевых цепях живых организмов.

Так как при значительной силе ветра крупнодисперсная пыль может переноситься на несколько километров, а мелко - и среднедисперсная - до нескольких десятков километров [9], в связи с этим в данной работе предусмотрено определение дисперсного состава пыли.

На исследуемом участке улично-дорожной сети г. Волгограда (рис. 1) были взяты пробы и проведен дисперсный анализ пылевидного материала, основанный на визуальном изучении отдельных частиц путем определения их числа, формы и размеров с помощью цифрового микроскопа (рис. 2).

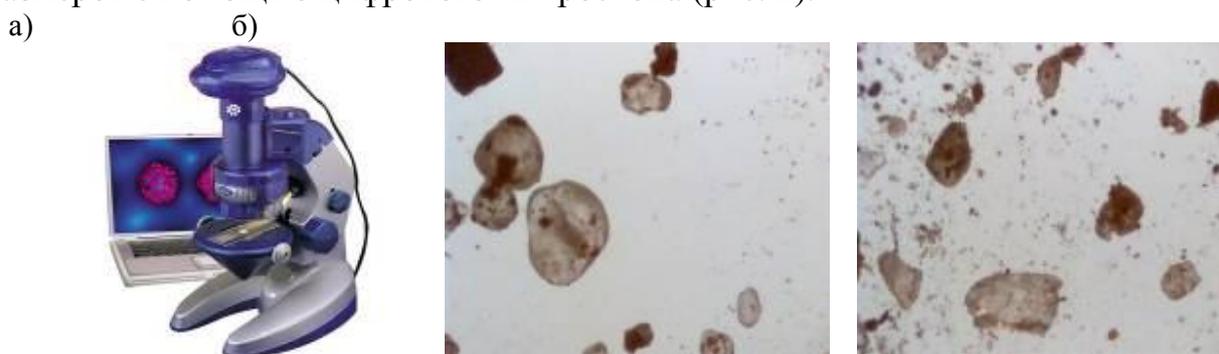


Рис. 2 Дисперсный анализ: а) цифровой микроскоп; б) цифровые микрофотографии образцов дисперсного материала

Анализ дисперсного состава пыли показал, что на проезжей части, содержится 50% частиц размером до 50 мкм, на бордюре проезжей части – до 60 мкм, в жилой застройке – до 35 мкм.

После определения дисперсного состава образцы пыли взвешивались, а затем подвергались термической обработке в муфельной печи в течение 1 часа при $t=900^{\circ}\text{C}$.

Анализ проведенного опыта показывает, что содержание сгоревших частиц в образцах пыли не превышает 2% от общего веса исследуемых проб, следовательно, двуокиси кремния (основного компонента городской пыли) осталось более 95%, и согласно ГН [3] ПДК пыли составляет $0,15\text{мг/м}^3$.

В соответствии с этим можно сделать вывод, что почвы относятся ко II группе (пески и песчаные рыхлые почвы) и согласно (табл.2) способны подниматься в воздух при скорости ветра 1-3м/с.

Таблица 2

Пороговая скорость ветра пылепереноса различных типов почв на высоту 0,15м

Типы почв	Доля частиц песка к общему составу почвы, %	Группа	Пороговая скорость ветра пылепереноса, м/с
Средние и тяжело-суглинистые некарбонатные почвы	60-50 и 50-30	I группа	В естественных условиях (если они не нарушены) эрозии не подвергаются. При $V=20\text{ м/с}$ возможен пылеперенос
Пески и песчаные рыхлые почвы	100-85	II группа	Пылят при слабом ветре 1-3 м/с, даже, при наличии древесной растительности
Пески боровые и песчаные, связанные и супесчаные почвы, городская пыль	85-70	II группа	3-4 м/с
Легко-суглинистые почвы	70-60	II группа	4-5 м/с
Карбонатные и тяжело-суглинистые почвы	50-30	II группа	5,5-7 м/с

В соответствии с установленной зависимостью скорости ветра от концентрации пыли [8], определена концентрация на исследуемом участке (рис.3).

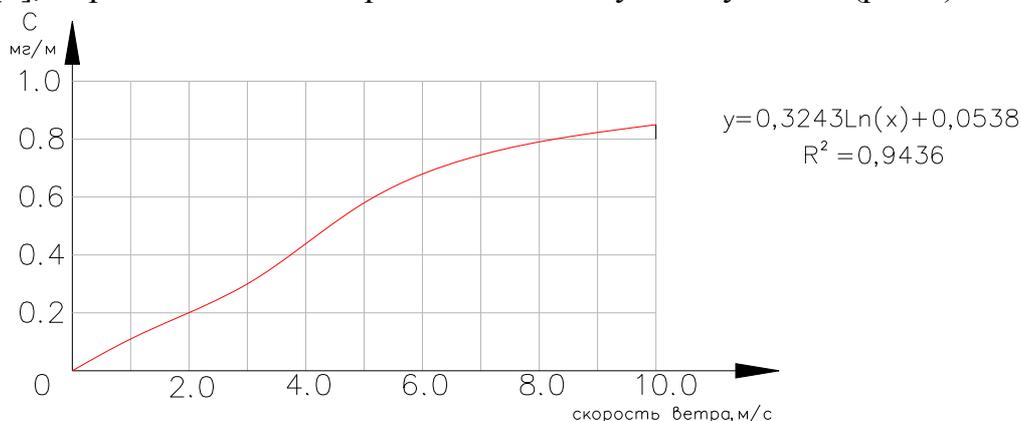


Рис.3 Зависимость концентрации пыли от скорости ветра

Таким образом, исследования показали, что концентрация пыли на исследуемом участке составляет $0,2 \text{ мг/м}^3$, при этом превышение ПДК пыли составляет в среднем в 1,3 раза.

Ограничение загрязнения атмосферы от воздействия автотранспортных средств сводится к выполнению трех основных положений:

1. Совершенствование конструкций автомобиля и поддержание его технического состояния на должном уровне;
2. Применение рациональной и оптимальной маршрутизации для обеспечения

перевозок пассажиров и грузов, организация дорожного движения, и улучшение качества дорожного покрытия;

3. Применение различных видов и способов градостроительных средства и мероприятий защиты (озеленение и благоустройство придорожной территории, устройство защитных экранов и пр.).

Для достижения положительного результата при снижении запыленности и загазованности на улицах городах необходимо, по возможности, комплексное применение всех перечисленных мероприятий.

Библиографический список:

1. Сидоренко В.Ф. Теоретические и методологические основы экологического строительства. Волгоград: ВолгГАСА, 2000. 200 с.
2. Комплексная транспортная схема Волгограда до 2025 г. : Волгоград : [ВолгГАСУ], 2008. - 113 с.
3. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.
4. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М.,1989.
5. Косицына Э.С., Стеценко С.Е., Коростелева Н.В. Комплексная оценка и учет экологических факторов при градостроительном проектировании: Методические указания. Волгоград: ВолгГАСУ, 2004.- 12 с.
6. Диденко В.Г., Беломутенко Д.В., Боровков Д.П. Определение дисперсного состава пыли методом цифровой микроскопии: Методические указания. Волгоград: ВолгГАСУ, 2003.- 12с.
7. Стеценко С.Е. Учет фактора запыленности в формировании городской застройки, диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Волгоград, 2005.
8. Сидоренко И.В. Совершенствование методологии комплексной оценки загрязнения воздушного бассейна крупного города для обоснования мониторинга системы контроля, диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Волгоград, 2008г.
9. Миронов А.А., Евгеньев И.Е. Автомобильные дороги и охрана окружающей среды, Изд. Томск. Унив-та, Томск, 1986. 284 с.

УДК 656.053.7(430)

МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА БОРЬБУ С ТРАНСПОРТНЫМ ШУМОМ В ГЕРМАНИИ

Вилков А.Е.

Научный руководитель – Prof. Dr.-Ing. Manfred von Scheidt
Высшая профессиональная школа г. Кёльна, Германия

Существует несколько способов решения проблемы борьбы с транспортным шумом. В данной статье рассмотрены основные мероприятия по снижению транспортного шума в Германии.

There are several ways of tackling the problem of traffic noise. This article describes the main measures to reduce traffic noise in Germany.

Экологический шум – это одна из форм загрязнения окружающей среды, которая состоит в увеличении уровня шума сверх природного фона и действует от-

рицательно на живые организмы (включая человека). Шум бывает бытовой, производственный, промышленный, транспортный, авиационный, шум уличного движения и др. Основными источниками городского шума служат промышленные предприятия, среди которых особенно выделяются энергетические установки (100-110 дБ), компрессорные станции (100 дБ), металлургические заводы (90-100 дБ) и др. Значительный шум также создают транспортные средства [1]:

– автомобильный транспорт (на расстоянии около 8м) – 77-83 дБ (в том числе легковые – 77 дБ, грузовые и автобусы – 78-83 дБ);

– железнодорожный транспорт (до 20 м) – 90-101 дБ;

– воздушный транспорт (под трассой) – 98-105 дБ.

Постоянный шум окружающей среды колеблется от 35 до 60 дБ, причем физиологически допустимые нормы шума 45 дБ ночью и 60 дБ днем. Если шум достигает 70-80 дБ, человек начинает чувствовать утомление. Шум, интенсивность которого колеблется между 85 и 110 дБ, уже представляет опасность. Высокая шумовая нагрузка в городах приводит к росту заболеваемости сердечно-сосудистыми, нервными и другими болезнями взрослого, и особенно детского населения. Таким образом, транспортный шум является одной из наиболее важных экологических проблем современности.

Существует множество различных способов решения такой проблемы, как борьба с транспортным шумом (глушители выбросов, создание на дорогах акустических экранов, шумозащитных зон и т.п.).

Для колесно-рельсового транспорта в некоторых странах (Германия, США) стали применяться технические приемы снижения шума: звукопоглощающие колесные бленды, замена колодочных тормозов на дисковые и т.п. [1]. Также позволяет значительно снизить шумовое и химическое загрязнение окружающей среды увеличивать площади зеленых насаждений в городах, особенно вдоль оживленных автомагистралей.

С точки зрения экологов один из оптимальных способов шумоизоляции – высадка деревьев и кустарников вдоль дорог. Доказано, что грамотно составленный план и высадка зеленых насаждений (то есть, с соблюдением всех ярусов посадки: 1-й ярус – древесно-кустарниковая растительность не выше 1,5 метра, 2-й – растительность высотой до 3 метров и 3-й – насаждения высотой более 3 метров) как нельзя лучше способствуют снижению уровня шума. Не зря вдоль крупных федеральных трасс на многие километры тянется «зеленая стена» деревьев и кустарников – они защищают населенные пункты от грохота проезжающего мимо автотранспорта.

Для снижения транспортного шума в городах также может применяться дорожное покрытие из специального асфальта (шумопоглощающий асфальт), снижающего шум, причем поглощение шума достигается главным образом благодаря высокой пористости такого асфальта – 26% составляет объем пустот (в обычных асфальтовых покрытиях он составляет около 6%) [1]. Применение такого асфальта в Германии позволило снизить на дорогах уровень шума на 4-6 дБ.

Также эффективным методом является снижение или устранение источника

шума в процессе проектирования. Для уменьшения влияния транспортного шума крупные автомагистрали следует строить на расстоянии от жилых застроек. Уменьшение уровней шумов, проникающих в помещения от внутренних источников, должно обеспечиваться рациональной планировкой помещения, соблюдением мероприятий по звукоизоляции ограждающих конструкций (стен, потолка и пола), санитарно-технического и инженерного оборудования зданий.

Организационные меры направлены на предотвращение или регулирование во времени эксплуатации тех или иных источников шума. Работы по уборке улиц, дворов, тротуаров от мусора и снега должны начинаться не ранее 7 часов утра и заканчиваться не позднее 23 часов.

Большое значение имеют административные меры. К ним относятся ограничение звуковых сигналов уличного транспорта, упорядочение движения грузовых и легковых автомобилей на определенных улицах, ограничение шума громкоговорителей, расположенных на улицах и площадях и т.д.

Рассмотрим основные мероприятия по снижению транспортного шума, применяемые в Германии [2,3,4,5]:

1. Radabsorber – устройство для поглощения шума, закрепляемое на колесе железнодорожного состава, при помощи так называемого поглотителя можно сократить излучаемый шум примерно на 4,5 (ДБ)



2. Radscheibenbremsen – дисковые тормоза. Сокращают шум до 2 (ДБ)



3. Сокращение числа осей колёс (Jakobs-Drehgestellen), а также строительство двухъярусных поездов (Doppelstockwagen) позволят сократить шум до 3(ДБ)



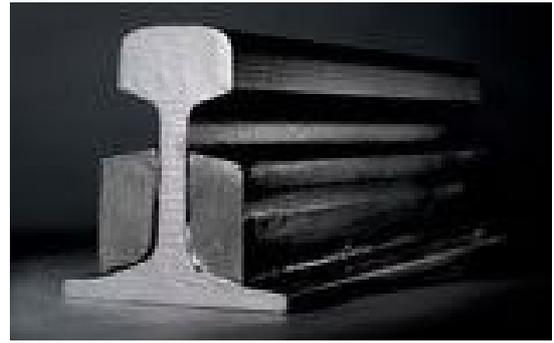
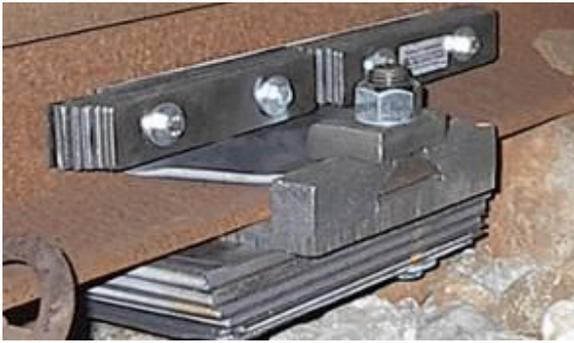
4. Drehgestellverkleidungen – звукопоглощающие колесные бленды. На высокоскоростных поездах это устройство сокращает не только шум от колёс, но и аэродинамические шумы. Сокращает шум до 3-5(дБ)



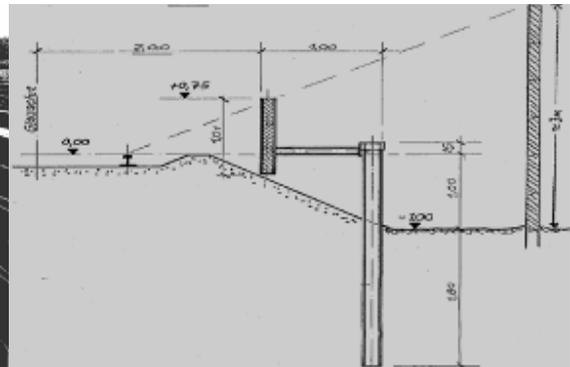
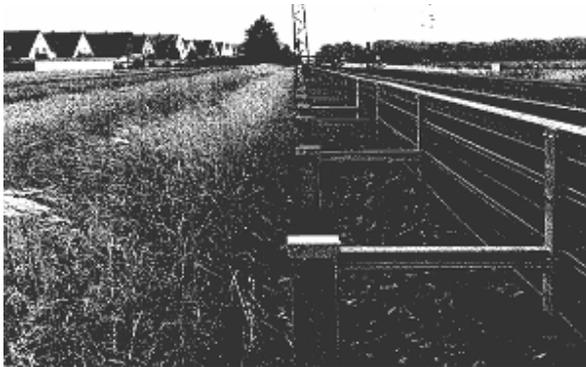
5. Одним из мероприятий по снижению шума на рельсах является полировка рельс. При гладких рельсах излучаемый шум составляет 0,7(дБ), при рефлённых может составлять до 25 (дБ)



6. Schienenabsorber – устройство для поглощения шума на рельсах железной дороги. Сокращает шум до 2-4 (дБ). Принцип работы всех «Absorber» можно объяснить на примере фужера. Если вы держите фужер за ножку и стучите по нему карандашом он будет звенеть тише, чем если вы возьмёте за фужер



7. Gleisnahe Lärmschutzwände – звукоизоляционная стена расположенная рядом с железнодорожными путями. Сокращает шум до 15(дБ)



8. Erhöhung der Absorption der Fahrbahn – поглощение шумов проезжей частью (засаживание проезжей части газоном). Сокращает шум до 2 (дБ)



Библиографический список:

1. Загрязнение окружающей природной среды // http://bank.orenipk.ru/Text/t48_37_3f.htm
2. Lärminderung bei Schienenfahrzeugen (Prof. Dr.-Ing. Markus HECHT). 33XFJ100-3.
3. Eisenbahningenieur 2008 №9.(91E15)
4. www.wikipedia.de
5. www.pro-rheintal.de

УДК 628.517.2.534.836

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ОТ ШУМА СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ
ВОЛГОГРАДА, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К ТРАССЕ МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА
ЧЕРЕЗРЕКУ ВОЛГА**

Павленко А.В. (ОБД-1-06), Бочкарёв А.А. (ОБД-2-06)

Научный руководитель – канд.техн.наук, доцент Балакин В.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Приводятся результаты оценки акустического режима и мероприятия по защите от шума жилой застройки Волгограда в районе прохождения трассы мостового перехода через реку Волга.

The results of noise assessment and treatment activities for the Protection of noise residential areas and housing estates in Volgograd in paradise-ing passage of a line of the bridge over the River Volga.

Повышение пропускной способности улично-дорожных сетей и прокладка новых направлений транспортных связей в городах связаны с реконструкцией существующих дорог и узлов с расширением их проезжей части, а также со строительством эстакад, транспортных развязок и мостов. Это часто ведет к приближению транспортных потоков к существующей застройке и превышению санитарных норм шума на территории и в помещениях.

Среди вредных и беспокоящих население факторов шум играет ведущую роль. В России около 40 млн. человек проживают в условиях постоянного дискомфорта от шума транспортных потоков [1]. В жилых зонах городов, где около 80% шума создаёт автомобильный транспорт, воздействию этого фактора подвергается не менее 50% населения [2,3].

Необходимость строительства мостового перехода в Волгограде через реку Волга была доказана в технико-экономическом обосновании ещё в 1974 г., а в 1984 г. этот объект был внесён в комплексную транспортную схему и генеральный план города. По прогнозам, мост снимет транспортную нагрузку на плотину ГЭС более, чем на 40 % и освободит улично-дорожные сети северных районов Волгограда и г. Волжского от транзита.

Однако, не менее важной и приоритетной задачей проектирования, строительства и эксплуатации данного дорожно-транспортного сооружения является предупреждение возможного шумового воздействия транспорта на условия проживания населения в районах прохождения трассы.

До начала строительства моста в мае 2002 года специалистами ОАО «Ги-протрансмост» были произведены замеры шумовой характеристики транспортных потоков на дорогах вблизи предполагаемой трассы мостового перехода. Шумовая характеристика транспортного потока на ул. Землянского составляла 68,7 дБ А, на проспекте Ленина – 72 дБ А, а на улице Рокоссовского – 73 дБ А. Ширина зоны сверхнормативного шумового воздействия в дневные часы находилась в пределах от 177 до 215 м, а в ночное время увеличивалась до 348 м. В результате ночью (в 0 ч 30 мин), даже при снижении интенсивности движения на 85% относительно

часа «пик», санитарные нормы шума были превышены в палатах расположенной вблизи детской больницы на 10-12 дБ А, а в жилых комнатах ближайших 5-этажных жилых домов по ул. Землянского и пр. Ленина – на 23 дБ А.

При разработке технико-экономического обоснования (ТЭО) мостового перехода для участка первого пускового комплекса были произведены расчёты ожидаемого акустического режима примагистральной территории и жилых помещений, обращённых окнами к трассе.

Результаты расчёта подтвердили необходимость применения защитных мероприятий уже на начальном этапе строительства сооружения в 2007 году. В комнатах жилых домов по ул. Землянского, выходящих окнами на трассу, уровни транспортного шума на 6–8 дБ А превышали санитарные нормы, а в зоне перекрёстка в жилых помещениях домов №51 по пр. Ленина и №1 по ул. Землянского складывались особенно неблагоприятные условия.

Для защиты селитебной территории и жилых помещений от шума было рекомендовано применить в зависимости от показателя обеспеченности акустическим комфортом посадки зелёных насаждений, экраны различной высоты и длины, а также выполнить замену существующих окон на шумозащитные по фасадам жилых домов на пр. Ленина. На правом берегу установлены комбинированные экраны охватывающего типа с нижней звукопоглощающей поверхностью и верхней – прозрачной.

В ТЭО также учитывалось, что к проектному сроку при завершении строительства первого пускового комплекса интенсивность движения по мостовому переходу существенно возрастёт, а расстояние от источника шума до расчётных точек несколько сократится. В результате шумовая характеристика транспортного потока на правобережном подходе до пересечения с пр. Ленина увеличится до 77,8 дБ А, а от пересечения до ул. Рокоссовского – до 74,7 дБ А. В связи с этим был произведён расчёт достаточности шумозащитных мероприятий, рекомендованных на первую очередь строительства.

Согласно расчётам, в районе транспортной развязки по ул. Рокоссовского (ПК 254 – 258) из-за увеличения ширины зоны акустического дискомфорта к проектному сроку потребуется сооружение вдоль новой проезжей части дополнительного экрана высотой 5 м для защиты территории детской больницы, туберкулёзного диспансера и жилой застройки (в районе транспортной развязки на ул. Рокоссовского). Кроме этого, необходима замена существующих окон на шумозащитные по фасадам жилых домов №№3,5,7 и 9 по ул. Землянского и посадка деревьев хвойных пород в дополнение к существующим у Делового центра.

Таким образом, первый опыт прокладки трассы мостового перехода через селитебную территорию города показал, что в таких условиях эффективная защита от шума жилой застройки обеспечивается комплексом мероприятий, включающих:

- строительство акустических экранов (АЭ) с максимальным приближением их к проезжей части;

- посадку многорядных полос зеленых насаждений специальной конструкции;
- повышение звукоизоляции окон, обеспечиваемых при этом вентиляционными устройствами.

В зарубежной практике накоплен большой опыт борьбы с транспортным шумом указанными градостроительными и архитектурно-конструктивными методами. К настоящему времени за рубежом построено несколько десятков тысяч километров АЭ и эта отрасль строительства продолжает быстро развиваться.

Правительство Германии регулярно, с 1999 года, выделяет средства из федерального бюджета в размере 51 млн. евро для эффективной защиты местности от дорожного шума [4]. Во Франции только за 15 лет, с 1995 по 1999 год, общая площадь поверхности ежегодно сооружаемых АЭ на дорогах возросла в 10 раз, достигнув 200 тыс. м² [5]. В настоящее время на автомобильных дорогах США и Германии эксплуатируется по 2 тыс. км. экранов [6].

В России в последние годы АЭ получили широкое распространение в городском и дорожно-мостовом строительстве. Только на МКАД общая протяжённость АЭ составляет 9770 м [7]. В некоторых крупнейших и крупных городах страны ведется опытное строительство различных вариантов АЭ с целью уточнения методов расчета их эффективности и разработки типовых решений.

В МАДИ выполнен сравнительный анализ эффективности АЭ на МКАД (таблица). Строительство экранов ведётся в основном из асбестоэкструзионных панелей, перфорированных многослойных панелей и пластика.

Из данных таблицы видно, что поглощающие многослойные панели по эффективности более чем в 1,5 раза превосходят отражающие.

В Волгограде на III Продольной скоростной магистрали в районе Самарского разъезда также построен шумопоглощающий экран высотой 2,5 м и длиной 156 м для защиты квартала № 216, где расположены детский сад № 242 и школа № 85. Экран выполнен из сборно-разборных гофрированных металлических панелей.

Характерно, что в городах России более 50% из числа построенных экранов представляет собой сборно-разборные металлические конструкции со звукопоглощающей панелью [8]. На каждый метр увеличения высоты звукопоглощение таких экранов возрастает на 4–6 дБ А [1,9].

Таблица 1

Сравнительные данные эффективности и стоимости АЭ на МКАД [6]

Материал АЭ	Снижение уровня звука, дБ А	Относительная стоимость 1м ² АЭ, %
Асбестоцементные панели	8-12	100
Перфорированные панели	14-16	185
Прозрачный пластик	10-12	224

Эффективность АЭ, определяемая их отражающими и поглощающими свойствами, достигает 10–20 дБ А и зависит от применяемого материала, высоты и длины. Отражающие экраны представляют собой выполненную из бетона, асбестоцементных панелей, кирпича, дерева, пластика, стекла, однослойную конструкцию.

Более эффективны поглощающие экраны в виде двух- или трёхслойной конструкции, обеспечивающей одновременно высокий коэффициент звукопоглощения за счёт введения специальных звукопоглощающих материалов. Здесь широкое применение находят: шлаковата, капроновое волокно, стекловата, пенополиуретан, URSA, латекс, войлок, стекло- или базальтоткань, поливинилхлорид, полистербетон, пенобетон и пр. [6,10,11].

Повышение звукоизолирующих свойств АЭ достигается также включением в их конструкцию слоев из специальных смесей или пористых материалов. В Германии предложена конструкция стеновых элементов из бетона толщиной от 12 см со звукоабсорбирующим слоем со стороны дороги толщиной до 50 см, имеющим ребристую или волнистую поверхность. Смесь при плотности до 0,6 дм³ имеет в своем составе на 1 м³: алюмосульфата 3,4 кг, цемента – 408 кг, воды – 120 л и 1278 л вспученной высокополимеризованной добавки. В смесь также для увеличения связности и плотности могут добавляться полимерные волокна, песок, шлак [11].

Имеются разработки шумопоглощающих слоев с добавками материалов древесного происхождения [12], минеральной ваты [13], бетона с оклейкой из пенопласта [14], измельченной резины от изношенных автомобильных шин в виде стружки или крошки разной фракции [15, 16].

Во внешнем виде АЭ как весьма однородных линейных сооружений должны быть реализованы разнообразные приемы их архитектурно-декоративного оформления, ведущие к изменению ритма и исключению излишней монотонности в восприятии водителями и населением соответствующего городского ландшафта. Однако чрезмерное применение рекламных, информационных средств и элементов декора в виде сплошных барельефов не должно породить другую монотонность. Поэтому их включение в вертикальную проекцию лицевой стороны городской застройки необходимо гармонично сочетать с зелеными насаждениями, малыми формами архитектуры и элементами инженерного благоустройства. Например, в Великобритании запатентован шумозащитный декоративный барьер простейшей конструкции на бетонном основании с анкерными опорами, включающей вертикально удерживаемые обычные сетчатые мешки с компостом, в котором посажены растения, обеспечивающие заграждению вид естественной насыпи [17]. Более сложную конструкцию имеет звукопоглощающая глиняная или бетонная стенка, обрамленная слоями уплотненного грунта, которые удерживаются пластмассовой или металлической сеткой с гальванопокрытием. В декоративных целях по высоте стенки добавлены камни, слои торфа и дерна [18].

Каменные ограждения как эффективные декоративные средства защиты от шума широко используются в Германии. Как показали испытания, их пористая

поверхность при толщине 11,5 см отвечает требованиям по поглощению шума от проезда машин [19].

С точки зрения эффективности капиталовложений целесообразно использовать АЭ для размещения элементов инженерного обеспечения жилой застройки (трансформаторных подстанций, теплотрасс, элементов солнечных энергоустановок) и некоторых объектов обслуживания (торговых павильонов, телефонных автоматов и пр.).

В Германии и Швейцарии получил большее развитие опыт монтажа солнечных батарей на шумозащитных ограждениях автомобильных и железных дорог. В Швейцарии, вблизи города Валлензеллен, вдоль железной дороги на участке длиной 72 м впервые в мире построены АЭ с установкой по переработке солнечной энергии в электрическую с подачей электроэнергии в сеть города. Затем на автомагистрали А1 были сооружены первые частные комбинированные шумозащитные стенки с вмонтированными элементами солнечной энергоустановки [20, 21, 22].

В условиях массовой городской застройки на путепроводах, мостах, виадуках целесообразно использовать полностью прозрачные по высоте экраны, имеющие преимущества перед глухими стенками с различных точек зрения. Главное их достоинство состоит в том, что они позволяют водителям транспортных средств и пассажирам хорошо ориентироваться в городе. Для устройства таких ограждений с начала 90-х годов в странах Европы широко применяется акриловое стекло.

Анализ имеющегося отечественного и зарубежного опыта строительства АЭ показывает, что для более широкого их применения в практике борьбы с транспортным шумом необходимо решить ряд актуальных задач. Главные из них [23]:

- повышение звукопоглощающих свойств АЭ;
- оформление внешнего вида и повышение эстетических качеств сооружений и прилегающих территорий;
- обеспечение необходимого обзора и освещенности защищаемой территории в ночное время;
- обеспечение безопасности движения при размещении АЭ на магистральных дорогах;
- повышение устойчивости АЭ при воздействии ветровых нагрузок;
- обеспечение снегонезаносимости транспортных сооружений в зонах ветровой тени, образуемой АЭ;
- максимальное использование АЭ в других целях для наибольшей эффективности затрачиваемых средств.

Что касается полос озеленения, то их шумозащитная эффективность зависит от количества рядов деревьев кустарников. На магистральных дорогах общая ширина полос озеленения обычно не превышает 30 м. Эффект снижения шума такой полосой с шахматной конструкцией посадок, согласно СНиП II-12-77, составляет 10-12 дБ А. По этой причине шумозащитные полосы озеленения находят применение лишь на участках дорог, проходящих на достаточном удалении от жилой

застройки. Опыт их применения на КАД в Санкт-Петербурге показывает, что доля таких участков с шумозащитными полосами длиной от 60 до 1700 м достигает 25% от всей протяжённости трассы.

В тех случаях, когда при реконструкции участков городских дорог в условиях сложившейся застройки исключается возможность применения АЭ или полос зелёных насаждений достаточной ширины из-за ограниченности расстояния до зданий, защита жилых помещений достигается путем повышения звукоизоляции окон как наиболее слабых с этой точки зрения элементов наружных ограждений зданий. Как показали натурные исследования [24], индексы изоляции воздушного шума новых окон в закрытом состоянии с формулой трёхслойного остекления 3-12-3-44-3 и 4-12-4-12-4 составляют 31 и 28 дБ А, а при конструкции оконного блока по схеме 4-12-4-12-4 с вентиляционным клапаном в режиме проветривания снижение звука достигает 27 дБ А.

Выбор средств защиты от шума на участке строящегося мостового перехода в правобережной части Волгограда в значительной мере определился технологией строительства и особенностями трассирования данного эстакадного сооружения. При этом предусмотрено максимальное обеспечение требований безопасности движения и высоких эстетических качеств используемых экранирующих элементов.

Библиографический список:

1. Подольский В.П. Дорожная экология. – М.: Союз, 1997, 196 с.
2. Иванов Н.И., Самойлов М.М., Тюрина Н.В., Шачнев Р.А. Снижение транспортного шума акустическими экранами // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности. Докл. Междунар. экол. конф., Санкт-Петербург, 14-16 июня, 2000, т.2. СПб: БГТУ, 2000, с.438-446.
3. Предтеченский М.В. О некоторых градостроительных мерах борьбы с транспортным шумом // Строит. матер., оборуд., технол. XXI в. 2001, № 7, с. 26-27.
4. Wirksame Schallschutzbarriere. Lis. 2002.44, №9, с. 48.
5. Руководство по учёту в проектах планировки и застройки городов требований снижения уровней шума. М.: Стройиздат, 1984. 55с.
6. Иванов Н.И. Акустическое загрязнение от автомобильных потоков // Экологизация автомобильного транспорта: передовой опыт России и стран Европейского Союза: Тр. II Всерос. научн.-практ. симп. с междунар. участ. Санкт-Петербург: МАНЭБ. 2004, с 78-81.
7. Поспелов П. И., Щит Б.А., Строков Д.М. Применение шумозащитных придорожных экранов для снижения шума в жилой застройке // Проблемы транспортного строительства и транспорта: Матер. Междунар. науч.-техн. конф., Саратов, 1997. Вып. 1. Саратов, 1997. С. 12-14.
8. Иванов Н.И., Самойлов М.М., Тюрина Н.В., Шачнев Р.А. Сравнительные характеристики акустических экранов, устанавливаемых для защиты от шума вдоль транспортных магистралей // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности: Докл. междунар. экологического конгр., Санкт-Петербург, 2000, т. 2. С.Пб: БГТУ. 2000, с. 469-470.
9. Шандала М.Г. Факторы окружающей среды и здоровье детей дошкольного возраста // Вестн. АМН СССР. 1979, № 10, с. 45-49.
10. А.С. 2250949 (Россия). – Оpubл. в бюл. Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 2001, № 32.
11. А.С. 2176005 (Россия). – Оpubл. в бюл. Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 2001, № 32.

12. А.с. 2768755 Франция, МПК⁶ E 01 F 8/00. Element modulaire de protection antibruit interne pour axe de circulation a voies multiples / Giora G. № 9711833; Заявлено 23.09.1997; Опубликовано 26.03.1999.

13. А.с. 179288 Польша, МПК⁷ E 01 F 8/00. Ekran wezonsowo-absorbcyjny, zwlaszcza do ochrony ludzi przed hatasem drogowym / Makarewicz Rufir, Rurzyca Zerzy, Zuromski Jozef, Kotecki Zdzistaw. № 310058; Заявлено 16.08.1995; Опубликовано 31.08.2000.

14. А.с. 19735714 Германия, МПК⁶ E 01 F 8/00. Laermschutzwand / Matten H. № 197357148; Заявлено 18.8.97; Опубликовано 11.3.99.

15. А.с. 5564241 США, МПК⁶ F 04 B 1/82. Sound-barrier panel / Ogorchock Paul McGousin Stephen. № 170723; Заявлено 21.12.93; Опубликовано 15.10.96; НПК 52/309.12.

16. А.с. 2167983 Россия, МПК⁷ E 04 B 1/86, 1/82. Шумозащитная панель / Гойхман Л.В., Дьяков Ю.Я., Овчинников Б.Д., Пушкарев Е.И. № 99107696/03; Заявлено 08.04.1999; Опубликовано 27.05.2001.

17. А.с. 2300464 Великобритания, МПК⁶ G 10K 11/16. A noise barrier comprising netting bags filled with compost / Flux R.Ch.: Acoustic Materials Technology Ltd. - № 95087219; Заявлено 23.4.95; Опубликовано 6.11.96; НПК F2x.

18. А.с. 2366305 Великобритания, МПК⁷ E 01 F 8/02. Earthen sound absorbing decorative external wall / Speak William Jozeph. № 0115633.0; Заявлено 27.06.2001; Опубликовано 06.03.2002. НПК E1D.

19. Wirksame Schallschutzbarriere. Lis. 2002.44 № 9, с. 48.

20. А.с. 19601095 Германия, МПК⁶ E 01 F 8/00. Integrierte photovoltaik Laermschutzbauwerke / Steinle A.; Ed Zueblin AG. № 19601095.0; Заявлено 13.1.96; Опубликовано 17.7.97.

21. Hawkins Alan C. Strom Statt Laerm. // Sonnenenrg. Sol. 2001, № 3, с. 29.

22. Haechler R. Solarstrom von Schallschutzwaenden an Autobahnen und Eisenbahnen // Sonnenenrg. Sol. 1998, № 6, с. 23-24.

23. Балакин В.В. Шумозащитные сооружения в дорожно-мостовом и городском строительстве // Актуальные вопросы строительства. Вторые Соломатовские чтения.-Материалы Всеросс. науч.-техн. конф. Саранск, 2003, с.442-446.

24. Фёдоров Н.Н. О звукоизоляции окон // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности: Докл. и тез. докл. III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ., Санкт-Петербург, 1998. С.Пб, 1999, с. 455.

УДК 504

ОЗЕЛЕНЕНИЕ МЕГАПОЛИСА ВОЛГОГРАДА

Иванова Ю.П., Новиков В.С.

Научный руководитель – д-р.техн.наук, профессор Полковников Ю.Ф.
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Рассматриваются вопросы озеленения мегаполиса Волгограда, факторы, влияющие на состояние газозащитных зеленых зон.

There are considered questions of planting of the megacity of Volgograd, factors influencing on a condition of fumes safety of green zones.

Неудовлетворительное эколого-гигиеническое состояние г. Волгограда обусловлено рядом причин: неблагоприятное сочетание природно-климатических и антропогенных условий, повышенные техногенные нагрузки, недостаточное и неудовлетворительное состояние газозащитных зеленых зон, и зеленых насаждений в целом. В процессе экспериментальных исследований в г. Волгограде был изучен

дендрологический состав растительности. Исследования показали, что во многих районах города складывается не утешительная обстановка с зелеными насаждениями. Отсутствие централизованного полива приводит к сухостою, гибели растений на первом-втором году жизни, в том числе и хвойных пород. Наихудшее положение обстоит в таких районах как Тракторозаводском, Советском и Кировском (рис.1).



Рис. 1 Состояние растительного состава ГЗЗ в ряде районов мегаполиса Волгограда

В Волгограде были собраны биометрические показатели деревьев шелковицы белой и липы мелколистной, в насаждениях с различной величиной шага посадки, расстоянием между рядами и возраста насаждений. Это позволило разработать математические модели рациональной структуры городских насаждений путем обработки полученных данных методами планирования экстремальных полнофакторных экспериментов. Полученные данные позволяют рассчитать степень выполнения защитных функций насаждениями различной плотности, а при проектировании обосновать работы по созданию и реконструкции газозащитных зеленых зон.



Рис. 2 Альтернативная панорама скверов бульвара при использовании централизованного полива

Газозащитные зеленые зоны в целом и отдельные ее элементы при рацио-

нальной организации оказывают существенное влияние на важнейшие показатели качества городской среды. Основной задачей озелененных территорий является создание комфортных условий среды городов, поглощение углекислого газа и вредных выхлопных газов автотранспорта.

Создание градостроительного комфорта - это не пассивное приспособление к местным условиям, а разработка эффективных мероприятий, компенсирующих или устраняющих недостатки естественных условий среды, при максимальном использовании ее полезных качеств. Одним из путей решения данной проблемы является создание и сохранение ГЗЗ из районированных пород деревьев и кустарников, рациональное размещение и выбор оптимальной структуры городских насаждений, что позволит повысить эффективность озелененных территорий в оздоровлении окружающей среды: улучшение микроклимата регулированием температурного, влажностного и ветрового режимов, поглощение углекислого газа, пыли и копоти, обогащение воздуха кислородом, фитонцидами, снижение шума, улучшение декоративно-эстетических качеств городских ландшафтов. Создание комфортных условий в мегаполисах невозможно без учета градостроительных аспектов застройки и ее озеленения. Мегаполис Волгоград уникальный город с линейной планировкой вдоль р. Волги на 85 км. и шириной до 15 км. и более 50% застройки частный сектор. Дорожно-транспортная сеть весьма разветвленная, запутанная и маршруты междугородных перевозок проходят практически через центр города.

Скверы бульвара исторической части мегаполиса Волгограда сформированы в 50-х годах прошлого столетия, а посему во многом имеют случайную растительность, высаженную по принципу «из того, что было».

Генеральная реконструкция зеленой экологии и транспортной сети Волгограда – объективная реальность [1, 2, 3, 4]. Условия внешней среды оказывают существенное влияние на рост и развитие зеленых насаждений в городе, поэтому деревья одной и той же породы в одинаковом возрасте могут иметь различные биометрические показатели, которые зависят от: размещения зеленых насаждений на территориях с различной степенью антропогенного загрязнения; способа и густоты посадок; влияния типа; площади и благоустройства озелененных территорий; состава насаждений и ухода за ними и т.д.

Библиографический список:

1. Сохранение окружающей природной среды Волгограда итоги 10 – летия. Отчет прир. охр. деят. Департамент по охране окружающей среды и природных ресурсов, Волгоград, 2001. 200с.
2. Растяпина О.А. Совершенствование методов проектирования городских газозащитных зеленых зон от выбросов автотранспорта. Канд. дисс. —Волгоград: ВолгГАСА, 2003. 165с.
3. Иванова Ю.П., Полковников Ю.Ф. Влияние автомобильного транспорта на экологию современного мегаполиса // Матер. Международной н/т. конф. Инновационные организационно-технологические ресурсы для развития строительства доступного и комфортного жилья в Волгоградской области. Волгоград: ВолгГАСУ, Адм. Волг. обл., 2008
4. Иванова Ю.П., Просви́ров А.А. Мегаполис, озеленение, транспорт. Проблемы, решения //Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли Юга России. Материалы II сту-

денческой научно-технической конференции. Волгоград, ВолгГАСУ, 2008. С. 88-89.

УДК 69.504 / 711.4:504

ПРОБЛЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПРИМАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В Г.ВОЛГОГРАДЕ

Барикаева Н.С. (ОБД-1-05)

Научный руководитель – канд.техн.наук, доцент Балакин В.В.
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Рассматриваются вопросы формирования примагистральных полос зелёных насаждений оптимальной конструкции в составе системы озеленения Волгограда.

Formation questions the main strips of zelyo th plantings of an optimum design as a part of system of gardening of Volgograd are considered.

Волгоград относится к числу городов с высоким уровнем загрязнения окружающей среды. Вклад автотранспорта в загрязнение атмосферного воздуха составляет 50-80% и более от общего количества вредных веществ, поступающих в воздушный бассейн города. На основе анализа данных об уровнях загрязнения атмосферного воздуха различными загрязняющими компонентами установлено, что чрезмерному воздействию выбросов автомобильного транспорта подвергается многочисленная группа населения города.

Число автомобилей на улицах Волгограда за последние три года значительно возросло. По материалам комплексной транспортной схемы, в ближайшем десятилетии рост числа автомобилей в городе будет продолжаться (рисунок). С ростом городского автопарка будет происходить и увеличение объемов выброса загрязняющих веществ в атмосферу.

Загрязнение окружающей среды автомобильным транспортом происходит, главным образом, в результате сжигания топлива. Химический состав выбросов зависит от вида и качества топлива, технологии его производства, способа сжигания в двигателе и его технического состояния.

Кроме того, дорожные полосы и водные объекты загрязняются продуктами износа шин и тормозных накладок, сыпучими и пылящими грузами, хлоридами, используемыми в качестве антиобледенителей дорожных покрытий.

Из-за интенсивного роста численности автотранспорта, низкого уровня экологической безопасности отечественных автомобилей, объектов автотранспортной инфраструктуры, используемых материалов, прежде всего, топлив и масел, несоблюдения регламентов и низкого качества осуществления технического обслуживания и ремонта техники усиливается негативное влияние автотранспорта на городскую среду [1].

Можно предположить, что в ближайшее время главными направлениями улучшения состояния атмосферы в городе будут: перевод автомобилей на использование экологически более чистых марок топлива, оснащение их устройствами

нейтрализации отработавших газов, строительство скоростных автомобильных магистралей и транспортных развязок.

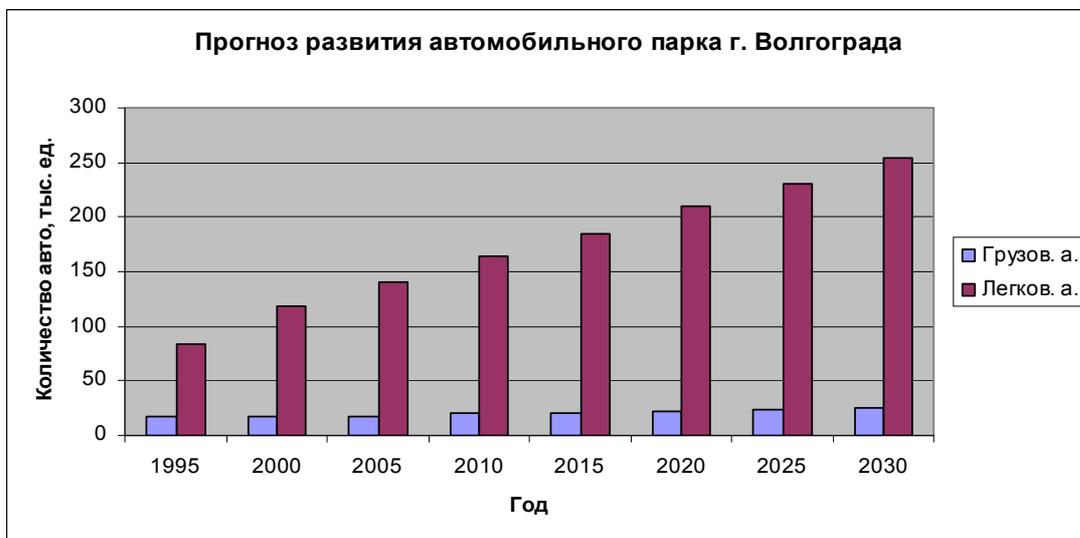


Рис. 1 Прогноз численности автопарка Волгограда

Наряду с перечисленными мероприятиями эффективным методом снижения негативного воздействия городского транспорта на окружающую среду следует считать озеленение примагистральных территорий.

Зеленые насаждения на улицах и городские зелёные массивы – неотъемлемая часть планировочной структуры Волгограда и важнейшая составляющая его экологического каркаса. Они входят в систему жизнеобеспечения города, как важнейший средообразующий и средозащитный фактор, обеспечивающий комфортность и качество среды обитания человека, и как обязательный и важный элемент городского ландшафта. Растительность в городе является также важным социальным стабилизирующим фактором, снижающим напряженность и конфликтность городской среды и способствующим устойчивому развитию города.

Однако состояние большей части зеленых территорий города следует признать неудовлетворительным. Под воздействием промышленных и транспортных загрязнений, климатических особенностей и неорганизованного отдыха горожан наблюдается деградация озелененных территорий. Одновременно происходит и сокращение их площадей за счет развития застраиваемых территорий: селитебных и иных зон застройки. Вдоль автомагистралей тянутся в основном однорядные посадки слишком далеко друг от друга расположенных, плохо развивающихся деревьев, без какого-либо кустарника. Деревья при таком расположении особенно страдают от загрязнения: кроны растений обожжены, листья подвержены некротическому повреждению в течение всего вегетационного периода. Эффективность таких насаждений в снижении концентрации отработавших газов автомобилями очень низка.

Неравномерность распределения зеленых массивов на территории города отражена в таблице 1 [2].

Таблица 1

Обеспеченность зелеными насаждениями общего пользования по районам города

№п/п	Наименование района	Нормативная обеспеченность, кв.м/чел	Фактическая обеспеченность, кв.м/чел.	Площадь озелененных территорий общего пользования, га
1	Центральный	25	27,9	370,0
2	Ворошиловский	25	4,9	54,4
3	Советский	25	4,0	76,0
4	Дзержинский	25	6,0	200,1
5	Тракторозаводский	25	7,8	110,42
6	Краснооктябрьский	25	11,4	172,5
7	Кировский	25	12,2	113,5
8	Красноармейский	25	12,2	195,9
9	Всего по городу		10,8	1292,82

В единую систему озеленения города входят зелёные насаждения общего пользования, объекты природоохранной, ландшафтной и историко-культурной ценности, лесопарковые участки Волгоградского лесхоза и городские парковые зоны.

Степень озеленения Волгограда значительно меньше той величины, которая принимается за оптимальную – на одного жителя города площадь зеленых насаждений в среднем составляет около 10,0 кв. м при норме 25,0 кв. м. Из-за недостаточной площади крупных зелёных массивов растения производят кислорода значительно меньше, чем его потребляет город. Пока эта проблема решается за счет циркуляции воздушных масс – воздух, насыщенный кислородом, поступает в город извне. Но, тем не менее, уже сейчас при определенных погодных условиях (например, безветренная погода) горожане с ослабленным здоровьем ощущают недостаток кислорода.

Формированию посадок на улично-дорожной сети также не уделяется должного внимания. На магистральных улицах зеленые насаждения в среднем занимают 10–18% общей ширины при рекомендованных 25%, а на улицах с бульварами их удельный вес по ширине достигает 25% вместо рекомендованных 48%.

Здесь зеленые насаждения являются одним из эффективных средств оздоровления среды обитания, поэтому проблемам формирования объектов озеленения на улично-дорожной сети необходимо уделять особое внимание. Прежде всего, следует учитывать, что насаждения на улицах одновременно выполняют ряд важных оздоровительных функций – снижают скорость ветра и запылённость воздушного бассейна, регулируют температурно-влажност-

ный режим, защищают от перегрева фасады зданий и пешеходные тротуары, снижают уровень транспортного шума и загрязнение атмосферного воздуха выбросами автомобильного транспорта.

В качестве средозащитных экранов применяются многорядные посадки деревьев с кустарниками в виде живых изгородей. Снижение загрязнения воздуха

полосами зеленых насаждений происходит за счёт поглощения отдельных компонентов отработавших газов листвой, а также – и в основном – благодаря их рассеиванию в верхние слои атмосферы за счёт аэродинамических свойств посадок. В таблице 2 приводятся показатели газозащитной эффективности наиболее часто встречающихся приемов озеленения [3].

При непрерывной фильтрации газовой смеси через сравнительно узкие полосы зелёных насаждений на улицах эффект от поглощения намного меньше их рассеивающей способности. Поэтому он не должен переоцениваться. В связи с этим количество рядов деревьев и кустарников, форма и плотность их крон должны соответствовать оптимальной конструкции создаваемых на улицах полос, с точки зрения снижения загазованности воздушного бассейна [4].

С увеличением густоты посадок газозащитное действие их сначала резко повышается, но затем снижение концентраций отработавших газов в воздухе происходит менее интенсивно. Это следует учитывать при выборе конструкции защитной полосы в тех случаях, когда ширина поперечных профилей улиц не позволяют создавать древесно-кустарниковые насаждения с максимальной плотностью, т.е. с коэффициентом ажурности (отношение площади, занимаемой листвой, ветвями и стволом насаждений, к общей площади фронтальной проекции полосы), близким к единице. В этих условиях необходимо стремиться к размещению между проезжей частью и жилой застройкой зеленых насаждений с оптимальной плотностью, когда коэффициент ажурности находится в пределах 0,7 – 0,8 и происходит наиболее интенсивное рассеивание примесей в атмосферном воздухе. В результате достигается экономия площади, отводимой для озеленения, без заметного ослабления газозащитного эффекта.

Наиболее выгодной по конструкции является непродуваемая полоса с коэффициентом ажурности в нижнем ярусе 0,7–1 при постепенном уменьшении плотности к вершине в пределах оптимального значения. Ближе к проезжей части высаживаются деревья и кустарники меньшей высоты, затем высота посадок увеличивается.

Таблица 2

Газозащитная эффективность полос зеленых насаждений на автомагистралях

Тип посадки	Высота, м	Ширина, м	Коэффициент ажурности	Газозащитная эффективность, %
Однорядная посадка деревьев с однорядным кустарником	5—8	4—6	0,2—0,4	17—28
	8—10			18—29
	10—15			20—32
	15—20			22—34
Двухрядная посадка деревьев с однорядным кустарником	5—8	6—8	0,3—0,6	23—27
	8—10			24—38
	10—15			26—42
	15—20			28—45

Двухрядная посадка деревьев с двухрядным кустарником	5—8	8—10	0,4—0,7	28—41
	8—10			29—43
	10—15			32—47
	15—20			34—50
Трех-четырёхрядная посадка деревьев с двухрядным кустарником	5—8	10—15	0,5—0,8	33—45
	8—10			34—47
	10—15			37—51
	15—20			40—55
Пяти-шестирядная посадка деревьев с четырёхрядным кустарником	5—8	20—30	0,7—1,0	37—48
	8—10			38—50
	10—15			42—55
	15—20			45—65

Введение газозащитных полос зеленых насаждений в поперечный профиль улиц в дополнение к фронтальной застройке вносит существенные изменения в распределение концентраций оксида углерода (CO) как перед зданиями, так и во внутриквартальном пространстве. Максимальное снижение уровня загазованности в зоне пешеходного движения и у нижних этажей зданий по их внешнему фасаду наблюдается при достижении посадками высоты, равной половине высоты здания. Непродуваемая полоса снижает уровень концентрации CO от 130–150 до 20% в пешеходной зоне и от 100–150 до 20–90% в пределах нижних пяти этажей девятиэтажного здания (в данном случае за 100% принимается уровень загрязнения воздуха на краю проезжей части).

Газозащитное действие зеленых насаждений на внутриквартальное пространство проявляется при высоте полос более $0,5 H$ (здесь H – высота здания), а при равенстве высот полосы и здания отмечается максимальное снижение концентраций CO , которое составляет по дворовому фасаду 20% для продуваемой и 50% для плотной конструкции от уровня, фиксируемого без озеленения.

При проектировании зеленых насаждений необходимо иметь в виду, что невысокие разреженные посадки древесно - кустарниковых групп и отдельных деревьев на наветренной стороне улиц (по отношению к господствующим ветрам) способствуют более эффективному очищению воздуха над проезжей частью, чем сплошные малопродуваемые полосы. Поэтому плотные и равномерно-ажурные посадки рекомендуется применять для защиты застройки, расположенной с подветренной стороны магистралей [4].

В процессе роста посадок происходит их самоизреживание, из-за чего их экранирующие свойства ослабляются. Переформирование неравномерно ажурных и недостаточно эффективных продуваемых полос в плотные достигается применением рубок ухода (санитарные рубки, прочистки, рубки омоложения, стрижки).

Экспериментально установлено [3], что газозащитная система зеленая зона – фронтальная застройка наиболее чувствительна к изменениям высоты насаждений, поэтому соответствующие участки магистралей необходимо озеленять такими породами деревьев, которые легко переносят обрезку стволов и дают много побегов на штамбах. Для этой цели подходят тополя, клены остролистный и ясе-

нелиственный, ясень, липа, ива, гледичия, белая акация, вяза обыкновенный, перистоветвистый и мелколистный. Наилучшее время рубок и прочисток – летний период, когда деревья и кустарники находятся в облиственном состоянии, что позволяет правильно отбирать ветви и отдельные растения для их удаления.

Насаждения для уличного озеленения должны быть достаточно газоустойчивыми. Этим требованиям в лесорастительных условиях Волгограда отвечают клены ясенелистный и татарский, тополь канадский, ясень обыкновенный, айлант, акация белая, жимолость.

В примагистральные полосы необходимо включать ряды деревьев и кустарников из вечнозеленых пород (туя западная, можжевельники и др.) с учетом ослабления газозащитного эффекта листовыми породами в холодный период года.

При подборе состава насаждений в полосах необходимо учитывать конкурентные взаимоотношения отдельных пород между собой в процессе роста, выделять главные породы, дополнительные и декоративные (отделочные). Для обеспечения быстрейшего вступления в работу посадки должны быть быстрорастущими.

Внедрение мероприятий по оздоровлению воздушной среды при проектировании озеленения городских дорог и улиц необходимо осуществлять на основе комплексной оценки проектного решения с учетом шумового режима, микроклимата, архитектурно-ландшафтных условий, безопасности движения и функциональных требований к организации прилегающей жилой застройки.

Библиографический список:

1. Павлова, Е. И. Экология транспорта / Е. И. Павлова, Ю. В. Буравлева. – М.: Транспорт, 1998.
2. Доклад «О состоянии окружающей природной среды Волгограда в 2004 году» / Департамент по охране окружающей среды и природных ресурсов администрации Волгограда. Волгоград, 2004.
3. Балакин В.В. Принципы формирования средозащитных полос зелёных насаждений на городских дорогах и улицах // Учёные Волгограда – развитию города: сборник статей. Волгоград: МУП «Городские вести», 2009. С.109–111.
4. Балакин В.В. Благоустройство и охрана городской среды. / ВГИСИ. Волгоград: ВПИ, 1985. 82 с.

УДК 656.13:711.4:502.1

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА В ВОЛГОГРАДЕ

Забазнов В.В. (ОБД-1-06), Смолянский Е.С. (ЭУН-1-07),

Бовкун М.В. (ОБД-1т-06А)

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Балакин В.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Раскрывается негативное воздействие автомобилизации на транспортную систему и обострение экологической ситуации в Волгограде. Обосновывается необходимость разработки мероприятий по оздоровлению городской среды.

We analyze the negative environmental impact of increasing traffic volume in Volgograd which adds to the aggravation of environmental problems. We also stress the necessity to develop a programme of systematic measures for elimination of the tendency of environmental degradation in the city.

В настоящее время Волгоград как один из крупнейших городов РФ обладает мощным промышленным потенциалом и достаточно разветвлённой транспортной инфраструктурой, что обусловило проявление ряда экологических проблем. Основные из них, являющиеся характерными и для других городов России, связаны с химическим загрязнением атмосферного воздуха, почвы, водоемов и с воздействием транспортного шума на городскую среду.

В Волгограде, согласно данным ГИБДД, количество транспортных средств возрастает в среднем на 10 тыс. единиц в год, причём рост происходит в основном за счёт легковых автомобилей. Быстрое пополнение автопарка вызывает повышение интенсивности движения транспорта на улично-дорожной сети (УДС) города.

В связи с этим транспортные потоки на магистральных улицах быстро перешли в насыщенное состояние, а их проезжая часть оказалась переполненной транспортом. Всё это сопровождается снижением скоростей движения и появлением заторов на участках УДС и, как следствие, повышением уровней транспортного шума и загрязнения атмосферного воздуха.

По результатам систематических наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха, проводившегося Департаментом по охране окружающей среды и природных ресурсов, установлено многократное превышение предельно допустимых концентраций оксида углерода, диоксида азота, углеводородов и пыли во всех районах Волгограда.

На участках магистральных улиц и дорог общегородского значения уровень звукового давления в настоящее время достигает 77-79 дБ А.

Для разработки системы мероприятий по оптимизации экологической ситуации в городе необходим всесторонний подход к оценке воздействующих факторов. При этом следует учесть, что вместе с воздушным бассейном мощную антропогенную нагрузку испытывают открытые водоёмы города. Всё большее участие в их загрязнении принимают дождевые и талые воды, смывающие с улиц и площадей накапливающиеся вредные вещества.

Тревожное экологическое положение в городе складывается также в связи с загрязнением почв транспортными источниками. Наибольшую опасность представляют тяжёлые металлы и формальдегид, образующийся из отработавших газов автомобилей. Главное негативное действие формальдегида состоит в уничтожении бактерий, что приводит к снижению плодородности почв, угнетению и потере растительного покрова в городе.

Анализ состояния экологической ситуации в Волгограде указывает на необходимость принятия срочных мер по снижению негативного воздействия транспортной инфраструктуры на городскую среду. Здесь необходим комплексный подход, учитывающий сложную взаимосвязь всех факторов, влияющих на качест-

во среды обитания [1]. Для этого необходима разработка целевой программы по экологизации транспортной инфраструктуры города, обеспечивающей рациональное распределение имеющихся средств и ресурсов.

Такая программа представляет собой совокупность административных, правовых, эколого-градостроительных, технологических и экономических мероприятий, направленных на обеспечение экологической безопасности населения города. Эти мероприятия необходимо включать, прежде всего, в материалы Генерального плана города и в состав технической документации комплексной транспортной схемы.

Обеспечение требуемого уровня экологической безопасности транспортной системы Волгограда должно стать стратегической целью структур управления, которые могут оказать содействие разработке и внедрению последующих экологических инноваций, обеспечить взаимодействие инвесторов и проектных организаций с научно-исследовательскими институтами и вузами города в русле экологической проработки приоритетных проектных решений по развитию транспортной системы города.

Большие технические возможности для снижения уровней транспортного шума и загазованности имеются в области совершенствования элементов системы водитель-автомобиль-дорога. Это касается, прежде всего, исправления геометрических элементов существующих городских дорог и улиц в плане, поперечном и продольном профилях. Здесь также необходима реконструкция проезжей части, предусматривающая повышение пропускной способности городских путей сообщения, рациональная планировка прилегающей к магистралям застройки, строительство экранирующих сооружений, техническое усовершенствование автомобилей, повышение требований к водителям и т.д.

В крупнейших городах и мегаполисах проблема оздоровления окружающей среды и соответствующего преобразования транспортных систем проявляется наиболее остро. Снижение уровней загрязнения атмосферного воздуха и транспортного шума в таких городах в условиях прогрессирующей автомобилизации и уплотнения застройки достигается в результате реализации принципиально новых транспортно-градостроительных решений крупного масштаба. К ним относится, прежде всего, снижение интенсивности движения транспортных потоков путем перевода транзитного транспорта внутригородского уровня на магистральные дороги скоростного и непрерывного движения, устраиваемые на эстакадах и в туннелях, а регионального и федерального – на обходные дороги, трассируемые на значительном удалении от городской застройки.

Подобные решения должны иметь стратегический характер, приниматься на основе концепции долгосрочного развития транспортной системы региона. Наиболее полная изоляция транзитных автомобильных потоков федерального и регионального уровней от территорий городов и групп населённых мест позволяет разгрузить автомобильные дороги пригородных зон (секторальные, зональные), а также радиальные транспортные связи на сети магистральных городских дорог.

Автомобильные магистрали данного направления предназначены, главным образом, для пропуска концентрированных транспортных потоков, которые возникают вследствие маятниковой миграции между пригородной зоной и городом-центром. Одновременно с их разгрузкой обеспечивается независимое от местного движения следование транзита [2].

В Волгограде решение задач совершенствования организации перевозок грузов, пропуска междугороднего и межрайонного транзита и снижения вредного воздействия транспорта на окружающую среду достигается путём строительства объездной магистрали, связывающей федеральные дороги «Волгоград-Каменск-Шахтинский» (М-21) и «Каспий» М-6 (подъезд к г. Элисте). В зону тяготения этой дороги протяжённостью 35 км входят 3 южных района города и 2 административно-территориальных района области. В перспективе, в соответствии с программой модернизации и развития автомобильных дорог Южного федерального округа до 2025 года, этот обход Волгограда будет входить в состав международного транспортного маршрута направления «восток-запад».

Кроме этого, генеральным планом предусматривается:

- строительство западного обхода города от дороги 1Р – 228 (А – 409) Волгоград – Саратов до выхода из города М-6 «Каспий» на Астрахань, перехватывающего все северо-западные, и юго-западные направления подходящих к Волгограду радиальных автомобильных дорог;

- резервирование возможности сооружения за пределами расчётного срока моста через Волгу в южной части города с тем, чтобы соединить между собой автомобильные дороги на Николаевск – Энгельс, Среднюю Ахтубу – Капустин Яр и Астрахань. Таким образом, удастся сформировать в отдалённом будущем кольцевую систему обходных дорог вокруг всего города;

- использование внутригородской широтной магистрали непрерывного движения со стороны моста через Волгу для внешнего транзита в направлении Москва – Средняя Ахтуба – Капустин Яр – Астрахань.

С вводом моста через Волгу следует ожидать оживления транспортной связи М-6 «Каспий» – Средняя Ахтуба – Астрахань. Здесь будут достаточно усложнены задачи пропуска транзита средствами организации движения. Поэтому вслед за вводом в эксплуатацию моста потребуются скорейшее строительство внутригородской широтной магистрали непрерывного движения на этом направлении, дублирующей перегруженный проспект Жукова. Одновременно необходимо повысить техническую категорию всех других подходов к городу с внешних дорог.

Библиографический список:

1. Попов А.В. Системный подход к проблеме оздоровления городской среды // Оздоровление окружающей среды городов: Сб. науч. тр. М: ЦНИИП градостроительства, 1975. С.17 – 24.
2. Атасянц А.А. Современные и стратегические задачи градостроительного и транспортного развития // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: Материалы международной (тринадцатой екатеринбургской) науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2004. 265 с.

**СОДЕРЖАНИЕ СУЛЬФАТОВ В СОСТАВЕ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ
И ВЛИЯНИЕ ИХ НА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

Середи́на О.С.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

В условиях нашей страны важно следить за загрязнением почв, так как содержание сульфатов приводит к разрушению железобетонных конструкций. В статье приводятся результаты исследований бетонных образцов и проникание сульфатсодержащей среды в них, что приводит к коррозии и потере прочности цементного бетона.

In the conditions of our country it is important to watch pollution of soils as the maintenance of sulphates leads to destruction of concrete designs. In article results of researches of concrete samples and penetration of sulphates in them are resulted environments that leads corrosion and loss of durability of cement concrete.

Наиболее распространенным видом искусственных сооружений на автомобильных дорогах являются водопропускные трубы, которые предназначаются для пропуска под земляным полотном дороги постоянных или периодически действующих водотоков с относительно небольшими расходами.

По применяемым для изготовления материалам трубы бывают железобетонными, бетонными, каменными, металлическими, полимерными и деревянными. Преимущественное распространение получили железобетонные трубы.

Трубы представляют собой сооружения, расположенные в теле земляного полотна, поэтому принципиально их, возможно, устраивать на любом участке дороги в случае любого сочетания элементов плана и профиля. [1]

На современных автомобильных дорогах преимущественное распространение получили железобетонные трубы.

В отличие от воды и атмосферного воздуха, которые являются лишь миграционными средами, почва является наиболее объективным и стабильным индикатором техногенного загрязнения. Она четко отражает эмиссию загрязняющих веществ и их фактического распределения в компонентах городской территории. Наиболее крупные промышленные города, к которым относится и Волгоград, образуя обширные зоны загрязнений, постепенно превращаются в сплошные техногенные территории, представляющие серьезную опасность для здоровья, проживающего на них населения и искусственных сооружений.

В условиях нашей страны важно следить за загрязнением снежного покрова, так как с таянием снегов загрязняющие вещества поступают на поверхность ландшафта. В пробах определяются ионы сульфата, нитрата аммония, значения рН, а также наличие бензапирена, тяжелых металлов.

Наблюдения за химическим загрязнением почв территории Волгограда осуществляется с 1993 года. Перечень показателей химического и биологического загрязнения почв определялся исходя из: целей и задач исследований, характера землепользования, специфики источников загрязнения, определяющий характер (состав и уровень) загрязнения изучаемых территорий. [2]

Пробы почвы имеют реакцию среды от нейтральной до щелочной (рН=6,8-8,9). Содержание водорастворимых форм солей, хлоридов, сульфатов является характерным для механического состава исследованных почв (супеси, легкие и средние суглинки).

Образование сульфатов в основном приурочено к начальному этапу формирования зоны гипергенеза и осуществляется либо кристаллизацией из растворов (нормальные соли - кристаллогидраты), либо благодаря гидролизу комплексных катионов типа $[\text{CuHSO}_4]^+$ и $[\text{FeHSO}_4]^{2+}$, когда образуются кислые и основные соли. [3]

Следует отметить, что количество экспериментальных данных, позволяющих выяснить скорость, глубину проникания и распределение сульфат иона по толщине материала, а также определить кинетику химического взаимодействия проникших сульфат-ионов или проникновение сульфатсодержащих сред (газообразных и жидких) в железобетонные конструктивные элементы, весьма ограничено.

В работе [5] проводились исследования на бетонных образцах в условиях действия рассолов оз. Сиваш, содержащих в наибольших количествах серноокислые и хлористые соли натрия и магния (NaCl , MgCl_2 , MgSO_4). Исследовались сульфаты различных металлов, широко используемых в промышленности и содержащихся в природных водах: меди, никеля, цинка, натрия, магния, железа, марганца, кобальта, кадмия, алюминия, бериллия.

На основании анализа результатов опытов можно утверждать, что проникание сульфатсодержащей среды в бетонные и железобетонные конструкции происходит в основном по механизму активированной диффузии. На величину коэффициента диффузии наиболее существенное влияние оказывают следующие факторы:

1) повышение водоцементного соотношения приводит к увеличению пористости бетона, вследствие чего бетон становится более проницаемым для сульфатсодержащей среды (среда проникает в более глубокие слои), увеличивается реакционная поверхность бетона (увеличивается количество связанных цементным камнем сульфат-ионов);

2) с увеличением содержания в цементе увеличивается количество связанных цементным камнем сульфат-ионов;

3) увеличение концентрации приводит к более глубокому прониканию среды в бетон и более интенсивному связыванию цементным камнем сульфат-ионов;

4) количество связанных цементным камнем сульфат-ионов зависит от уровня напряжений, то есть чем выше уровень напряжений, тем большее количество сульфат-ионов связывается цементным камнем; увеличение напряжений сжатия до уровня $0,4-0,6R_{\text{пр}}$ приводит к снижению количества связанных цементным камнем сульфат-ионов, однако при дальнейшем увеличении уровня напряжений сжатия в бетоне увеличивается количество микро- и макродефектов в структуре бетона, облегчается проникание сульфат-ионов во внутренние объемы и на возросшей реакционной поверхности бетона в определенной степени интенсифицируется процесс коррозии.

При определенных условиях (увеличение пористости бетона до некоторого значения, наличие гидростатического напора) проникание сульфатсодержащей среды в бетон может происходить по механизму фильтрации. Возможен также случай, когда проникание сульфатсодержащей среды на определенную глубину происходит по механизму фильтрации, а далее, в результате падения гидростатического напора, по механизму активированной диффузии. Таким образом, проникание сульфатсодержащей среды можно приближенно описать уравнением активированной диффузии и, учитывая, что взаимодействие сульфатсодержащей среды с бетоном является физико-химическим процессом, уравнение должно содержать член, учитывающий химическое связывание. Кинетику появления новообразований (приводящих к изменению механических свойств бетона) можно описать с помощью специально вводимого интегрального параметра химического взаимодействия, кинетика которого будет определяться наиболее медленным из процессов, контролирующих изменение механических свойств.

Данные экспериментальных исследований о кинетике изменения прочности и микротвердости бетонов в условиях воздействия 2%-ного раствора серной кислоты приводятся в работе [5]. В начальные сроки (7-14-е сутки) экспонирования образцов в агрессивной среде отмечается первоначальное снижение прочностных показателей экспериментальных образцов (рис. 1).

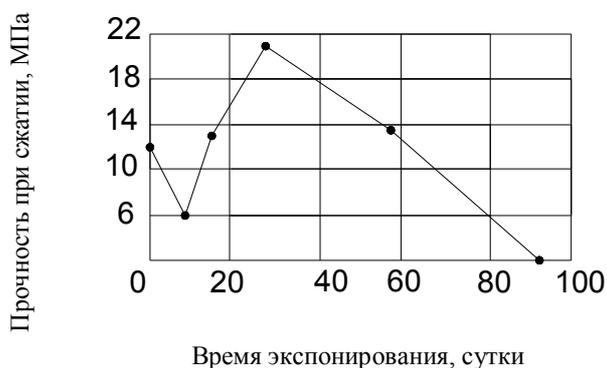


Рис. 1 Изменения прочности бетонов в условиях воздействия 2%-ного раствора серной кислоты

Следующий этап (14-28-е сутки) связан с повышением прочностных характеристик и в литературе называется этапом позитивной коррозии. При последующем экспонировании (более 28 суток) отмечаются необратимые ухудшения физико-механических свойств материала, выражающееся в стабильном снижении прочностных характеристик. Авторы отмечают, что изменение свойств цементных бетонов под влиянием агрессивных сред происходит послойно. Графические зависимости, полученные по результатам испытаний на склерометре, позволяют выделить 1) зону деструкции (разрушения), 2) зону позитивной коррозии, характеризующейся повышенными значениями физико-механических свойств, 3) зону деградации (рис.2).

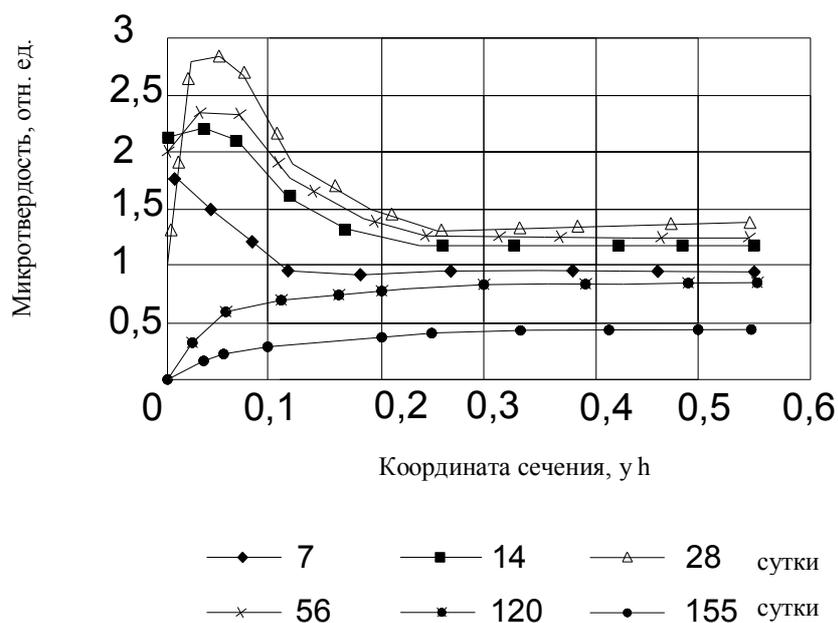


Рис. 2 Изменения микротвердости бетонов в условиях воздействия 2%-ного раствора серной кислоты

Следует отметить, что проблема содержания сульфатов в составе загрязненных почв действующих на железобетонные конструкции будет приводить к разрушениям, коррозии и потери прочности цементного бетона, поэтому подробное изучение этого вопроса очень важно при проектировании и эксплуатации водопропускных железобетонных труб.

Библиографический список:

1. Лисов В.М. Дорожные водопропускные трубы. М.: Информ.-изд. центр «ТИМР», 1998, 140 с.
2. Сайт Департамента по охране окружающей среды и природных ресурсов администрации Волгограда <http://www.ecology.volgadmin.ru/default.aspxid=15-1>
3. Яхонтова Л. К., Зверева В. П. Основы минералогии гипергенеза: Учебное пособие. Владивосток: Дальнаука, 2000.
4. Селяев В.П., Ошкина Л.М. Влияние водных растворов серной кислоты и сжимающих нагрузок на свойства цементных композитов // Современные проблемы строительного материаловедения: Материалы пятых академических чтений РААСН/Воронеж. гос. арх.-строит. акад. Воронеж, 1999. С. 419-422.
5. Гарибов Р.Б. Сопротивление железобетонных элементов конструкций воздействию агрессивных сред. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2003, 228 с.

УДК 656.13:711.4:502.1

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ И ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ В ГОРОДАХ

Субботина М.В. (ОБД-1-07), Жукова Д.В. (ОБД-2-07), Смолянский Е.С. (ЭУН-1-07)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Балакин В.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Раскрываются отрицательные экологические последствия автомобилизации в крупных и крупнейших городах и обосновывается необходимость комплексной оценки состояния городской среды при разработке градостроительных и планировочно-реконструктивных мероприятий по её оздоровлению.

This article describes the negative consequences of greatly increased number of cars and trucks in big cities and megapolises, and proves the necessity of integrated environmental assessment of urban territories in order to include into the developing and redeveloping of cities measures to improve the environmental situation.

Урбанизация – наиболее характерное и противоречивое явление, охватившее все развитые страны мира на рубеже второго и третьего тысячелетий. В XX веке число городов с миллионным населением возросло в 10 раз и приблизилось к 400. По данным ООН уже к 2030 году городское население в 2 раза превысит сельское [1], а в ближайшие 50 лет до 80% мирового населения будет жить в городах [2]. Уже в настоящее время в наиболее развитых странах мира, включая США, Германию, Великобританию, Францию, доля городского населения составляет 73–92%. В современной России насчитывается 13 городов с населением более 1 млн. жителей, а всего россиян на урбанизированных территориях проживает 107 млн. человек (73%) [3].

Го род – это коммунальные, транспортные и информационные услуги, большой выбор и доступность удовлетворения разнообразных потребностей, работа, культурный досуг, возможность получения образования. Однако, противоречивость ситуации, порождаемой стремительно развивающейся урбанизацией, состоит в том, что город, предоставляя человеку всё больше удобств, услуг и возможностей, не может обеспечить ему здоровую среду обитания (чистый воздух и чистая вода, тишина и др.). Именно урбанизация способствовала появлению, так называемого, городского фактора в картине заболеваемости населения, увеличению числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и т.д.

Только за последние пять лет концентрации таких наиболее ведущих компонентов отработавших газов (ОГ), как оксид углерода и оксиды азота, увеличились в атмосферном воздухе на 5–11%, что следует связывать с бурным ростом российского парка автотранспортных средств. Его увеличение происходит, в основном, за счет легковых автомобилей, доля которых достигает 80% [4,5].

В настоящее время отмечается устойчивая тенденция роста численности автотранспортных средств (3–4 % в год), особенно находящихся в личном пользовании. Уровень автомобилизации в крупных и крупнейших городах составляет 150–250 автомобилей на 1000 жителей и превышает прогнозные показатели, установленные в генеральных планах и комплексных транспортных схемах (КТС) 15–20 лет назад [6]. Но в строительных нормах и правилах по градостроительству (СНиП 2.07.01–89, п.6.3) допускается возможность ещё более высокого уровня насыщения – до 300 авт. на 1000 жит.

Столь быстрое пополнение автопарка вызывает резкий рост интенсивности движения транспорта на улично-дорожных сетях (УДС) городов. Это приводит к

снижению скоростей сообщения, исчерпанию резервов пропускной способности транспортных сетей, появлению ситуаций регулярных заторов на участках УДС, росту числа и жертв ДТП и снижению эффективности функционирования транспортных систем городов при одновременном увеличении масштаба их негативного влияния на природную среду.

Рост автопарка ведёт к дальнейшему обострению экологических проблем. Они усугубляются ещё из-за большого среднего возраста авто транспортных средств и низкого уровня технико-эксплуатационных показателей отечественных автомобилей. Такое положение приводит к непроизводительному расходу топлива и увеличению выброса в атмосферу загрязняющих веществ.

Ежегодно в нашей стране поступает в атмосферу около 15 млн т загрязняющих веществ. В результате вклад от автомобильного транспорта в общий выброс вредных веществ по России достиг 46% и доходит до 70–90% в крупных и крупнейших городах [5].

По данным Департамента природопользования и охраны окружающей среды Правительства Москвы, ежегодный вклад автомобильного транспорта в загрязнение воздушного бассейна мегаполиса составляет 93 % или 900 тыс. т [7].

В Волгограде доля выбросов ОГ от подвижных источников по ведущим ингредиентам составляет 47–84% (таблица).

Экологический ущерб от функционирования транспортного комплекса страны, основная доля которого связана с негативным влиянием выбросов в атмосферу и акустическим воздействием, по данным Института проблем транспорта РАН, оценивается в 3,7 млн. долларов США в год. Величина ежегодного экологического ущерба только от автомобильного транспорта достигает в России 2–3% от валового национального продукта [8].

Классификация отдельных отрицательных последствий, связанных с многосторонним взаимодействием автомобилизации как сложной социально-технической системы с элементами материально-пространственной среды городов приводится на рисунке [9].

Таблица 1

Выбросы вредных выбросов в атмосферу Волгограда от подвижных источников, тыс. тонн

Показатели	Всего	Наименование загрязняющих веществ				
		Твердые вещества	Оксид углерода	Диоксид азота	Диоксид серы	Углеводороды
Выбросы подвижных источников загрязнения	275.453	3.689	207.275	21.574	5.267	37.648
Суммарные выбросы загрязняющих веществ	393.946	17.418	246.476	31.392	11.263	53.542
Доля выбросов подвижных источников, %	70.0	21.0	84.0	69.0	47.0	70.0

Специфика автомобилей как источников загрязнения атмосферного воздуха

проявляется в следующем:

- рассредоточении источников выбросов по территории города;
- непосредственной близости к жилым районам;
- более высокой токсичности выбросов по сравнению с выбросами стационарных источников;
- сложности реализации технических средств защиты от загрязнений на подвижных источниках;
- низком положении источника загрязнения относительно земной поверхности, в результате чего ОГ аккумулируются в приземном слое атмосферы и менее интенсивно рассеиваются по сравнению с выбросами от стационарных приподнятых источников.

Перечисленные особенности приводят к тому, что автотранспорт создает в городах обширные зоны с устойчивым превышением санитарно-гигиенических нормативов содержания вредных веществ в атмосферном воздухе.

В центральных зонах крупных и крупнейших городов, отличающихся высокой плотностью узких улиц и несоответствием сложившейся планировки УДС требованиям транспортных потоков высокой интенсивности, проблемы загрязнения атмосферного воздуха проявляются в наиболее концентрированном виде.

Кроме этого, загрязнения «транспортного» происхождения появляются в атмосфере городов в результате функционирования предприятий технического автосервиса, автозаправочных станций, асфальтобетонных заводов, баз дорожной техники и других объектов транспортной инфраструктуры. В составе выбросов асфальтобетонных заводов содержатся канцерогенные вещества [3].



Классификация негативных экологических последствий автомобилизации

При движении автомобилей происходит истирание дорожных покрытий и автомобильных шин, продукты износа которых смешиваются с твердыми частицами ОГ, поэтому автомобильные дороги являются одним из источников образования пыли в приземном слое воздуха. К этому добавляются смывы грунта на проезжую часть с прилегающего к дороге почвенного слоя. В результате образуется токсичная пыль, в сухую погоду поднимающаяся над дорогой в воздух. Она переносится ветром на расстояние до нескольких километров.

Пыль в сочетании с влагой создает предпосылки для возникновения ДТП в момент дождя. В результате их смешивания коэффициент сцепления шин с дорогой резко снижается. Торможение в таких условиях может привести к блокировке колес, гидроскольжению, заносу и вызвать ДТП.

Загрязнения на проезжей части, содержащие хлориды и другие противогололедные реагенты, попадают с поверхностным стоком, а также воздушным путем на прилегающие территории и водоемы, действуя отрицательно на растительность, рыб и других обитателей, накапливаются в донных отложениях. По статистическим данным, в РФ средний сброс хлоридов со стоками и снегом за пределы дорог составляет около 500 тыс. т в год [2]. В поверхностные водоемы сбрасываются также сточные воды предприятий автомобильного транспорта, содержащие взвешенные вещества и отходы нефтепродуктов.

Под автомобильные дороги и транспортные сооружения отчуждаются значительные земельные площади. Так, на строительство 1 км современной автомагистрали требуется до 10–12 га территории. Помимо этого, требуются дополнительные площади для технологических целей. Особенно большие земельные участки занимают транспортные развязки – до 35 га при пересечении магистралей с шестью полосами движения [10].

Усиление экологической напряженности во многих городах и регионах России связано также с шумовым воздействием автомобильного транспорта и вибрацией, возникающей при движении грузовых автомобилей.

Можно выделить основные типы негативного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду и сгруппировать их в следующие направления:

- химическое (ингредиентное) загрязнение атмосферного воздуха, почвенного покрова, водоемов, грунтовых вод, зданий, сооружений и памятников архитектуры;

- физическое (параметрическое) загрязнение – транспортный шум, вибрация, тепловое и электромагнитное излучения;

- ДТП, влекущие за собой гибель и ранение людей, материальные потери из-за повреждения и уничтожения транспортных средств, грузов и транспортных сооружений;

- разрушение растительных сообществ, вследствие загазованности и запыленности атмосферы, загрязнения почв и открытых водоемов;

- накопление отходов и мусора, образующихся в связи с производством, экс-

плуатацией и ремонтом транспортных средств, строительством, ремонтом и содержанием транспортных устройств;

- отторжение территорий для строительства объектов транспортной инфраструктуры.

В крупных и крупнейших городах со сложившейся планировкой УДС и плотной застройкой в один ранг с автомобилизацией как фактором экологического риска выдвигается также архитектурно-планировочная структура, не отвечающая требованиям организации и безопасности городского движения и все больше обнаруживающая свои недостатки, с точки зрения качества среды обитания.

Поэтому проблему формирования полноценной и здоровой городской среды, возникающую в центрах городов, уже практически невозможно решить без кардинальных, принятых в мировой практике, градостроительных решений. Они включают, например, устройство объездных дорог непрерывного движения на связях между жилебной, производственной и ландшафтно-рекреационной территориями и обеспечение перевода на них сквозных внутригородских потоков транспорта из планировочных зон, в первую очередь, из городских центров.

Эта группа мероприятий обычно предусматривается в транспортной части генерального плана и КТС, разрабатываемой для городов с численностью населения 250 и более тыс. жителей. Реализация этих решений сопровождается реконструкцией УДС с расширением проезжей части, пробивкой новых направлений дорог и улиц с использованием подземного пространства, строительством путепроводов, эстакад, мостов, тоннелей, подземных и надземных пешеходных переходов, многоуровневых транспортных развязок и др.

Снижение плотности магистральной сети и улучшение гигиенических условий в центральных районах городов с исторически сложившейся уличной сетью при шаге улиц 100–150 м (Саратов, Астрахань, Краснодар, Ростов-на-Дону, Нижний Новгород и др.) достигается объединением мелких кварталов в современные жилые образования – микрорайоны со сносом малоценной ветхой застройки. Территории новых микрорайонов освобождаются от сквозного движения всех видов транспорта, а отдельные узкие улицы полностью передаются в распоряжение пешеходов. При этом необходимо, чтобы бестранспортный режим обеспечивался на всем протяжении этих улиц, а безопасность движения пешеходов не вступала в противоречие с движением местного транспорта.

Средозащитные и оздоровительные мероприятия в сфере транспортно-градостроительного проектирования и организации движения должны носить комплексный и скоординированный характер. Рассчитывать на их полную экологическую эффективность можно лишь при максимальном сближении таких взаимосвязанных системных понятий, как безопасность природы, среды обитания и участников движения.

Поэтому при выборе первоочередных объектов для реконструкции на магистральной сети городов необходимо одновременно учитывать результаты социально-гигиенического мониторинга за показателями, характеризующими состояние

окружающей среды и здоровья населения, проживающего на примагистральных территориях. При таком подходе будет поддерживаться экологическое благополучие среды обитания в городах, а реализуемые мероприятия – более взвешенными и эффективными.

Библиографический список:

1. Уолли Н' Доу. Изменение среды обитания // Наша планета: Программа ООН по окружающей среде. 1996, т.8.
2. Хомич В.А. Экология городской среды (учебное пособие). Омск: Сиб АДИ, 2002, 271 с.
3. Павлова Е.И. Экология транспорта. М.: Высшая школа. 2006, 343 с.
4. Чекмарева О.В. Оценка и управление пылегазовыми выбросами от автомобильного транспорта в атмосферу промышленного города (на примере города Оренбурга) : Дис. ... канд. техн. наук. Оренбург, 2002. 150 с.
5. Ильвицкий Д.Ю. Исследование атмосферных загрязнений урбанизированных территорий и развитие систем мониторинга (на примере г. Москвы): Дис. ... канд. техн. наук. М., 2002. 145 с.
6. Атасянц А.А. Современные и стратегические задачи градостроительного и транспортного развития // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: Матер. междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2004. 265 с.
7. Филатов Н. Н., Иваненко А. И., Волкова И. Ф., Корниенко А. П. Роль гигиенических исследований в обеспечении здоровья жителей Москвы // Гиг. и сан., 2006, №4. С.11–13.
8. Иванов Н. И. Акустическое загрязнение от автомобильных потоков // Экологизация автомобильного транспорта: передовой опыт России и стран Европейского Союза: Тр. II Всерос. науч.-практ. сем. с междунар. участ. Санкт-Петербург, МАНЭБ, 2004. С. 78–81.
9. Балакин В.В. Основные подходы к решению проблемы снижения негативного воздействия транспорта на городскую среду // Транспорт: наука, техника, управление. М: 2007, №6, С.41–45.
10. Родивилова О.В. Оценка воздействия автотранспорта на окружающую среду урбанизированных территорий (на примере г. Иванова): Дис. ... канд. техн. наук. Иваново, 1999. 143 с.

УДК 625.768.5:330.15

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЁДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО БИШОФИТА В УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Одобеско А.С. (ОБД-1-07), Худорожкова У.С. (ОБД-2-07)

Научный руководитель - канд.техн.наук, доцент Балакин В.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Даётся сравнительная экологическая оценка применению химических средств борьбы с зимней скользкостью дорожных покрытий. Обоснована необходимость внедрения системы мероприятий по защите придорожной полосы и открытых водоёмов от негативного воздействия противогололёдных реагентов. Приводятся результаты испытаний природного бишофита в качестве экологически безопасного противогололёдного материала.

The comparative environmental assessment of the use of chemical means to combat the winter slippery road surfaces. Grounded not required the introduction of measures to protect roadside polo CLI and open water bodies from negative impacts of glaze reagents. The results of tests of natural Bishofit in quality-ing environmentally sound antiglaze material.

Актуальной задачей эксплуатации дорог и организации движения является обеспечение высокого уровня содержания и эксплуатационных показателей дорог в зимний период, предполагающих круглосуточное бесперебойное и безопасное движение транспортных средств.

При этом должно быть выполнено условие максимального сохранения равновесия в природных экосистемах придорожной полосы, особенно при использовании в технологиях зимнего содержания дорог химических методов борьбы со скользкостью покрытий.

Химический метод заключается в распределении по поверхности дорожного покрытия химических противогололёдных реагентов (ПГР), наибольшее распространение из которых получили хлориды щелочных и щелочно-земельных металлов, в частности хлориды натрия, кальция и магния.

Зимняя скользкость является основной причиной, влияющей на такие транспортно-эксплуатационные показатели автомобильных дорог, как ровность покрытия и коэффициент сцепления. По статистическим данным США, 82% дорожно-транспортных происшествий (ДТП) происходит при наличии на дороге скользкости, 18% ДТП – на дорогах без снега и льда. В Чикаго обработка покрытий хлоридными солями предотвращает 15 тыс. ДТП ежегодно [1].

Зимний период на значительной территории России является наиболее сложным и ответственным в работе дорожно-эксплуатационных организаций. Особое значение проблема обеспечения требуемого коэффициента сцепления приобретает в дорожно-климатических зонах с продолжительным зимним периодом, характеризующихся в то же время резкими температурными колебаниями в течение коротких промежутков времени – от суток до одной недели. Например, в республике Коми, где в последнее время происходит резкое изменение климата, температура воздуха может в течение суток меняться от 0° до – 25°С и наоборот [2].

Одним из первых в России стандартов в области нормирования транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог стал ГОСТ Р 50597-93. В нем закреплены перечень и предельно допустимые значения показателей эксплуатационного состояния дорог, необходимые для обеспечения безопасности дорожного движения.

Для выполнения требований государственного стандарта необходимо увеличение материально-технических ресурсов на зимнее содержание дорог. При достаточном количестве дорожной техники и увеличении использования ПГР требования стандартов могут быть выполнены.

В настоящее время дорожно-эксплуатационным службам предложены разработки быстродействующих и недорогих ПГР [3]. Это бинарные и тройные смеси: нитрат кальция – мочевины $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{Ca}(\text{NH}_2)_2$, нитрит-нитрат кальция – мочевины $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2 - \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{Ca}(\text{NH}_2)_2$, нитрит-нитрат кальция – хлорид $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2 - \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{CaCl}_2$, нитрит-нитрат кальция $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2 - \text{Ca}(\text{NO}_3)_3$.

Доказано, что эти ПГР не вызывают коррозии любых металлов и не разрушают асфальто- и цементобетонные покрытия дорог [3]. Кроме того, установлено, что

применение ПГР снижает риск аварий и позволяет увеличить скорость движения [4].

Однако, кроме чисто технического аспекта применения ПГР не менее важен аспект эколого-экономический. В настоящее время пока не формализован учёт риска от ПГР для биоты и водного, почвенного и воздушного компонентов придорожных экосистем.

Экотоксичные химреагенты – хлориды, сульфаты и другие соли воздействуют на придорожную растительность как при прямом контакте с наземными частями растений, так и через почву. Они вызывают изменение цвета листьев деревьев и кустарников, негативно влияют на рост и развитие, приводят к их засыханию. Воздействие зависит от выносливости растений к тем или иным реагентам. Например, в условиях Москвы наименее устойчивыми к засолению породами являются берёза повислая, липа мелколистная и клён ясенелистный [5].

Загрязнение открытых водоёмов происходит, в основном, в результате неправильного хранения ПГР. Попадая в грунтовые воды, они представляют серьёзную опасность для них как источнику водоснабжения населённых мест. Имеются случаи гибели представителей ихтиофауны и птиц от отравления хлоридами [3].

Можно сделать вывод о том, что при данных обстоятельствах необходима разработка системы мер по защите почв и водоёмов от негативного воздействия ПГР. Здесь возможны следующие мероприятия организационного и технологического характера:

- замена токсичных ПГМ нетоксичными (например, бишофит – англ. Bishofit - природный магниевый полиминерал);
- использование гидрофобизаторов для покрытий дорог, понижающих сцепление льда с покрытием и предотвращающих повторное льдообразование (например, грикол – разработан ГипродорНИИ [6]);
- применение абразивных фрикционных материалов по определённым технологиям;
- добавка в асфальтобетонные смеси водорастворимых шлаков вторичной переработки алюминиевых сплавов в мелкодисперсном состоянии (3–5% от массы минеральной части асфальтобетона, добавка предотвращает образование гололёда и препятствует формированию слоя наката [3]);
- использование солеустойчивых растений для озеленения автомобильных дорог с целью защиты от выбросов автомобильного транспорта, пыли и снежных наносов на придорожных территориях;
- применение высокоэффективных технологий, профессиональная подготовка кадров, строгий учёт и безопасное хранение ПГР, организация и проведение мониторинга придорожных территорий.

Бишофит $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ был глубоко изучен рядом институтов (МАДИ, ВНИИТМАШ, ГипродорНИИ) на предмет использования для борьбы с гололедом на дорогах и его воздействия на технику и окружающую среду.

Основное вещество, входящее в состав бишофита, – хлорид магния. Кроме

этого, в нем содержится около 70 элементов – натрий, бром, бор, калий, кальций, молибден, железо, медь и др. (рис.1).

Бишофит впервые был обнаружен в виде компонента в знаменитых штасфуртских соленосных отложениях Германии немецким геологом и химиком Карлом – Густавом Бишофом (Bischof) в конце XIX века. Годом официального открытия бишофита принят 1877 год. Этот минерал представляет собой кристаллизованные испарения древнего моря, которые откладывались более двухсот миллионов лет назад, в пермский период. В период с 1930 по 1950 годы обширные месторождения бишофита были открыты в Волгоградской области (рис.2).

Исследования, проведенные национальным исследовательским институтом Германии, показали, что хлористый магний (бишофит) вызывает в несколько раз меньшее крошение асфальтового покрытия, чем хлорид кальция и хлорид натрия.

Хлористый магний также способствует продлению срока эксплуатации металлических изделий, соприкасающихся с антиобледенителями. Исследования подтвердили, что он в значительной степени менее подвергает металл коррозии, чем хлорид кальция и хлорид натрия. Он меньше, чем другие вышеназванные соединения разрушает цементные опоры и сооружения, мягче действует на растения и даже повышает их продуктивность, не изменяя качества (данные НИИ гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова).

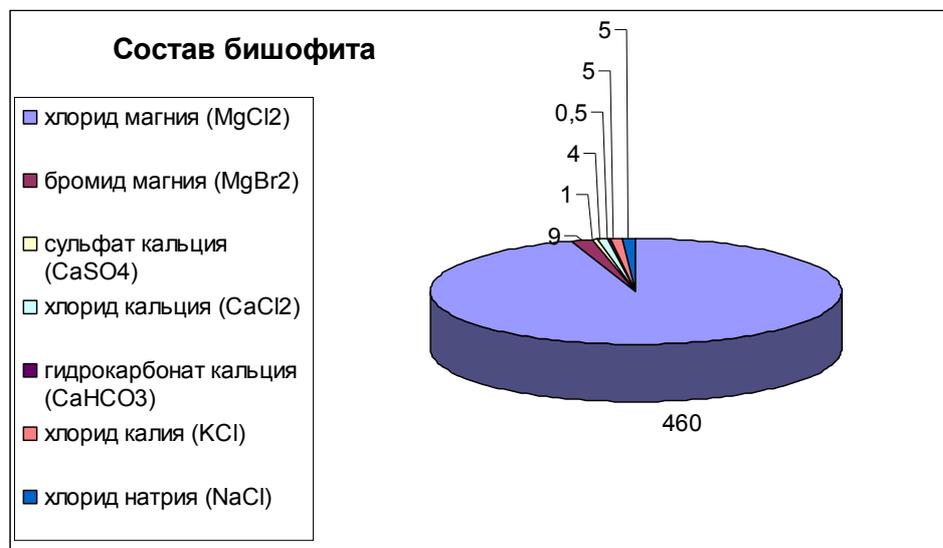


Рис.1 Соотношение веществ, входящих в состав природного бишофита

Состав бишофита: хлорид магния (MgCl₂) 415 - 460 г/дм³; бромид магния (MgBr₂) 4-9 г/дм³; сульфат кальция (CaSO₄) до 1 г/дм³; хлорид кальция (CaCl₂) до 4 г/дм³; гидрокарбонат кальция (CaHCO₃) до 0,5 г/дм³; хлорид калия (KCl) до 5 г/дм³; хлорид натрия (NaCl) до 5 г/дм³; микроэлементы - бром, бор, йод, медь, железо, кремний, рубидий, молибден, титан, литий и др.

Бишофит предотвращает образование льда при температуре до –35°С, гораздо более низкой, чем остальные антиобледенители. За 15 минут он растапливает вдвое больше льда, чем хлорид натрия.

Как антиобледенитель этот материал эффективен и экономичен. Подсчитано,

что стоимость содержания дорог с применением кристаллического бишофита в 3–5 раз меньше, чем при использовании других веществ, применяемых для этих же целей.

Исследования показали, что внесенный в грунт бишофит не угнетает рост и развитие сельскохозяйственных культур и не засоляет землю (данные Смоленского межотраслевого территориального центра научно-технической информации и пропаганды, 1983 г.).

Бишофит не опасен для окружающей среды. Хлористый магний уменьшает содержание хлоридов в воде, т.к. содержит меньше хлора, чем хлорид кальция и натрия.

В январе 2010 г в Красноармейском районе Волгограда начаты исследования противогололедных свойств материала, разработанного ОАО «Каустик» на основе природного минерала бишофита. К исследованиям привлечены специалисты дорожно-эксплуатационных служб и экологи.

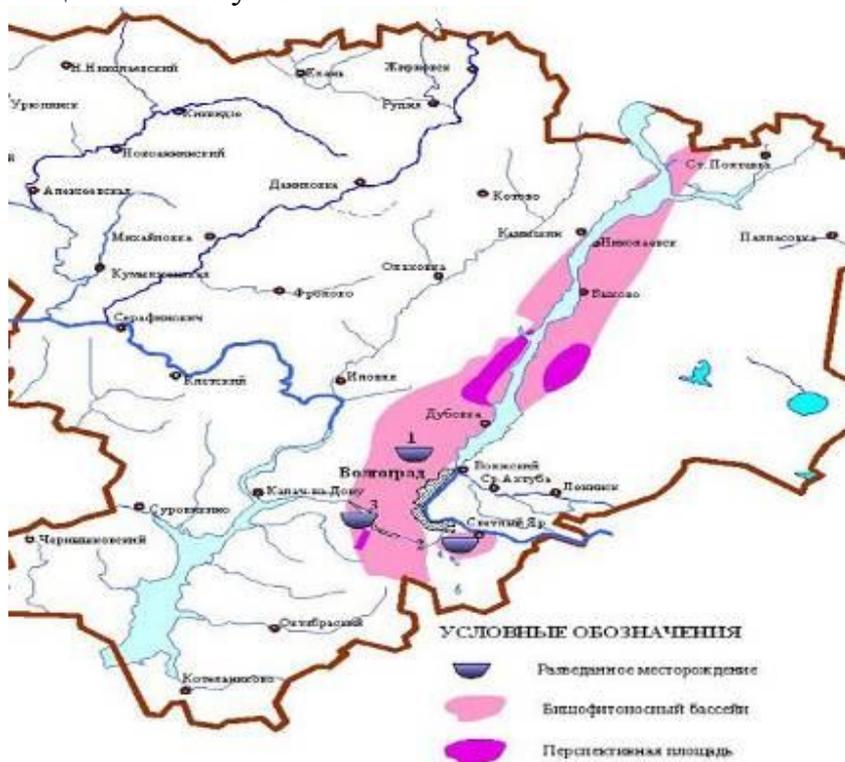


Рис.2 Месторождение бишофита в Волгоградской области

Первые испытания показали, что у нового средства заметно ниже нормы расхода, чем у хлоридов натрия и кальция, этот материал антикоррозионен, экологически безопасен и даже полезен для растений.

Библиографический список:

1. Подольский В. П., Самодурова Т. В., Федорова Ю.В. Экология содержания автомобильных дорог (обзорная информация). Информационный центр по автомобильным дорогам и мостам. Вып.3.М,2003

2. Бурмистрова О.Н., Ярашутин А.С. Влияние коэффициента сцепления на безопасность движения зимой // Технологии, машины и производство лесного комплекса будущего: Матер. Междунар. науч.-практ. конференции, посвящённой 50-летию лесоинженерного факультета, Воронеж, 2004. Ч.2. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. лесотехн. акад. 2004, с.32-34.

3. Платонов А.П., Соколов В.И. Меры снижения воздействия противогололёдных материалов на придорожные территории // Наука и техн. в дор. отрасли. 1997, №2, с.11, 33.

4. Николаева Л.Ф., Поршнева Е.Б., Флорова Н.Б., Кавтарадзе Д.Н. Влияние противогололёдных реагентов на придорожные экосистемы // 5 Международная научно-техническая конференция «Решение экологических проблем в автотранспортном комплексе, Москва, 2001. Сборник докладов. М: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2001, с. 137-144.

5. Калашникова О.В. Влияние противогололёдных препаратов на состояние зелёных насаждений // 4 Международная научно-практическая конференция «Проблемы управления качеством городской среды», Москва, 2001.: Сборник докладов. М: Прима-Пресс-М.2001, с.267-269.

6. Гриневич С.В., Лысенков В.Е., Каменецкий Л.Б. Новая антигололёдная добавка «грикол» к асфальтобетонным смесям // Сб. науч. тр. НПО Росдор НИИ. 1994, №7, с.85-92.

7. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Бишофит>

8. <http://www.stroibis.ru/ru/category/145.htm>

9. http://www.flevel.ru/materials/materials_bishofit/bishofit/

10. <http://www.volgograd-trv.ru/news.aspx?id=9571>

МИЧИГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (США) MICHIGAN STATE UNIVERSITY (USA)

AN EVALUATION OF DRIVEWAY TURNING RESTRICTIONS IN ACCESS MANAGEMENT USING A MICRO-SIMULATION SOFTWARE

Bilal Z. Malik

Graduate Student (PhD Program: Transportation)

Advisor: Richard W. Lyles, Ph.D., P.E.

Michigan State University

INTRODUCTION

This paper studies the application of micro-simulation software on driveway turning restrictions in access management. Commercial developments direct access can create operational and safety concerns for both the mainline and driveway traffic. Left turns in and out of developments are generally the most problematic. The focus of this study was to evaluate the conditions when left turns in and out of a facility should be restrained. The traffic simulation models were developed to analyze the operational impacts of different driveway turning restrictions for corner sites (before and after the intersection) and mid-block sites.

PURPOSE AND SCOPE

The purpose of the study is to evaluate the operational impacts of different driveway turning restrictions by using micro-simulation software in order to develop general guidelines for prohibition of direct left turns in and out of the developments.

METHODOLOGY

A total of nine (9) sites were selected for this study. The description of study sites is provided in Table 1.

Table 1

Description of Study Sites

Site #	Type	Existing Driveway Configuration	Corner Clearance (ft)	Posted Speed (mph)	Number of Lanes at Road Adjacent to Study Driveway		
					LT	Th	RT
1	Corner(BI)	RT-in/out only	243	45	1	2	1
2	Mid-Block	RT-in/out only	N/A due to Mid-Block	55	1 (TWLT)	2	N/A
3	Corner (AI)	RT-in/out only	186	35	1	1	
4	Corner(AI)	RT-in/out only	252	45	1 (TWLT)	2	1
5	Corner (BI)	RT-in/out only	216	45	1	2	
6	Mid-Block	RT-in/out only +LT-in only	N/A due to Mid-Block	50	1 (TWLT)	2	N/A
7	Corner(BI)	RT-in/out only	291	55	1		1
8	Corner(BI)	RI	242	35	1	2	
9	Corner(BI)	RTI	201	25	1	1	

AI: After Intersection, BI: Before Intersection, N/A: Not Applicable

Data Collection

The data collected included the AM, noon and PM peak-hour mainline and driveway volume counts (vph), travel times (sec), and queue lengths (ft).

Analysis Procedure

Basic Modeling Procedure

A total of eight VISSIM models were developed, six for corner sites and two for mid-block sites.

Five access control scenarios were modeled (1) no driveway; (2) RT-in only; (3) RT-in/out only; (4) RT-in/out + LT-in; and (5) full access.

After the basic model was specified, the models were calibrated to simulate the actual conditions as observed in the field. Since the effectiveness measures are travel time and queue length, the average travel time and queue length outputs from the simulations were compared with the field data.

Operational Analysis Using VISSIM

Once the basic modeling construct was developed, the various models were adopted and run for the various combinations of the key factors. The primary criterion for prohibiting LT-in and -out traffic was the average delay (sec/veh) for these movements. Graphs for average total delay and 50th percentile queue lengths were plotted to check the impact of mainline and driveway volume on the mainline traffic. The 50th percentile queue lengths were used to show the volume combinations for which the queue length exceeded an acceptable value.

RESULTS

The results for model 1 are presented and discussed here. The results from other models are summarized afterwards. Model 1 (study site 1: lane configuration = 1 LT, 2 TH, and 1 RT), is a fairly typical arterial roadway type often found in suburban areas, a

basic 5-lane section which widens at the intersection to accommodate a right-turn lane.

In Figure 1, the average delay graphs for a driveway located 150 ft from the intersection are shown with two different left-turning volumes (10 and 50 vph respectively).

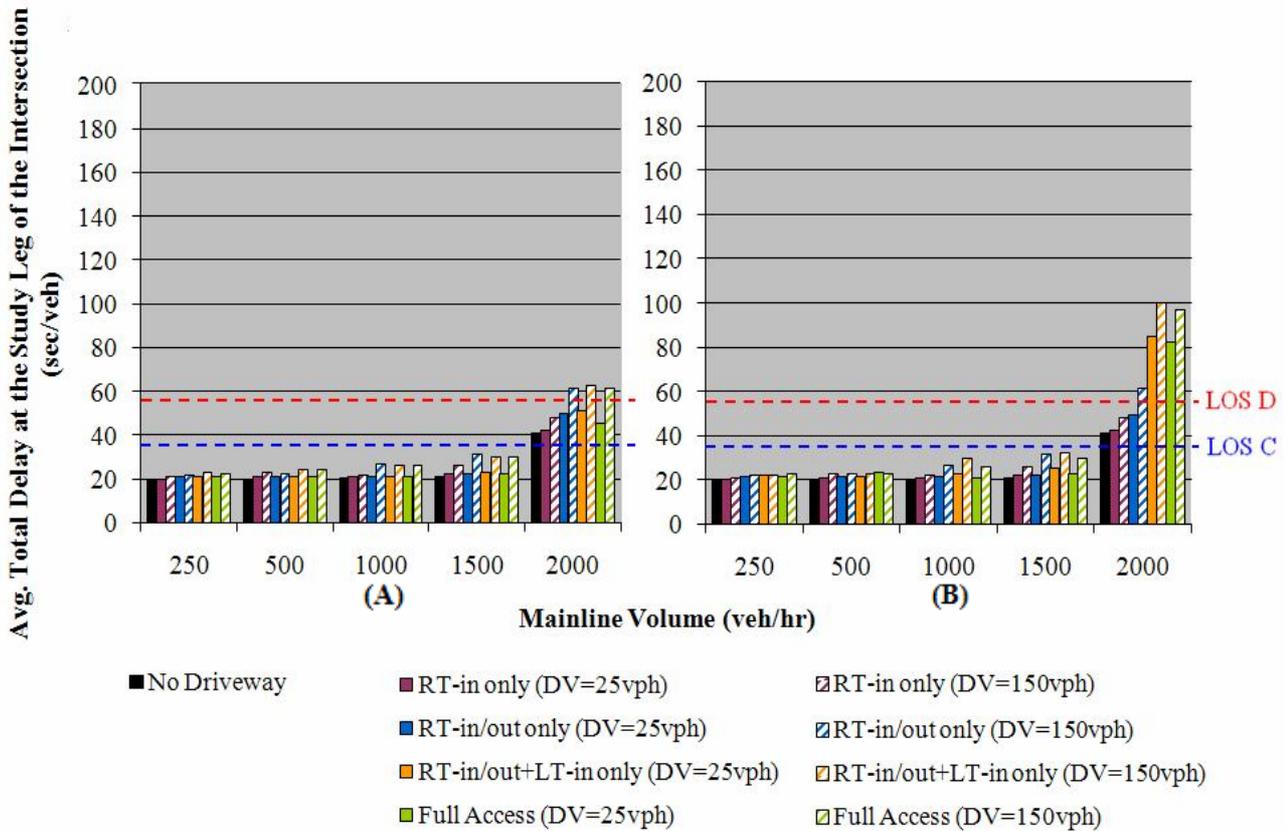


FIGURE 1 Comparison of average total delay (sec/veh) vs. mainline volume (vph) for (A) LT-in vol=10vph; and (B) LT-in vol=50vph

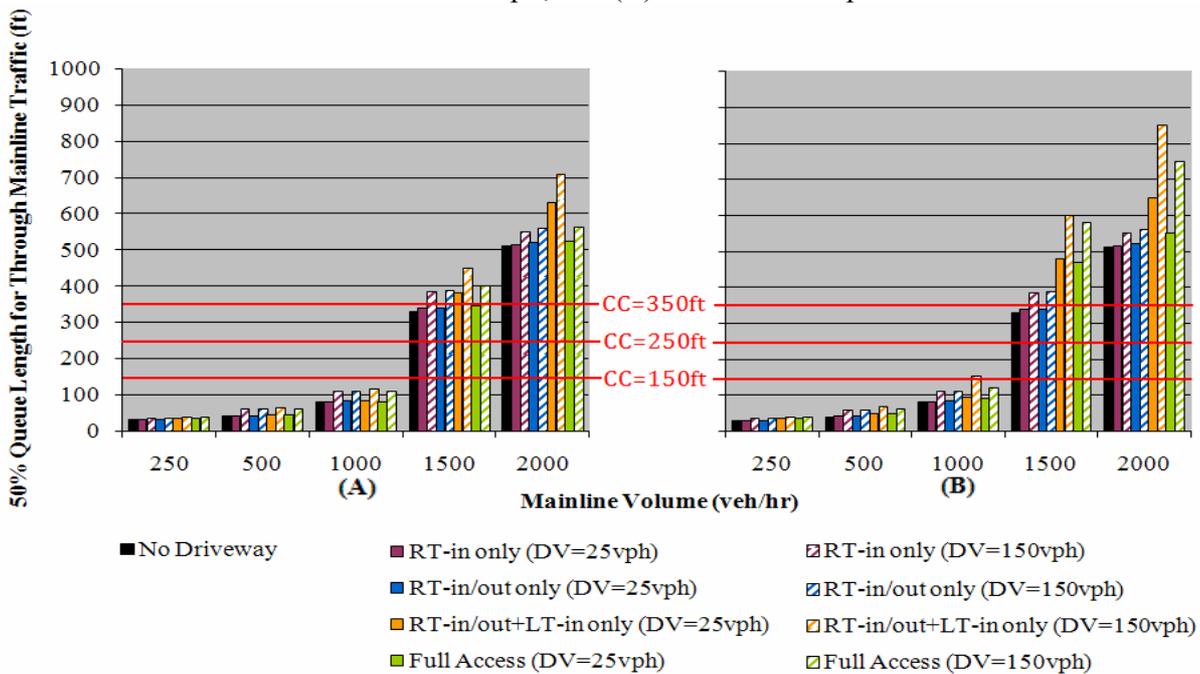


FIGURE 2 Comparison of 50% queue length (ft) for through traffic vs. mainline volume (vph) for CC=150ft, 250ft and 350ft, (A) LT=10vph; (B) LT=50vph

50th Percentile Queue Length (ft) vs. Mainline Volume (vph).

In Figure 2, graphs are presented that show the 50th percentile queue lengths, again for LT-in volumes of 10 and 50 vph. Not surprisingly, it is observed that problems arise at higher mainline volumes. Queue lengths block the driveway at higher values for mainline volume (MV) and driveway volume (DV). The critical MV is estimated, in these cases, to be about 1600vph with a DV of 100vph or higher.

Summary and Conclusions

- An increase in MV had relatively more impact on the average delay and queue length of the mainline traffic than increases in DV.
- When the MV approached 2000vph, the driveway was blocked for all values of CC and all combinations of DV and LT.
- The impact of DV on the average delay was more significant as MV approached 1500vph.
- All type of driveways performed similarly with respect to average delay when the MV was equal or less than 1500vph. However, RT-in/out+LT-in only and full access driveway types produced relatively larger delays due to the LT-in and out traffic.
- The queue lengths for mainline traffic became greater when the MV approached 1300vph. The queues were greater when the LT volume was 50vph (vs. 10vph).

Recommended Access Control Guidelines Based on Model 1 Results

Based on the foregoing, the following access control guidelines are tentatively suggested for approach geometry consisting of one left-turn-only lane, two through lanes, and one right-turn-only lane. The results are then used to derive “guidelines” for when left turns should be prohibited.

1. When the $CC \leq 100\text{ft}$ and $MV \geq 500\text{vph}$, left turns in and out of the driveway should be prohibited.
2. When $100 < CC \leq 150\text{ft}$, $MV \geq 1000\text{vph}$, left turns out should be prohibited for left turn out traffic; and in addition, the left turns in should be prohibited if $DV \geq 150\text{vph}$ and $LT \geq 10\text{vph}$.
3. When $150 < CC \leq 250\text{ft}$, left turns in may be allowed as long as $MV \leq 1500\text{vph}$, $DV \leq 150\text{vph}$, and $LT \leq 50\text{vph}$. Left turns out may be allowed as long as $MV \leq 1000\text{vph}$, $DV \leq 150\text{vph}$, and $LT \leq 50\text{vph}$.
4. When $250 < CC \leq 350\text{ft}$, the criteria for allowing left turns in and out are the same as 3) above.
5. When $CC > 350\text{ft}$, left turns in may be allowed as long as $MV \leq 1500\text{vph}$, $DV \leq 150\text{vph}$, and $LT \leq 50\text{vph}$. Left turns out may be allowed as long as $MV \leq 1500\text{vph}$, $DV \leq 150\text{vph}$ and $LT \leq 50\text{vph}$.
6. Caution should be exercised for allowing left turns for greater values of MV, as it would result in blocking the driveway by queues, even if CC approaches 450ft.

Similar guidelines were developed for other geometric configurations.

IMPACTS OF RIGHT-IN/RIGHT-OUT RESTRICTION TECHNIQUE ON REDUCTION OF DRIVEWAY ACCIDENTS

Amna Chaudhry
Advisor: Richard W. Lyles, Ph.D., P.E.
Michigan State University

INTRODUCTION

Direct access to developments often creates problems for traffic flow and safety on the adjacent roadway. One way to mitigate the direct impacts of left turns is to eliminate them, thus restricting the access to the development to “right turns in/right turns out”. The primary objective of this study is to determine the safety benefits provided by right-in/right-out driveways at several specific mid-block and corner locations in Michigan where the problem has been identified by Michigan Department of Transportation (MDOT) through a largely qualitative review of several existing right-in/right-out driveway sites within the state. To achieve the research objectives, crash data from 2000 to 2007, which are maintained by MDOT, were investigated to obtain the crash history at the study sites. The study involved preliminary site visits, analysis of the crash reports and comparison with the control sites to evaluate the safety-related performance of right-in/right-out installations at the case study locations. The findings of this study provide useful insight into the safety effects of right-in/right-out driveways for several specific situations where the technique has been applied.

1. Literature Review

Several research studies have found left-turning movements to and from the driveways to be the most problematic in the context of driveway-related crashes. In particular, Paul Box and Associates (1998) performed three studies on hundreds of crashes at more than 1,300 driveways in three different communities in Illinois and found that left-turning vehicles (exiting and entering) are involved in the majority of driveway-related crashes. According to their findings, 43 -78% of total crashes at the study driveways occurred due to left-in movements and 14-31% due to left-out movements whereas a little percentage of crashes were found to involve right-in and right-out movements i.e. 6-15% due to right-in and 2-15% due to right-out movements.

In past few years, numerous studies have evaluated the safety impacts of restricting left turning movements from driveways. In this context, the focus was on evaluating the performance of different indirect treatments for accommodating left turns. Castillo (2002) looked at the safety-related performance of direct left turns from a driveway compared to right turns followed by U-turns. Results of a before-and-after study conducted at a site where a direct left turn from a driveway was converted to a right turn followed by U-turn illustrated highly significant safety improvements in terms of roadway crashes due to a lesser number of conflicts.

As a result of the literature review, it was observed that no researcher has done any study exclusively on the evaluation of “right-in/right-out” restriction without any center median on the highway. However many researchers have shown that direct left turning movements (entering and exiting) at driveways do impact the safety of adjacent roadway system by increasing the number of conflicts and consequently causing more crashes. It was also found that “right-in/right-out” restriction improves the safety in the functional area of intersections. Most of the research studies on controlling turning movements

have found right-turns followed by U-turns at mid-block as a better and safer option than direct left-turns. Furthermore, there are no overarching national standards or guidelines for restriction of turning movements at driveways.

2. Review of Nationwide Practice

In order to understand different states' perspective on restricting the driveways to increase the safety of traffic operations, access management documents (including manuals and other publications) for different states were reviewed. The objective of this review was to identify different standards, guidelines, or rules for allowing or restricting turning movements at commercial driveways. The findings of the nationwide review of practice showed that there is not a consistent set of criteria followed by all or even most states related to right-turn-in/right-turn-out restrictions in their access management policies. Most of the states that address this issue provide different criteria to restrict turning movements, which include level of service, average daily traffic, and crash history and even these seem somewhat vague. A few states recommend providing right-in/out only driveways when there is insufficient corner clearance and there is no other alternative. Almost all the states that provide any guidelines in relation to turn restrictions recommend proper channelization to restrict undesirable movements into or out of the driveways, and adequate median crossover design to accommodate left-turns if required.

3. Data and Analysis Procedure

MDOT identified nine sites which had access management issues. These sites were selected for a safety evaluation relation to right-in/right-out characteristics. Out of these nine sites two were mid-block sites and rest of them were corner sites. The selected sites included different kinds of developments e.g. fast-food restaurant, bank, pharmacy, video store, doughnut place and gas station.

Preliminary visits to these selected sites were made to get a general sense of problems. Crash analyses were performed for the nine study sites which included various mid-block and corner locations. For this purpose crash data from 2000 to 2007, maintained by MDOT, were obtained for the sites. Of primary importance were the crashes that occurred due to turning maneuvers to and from the driveway along with their frequency and severity. After identifying the sites in the data various variables were selected to determine the possible causes and attributes of the crashes that occurred at the sites. The variables, which were selected from the crash data, included crash type, pre-crash maneuvers, direction of vehicles, drinking involved, age of the drivers, roadway surface condition, light conditions, violations, hazardous act of vehicles, distance of crash point from cross road etc.

In this context, the "Official Michigan Traffic Accident Reports" (form UD-10) were also examined to obtain a clear idea about the possible causes and attributes of the crashes as the actual reports contain crash diagrams that clearly show the position of vehicles involved in the crash along with the officer's remarks.

For comparison purposes, control sites for all the study sites were selected and analyzed in the same way as first discussed. This was done to compare the safety perform-

ance of restricted driveways (i.e. right-in/out only) with those which are not restricted in the similar situations i.e., land use and traffic conditions. Average Daily Traffic (ADT) information for all the study and control sites and information regarding any change in the land use was also obtained from MDOT and different county’s websites.

4. Analysis Results and Research Findings

The crash analysis provided useful insight into the safety impacts of right-in/right-out driveways at different corner and mid-block locations in Michigan. The results of the analysis are summarized in table 1 below on the basis of site characteristics.

Table 1

Summary of analysis results for all the study and control sites

Corner Sites					
Volume Category	Site number	ADT (vpd)	Type of control	Corner Clearance (ft)	Number of driveway-related crashes since the site changed in the time span of 2000-2007
*High Volume	Site 1	33,200	Right-in/Right-out	209	None
	Control Site 1	19,857	Full access	170	10
	Site 4	18,400	Right-in/Right-out	224	1
	Control Site 4	20,800	Full access	150	5
	Site 5	27,200	Right-in/Right-out	182	1
	Control Site 5	27,200	Full access	185	3
	Site 9	14,800	Right-in/Right-out	224	None
	Control Site 9	15,083	Full access	150	4
Low to Medium Volume	Site 8	17,170	Right-in only	252	No clear information found
	Site 7	4,480	Right-in/Right-out	229	None
	Control Site 7	11,893	Full access	100	12
	Control Site 8	9,648	Full access	275	3
	Site 3	11,210	Right-in/Right-out	225	None
Control Site 3	5,390	Full access	255	None	
Mid-Block Sites					
High Volume	Site 2	28,100	Right-in/Right-out	N/A	None
	Control Site 2	17,100	Full access	N/A	3
	Site 6	38,140	Right-in/Right-out/Left-in	N/A	None
	Control Site 6	38,140	Right-in/Right-out	N/A	1

* High Volume= ADT>15000vpd

- On a high volume arterial (ADT>15000vpd), right-in/right-out restriction in driveways does reduce the frequency and severity of crashes, especially when the driveway is located before and not sufficiently away (i.e., at least 230 ft according to MDOT standard) from the intersection. The reduction in the crash frequency was clearly observed in the analysis results of study sites 1 and 4, presented in table 2 below, where the control of driveway was changed from full access to right-in/right-out.

Table 2

Comparison of driveway-related crash frequency before and after right-in/right-out restriction

Site	Driveway-related crash frequency	
	Before restriction	After restriction
Site 1	3 in 4 yrs	none in 4 yrs
Site 4	5 in 3 yrs	1 in 5 yrs

- In the area of low to medium traffic volume (ADT=5000vpd), no decrease in crash frequency was observed in the areas of low traffic volume while comparing the performance of right-in/right-out restriction with full access or no restriction. This can be observed in the crash analysis results of sites 3 and 6 in table 1.

- During the analysis of several control sites on the high volume arterials (ADT>15000vpd), it was observed that in case of driveways with no turning restrictions (full access driveways) on the corner locations, higher percentage of outbound left turning movements are involved in the driveway-related crashes as compared to the inbound left turning movements. On the other hand right-in/ right-out movements are rarely involved in the driveway-related crashes as shown in table 3.

Table 3

Percentage involvement of different turning maneuvers in driveway-related crashes

Site	Type of control	Driveway-related crashes due to different turning maneuvers							
		Left-out		Left-in		Right-out		Right-out	
		ratio	%age	ratio	%age	ratio	%age	ratio	%age
Control site 1	Full access	8/10	80	2/10	20	0	0	0	0
Control Site 4	Full access	3/5	60	2/5	40	0	0	0	0
Control site 9	Full access	2/2	100	0	0	0	0	0	0

- It is observed during the study that at the mid-block locations even on a high volume arterial (ADT>15,000vpd), the performance of both full access and right-in/right-out driveways performance has been same unless there is an access opening, leading to high traffic generating development, across the street creating more conflicts at the site location as observed in the analysis of control site 6 shown in table 1.

- On the basis of crash statistics, it is also found that restricting the driveways generally reduces the more serious collision types. This is because of the fact that the driveway-related crashes occurring due to left-turning movements are mostly angle crashes which are more severe than rear-end crashes which usually occur due to right-turning movements. By decreasing the overall severity of crashes, the overall economic cost of crashes is also reduced.

References:

1. Access Management Manual. Transportation Research Board, National Academy Press, Washington, D.C., 2003.
2. Box, P C. EFFECT OF INTERSECTIONS ON DRIVEWAY ACCIDENTS. Federal Highway Administration, 2000.

3. Castillo, Nelson. Should Direct Left Turns from Driveway be Avoided? A Safety Perspective. Institute of Transportation Engineers, ITE Journal, 2002.
4. Chowdhury, M. A., Derov, N., Tan, P., and Stemen, C. A Survey of State Practices for Restricting Direct Left Turns from Driveways. Institute of Transportation Engineers, 2004.
5. Federal Highway Administration, Technical Guidelines for the Control of Direct Access to Arterial Highways, Volume II, Report No. FHWA-RD-76-87, Washington, DC, 1975.
6. Federal Highway Administration, Signalized Intersections: Informational Guide, Report No. FHWA-HRT-04-091, August 2004
7. Lu, J., Dissanayake, S., Xu, L., and Williams, K. Safety Evaluation of Right Turns Followed by U-Turns as an Alternative to Direct Left Turns - Crash Data Analysis. Florida Department of Transportation, 2001.
8. National Highway Institute (NHI), Access Management, Location and Design:
9. Participant Notebook, NHI Course No. 15255, U.S. Department of Transportation,
10. Federal Highway Administration, Washington, DC, 1992.

BACKCALCULATED AND LABORATORY MEASURED RESILIENT MODULUS VALUES

Tyler A. Dawson
Gilbert Y. Baladi, PhD, PE (corresponding author)
Michigan State University

ABSTRACT

The resilient modulus (MR) of roadbed soils is a necessary parameter in pavement design. The MR of roadbed soils is dependent on the soil type, water content, dry density, particle gradation, Atterberg limits, and stress states. Several procedures can be used to determine the MR; laboratory testing and backcalculation using nondestructive deflection test (NDT) data are two. The first procedure is time consuming, expensive and requires substantial resources to cover the various roadbed soils under the road network. The second is relatively in-expensive, fast, and can be designed to cover representative soils under the pavement network. The equivalency of these two methods is discussed in this paper.

INTRODUCTION

The resilient modulus (MR) of roadbed soils is a necessary input parameter to any mechanistic-empirical pavement design process and to the current 1993 AASHTO Pavement Design Guide. For a given construction or rehabilitation project, the selection of the proper MR value is a difficult process because such value may vary significantly within the project boundaries and with the seasons. In general, the MR value of the roadbed soils is a function of the soil type, water content, dry density, particle angularity and gradation, Atterberg limits, and stress states.

In a study sponsored by the Michigan Department of Transportation (MDOT), the authors of this paper developed and implemented a systematic procedure for the determination of the MR values of all soil types encountered under the pavement network in the State of Michigan.

RESEARCH METHODOLOGY

The research in this study was conducted in the three steps listed below, which were jointly developed by the Michigan State University (MSU) research team and members

of the Research Advisory Panel (RAP) of MDOT (1).

1. At the outset of this study, the State of Michigan was divided into 15 clusters and 99 areas based on soil types, the information found in the MDOT Field Manual of Soil Engineering, the data obtained from the Soil Engineers in various regions of MDOT, the pavement trunkline locations, and the soil maps of the US Soil Conservation Services of the United State Department of Agriculture (USDA).

2. For 75 of the 99 areas, disturbed soil samples were collected, some areas shared similar soil characteristics with others, therefore disturbed samples were not collected from those areas. For clay and clayey sand (high clay content) soils disturbed and undisturbed (Shelby tube) samples were collected. In the laboratory, the soil samples were subjected to cyclic load tests. Results of the tests were presented somewhere else (2).

3. Several NDT were conducted in each area. The deflection data were used to backcalculate the MR values of the roadbed soils. Later these MR values were compared to those obtained in the laboratory using cyclic load triaxial tests.

LABORATORY & FIELD DATA

Laboratory

Laboratory MR tests were conducted on fine and coarse grained soil samples. The tests were mainly performed in accordance with the (AASHTO) T307 “Resilient Modulus of Base and Subbase Materials” (3). Compacted soil sample is placed in a triaxial test apparatus and subjected to a constant confining pressure and sustained axial load. The sample is then subjected to a cyclic axial load and the resulting vertical deformation is measured. The measured data were used to calculate the cyclic stress (cyclic load divided by the cross-sectional area of the sample) and the recoverable vertical strain (the recoverable vertical (axial) deformation divided by the original sample length). The MR value of the test sample was calculated as the ratio of the cyclic stress to the recoverable vertical strain (4).

A total of 86 cyclic load triaxial tests were performed. For each soil type, the number of cyclic load tests, the average value of the MR, and the USCS and the AASHTO soil classifications are listed in Table 1. The table also provides, for each soil type, the number of FWD tests, the average backcalculated MR values and the range and the typical MR values provided in the final report of a National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) study (5). It can be seen that the MR values obtained in this study are more or less close to the range and typical values reported in (5). It should be noted that all test results were analyzed per the USCS soil classification and not the AASHTO soil classification system, because soils having two different behaviors (such as the SC-SM, SM, and the SP-SM soils) have the same AASHTO classification, of A-3.

An important point that should be noted herein is that the results of the statistical analyses of MR and the other soil parameters of poorly graded sand (SP) showed two distinctive trends. Upon further examination, the SP soils were divided into two groups; SP1 (where all soil samples were obtained from the west side of the State of Michigan) and SP2 (where all samples were obtained from the east side of the State of Michigan). The main difference between SP1 and SP2 is the coarse sand content. On average, the

SP1 soil contains 90 percent passing sieve number 40 whereas SP2 soil, 50 percent.

Field – NDT

Since NDT are fast and require minimum lane closure time, they were used extensively to expand the data base and hence, to provide more coverage of each area within each cluster. NDT are preferred over laboratory testing for several reasons including: the nondestructive nature of the tests, low operational cost per test, short test duration, the tests can be designed to provide more coverage of the pavement network, and the roadbed soils are being tested under in-situ boundary conditions. The disadvantages of NDT include the difficulty to determine or control the water content of the roadbed soils, determine the roadbed soil density, and to control the applied normal and shear stress levels (6). However, in the past 20-30 years the use of NDT has become very popular in the evaluation and rehabilitation of pavement structures. In this study, all NDT were conducted by MDOT personnel using the MDOT KUAB brand FWD. The weight and the height of drop for all NDT were adjusted to produce 9000 pound load. For each test, the pavement surface deflections were measured at the distances of 0.0, 8.0, 12.0, 18.0, 24.0, 36.0 and 60.0-inch from the center of the loaded area. In total, 157 sets of tests for a total of about 7,000 FWD tests were conducted and analyzed.

For flexible pavements, the deflection data were analyzed to backcalculate the layer moduli using the MICHBACK computer program (the program was developed at Michigan State University). The MICHBACK uses the Chevronx (multilayer elastic program) as the forward engine to calculate the pavement deflections for a given set of data (layer moduli and Poisson ratios, layer thicknesses, and load magnitude). The MICHBACK program utilizes a modified Newtonian algorithm to increment the layer modulus values based on the differences between the measured and the backcalculated pavement deflections (7). The effects of stiff layer depth are accounted for in the MICHBACK computer program. In the analyses, the depth to stiff layer was estimated using the Boussinesq equivalent modulus procedure. Later, the depth to stiff layer was incrementally changed to minimize the root mean square error between the measured and the calculated deflections.

For rigid pavements, the AREA method presented by Smith (8) was used to backcalculate the modulus of subgrade reaction (k), which was converted to MR. The AREA method is based on calculating the area under the deflection basin.

For each soil classification, the average values of the backcalculated MR of the roadbed soils for flexible and rigid pavements are shown in Table 2. The number of NDT for each pavement and soil type are also given in the table. Please note that no NDT were conducted on rigid pavements supported on ML roadbed soils. For each soil type, the overall average value of the backcalculated MR is provided in Table 1. The overall average MR values were calculated for comparison with the laboratory obtained MR values, which are also listed in Table 1. Finally, the ratios between the average laboratory MR values and the average backcalculated MR values were obtained and are listed in Table 1. The results are listed in Tables 1 and 2 and discussed in the next section.

Table 1

Soil Classifications and Backcalculated, Laboratory Obtained and M-EPDG Recommended MR Values

USCS	AASHTO	Laboratory results (10 psi cyclic stress)		Backcalculation results		Ratio of the average backcalculated MR to the average laboratory value	M-E PDG Recommended MR Values (psi)	
		Number of tests	Average MR (psi)	Number of tests	Average MR (psi)		Range	Typical
SP1	A-1-a A-3	16	28,942	1,499	27,739	0.96	24,500-42,000	33,000
SP2	A-1-b A-3	10	25,685	563	25,113	0.98	24,500-40,000	32,000
SP-SM	A-1-b A-2-4 A-3	8	21,147	364	20,400	0.96	24,500-37,500	31,000
SC-SM	A-2-4 A-4	7	23,258	1,872	20,409	0.88	21,500-37,500	29,000
SM	A-2-4 A-4	17	17,028	304	25,602	1.50	21,500-37,500	29,000
SC	A-2-6 A-6 A-7-6	16	18,756	1,277	23,548	1.26	13,500-31,000	22,000
CL	A-4 A-6 A-7-6	9	37,225	97	24,062	0.65	5,000-29,000	17,000
ML	A-4	4	24,578	23	15,976	0.65	17,000-29,000	23,000
Average						1.03		

DISCUSSION

For each soil classification, Table 1 provides a list of the average MR value obtained in the laboratory and the average backcalculated MR value using the measured deflection data. The two sets of MR values and the line of equality between the two average values are plotted in Figure 1. The data in the table and figure indicate that the ratio of the averages of the MR values for the SP1, SP2, SP-SM, and SC-SM are close to one. Whereas the ratios for the other 4 soil types (SM, SC, CL, and ML) vary from 1.5 to 0.65. These values were expected because:

- For the SM and SC soils, the average laboratory MR values were obtained as the average MR values of soil samples compacted at water contents corresponding to degrees of saturation from about 25 to about 99 percent (which simulate the water contents throughout one year period). The FWD tests were mainly conducted in the summer and fall seasons where the water contents of roadbed soils are likely on the dry side of optimum. Hence, the backcalculated values are expected to be higher than the lab obtained values as shown in Table 1 and Figure 1.

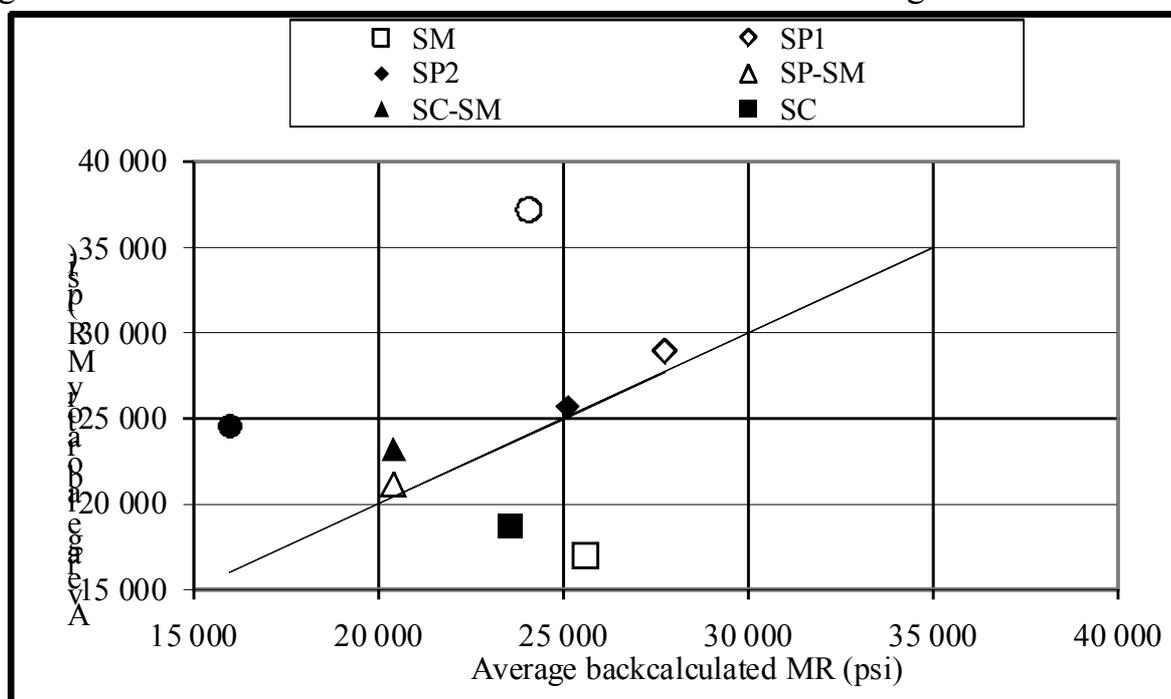


FIGURE 1 Average laboratory determined MR versus the average of the backcalculated MR

- For the CL and ML soils, the majority of the laboratory tests were conducted on soil samples that were on the dry side or near the optimum water content. The water contents of only four out of thirteen test samples were near or above the optimum water content, whereas the water contents of the other nine test samples were well below the optimum water content. Therefore, the average laboratory MR should be expected to be high. Since, the FWD tests were conducted in the summer and fall (the water content of the roadbed soil is near the optimum); the backcalculated MR value is relatively low. Hence, the average MR value obtained from the laboratory tests is higher than the average backcalculated value.

The two reasons are related to the effects of moisture contents on the MR values. To explore such relationship for the ML soils, four cyclic load tests were conducted on the same ML soils using four different moisture contents. The test re-

sults are plotted in Figure 2. As can be seen from the figure, increasing the water content from about 11 percent (dry of optimum) to about 24 percent (wet of optimum) causes decreases in the MR value from about 40,000 to less than 2,000 psi. This more or less agrees with most results reported in the literature.

Table 2

Backcalculated Flexible and Rigid Pavement MR Values

Roadbed type USCS	Pavement Type	Number of NDT	MR results (psi)				Ratio (flexible/rigid)
			Average	Maximum	Minimum	Std. dev.	
SM	Flexible	86	22,976	32,319	16,115	3,373	0.86
	Rigid	218	26,637	55,200	14,292	8,033	
	Combined	304	25,602	55,200	14,292	6,715	
SP1	Flexible	1,053	30,707	70,138	13,154	7,562	1.48
	Rigid	446	20,731	37,209	11,811	4,240	
	Combined	1,499	27,739	70,138	11,811	6,573	
SP2	Flexible	67	23,042	28,602	19,243	3,036	0.91
	Rigid	496	25,393	41,941	9,495	7,364	
	Combined	563	25,113	41,941	9,495	6,849	
SP-SM	Flexible	31	21,292	30,666	15,623	3,740	1.05
	Rigid	333	20,317	38,035	10,226	5,879	
	Combined	364	20,400	38,035	10,226	5,697	
SC-SM	Flexible	34	18,989	31,218	7,088	5,541	0.93
	Rigid	1,838	20,435	47,655	3,875	6,647	
	Combined	1,872	20,409	47,655	3,875	6,645	
SC	Flexible	393	24,704	67,793	11,728	6,695	1.07
	Rigid	884	23,034	35,830	11,622	4,147	
	Combined	1,277	23,548	67,793	11,622	4,931	
CL	Flexible	18	20,100	28,849	11,996	4,326	0.81
	Rigid	79	24,964	37,358	16,431	4,399	
	Combined	97	24,062	37,358	11,996	4,386	
ML	Flexible	23	15,976	31,279	8,711	6,394	-
	Rigid	-	-	-	-	-	
	Combined	23	15,976	31,279	8,711	6,394	
Average							1.02

The test results in this research indicate that, if the roadbed soil samples were tested in the laboratory at similar water contents as the field water contents at the time when the FWD tests were conducted, then the ratios of the backcalculated to the laboratory obtained MR values are close to unity. This finding contradicts that reported in the literature where the ratio between the backcalculated and the laboratory determined MR values vary from almost 1.6 to almost 5.0. The discrepancy between the finding in this study and the literature can be mainly related to the stress boundary conditions used in this study. Most laboratory test data reported in

the literature are based on stress ratio (the ratio between the axial cyclic stress and the confining pressure) of 2.0 or higher. In this study, all analyses were conducted on the MR values obtained from a stress ratio of 1.33. This ratio was obtained by conducting analyses of the stresses and strains delivered to the roadbed soil of a 25-inch thick pavement section due to 9000 pound wheel load (half the standard single axle load of 18000 pounds). The MICHPAVE finite element computer program, which is based on layered elastic theory, was used in the analyses. Results of the MICHPAVE computer program indicate that the roadbed soil is subjected to about 8 psi vertical stress and to about 7.5 psi lateral stress. It should be noted that, in the analyses, a lateral earth pressure coefficient of 2.0 was used to simulate the locked-in lateral stress due to compaction.

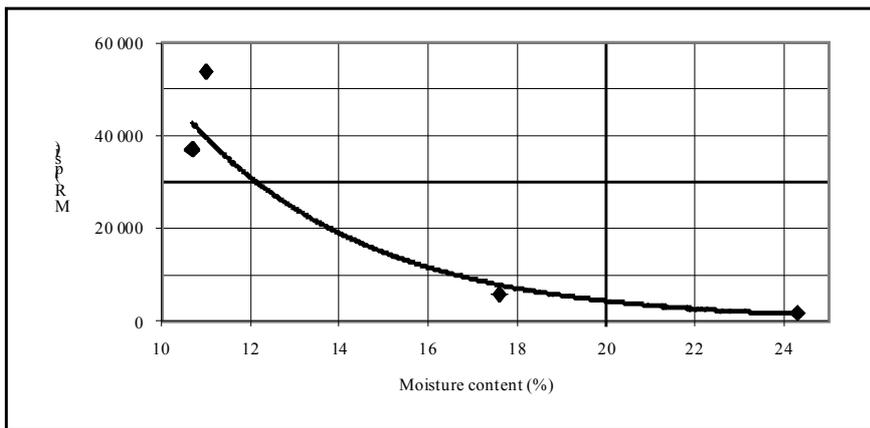


FIGURE 2 Moisture content affect on MR of ML soils

As stated earlier, for all soil types, the laboratory MR values obtained from cyclic stress of 10 psi and confining pressure of 7.5 psi were used in the analyses. Increasing the cyclic stress while keeping the confining pressure at a constant level yields higher stress ratio and lower MR values. In this study, the effects of the stress ratio on the MR values were analyzed by conducting tests at different stress ratios. Results of said tests are depicted in Figure 3. The figure shows the MR value as a function of the stress ratio. It can be seen, from the figure, that increasing stress ratios result in lower MR values. This in turn would yield higher ratios between the backcalculated and the laboratory determined MR values. The important point herein is that the MR test should be conducted at similar boundary conditions as those expected in the field. That is, the applied stresses in the laboratory should resemble those delivered to the roadbed soil due to 9000 pound load traveling over the pavement section in question. Higher stress ratios should be used when testing the base and subbase materials.

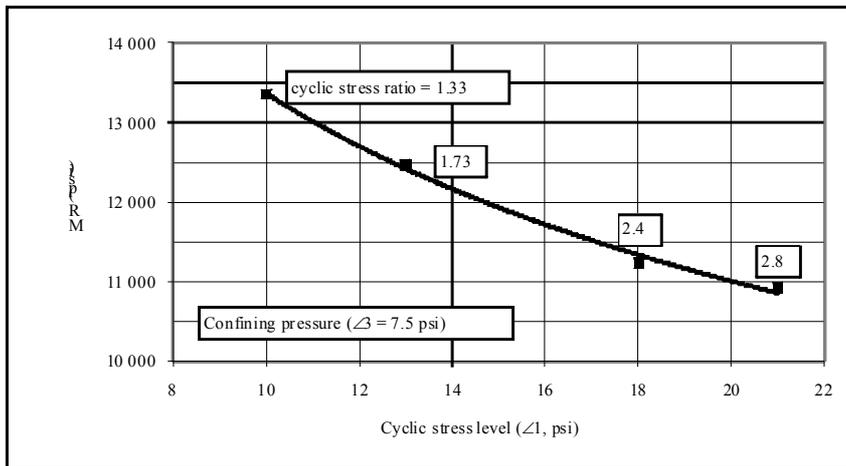


FIGURE 3 Laboratory obtained resilient modulus versus the cyclic stress level

Finally, the ratios (the shift factor) between the backcalculated and the laboratory obtained MR values are dependent on the backcalculation software used (9). For example, the MICHBACK software used in this study may yield slightly different backcalculated MR values than the MODCOMP, MODULUS, WESDEPTH, and other available software.

SUMMARY AND CONSLUSIONS

Differences between the backcalculated MR values of various types of road-bed soils and those obtained in the laboratory are presented and discussed. It is shown that the laboratory test results correspond very well to the backcalculated ones.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to express their sincere thanks to MDOT.

References:

1. Sessions, C.P., Baladi, G.Y., Dawson, T.A., and Haider, S.W. "Laboratory Subgrade Resilient Modulus Design Values for The State of Michigan," Submitted for 88th TRB Annual Meeting, Washington D.C., 2009
2. Sessions, C. P. "Laboratory Subgrade Resilient Modulus Design Values for the State of Michigan," MS Thesis, Michigan State University, East Lansing, Michigan, 2008
3. Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, AASHTO, Washington, D. C., 2001
4. Young, M. A., and Baladi, G. Y. "Repeated Load Triaxial Testing State of the Art," Final Report of Research Conducted under Research Grant 75-1679, Michigan State University, East Lansing, Michigan, 1997
5. Sessions, C.P., Baladi, G.Y., Dawson, T.D., and Haider, S.W. "Laboratory subgrade resilient modulus design values for the state of Michigan," Accepted for presentation, TRB Annual Meeting 2009, Washington D.C.
6. Houston, W. N., Mamlouk, M. S., Members, ASCE, and Perera, R. W. S. "Laboratory versus Nondestructive Testing for Pavement Design," Journal of Transportation Engineers, Vol.

118(2), 207-222, 1992

7. Harichandran, R.S. Mahmood, T., Raab, A. R., and Baladi, G. Y., "Backcalculation of Pavement Layer Moduli, Thicknesses and Stiff Layer depth Using a Modified Newton Method," *Nondestructive Testing of Pavements and Backcalculation of Moduli (Second Volume)*, ASTM STP 1198, Harold L. Von Quintus, Albert J. Bush, III, and Gilbert Y. Baladi, EDS, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1994

8. Smith, K.D., Yu, H.T., Wade, M.J., Peshkin, D.G., and Darter, M.I. "Performance of Concrete Pavements," Volume I – Field Investigation, Report FHWA-RD-94-177, FHWA, U.S. Department of Transportation, 1997

9. Von Quintus, H.L. and Simpson A.L. "Back-calculation of layer parameters for LTPP test sections volume II: layered elastic analysis for flexible and rigid pavements," Federal Highway Administration, FHWA-RD-01-113, McLean, VA, 2002.

EFFECT OF SAMPLING ON PAVEMENT CONDITION DATA

Christopher M. Dean, Tyler Dawson
Gilbert Y. Baladi, PhD, PE (corresponding author)
Michigan State University

ABSTRACT

Some State Highway Agencies (SHAs) collect pavement condition data on a continuous basis while others use sampling techniques. Sampling techniques are mainly used to reduce the time and costs of data collection. It is typically assumed that the pavement condition of a pavement surveying length (e.g., one mile or one kilometer) can be represented by the conditions of the pavement along a shorter segment (such as 100, 200 or 500 ft) along the survey section.

In this paper, time series pavement distress data that were continuously collected along several miles of pavement networks were analyzed. The data were then used to simulate sampling. Sample sizes of 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 and 0.6 miles were utilized in the analysis. For each sample size, it was assumed that the average pavement conditions of the sample represent the pavement conditions of the entire mile. Various sources of time series pavement condition data were utilized in this study. The data were collected every other year and are reported for each one tenth of a mile along the pavement network. Results of the analyses of International Roughness Index (IRI) and transverse cracks data are reported and discussed in this paper.

INTRODUCTION AND BACKGROUND

An evaluation of pavement condition data is essential for the application of suitable maintenance practices (1). Pavement data collection practice is limited by the resources, practical, and economical constraints within SHAs. The National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) synthesis of highway practice 222 states that some of the practical constraints can be attributed to the size and variability of the condition of the pavement network. The accuracy of the data is limited by the frequency of the data collection and by the representation of the selected samples (2). Sampling of pavement condition data at the network level requires less time and money than continuous data collection. Sampling is meant to deliver accurate pavement condition predictions without excessive amounts of data (3). In the NCHRP 2004 synthesis of highway practice 334, 42 states, the District

of Columbia, 2 FHWA offices, 10 Canadian provinces and territories, and Transport Canada (airfields) were surveyed regarding pavement condition data collection (4). It was found that for pavement cracking:

- a) Nine agencies survey 100% of the lane to be evaluated.
- b) Three agencies collect cracking data on a varying length basis.
- c) Five agencies sample 10% to 30% of the roadway using random sampling technique.
- d) Others reported that they videotape 100% of the survey lane but, for each one-mile, they digitize the data along 50 to 1,000 feet segments.
- e) Many agencies collect IRI and rut data along the entire surveying lane and they report the data for each 0.1-mile interval.
- f) The State of Arizona uses a reporting interval of 1 mile.

In another report, the Ministère des Transports du Quebec samples 30-meter pavement segment of every 100-meter pavement section (5). The sampling and reporting intervals vary greatly from one road agency to another, with the intent to properly assess the current pavement condition and reduce the time and cost of the data collection.

Time series pavement condition data from various SHAs (Colorado, Michigan, Louisiana, Washington, and Minnesota) and the LTPP database were obtained and used to analyze the effects of sampling and sample size on the pavement condition data. The time series distress data from the 5 SHAs are reported for each 0.1 mile segment of road along the pavement network. Because of space limitation, the results of the analyses of transverse cracks and IRI data along 18 mile section of I-94 in Michigan and 11-mile section of LA-34 in Louisiana are presented and discussed in this paper.

ANALYSES RESULTS

In the analysis, data sampling was simulated by assuming that the reported data along the first 0.1 mile of each mile of road represent the pavement condition along the entire mile. Figures 1 and 2 respectively show the distribution of the ratio of the sampled to the continuous IRI and transverse crack (TC) data along I-94 and LA-34. Figure 1a shows that the sampled IRI data along 8 miles of the 18 miles I-94 overestimate the continuous data. This would lead to premature project selection for actions. Hence, the optimum timing or the project boundaries for rehabilitation actions cannot be precisely derived from the sampled data. The sampled transverse crack data along 12 miles of the 18 miles I-94 show the opposite scenario (underestimates) as shown in Figure 2a. If rehabilitation decisions are to be made based on the sampled data, no pavement repair would be undertaken, which would eventually lead to more extensive rehabilitation or reconstruction in the near future.

In general, examination of the data shown in Figures 1 and 2 indicates that the sampled data could be twice as high as the continuous data or as low as a fraction of the continuous data. The variability in the ratio of the sampled to the continuous

data is a function of the uniformity of the pavement condition along the road. The data in the figures indicate that for most one mile sections, the ratios between the sampled data and the average of the continuous data are far from unity, especially if the data are variable. This could be clearly seen from the LA-34 data where the pavement conditions are more or less uniform across the entire 11 miles. The conditions along the 18-mile long I-94, on the other hand, are highly variable. Hence, the ratio of the sampled to the continuous data varies from about zero to about 250 percent.

The data for the two roads were also used to analyze the effects of sample size on the pavement condition data. Sample sizes of 20, 30, 40, 50 and 60 percent of each one mile of road were used in the analyses. It was assumed that for each mile of pavement, the average pavement conditions within the first two, three, four, five, and six one tenths of a mile are representative of the pavement conditions along the entire mile. After calculating the average IRI and TC along the sampled section, the average was divided by the averages of the continuous IRI and TC data of the mile long section in question. The results are shown in Figures 3 and 4. As it was expected, the larger is the sample size, the less is the variation in the ratio between the sampled and the continuous data. At 50 percent sample size, the ratio of the sampled to the continuous transverse crack data may vary by as much as 200 percent. Whereas at 10 percent sample size, this variation could be as high as 500 percent.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Based on the results of the data analysis of two pavement sections, one in Michigan and one in Louisiana, the following conclusions were drawn:

1. The variability between the sampled and the continuous pavement condition data is a function of the pavement conditions. The more uniform is the pavement condition, the less is the variability.

2. Sampling technique could accurately be used on pavement sections showing near uniform pavement surface condition.

3. The higher is the size of the sample, the less is the variability between the samples and the continuous pavement condition data.

4. Sampling at the project-level is not desirable and in most cases leads to inaccurate decisions.

5. Network-level sampling provides, in most cases, relatively accurate assessment of the overall pavement condition. Such assessment could be used to estimate the descriptive distribution of the pavement condition along the pavement network (such as very good, good, fair and poor). It cannot be used to support engineering decisions regarding the, selection, design and assessment of the rehabilitation and preservation actions of the pavement sections.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to thank the Federal Highway Administration for their financial support and for providing the necessary materials to do the study. To the Pavement Management Engineers and staff of the various State Highway Agencies, thanks for providing the pavement distress data for the analysis. Finally, many

thanks to Ryan Muscott and Nick Tecca for their efforts in the data mining phase of this study.

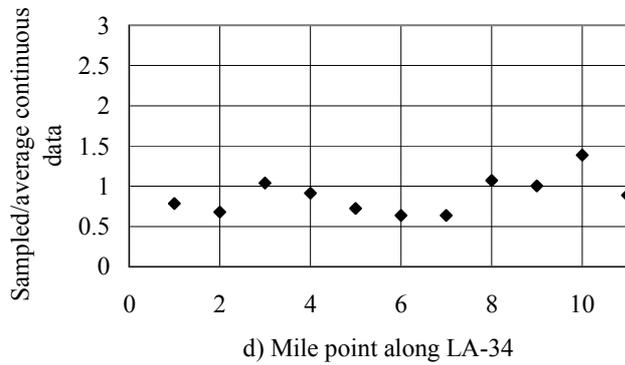
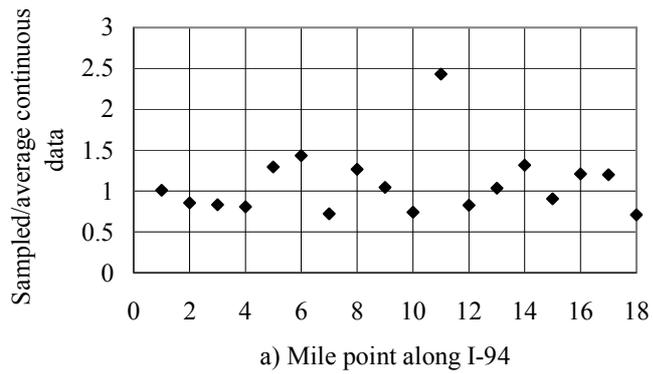


Figure 1 The ratio of sampled IRI to the average continuous IRI along 2 roads

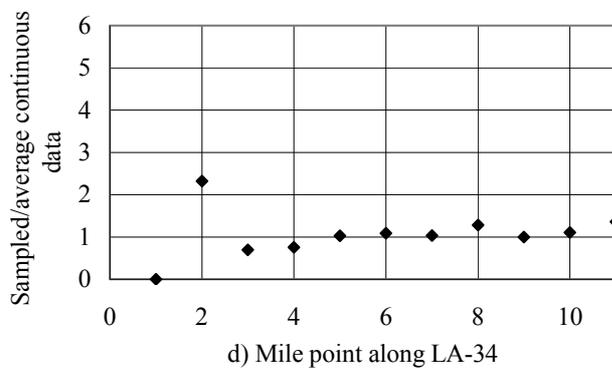
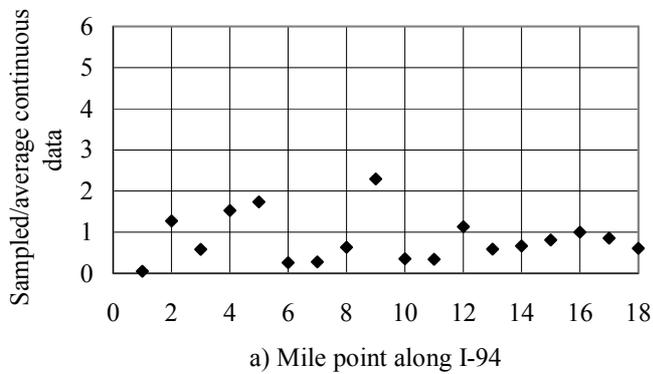


Figure 2 The ratio of sampled transverse cracks to the average continuous transverse cracks along 2 roads

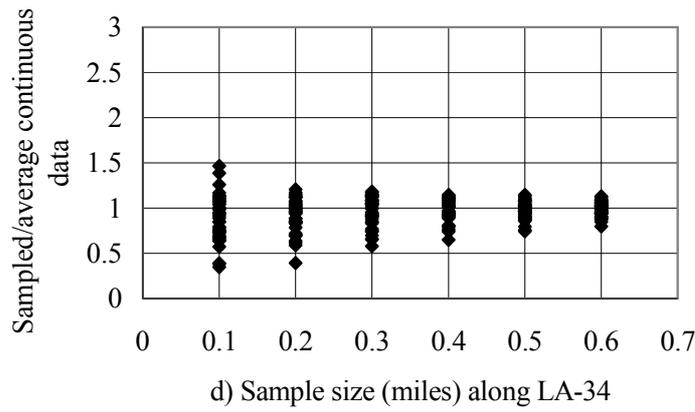
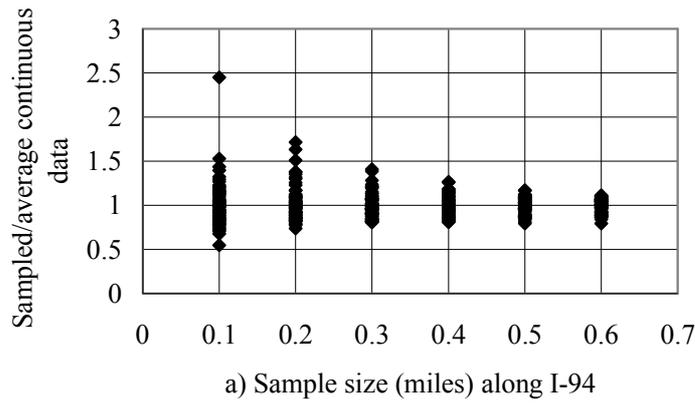


Figure 3 Effects of sample size on the ratio of the sampled IRI to the average continuous IRI along 2 roads

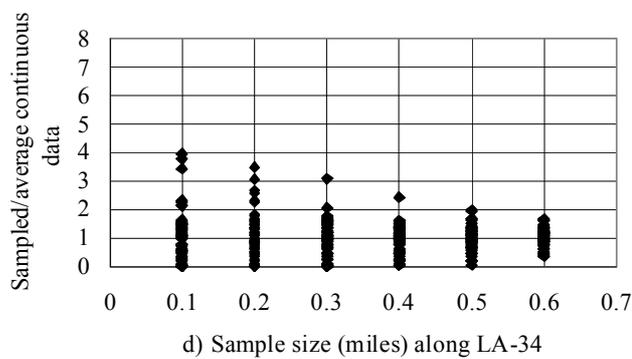
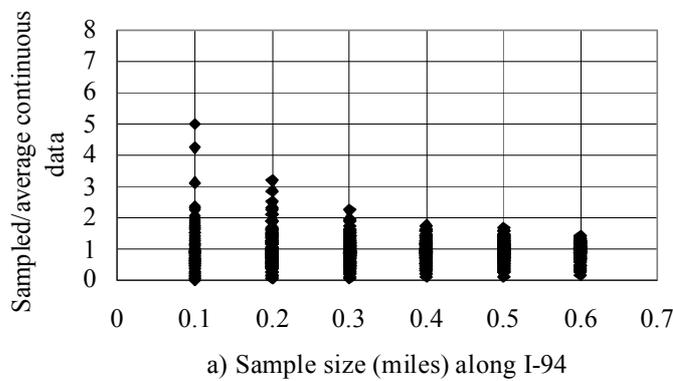


Figure 4 Effects of sample size on the ratio of the sampled transverse cracks to the average continuous transverse cracks along 2 roads

References:

1. Cafisco, S., A. Di Graziano, H.J. Kerali, & J.B. Odoki. 2002. Multicriteria Analysis for Pavement Maintenance Management. In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1816*, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C.
2. Zimmerman, Katherine A., NCHRP *Synthesis of Highway Practice 222: Pavement Management Methodologies to Select Projects and Recommend Preservation Treatments*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1995.
3. Robertson, N.F., Latimer, D.P. and Nata-atmadja, A. *A Study of the Impact of Road Segmentation Schemas on Predicted Maintenance Investment Outcomes*. Sixth International Conference on Managing Pavements, Brisbane, Australia, October 2004.
4. McGhee, Kenneth H., NCHRP *Synthesis of Highway Practice 334: Automated Pavement Distress Collection Techniques*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2004.
5. Tremblay, Guy, Mathieu Grondin, Diane Leroux, & Jean Carrier. *Efficient Way to Measure Pavement Distress Manually: Ministère des Transports du Québec Experience*. Sixth International Conference on Managing Pavements, Brisbane, Australia, October 2004.
6. Kuo, Wen-Hou. "MDOT Pavement Management System Distress Manual, Distress Point, and Distress Index." November, 2000.
7. Fillastre, C., "State of Louisiana: Pavement Management System," March, 2007.
8. Krom, Benjamin. Michigan Department of Transportation. *Microsoft Excel, MDOT Rehabilitation and Reconstruction Records*, 2009.

Научное издание

**МОЛОДЕЖЬ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС
В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ ЮГА РОССИИ**

Материалы IV научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых,
11—14 мая 2010 г., г. Волгоград

Публикуемые материалы соответствуют авторским оригинал-макетам,
поступившим в оргкомитет конференции

Дизайн обложки *Е.С. Полякова*
Рисунок ЮФО на обложке www.dontr.ru

Ответственный за выпуск *А.И. Лескин*

Подписано в печать 16.09.10 г. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Печать трафаретная. Гарнитура Times New Roman.

Усл. печ. л. 18,8. Уч.-изд. л. 18,2. Тираж 150 экз. Заказ №

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»

Отпечатано в секторе оперативной полиграфии ЦИТ

400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1