

Федеральное агентство по образованию

**ВЕСТНИК
ВОЛГОГРАДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Серия: Строительство и архитектура

**Выпуск
11 (30)**

Научно-теоретический и производственно-практический журнал

2008

Выходит 4 раза в год

Основан в 1999 г.

Волгоград

ВолгГАСУ

С о д е р ж а н и е

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ. ОСНОВАНИЯ, ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ. СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА. МЕХАНИКА ГРУНТОВ

Пономарев А.Б., Новодзинский А.Л., Решетникова К.В. Результаты экспертной оценки устойчивости склона 5

Готман А.Л., Богомолов А.Н., Шеменков М.Ю. Исследование работы горизонтально нагруженных фундаментов в вытрамбованных котлованах с окружающим грунтом 9

Цветков В.К., Власова Е.Г., Наумова Н.Я. Зависимость между основными параметрами однородных грунтовых откосов и склонов при нарушении их устойчивости 15

Саурин А.Н., Редькина Ю.В., Пузикова Н.Н., Кузнецова Е.А. Устройство подпорной стенки из железобетонных набивных свай в раскатанных скважинах (НРС) 20

Овчинников И.Г., Межнякова А.В. Влияние вероятностного характера деградационных процессов на долговечность армированных конструкций 25

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Кашарина Т.П., Григорьев-Рудаков К.В. Экспериментальные исследования системы «грунто-вое основание — инженерные сооружения» автомобильных дорог 31

Боровик В.С., Алексиков С.В., Алексиков И.С. СУБД «Рациональные конструкции дорожных одежд» в структуре САПР 40

Волченко С.В. Особенности распределения пассажиропотоков г. Волгограда 44

Любченко А.С. Об изменении коэффициента вариации ровности асфальтобетонных покрытий в процессе эксплуатации 49

Строкин А.С., Калгин Ю.И. Полимерное поверхностно-активное вещество «Мобит» для повышения деформативно-прочностных характеристик асфальтобетона каркасной структуры и долговечности дорожных покрытий 52

Серова Е.Ю. Общественное мнение участников дорожного движения как методологический принцип проектирования предприятий дорожного сервиса 57

Саруханян М.В. Повышение безопасности движения на остановочных пунктах пассажирского транспорта г. Волгограда 63

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Зильберова И.Ю. Анализ видов неопределенности функционирования организационно-технологических строительных систем 68

Панова О.И. Влияние организации строительного производства на конкурентоспособность строительного предприятия	72
Постой Л.В. Модифицирование СЦП как фактор обеспечения качества с учетом влажностных деформаций при производстве и эксплуатации	76
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	
Ковалев Н.С., Быкова Я.А. Исследование физико-химического взаимодействия шлаковых материалов с битумом	81
Романов С.И., Лескин А.И., Печеный Б.Г. Современный выбор температурного регламента производства высококачественного окисленного нефтяного дорожного битума на нефтеперерабатывающих заводах	87
Естеева С.М. Регенерированный асфальт с дисперсным сланцевым битумом	91
МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ	
Булычев Г.А., Булычев Ф.Г., Шейкин Ф.И. Летающая техника	97
ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО	
Созаев А.А., Тищенко А.И. Отказы облицованных каналов призматического профиля в условиях предгорной зоны Юга России	101
Винокуров А.А. К вопросу применения в руслах горных водотоков бассейна Верхней Кубани поперечных сооружений, селеспусков и террасирования склонов	105
Мусаелян С.М., Петросян А.Б., Аверкова С.А. Зарегулированность стока р. Волги и проблемы устойчивого водообеспечения Волго-Ахтубинской поймы	108
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ. ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	
Диденко В.Г., Сергина Н.М., Мутуев Ч.М. Оценка аэродинамического сопротивления насыпи овощей и штабеля контейнеров при хранении в условиях вентилирования	114
Азаров В.Н., Есина Е.Ю. О дисперсном составе пыли в системах обеспыливающей вентиляции строительных производств	119
Фокин В.М., Панасов Б.В., Окунева Е.П., Александрина Т.Б. Влияние теплофизических свойств пластов на тепловой потенциал геотермальных скважин для систем теплоснабжения	123
Томарева И.А. Влияние поточного метода реконструкции на безотказность подводного перехода газопровода	130
Яковлев В.А. Методика расчета на ЭВМ щелевых газогорелочных устройств с принудительной подачей воздуха	133
ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ. АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	
Алешин А.Ю. Стилиевая адаптация современной архитектурной среды	140
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. ТЕОРИЯ РАЗВИТИЯ ГОРОДА. УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ	
Юшкова Н.Г., Долотова Д.А. Проблемы пространственной реорганизации градостроительных систем и совершенствование документации территориального планирования	144
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА. ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА. ГОСТИНИЧНОЕ И КУРОРТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И ТУРИЗМ	
Сидоренко В.Ф., Блошкин Д.М. Анализ экологических, энергетических и динамических характеристик маршрутных «Газелей» при испытаниях на линии	151
Ганжа О.А., Соловьева Т.В. Разработка статистической модели, устанавливающей зависимость эквивалентного уровня звука в зоне регулируемого перекрестка от планировочных и транспортных факторов	158
Итам Э.Б. Основные направления эко-курортных программ для расширения туристической деятельности в Западной Африке	163
НАШИ АВТОРЫ	169

C o n t e n s

BUILDING STRUCTURES, BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. BASEMENTS, FOUNDATIONS. STRUCTURAL MECHANICS. UNDERGROUND STRUCTURES	
Ponomarev A.B., Novodzinsky A.L., Reshetnikova K.V. Results of expert judgement of slope stability	5
Gotman A.L., Bogomolov A.N., Shemenkov M.Yu. Analysis of the work of horizontally loaded foundations in rammed foundation pits with surrounding soil	9

Tsvetkov V.K., Vlasova E.G., Naumova N.Ya. Dependence between the main parameters of homogeneous soil slopes and hillsides when their stability is upset	15
Saurin A.N., Redkina Yu.V., Puzikova N.N., Kuznetsova E.A. Organization of retaining wall of reinforced concrete cast-in-place piles in flared-out holes	20
Ovtchinnikov I.G., Mezhnajkova A.V. The influence of probability character of deterioration process on durability of reinforced structures	25
DESIGN, CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF HIGHWAYS, SUBWAYS, AERODROMES, BRIDGES AND TRAFFIC TUNNELS	
Kasharina T.P., Grigoryev-Rudakov K.V. Experimental Investigations of the "soil foundation bed — engineering constructions" system for highways	31
Borovik V.S., Aleksikov S.V., Aleksikov I.S. Data Base Management System of "Rational Structures of Road Pavement" in CAD structure	40
Volchenko S.V. Specific features of passenger flows distribution in the city of Volgograd	44
Lubchenko A.S. On the alternation of the coefficient evenness variation for asphalt concrete pavement in the course of operation	49
Strokin A.S., Kalgin YU.I. Polymeric superficially-active material "Mobit" for increasing deformativno-prochnostnyh features asfalitobetona karkasnoy structures and longevity road covering	52
Serova E.Yu. Public opinion of the traffic participants as a methodological principle of traffic service enterprise design	57
Sarukhanyan M.V. Improving the traffic safety at stopping points of passenger transport in the city of Volgograd	63
TECHNOLOGY AND CONTROL IN CONSTRUCTION	
Zilberova I.Yu. Analysis of the types of functioning uncertainty of organizational and technological construction systems	68
Panova O.I. Influence of construction operations organization on the competitiveness of a construction enterprise	72
Postoy L.V. Modifying Wood-Chip Cement Boards as a factor of quality maintenance taking into account moister deformations during manufacturing and operation process	76
BUILDING MATERIALS AND ARTICLES	
Kovalev N.S., Bykova Ya.A. Analysis of the physical and chemical interaction of slag materials and bitumen	81
Romanov S.I., Leskin A.I., Pecheny B.G. Present-day choice of the thermal operating procedure for the production of high-quality air-blown oil paving bitumen at oil refinery plants	87
Yevteyeva S.M. Regenerated asphalt on slate dispersed bitumen	91
MECHANIZATION AND AUTOMATION OF BUILDING INDUSTRY. MACHINE-BUILDING. ROAD, BUILDING AND LIFTING-TRANSPORT MACHINES	
Bulychev G.A., Bulychev F.G., Sheikin F.I. Flying equipment	97
HIDROTECHNICAL CONSTRUCTION	
Sozayev A.A., Tishchenko A.I. Refuses of coated channels of prismatic profile in the conditions of submountain zone in the south of Russia	101
Vinokurov A.A. To the question of applying cross constructions, mudflow flumes and slope terracing in the river-beds of mountainous watercourses of the upper Kuban river basin	105
Musaelyan S.M., Petrosyan A.P., Averkova S.A. Regulation of the Volga-river stream and the problems of steady water supply to the Volga-Akhtuba flood lands	108
HEAT SUPPLY. VENTILATION, AIR CONDITIONING. GAS SUPPLY AND ILLUMINATION. WATER SUPPLY, SEWERAGE, CONSTRUCTIONS FOR WATER RESOURCES PROTECTION	
Didenko V.G., Sergina N.M., Mutuev Ch.M. Evaluation of the aerodynamic resistance of vegetable mound and a pile of containers when stored in ventilated conditions	114
Azarov V.N., Esina E.Yu. On the disperse composition of dust in the systems of dedusting ventilation in construction industry	119
Fokin V.M., Panasov B.V., Okuneva E.P., Aleksandrina T.B. Influence of beds' thermophysical properties on the thermal potential of geothermal wells for heat supply systems	123
Tomareva I.A. Influence of straight-line flow method of reconstruction on the reliability of underwater gas pipeline	130
Yakovlev V.A. Method for computer-aided analysis of slit-type gas-burning devices with forced air supply	133

THEORY AND HISTORY OF ARCHITECTURE, RESTORATION AND RECONSTRUCTION OF THE HISTORIC AND ARCHITECTURAL HERITAGE. ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS	
<i>Aleshin A.Yu.</i> Stylistic adaptation of contemporary architectural medium	140
URBAN PLANNING. THEORY OF URBAN DEVELOPMENT. CONTROL OF INVESTMENT URBAN PLANNING ACTIVITY	
<i>Yushkova N.G., Dolotova D.A.</i> Issues of spatial reorganization of urban planning systems and improvement of territory planning documentation	144
ENVIRONMENTAL ISSUES IN URBAN PLANNING. LANDSCAPE ARCHITECTURE. HOTEL AND HEALTH RESORT CONSTRUCTION AND TOURISM	
<i>Sidorenko V.F., Bloskin D.M.</i> Analysis of ecological, energy and dynamic characteristics of "Gasel" route mini-buses during on-route testing	151
<i>Ganzha O.A., Solovyeva T.V.</i> Development of the statistical model setting dependence of equivalent sound level in the zone of a signal-controlled junction on planning and traffic factors	158
<i>Itam E.B.</i> Main directions of eco-resort programs for increasing the tourist activity in Western Africa	163
OUR AUTHORS	169

Вниманию подписчиков и авторов!

Со второго полугодия 2007 г.
«Вестник Волгоградского государственного
архитектурно-строительного университета»
временно выходит в одной серии
«СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА» (4 выпуска в год).
Подписной индекс
по каталогу «Пресса России» **85343,**
на Интернет-сайте агентства «Книга-Сервис» — **E85343**
(по электронному каталогу можно подписаться и на текущие номера)

По вопросу приобретения ранее вышедших номеров журнала
обращаться по тел. 8-(844-2)-96-98-46
к отв. секретарю редсовета *В.И. Воробьеву*

Продолжается прием статей
в очередные выпуски
серий «Политематическая»
и «Строительная информатика»
электронного сетевого научно-технического журнала
«ИНТЕРНЕТ-ВЕСТНИК ВолгГАСУ».**

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия,
свидетельство Эл № **ФС77-26286 от 17.11.06,**
ФГУП НТЦ «Информрегистр»,
гос. регистр. № **0420800065 от 16.10.07,**
Международным центром ISSN,
ISSN 1994-0351.

Подробная информация на сайте журнала
www.vestnik.vgasu.ru

** «Интернет-вестник ВолгГАСУ» не является электронной версией печатного журнала. Оба журнала содержат оригинальные публикации.

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ.
ОСНОВАНИЯ, ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ.
МЕХАНИКА ГРУНТОВ**

УДК 624.154

А.Б. Пономарев, А.Л. Новодзинский, К.В. Решетникова

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНА

Приведен анализ сложившейся ситуации в жилом районе города Перми и результаты расчетов устойчивости склона.

The analysis of the developed situation in residential area of city of Perm and results of calculations stability of a slope.

Анализ устойчивости откосов играет весьма важную роль в гражданском строительстве и выполняется при строительстве гражданских объектов, разработке природных ресурсов, а также во многих других сферах человеческой деятельности, касающихся возведения сооружений и создания выемок. Разрушение откосов таких объектов вызывается движениями в пределах искусственной насыпи, в естественном склоне или одновременно в обоих местах.

В апреле 2007 г. в жилом районе г. Перми произошло обрушение склона, вблизи которого стоят три жилых дома: 5-этажный кирпичный с наружными и внутренними продольными несущими стенами, 9-этажный панельный серии 1.464-Д-83 и 14-этажный кирпичный с внутренним железобетонным каркасом.

В непосредственной близости (на расстоянии 10...15 м) от оползневого склона находится хозяйственно-бытовая канализация из асбоцементных труб диаметром 400 мм, а также водопровод диаметром 300 мм на расстоянии 20 м. Сток поверхностных вод в районе оползневого склона не организован, в результате чего имеются промоины на склоне.

Для выявления причин аварии необходимо было провести обследование откоса и оценить общую устойчивость склона.

Оценку устойчивости склона в районе жилых домов № 5 по ул. КИМ и № 19 по ул. Ивановской в г. Перми проводили поэтапно. На первом этапе было проанализировано изменение рельефа откоса во времени. На втором этапе был рассчитан коэффициент запаса устойчивости откоса от собственного веса, далее с приложением нагрузки.

В геоморфологическом отношении площадка приурочена к V левобережной надпойменной террасе р. Камы, осложненной долиной р. Ивы.

Крутизна склона долины в районе площадки на 1980 г. в верхней части составляет 10...20°, в нижней — 35...45°. Склон долины осложнен неболь-

шими промоинами, образованными в результате деятельности временных водотоков, местами задернован. Оползневых явлений на период изысканий не обнаружено.

Рельеф площадки относительно ровный с общим уклоном в сторону реки Камы. Колебания высотных отметок по устьям выработок 134,50...127,10 м (здесь и далее указана система высот г. Перми).

В геологическом строении исследуемой площадки принимают участие аллювиально-делювиальные и элювиальные отложения четвертичного возраста, представленные суглинками, супесями и пылеватými песками, подстилаемые скальными грунтами (аргиллитами, алевролитами и песчаниками верхнепермского возраста).

Изменение рельефа было проанализировано по предоставленным архивным данным.

По сечению, проходящему по откосу, были начерчены три рельефа: на период проектирования жилых домов по ул. КИМ и ул. Ивановской на 1981 г.; на 2005 г. и на период после аварийного обследования 2007 г.

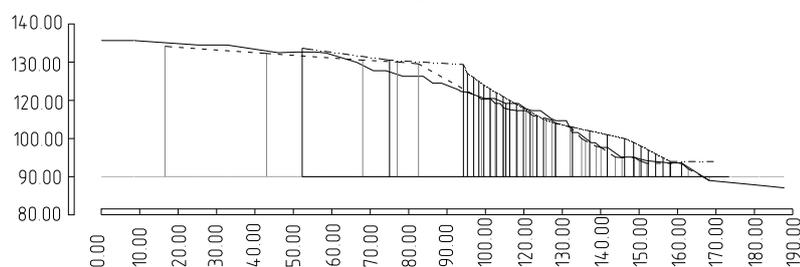


Рис. 1. Изменение рельефа во времени по наиболее опасному сечению 2-2: — — 1981 г.; - - - - - — 2005 г.; — · — — 2007 г.

Анализ рельефа местности на оползневом участке позволяет сделать вывод о том, что в процессе строительства домов № 19 по ул. Ивановской и № 5 по ул. КИМ была выполнена искусственная отсыпка территории из насыпного техногенного грунта с подъемом отметок поверхности земли на 4...6 м с последующей планировкой откоса.

Анализ устойчивости склона был выполнен с использованием программного комплекса PLAXIS. Расчетный комплекс PLAXIS ориентирован на решение сложных геотехнических задач, возникающих на этапах строительства, эксплуатации и реконструкции сооружения, и представляет собой пакет прикладных вычислительных программ для конечно-элементного анализа напряженно-деформированного состояния системы основание — фундамент — сооружение.

При создании геометрической модели расчета грунтовый массив разбивался на 15-узловые треугольные изопараметрические конечные элементы, в которых перемещения определяются во всех 15 узлах, а напряжения — в 12 точках. Для моделирования работы грунта под нагрузкой была использована упругопластическая модель Кулона — Мора, которая включает пять основных исходных параметров: модуль Юнга E ; коэффициент Пуассона ν ; угол внутреннего трения ϕ , сцепление c , угол дилатансии (угол увеличения объема грунта при увлажнении) ψ .

При оценке общей устойчивости склона пользуются коэффициентом общей устойчивости, который может определяться как отношение фактической прочности грунта на сдвиг к прочности на сдвиг в предельном состоянии. Если в качестве условия предельного равновесия принято условие прочности Кулона — Мора, то коэффициент общей устойчивости определяется выражением

$$\xi = \frac{c + \sigma_n \tan \varphi}{c_r + \sigma_n \tan \varphi_r}, \quad (1)$$

где c и φ — прочностные характеристики грунтов в основании; σ_n — фактическое нормальное напряжение; c_r и φ_r — значения прочностных характеристик грунтов в предельном состоянии.

Для оценки общей устойчивости в PLAXIS реализован метод *Phi-c-reduction* (снижение φ , c), при котором выполняется пропорциональное снижение прочностных характеристик до тех пор, пока не произойдет разрушение. Устойчивость при этом определяется коэффициентом ΣM_{sf}

$$\Sigma M_{sf} = \frac{c}{c_r} = \frac{\tan \varphi}{\tan \varphi_r}. \quad (2)$$

Для анализа было рассмотрено три характерных сечения: 1-1, 2-2 и 3-3 (рис. 2). Физико-механические характеристики грунтов основания были приняты по результатам инженерно-геологических изысканий, выполненных в июне 2007 г., ранее выполненные расчеты были основаны на результатах изысканий 1976 и 1981 гг.

1. Сечение 1-1. Было рассмотрено текущее состояние склона с учетом фактических физико-механических свойств грунтов, слагающих склон при передаче проектных нагрузок от 9-этажного дома № 19 по ул. Ивановской. Рельеф склона был принят по данным геодезической съемки 2007 г. Коэффициент устойчивости составил $\Sigma M_{sf} = 1,0179$.

Также был смоделирован случай возможной утечки воды из коммуникаций. При расходе $0,1 \text{ м}^3/\text{сут}$ коэффициент устойчивости составил $\Sigma M_{sf} = 0,9337$.

2. Сечение 2-2. Для сечения 2-2, также как и для сечения 1-1, было рассмотрено текущее состояние склона с учетом фактических физико-механических свойств грунтов. Рельеф откоса принят по результатам геодезической съемки, выполненной в мае 2007 г. Коэффициент устойчивости составил $\Sigma M_{sf} = 0,9934$.

Также был смоделирован случай возможной утечки воды из коммуникаций. При расходе $0,1 \text{ м}^3/\text{сут}$ коэффициент устойчивости составил $\Sigma M_{sf} = 0,6318$.

3. Сечение 3-3. Было рассмотрено текущее состояние склона с учетом фактических физико-механических свойств грунтов при передаче проектных нагрузок от 14-этажного дома № 5 по ул. КИМ. Рельеф склона был принят по данным геодезической съемки 2007 г. Коэффициент устойчивости составил $\Sigma M_{sf} = 1,056$.

Также был смоделирован случай возможной утечки воды из коммуникаций. При расходе $0,1 \text{ м}^3/\text{сут}$ коэффициент устойчивости составил $\Sigma M_{sf} = 0,8998$.

Результаты расчетов свидетельствуют о нахождении склона в состоянии предельного равновесия и возможного обрушения.

Рекомендации

1. Устройство водоотводящего лотка по верху склона.

2. Устройство удерживающей конструкции. Данные конструкции по характеру своей работы являются улавливающими и предназначены для предотвращения отдельных локальных обрушений грунта с откоса на дорогу по ул. Лифанова. Кроме того, устройство подпорной стенки позволит в дальнейшем выполнить отсыпку грунта за стенку для создания площадки для механизмов при производстве работ по закреплению тела оползня.



Рис. 2. Топооснова с характерными сечениями

Основой удерживающей конструкции вдоль ул. Лифанова является монолитная железобетонная подпорная стенка на свайном основании из буронабивных железобетонных свай.

3. Основным противооползневым мероприятием является закрепление тела оползня грунтоцементными нагелями ТИТАН, расположенными в плане по сетке $1,5 \times 1,5$ м.

Закрепление грунтов осуществляется по всему склону от верхней бровки откоса до дороги по ул. Лифанова на длине 90 м.

4. Для предотвращения эрозионного выноса поверхностных слоев грунтов склона и возможности дальнейшего размыва дождевыми и тальными водами проектом предусматривается устройство геоматов по закрепленному склону с нанесением плодородного слоя в ячейки геоматов толщиной 20 мм с последующим гидропосевом трав.

© Пономарев А.Б., Новодзинский А.Л., Решетникова К.В., 2008
Поступила в редакцию 6 июня 2008 г.

УДК 624.151.6

А.Л. Готман, А.Н. Богомолов, М.Ю. Шеменков

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ГОРИЗОНТАЛЬНО НАГРУЖЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ В ВЫТРАМБОВАННЫХ КОТЛОВАНАХ С ОКРУЖАЮЩИМ ГРУНТОМ

Выполнен анализ взаимодействия горизонтально нагруженного фундамента с грунтовым основанием. Представлены основные подходы к выбору исходных параметров численного моделирования взаимодействия горизонтально нагруженных фундаментов в вытрамбованных котлованах с окружающим грунтом с использованием программного комплекса PLAXIS. Приведены конкретные результаты численного моделирования.

The paper provides the analysis of the interaction of horizontally loaded foundations with soil beds. The authors give the main approaches to the selection of the initial parameters for numerical modeling of the interaction of horizontally loaded foundations in rammed foundation pits with the surrounding soil applying PLAXIS software complex. Actual results of the numerical modeling are given.

Большое значение в практике строительства имеет совершенствование методов расчета на основе уточнения схемы работы свай в определенном виде грунта.

Учитывая факторы, обуславливающие совместную работу фундаментов и их оснований, можно выбрать наиболее рациональное решение фундамента в технико-экономическом отношении. Эту задачу решают пирамидальные фундаменты, выполняющие две функции. При забивке они уплотняют подстилающий и окружающий грунт, создавая искусственное основание, и передают на него нагрузку от здания или сооружения.

Исследования пирамидальных свай показали, что характер их совместной работы с грунтом основания кардинальным образом отличается от работы призматических свай равного объема.

Известно [1], что свая, работающая по «жесткой» схеме под действием горизонтальной нагрузки, поворачивается вокруг некоторой точки поворота O . При этом грунт, находящийся перед сваей выше и со стороны задней грани ниже точки поворота, уплотняется с образованием ядра некоторой формы.

Как известно, при устройстве фундаментов в вытрамбованном котловане (ФВК) вокруг них образуются области деформации грунта с зонами уплотнения по боковой поверхности и ниже плоскости острия.

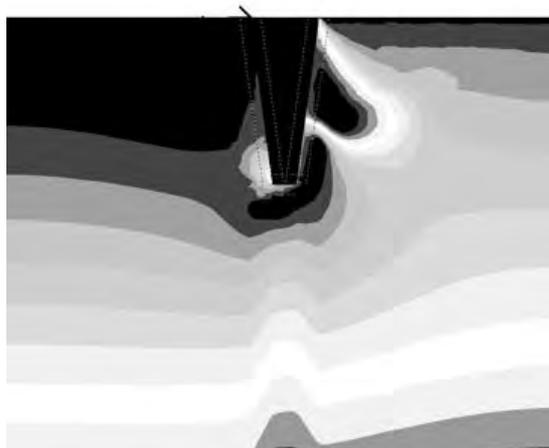
При сбрасывании трамбовки грунт вытесняется и перемещается в области наименьшего сопротивления. В зависимости от свойств и состояния грунта, размеров и формы ствола фундамента такие области образуются вокруг боковой поверхности и ниже его подошвы. При этом происходит уплотнение грунта до некоторой критической плотности с последующим вытеснением (выпором) его на поверхность. Таким образом, часть грунта, вытесненного ФВК при его устройстве, расходуется на уплотнение, часть — на выпор.

Исходя из особенностей конструктивных схем и факторов, обуславливающих напряженно-деформированное состояние фундаментов в уплотненном основании, были решены следующие задачи:

с помощью компьютерного моделирования исследованы закономерности формирования предельного состояния уплотненного основания при действии на фундамент горизонтальной нагрузки и оценены напряжения в области предельного равновесия;

выполнена оценка величины перемещения нижнего конца фундамента в вытрамбованном котловане в зависимости от объема втрамбованного щебня и грунтовых условий.

Численное моделирование работы системы «грунтовое основание — фундамент» с помощью пакета прикладных программ PLAXIS позволило оценить НДС фундаментов в вытрамбованных котлованах и выявить зоны развития пластических деформаций с учетом роста нагрузки на фундамент. При этом рассмотрено две конструктивные особенности ФВК: без уширенного основания (рис. 1, *а*) и с уширенным основанием (рис. 1, *б*).



а



б

Рис. 1. Зоны напряженного состояния грунтового основания горизонтально нагруженного ФВК: *а* — без уширенного основания; *б* — с уширенным основанием в виде втрамбованного щебня

На основе выполненного комплекса расчетов методом конечных элементов по программе PLAXIS были получены схемы взаимодействия горизонтально нагруженных ФВК с грунтом основания (рис. 2).

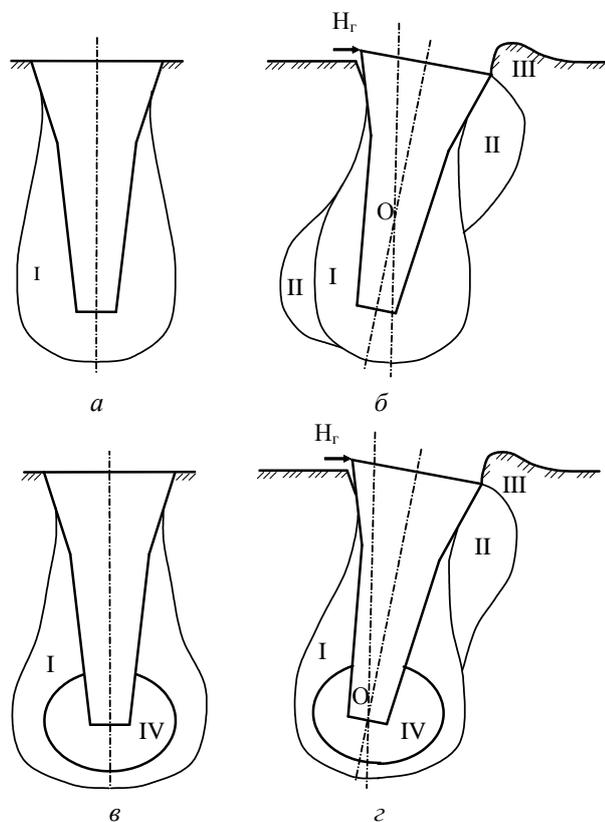


Рис. 2. Схема деформаций и напряженного состояния грунта при действии на фундамент в вытрамбованном котловане с уширенным основанием горизонтальной нагрузки: *a* — схема фундамента после его устройства; *б* — схема горизонтально нагруженного фундамента; *в* — схема фундамента с уширенным основанием; *г* — схема горизонтально нагруженного фундамента с уширенным основанием; I — зона уплотнения; II — зона дополнительного уплотнения в результате перемещения фундамента; III — область возможного выпора; IV — уширенное основание; O — точка нулевых перемещений

Выполненные численные исследования позволили установить:

эпюра нормальных давлений изменяется по глубине фундамента по параболическому закону;

максимальные значения давлений (вершина параболы) находится на глубине $0,4...0,6 h$ (где h — глубина ФВК) от уровня поверхности грунта;

точка нулевых перемещений вертикальной оси фундамента смещается в низ фундамента в зависимости от действующей горизонтальной нагрузки и при наличии втрамбованного щебня приближается к основанию фундамента;

в связи с тем, что потеря устойчивости грунтов основания у горизонтально нагруженных ФВК происходит при весьма значительных перемеще-

ниях, несущая способность горизонтально нагруженных ФВК с уширенным основанием определяется величиной горизонтального перемещения в уровне поверхности грунта.

Одной из главнейших причин невысокой надежности всех методов расчета в фундаментостроении является недостаточно высокая точность методов определения характеристик грунта, которые используются в расчетных формулах. Основные требования, предъявляемые к методам определения характеристик грунта — это возможность получения их в условиях естественного залегания грунтов на любой требуемой глубине, допустимая стоимость и высокая скорость их получения. Этим требованиям наилучшим образом отвечает статическое зондирование.

В начальный период применения зондирования принималось, что величины сопротивления грунта при внедрении зонда равны сопротивлению грунта по боковой поверхности сваи и под ее нижним концом. Дальнейшее использование статического зондирования при расчете свай выявило некоторое несоответствие между величинами сопротивления грунта, полученными зондированием и работой сваи под нагрузкой. Поэтому возникла необходимость введения в расчетные формулы коэффициентов перехода от зонда к свае.

Большинство исследований было выполнено применительно к забивным призматическим сваям. Однако, в связи с тем что схема работы в грунте пирамидальной сваи отличается от сваи постоянного по глубине сечения, полученные зависимости для расчета призматических свай по данным зондирования не пригодны для свай пирамидальной формы.

В рамках поставленной цели — разработки метода расчета горизонтально нагруженных ФВК с использованием статического зондирования — решалась задача исследования закономерностей перехода от сопротивления грунта, полученных зондированием к несущей способности горизонтально нагруженных ФВК с использованием результатов исследования деформаций грунтового массива вокруг ФВК.

При устройстве ФВК при падении трамбовки происходит приложение на грунт ударной нагрузки. Динамическая нагрузка передается на содержащиеся в грунте, который является трехфазной системой, твердые частицы (скелет), воду и воздух. При этом в грунте происходят необратимые деформации в виде перемещений его отдельных частиц.

Известно, что процесс вытрамбовывания котлованов в различных грунтах в зависимости от их физико-механических характеристик и формы трамбовки протекает по-разному и состоит из следующих этапов: уплотнение грунта с формированием уплотненной зоны, продавливание уплотненной зоны, вытеснение грунта в стороны, выпор его вверх и в стороны, а также разуплотнение грунта на стенках и дне котлована. Обычно отдельные этапы процесса вытрамбовывания котлованов осуществляются одновременно или в определенной последовательности.

Объем вытесненного грунта при вытрамбовывании котлована превышает необходимый объем грунта для создания уплотненной зоны. Вследствие этого образуется избыток вытесненного грунта, который вначале перемещается в стороны, а затем вверх, из-за чего на поверхности вокруг вытрамбовываемого котлована возникает выпор околосовайного грунта.

При выпирании вверх грунт разрыхляется, нарушается его контакт с боковой поверхностью и, как следствие, уменьшаются контактные напряжения. При этом в грунте вблизи котлована разрушаются структурные связи и снижается сопротивляемость грунта под нагрузкой. При втрамбовывании жесткого материала (в данном случае щебня) основание улучшается, возникает уширенная зона.

Из вышеизложенного следует, что выпирание и связанное с ним разрыхление грунта при вытрамбовке скважины, несмотря на пирамидальность трамбовки, обуславливающую обжатие грунта боковыми гранями при осадке от нагрузки, приводит к снижению сопротивления грунта на боковой поверхности фундамента. Поэтому использование данных статического зондирования грунтов для расчета ФВК возможно лишь с введением поправочных коэффициентов, в той или иной степени учитывающих особенности работы ФВК.

Как показали экспериментальные исследования, проведенные в институте БашНИИстрой [2], расчетные характеристики грунта на боковой поверхности фундамента можно определять по формулам

$$f_i = \beta_f \cdot f_s; \quad (1)$$

$$R_i = \beta_R \cdot q_s, \quad (2)$$

где f_i и R_i — сопротивление грунта трению и нормальное сопротивление грунта на боковой поверхности соответственно; β_f и β_R — коэффициенты перехода, соответственно от сопротивления трению и нормального сопротивления; f_s и q_s — сопротивление грунта на боковой поверхности и под наконечником зонда соответственно при статическом зондировании.

При расчете горизонтально нагруженных ФВК используется только сопротивление грунта под наконечником зонда q_s , поэтому дальнейшие исследования были направлены на определение коэффициентов перехода β_R от данных зондирования к нормальным напряжениям.

В известных методах расчета, разработанных в институте [3, 4], были использованы коэффициенты перехода β_f и β_R , полученные по результатам исследования штампабивных свай. Однако ФВК отличаются от штампабивных свай небольшой относительной глубиной, и на несущую способность ФВК большое влияние оказывают деформации грунта (выпор), возникающие вблизи поверхности грунта и на поверхности при устройстве фундамента. Поэтому представляют интерес исследования деформационной зоны грунтового основания вокруг ФВК.

С помощью компьютерного моделирования изучались закономерности формирования уплотненных зон в процессе устройства фундамента и получения предельного состояния уплотненного основания при действии на фундамент горизонтальной нагрузки и выполнена оценка напряжений в области предельного равновесия.

Расчет и анализ НДС активной зоны фундаментов производился в следующей последовательности. По данным полевых испытаний выявлялись зоны уплотнения грунтов околосвайного пространства. Затем определялись деформационные и прочностные характеристики грунтов и измерялись напряжения в околосвайном массиве.

Из сопоставления результатов численных исследований и испытаний натурных фундаментов были получены коэффициенты перехода β_R от величин сопротивления под наконечником зонда при статическом зондировании к нормальным сопротивлениям на боковой поверхности ФВК (см. табл.) в зависимости от относительной глубины расположения слоя z_i/l_ϕ и от приведенной глубины расположения слоя z_i/b_{cp} , где z_i — глубина расположения i -го слоя грунта, b_{cp} — условный размер поперечного сечения фундамента.

Значения коэффициента β_R

Относительная глубина расположения слоя z_i/l_ϕ	Значения β_R при приведенной глубине расположения слоя z_i/b_{cp}					
	≤ 2	3	4	6	8	10
$\leq 0,1$	0,07	0,10	0,12	0,15	0,18	0,20
0,2	0,08	0,11	0,13	0,17	0,21	0,23
0,3	0,1	0,13	0,17	0,21	0,26	0,28
0,4	0,12	0,16	0,20	0,26	0,31	0,34
0,5	0,14	0,18	0,23	0,30	0,36	0,39
0,6	0,16	0,21	0,26	0,34	0,41	0,45
0,7	0,18	0,23	0,29	0,38	0,46	0,50
0,8	0,20	0,26	0,33	0,42	0,51	0,56
0,9	0,22	0,29	0,36	0,47	0,56	0,61
1,0	0,24	0,31	0,39	0,51	0,6	0,67

Полученные на основе выполненных численных исследований коэффициенты перехода β_R от величин сопротивления под наконечником зонда при статическом зондировании к нормальным сопротивлениям на боковой поверхности ФВК можно использовать при расчетах горизонтально нагруженных фундаментов с использованием статического зондирования грунтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Буслов А.С. Работа свай на горизонтальную нагрузку за пределами упругости в связных грунтах. Ташкент : ФАН, 1979. 106 с.
2. Яковлев П.И. Взаимодействие сооружений с грунтом и свайные основания / П.И. Яковлев, А.Л. Готман, Р.Г. Курмаев. Одесса : Астропринт, 2004. 512 с.
3. Готман А.Л. Исследование вертикально нагруженных фундаментов в вытрамбованных котлованах и расчет их несущей способности / А.Л. Готман, Г.В. Миткина, Ю.М. Шеменков // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1996. № 5. С. 19—23.
4. Готман А.Л. Экспериментальные исследования фундаментов в вытрамбованных котлованах при действии горизонтальной нагрузки и их расчет / А.Л. Готман, Ю.М. Шеменков // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2002. № 1. С. 12—16.

© Готман А.Л., Богомолов А.Н., Шеменков М.Ю., 2008

Поступила в редакцию
в мае 2008 г.

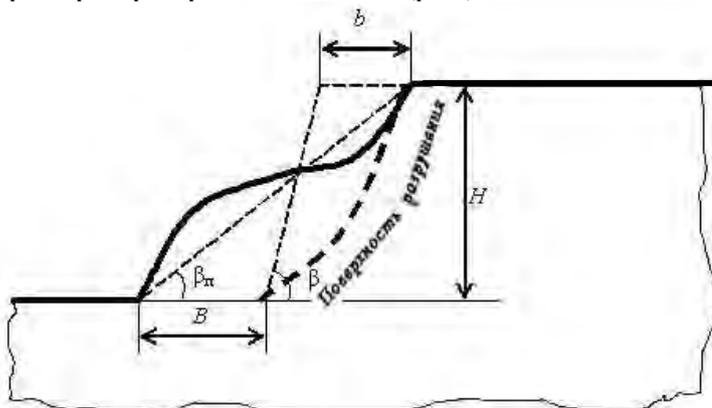
УДК 624.131

В.К. Цветков, Е.Г. Власова, Н.Я. Наумова**ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ОСНОВНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ
ОДНОРОДНЫХ ГРУНТОВЫХ ОТКОСОВ И СКЛОНОВ
ПРИ НАРУШЕНИИ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ**

На основе анализа напряженного состояния приоткосных зон определяются зависимости между высотой, углом наклона и шириной призмы обрушения грунтовых откосов и склонов. Полученные результаты подтверждаются известными данными натурных наблюдений.

On the basis of the stress-strain state analysis of slope areas the dependences between the height, the angle of slope and the width of sliding wedge of soil slopes and hillsides. The obtained data are supported by the existing data of field surveying.

Важным звеном в исследованиях возможных нарушений устойчивости откосов и склонов, а также прогнозе объемов оползневых масс является определение зависимостей между параметрами откосов при нарушении их устойчивости. Этими параметрами являются: β , $\beta_{п}$ — углы откоса до и после оползня; b — ширина призмы обрушения; H — предельная высота откоса; B — ширина распространения оползня (рис.).



Расчетная схема

Если ввести обозначения: $\beta_{п}/\beta = k$; $b/H = k_1$; $B/H = k_2$, то согласно многочисленным натурным наблюдениям, коэффициенты, характеризующие нарушение устойчивости однородных ненагруженных откосов, изменяются в следующих пределах [1]: $0,60 \leq k \leq 0,68$; $0,10 \leq k_1 \leq 0,27$; $0,28 \leq k_2 \leq 1,25$. Поэтому наиболее стабильным является коэффициент k , колебания которого не превышают 12 %, в то время как коэффициенты k_1 и k_2 могут изменяться в 2,7...4,5 раза.

Отсюда следует, что при расчетах с достаточной для практики степенью точности можно принять, что

$$\beta_{п} = k\beta \text{ при } 0,60 \leq k \leq 0,68. \quad (1)$$

Прежде всего, определим зависимость между величинами b , H и β . Из рисунка следует, что

$$b = H \operatorname{ctg} \beta_{\Pi} - H \operatorname{ctg} \beta - B. \quad (2)$$

Натурные наблюдения показывают, что ширина распространения оползня B больше ширины призмы обрушения b . Одной из причин этого, на наш взгляд, является уменьшение при оползне плотности грунта, то есть увеличение объема оползневых масс. Не имея возможности учесть это обстоятельство при определении ширины призмы обрушения положим, что $B = b$. Тогда на основании соотношений (1) и (2), после преобразований, получим

$$\frac{b}{H} = \frac{\sin(1-k)\beta}{2 \sin \beta \sin k\beta}. \quad (3)$$

Из этой формулы следует, что отношение b/H зависит только от угла откоса β . Так как $0 < \beta \leq 90^\circ$, то при $\beta = 90^\circ$ и $k = 0,6; 0,68$ $b/H = 0,36; 0,27$. Если $\beta \rightarrow 0$, то $b/H = \frac{0}{0}$, и по правилу Лопиталья при $\beta \rightarrow 0$ $b/H \rightarrow \infty$. Следовательно, если потеря устойчивости вообще возможна, то чем меньше угол откоса, тем больше ширина призмы обрушения.

Таким образом, для установления искомой зависимости между параметрами β , b и H необходимо определить величину H .

В [2] для предельной высоты откоса приведены формулы:

$$H = \frac{2ac}{\gamma \left[\frac{7}{4(1+\mu)} - b \operatorname{tg} \varphi \right]}; \quad (4)$$

$$H = \frac{20c \cdot \operatorname{ctg} \varphi (d^2 - \operatorname{ctg}^2 \beta)}{\gamma \left[\frac{49 \operatorname{ctg}^2 \varphi}{16(1+\mu)^2} - \operatorname{ctg}^2 \beta \right]}, \quad (5)$$

где γ — плотность; c — сцепление; φ — угол внутреннего трения; μ — коэффициент бокового давления грунта; a , b , d — безразмерные коэффициенты, определяемые графиками их зависимости от угла откоса β . Предельную высоту откоса следует вычислять по формулам (4), (5) и брать наименьшее ее значение. Если $\varphi \geq \beta$, или при расчетах окажется, что $H < 0$, то откос устойчив при любой его высоте, то есть при прочном основании потеря устойчивости невозможна.

Так как зависимость коэффициентов a , b , d от β нелинейная, полагаем:

$$a = A_1 \beta^2 + B_1 \beta + C_1;$$

$$b = A_2\beta^2 + B_2\beta + C_2; \quad (6)$$

$$d = A_3\beta^2 + B_3\beta + C_3.$$

Подставляя в выражения (6) различные значения угла β и соответствующие им значения коэффициентов a , b , d и решая системы из трех уравнений, получим:

при $15^\circ \leq \beta \leq 40^\circ$

$$A_1 = 0,0084, B_1 = -0,6637, C_1 = 17,2423,$$

$$A_2 = 0,002, B_2 = -0,19, C_2 = 6,5, \quad (7)$$

$$A_3 = 0,0028, B_3 = -0,262, C_3 = 8,5;$$

при $40^\circ < \beta \leq 90^\circ$

$$A_1 = 0,00064, B_1 = -0,1232, C_1 = 7,604,$$

$$A_2 = 0,0004, B_2 = -0,074, C_2 = 4,42, \quad (8)$$

$$A_3 = 0,00048, B_3 = -0,0864, C_3 = 5,188.$$

Соотношения (4)—(8) позволяют определять предельную высоту откоса при $15^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$.

Из формул (4) и (5) следует, что предельные высоты ненагруженных однородных откосов, кроме физико-механических характеристик γ , c и φ , зависят от коэффициента бокового давления μ , под которым понимается коэффициент пропорциональности между горизонтальной и вертикальной составляющими напряжений в каждой точке ненарушенного грунтового массива; он определяется коэффициентом Пуассона грунтов, их прочностными и реологическими свойствами, тектоническими силами и изменяется в широких пределах. Наиболее обоснованное определение значений μ можно осуществить методом обратного расчета. Если из натуральных наблюдений известны параметры откосов H и β при обрушении, то коэффициенты бокового давления определяются формулами [2]:

при $\lambda \geq 0,1$

$$\mu = \frac{1,75\text{ctg}\varphi}{a\lambda + b} - 1; \quad (9)$$

при $0 < \lambda < 0,1$

$$\mu = \frac{1,75\text{ctg}\varphi}{\sqrt{10\lambda(d^2 - \text{ctg}^2\beta) + \text{ctg}^2\beta}} - 1. \quad (10)$$

Здесь предельный параметр устойчивости

$$\lambda = \frac{2c}{\gamma H \text{tg}\varphi}. \quad (11)$$

Сопоставление результатов аналитических расчетов и натурных наблюдений

Угольное место-рождение	№	Литологический состав породы	с, кПа	Ф, град	γ, кН/м ²	Предельный угол β, град	Предельная высота откоса H, м	Ширина призмы обрушения b, м	Отношения ширины призмы обрушения к высоте откоса			μ
									b/H факт	b/H расч.	погрешность, %	
	1	Выветрелые аргиллиты	19,62	27	19,62	58	11,8	4,5	0,381	0,362	5	0,47
	2	То же	22,56	27	19,62	60	12,1	4,5	0,372	0,356	4,3	0,46
	3	Выветрелый песчаник	31,39	28	20,6	57	14,8	5,5	0,372	0,366	1,6	0,30
	4	То же	31,39	28	20,6	62	13	5,5	0,423	0,350	17,3	0,43
Ботословское	5	Переслаивание аргиллитов, выветрелых суглинков, галечников	39,24	30	19,62	60	28	8	0,286	0,356	19,7	0,48
	6	То же	39,24	30	19,62	50	41	12	0,293	0,396	26	0,36
	7	Супесь серого цвета	14,72	22	15,7	42	21	10	0,476	0,449	5,7	0,55
Волчанское	8	То же	14,72	22	15,7	40	25	12	0,480	0,467	2,7	0,55
	9	Наносы	19,62	27	15,7	36	40	26	0,650	0,508	21,8	0,24
	10	Суглинки слабые светло-коричневого цвета	19,62	27	15,7	35	42	28	0,667	0,520	22	0,23

Сопоставим полученные результаты аналитических исследований с известными результатами натуральных наблюдений. В [3] для двух угольных месторождений приводятся физико-механические характеристики пород и значения H , β и b . В таблице представлены указанные параметры, отношения $\frac{b}{H}$, полученные из натуральных наблюдений и вычисленные по формуле (3), погрешности аналитических расчетов при определении этих отношений, а также величины коэффициентов бокового давления, рассчитанные по формулам (9)—(11).

Из таблицы следует, что для однородных откосов (строки 1—4, 7 и 8) средняя погрешность расчетных величин $\frac{b}{H}$, вычисленных по формуле (3), по отношению к фактическим их значениям составляет всего 6,1 %. В случае неоднородных откосов (стр. 5, 6, 9, 10) эта погрешность — 22,4 %, а средняя погрешность для всех десяти вариантов составляет 12,6 %.

Если использовать коэффициенты бокового давления μ , определенные обратным расчетом и представленные в таблице, то фактические значения предельных высот H определяются по формулам (4), (5).

Таким образом, при определении отношения $\frac{b}{H}$ в случае однородных откосов следует использовать формулу (3). В случае неоднородных откосов, когда поверхность разрушения не совпадает с контактами слоев, этой формулой можно пользоваться при ориентировочных расчетах. Определение предельных высот откосов H целесообразно проводить по формулам (4) и (5) предварительно, используя результаты натуральных наблюдений, вычислив по формулам (9)—(11) величины коэффициентов бокового давления для рассматриваемого месторождения, района или исследуемого объекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Демин А.М. Закономерности проявлений деформаций откосов в карьерах. М. : Наука, 1982. 143 с.
2. Цветков В.К. Расчет рациональных параметров горных выработок : справочное пособие. М. : Недра, 1993. 251 с.
3. Козлов Ю.С. Определение положения поверхности скольжения и ширины призмы возможного обрушения в однородном откосе / Ю.С. Козлов, В.Н. Земисев // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 1970. № 6. С. 97—100.

© Цветков В.К., Власова Е.Г., Наумова Н.Я., 2008

Поступила в редакцию
в мае 2008 г.

УДК 624.131: 624.15

А.Н. Саурин, Ю.В. Редькина, Н.Н. Пузикова, Е.А. Кузнецова

УСТРОЙСТВО ПОДПОРНОЙ СТЕНКИ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ НАБИВНЫХ СВАЙ В РАСКАТАННЫХ СКВАЖИНАХ (НРС)

Приводится опыт применения набивных свай в раскатанных скважинах для устройства подпорной стенки в сложных условиях строительства 5-этажной пристройки к зданию магазина, имеющего существенные недостатки в конструкции металлического каркаса, перекрытии 1-го этажа и пандуса, глубине заложения подошвы буронабивных свай.

The article describes the experience of using of filling piles in the flaring apertures for the erection of a relieving wall under complicated construction conditions, when a five-storey outbuilding of a supermarket main building is erected while the latter one has significant constructive faults in its metal framework, its ground floor's and ramp's ceiling as well as in the location depth of the filling piles' bottom.

За 18-летний период ООО «Основание» накоплен опыт применения набивных свай в раскатанных скважинах (НРС):

для преобразования строительных свойств слабых грунтовых оснований фундаментов обратных насыпок и насыпей;

прорезки слабых грунтов, включая обладающие особыми свойствами (просадочными и др.);

закрепления склонов и откосов;

устройства подпорных стенок, в том числе при строительстве объектов в стесненных условиях.

Условия строительства 5-этажной пристройки к зданию магазина «Армада» в г. Липецке осложнены конструктивными особенностями системы «основание — фундамент» здания и необходимостью устройства подвальных помещений в пристройке на близком к нему расстоянии.

Проведенное предварительное обследование технического состояния здания магазина показало, что в нем имеется ряд конструктивных недостатков, влияющих на осадочно-деформационные процессы в системе «основания — фундаменты — несущие конструкции», которые, как следствие, привели к образованию и развитию трещин в стенах, перегородках, узлах сопряжения балок перекрытий с колоннами и др.

Основные конструктивные недостатки:

отсутствие в металлическом каркасе отдельных связей, влияющих на его пространственную работу;

монолитное железобетонное перекрытие пола 1-го этажа здания переходит, как единое целое, в перекрытие пандуса, что создает неравномерные температурные напряжения в перекрытии внутри и снаружи здания;

перекрытие пандуса одной стороной опирается на ленточные фундаменты, выполненные из фундаментных блоков ФБС (рис. 1), а другой стороной, переходит в пол 1-го этажа и опирается на балки перекрытия пола;

глубина заложения подошвы буронабивных свай располагается на 1 м выше отметки подошвы отдельностоящих фундаментов проектируемой пристройки.

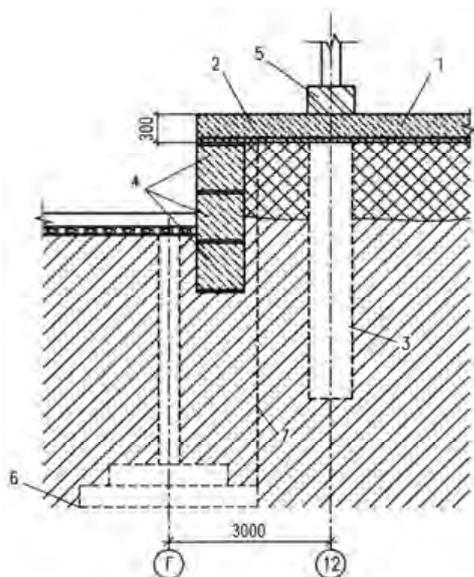


Рис. 1. Схема примыкания пристройки к зданию магазина «Армада»: 1 — конструкция пола 1-го этажа; 2 — перекрытие пандуса; 3 — буронабивная свая; 4 — ленточный фундамент под пандус магазина; 5 — стена 1-го этажа магазина; 6 — проектная глубина заложения подошвы фундаментов пристройки; 7 — требуемая граница стенки котлована

Согласно материалам инженерно-геологических изысканий [1] в основании фундаментов проектируемой пристройки располагаются следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ):

ИГЭ № 3 — суглинки твердые, имеющие $e = 0,70$; $S_r = 1,0$; $W = 0,25$; $\rho_n = 2,00 \text{ г/см}^3$, $\rho_{dn} = 1,60 \text{ г/см}^3$, $E = 11,0 \text{ МПа}$;

ИГЭ № 3Б — суглинки тугопластичные, имеющие $e = 0,70$; $S_r = 0,9$; $W = 0,242$; $\rho_n = 1,99 \text{ г/см}^3$, $\rho_{dn} = 1,60 \text{ г/см}^3$, $E = 9,0 \text{ МПа}$;

ИГЭ № 4 — глины твердые, имеющие $e = 0,71$; $S_r = 0,70$; $W = 0,195$; $\rho_n = 1,88 \text{ г/см}^3$, $\rho_{dn} = 1,59 \text{ г/см}^3$, $E = 24,0 \text{ МПа}$;

ИГЭ № 5 — суглинки твердые, имеющие $e = 0,46$; $S_r = 0,8$; $W = 0,128$; $\rho_n = 2,1 \text{ г/см}^3$, $\rho_{dn} = 1,86 \text{ г/см}^3$, $E = 25,0 \text{ МПа}$.

Наиболее слабым слоем, расположенным в сжимаемой зоне основания фундаментов, является суглинок ИГЭ № 3Б, обладающий повышенной сжимаемостью при увеличении естественной влажности и имеющий недостаточную несущую способность.

Выполненные генеральным проектировщиком по материалам инженерно-геологических изысканий расчеты несущей способности естественных оснований и отдельностоящих фундаментов пристройки показали, что габаритные размеры фундаментов по подошве не дают возможности приблизить пристройку к существующему зданию.

В сложившихся инженерно-геологических и построечных условиях строительства пристройки ООО «Основание» предложило разработать проект повышения несущей способности оснований фундаментов с помощью

щебенистых НРС и устройства подпорной стенки из железобетонных НРС. Выполнение данного проекта позволяло:

1) повысить несущую способность оснований фундаментов пристройки: увеличить по ряду «Г», примыкающему непосредственно к зданию магазина, расчетное сопротивление R с 250 до 400,0 кПа и модуль деформации E с 9...11 до 18,0 МПа, а по рядам «А—В» — R с 250 до 350,0 кПа и E с 9...11 до 17,0 МПа;

2) за счет повышения несущей способности оснований уменьшить габаритные размеры фундаментов в ~1,2 раза, в том числе площадь их подошвы в 1,4 раза, и поднять глубину заложения подошвы фундаментов на 600 мм;

3) применить для устройства подпорной стенки железобетонные НРС [2] (рис. 2), которые:

создавали опору для оставшейся после демонтажа ленточного фундамента части перекрытия пандуса;

частично уплотняли грунты под оставшейся частью пандуса, полами здания магазина и в прилегающей к буронабивным сваям зоне;

повышали плотность сложения грунтов междусвайного пространства;

обеспечивали устойчивость грунтов и вертикальность стенки котлована со стороны здания магазина;

гарантировали безопасное выполнение земляных и строительных работ на заданном расстоянии от здания магазина;

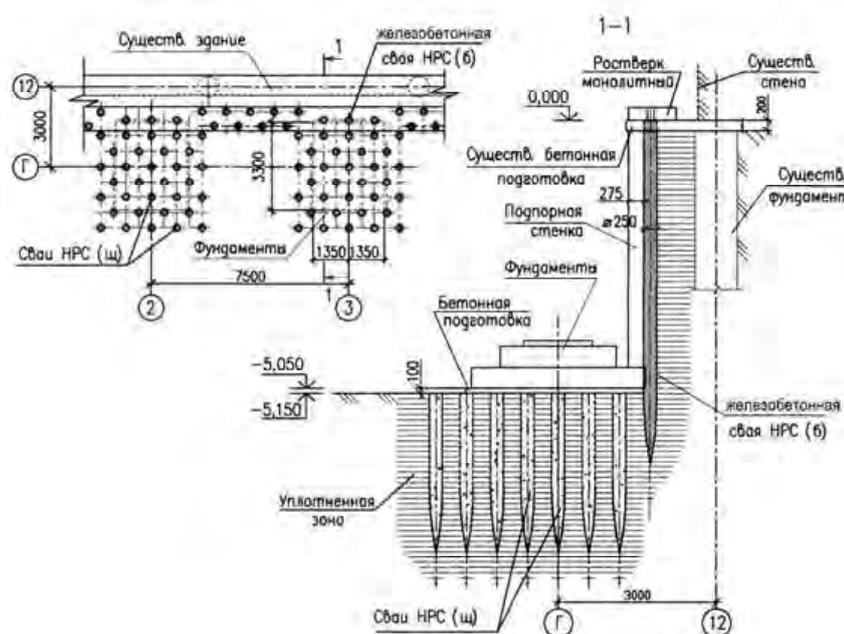


Рис. 2. Конструктивная схема устройства подпорной стенки из железобетонных НРС и расположения щебенистых НРС в основании фундаментов по ряду «Г»

4) укрепить щебенистыми НРС зону защемления подпорной стенки ниже дна котлована со стороны фундаментов по ряду «Г», тем самым повысить устойчивость стенки.

Раскатка скважин под щебенистые и железобетонные НРС производилась раскатчиками жесткого типа диаметром $d = 250$ мм, длиной 1,8 м и бу-

ровыми установками типа ЛБУ-50. Для устройства щебенистых НРС применялся шлаковый щебень черной металлургии фракции 20...40 мм производства ОАО НЛМК, а железобетонных НРС — металлические двутавровые профили № 10 и бетонная смесь класса В15, приготовленная непосредственно на строительной площадке. Состав бетонной смеси подобран в лабораторных условиях и контролировался в процессе выполнения бетонных работ.

Конструкция преобразованного щебенистыми НРС основания отдельных стоящих фундаментов состояла из несущих и контурных свай (рис. 3).

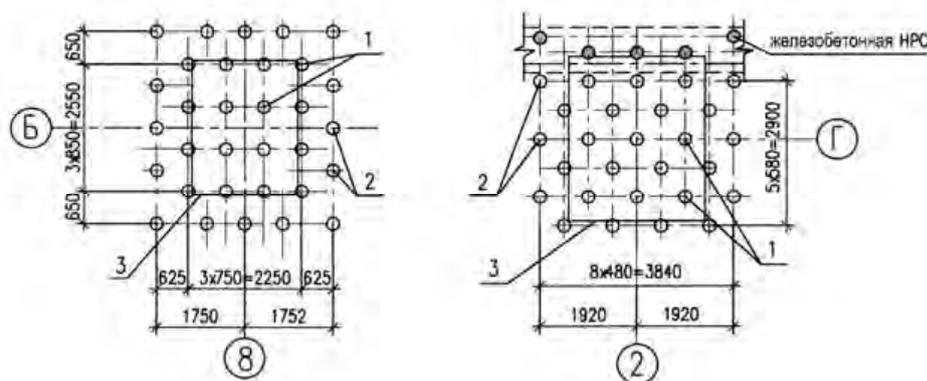


Рис. 3. Схема расположения щебенистых НРС в плане свайного поля основания фундамента: 1 — несущих; 2 — контурных; 3 — контуры подошвы фундамента

В результате геотехнической проверки соответствия преобразованных щебенистыми НРС оснований фундаментов проектным требованиям установлено, что контролируемые параметры выше проектных и составляют: по ряду «Г» расчетное сопротивление $R = 410$ кПа и модуль деформации $E = 19,9$ МПа, а по рядам «А—В» $R \geq 381$ кПа и $E = 18,6$ МПа.

Конструкция подпорной стенки состояла:

из железобетонных НРС диаметром 250 мм, длиной 8,0 м, расположенных в плане по зигзагообразной схеме, учитывающей наложение уплотненных зон около свайного пространства;

из железобетонного перекрытия пандуса, защемляющего и объединяющего НРС поверху;

из защемления тела НРС в грунты ниже отметки дна котлована.

Изготовление железобетонных НРС (рис. 4, 5) осуществлялось с помощью следующих технологических операций:

1) порезки в железобетонном перекрытии пандуса отверстий диаметром 300 мм, через которые производилась раскатка скважин;

2) раскатки скважины до проектной глубины с охлаждением раскатчика водой из расчета 0,8 л на 1 пог. м раскатки скважины;

3) армирования раскатанной скважины стальным двутавровым профилем № 10 длиной 7,5 м;

4) бетонирования армированной раскатанной скважины подвижной бетонной смесью класса В15 на крупном заполнителе фракции 5...10 мм;

5) уплотнения уложенной в скважину бетонной смеси глубинным вибратором.

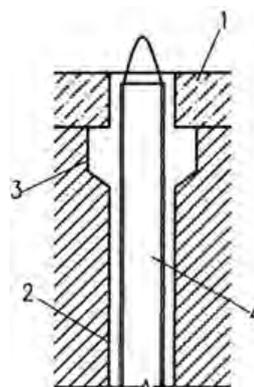


Рис. 4. Общий вид железобетонных НРС (а) и продольное сечение устья армированной раскатанной скважины (б): 1 — перекрытие пандуса; 2 — раскатанная скважина; 3 — уширение устья раскатанной скважины; 4 — двутавровый профиль



а

б

Рис. 5. Общий вид подпорной стенки из железобетонных НРС

Проведенные в процессе возведения подпорной стенки наблюдения за техническим состоянием полов и ограждающих конструкций здания магазина на участке примыкания пристройки не выявили каких-либо осадков и деформаций сохранившегося участка пандуса. Это позволило отказаться от устройства монолитного ростверка, объединяющего железобетонные НРС, запроектированного на случай возможных деформаций пандуса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Отчет об инженерно-геологических изысканиях на участке пристройки к магазину «Армада» с подземной автостоянкой по ул. П. Смородина, 13а в г. Липецке / ЛипецкГИСИЗ. Липецк, 2006.

2. Саурин А.Н. Сваи в раскатанных скважинах / А.Н. Саурин, Ю.В. Редькина, Б.В. Жадановский // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2005. № 12 (83). С. 42—43.

© Саурин А.Н., Редькина Ю.В., Пузикова Н.Н., Кузнецова Е.А., 2008

Поступила в редакцию
6 июня 2008 г.

УДК 624.046.5

И.Г. Овчинников, А.В. Межнякова

ВЛИЯНИЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО ХАРАКТЕРА ДЕГРАДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АРМИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Предложен подход к оценке долговечности армированного конструктивного элемента с учетом случайного характера нагрузок, геометрических размеров, прочности компонентов, характеристик деградационных процессов. Рассмотрена модель работы армированного конструктивного элемента при воздействии хлоридсодержащей агрессивной среды. Приведены данные по характеристикам расчетных параметров, принимаемых случайными.

A probabilistic approach to the deteriorations reinforced structures is presented. Taking all of the deterioration phenomena into consideration would lead to a complex deterioration model. This paper will describe that the chloride ingress is the leading deterioration process. The parameters of materials and deterioration process are describing as random variables.

Армированные конструкции транспортных сооружений в процессе длительной эксплуатации подвержены одновременному воздействию нагрузок, температур и агрессивных сред, что приводит к сокращению долговечности конструкции. Для оценки долговечности армированных конструкций в различных агрессивных средах и полях разработан ряд детерминированных моделей, которые позволяют с определенной степенью достоверности выполнять прогноз долговечности с учетом деградационных процессов в сульфатосодержащих средах [1], хлоридсодержащих средах [2], радиационных полях [3] и средах, вызывающих карбонизацию [4].

Однако при рассмотрении проблемы долговечности армированных конструкций следует учитывать следующие особенности, не отражаемые детерминированными моделями: изменчивость механических характеристик материалов и размеров конструкций; вероятностный характер силовых и несилowych воздействий; влияние фактора времени на свойства материалов и характера воздействия внешней среды. Поэтому для более корректной оценки долговечности деградирующих армированных конструкций следует применять вероятностные методы.

Одним из эффективных вероятностных методов является метод статистического моделирования (метод Монте-Карло), основанный на статистической обработке реализаций выходных параметров, полученных от случайных реализаций входных параметров путем расчета по заранее построенному детерминированному оператору.

При построении детерминированных моделей деформирования армированных конструкций, взаимодействующих с агрессивной средой, используется прием представления сложной детерминированной модели конструкции в виде совокупности ряда моделей, описывающих различные стороны процесса деформирования конструкции в агрессивной среде. С использованием этого приема проанализируем, каким образом может быть учтено влияние вероятностного характера деградационных процессов на долговечность армированных конструкций.

Общая модель деформирования армированной конструкции представляется в виде совокупности следующих моделей: модели нагружения; модели

конструктивного элемента; модели материала (включая модель армирующих элементов и модель заполнителя); модели воздействия агрессивной среды; модели наступления предельного состояния конструкции.

1. Методика учета вероятностного характера нагрузок отработана во многих исследованиях и описана в [5, 6, 7, 8]. В [9] был проведен анализ надежности мостовой опоры, при этом законы распределения вертикальной реакции опоры от действия различных нагрузок принимались такими, как приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Нагрузки	Обозначение	Ед. изм.	m_x	v_x	Закон распределения	Источник
Вес подпорных стен	Pd_t	кН	554,94	0,06	нормальное	[9]
Вес каменных арок	Pd_{ar}	кН	2151,2	0,1	нормальное	[9]
Вес добавленных элементов усиления	Pd_c	кН	1773,85	0,1	нормальное	[9]
Вес постоянных нагрузок	Pd_{cm}	кН	582,96	0,25	нормальное	[9]
Вес подвижной нагрузки	Pd_q	кН	950,4	0,125	Гумбеля	[9]
Вес пешеходной нагрузки	Pd_p	кН	144,96	0,125	Гумбеля	[9]
Вес фундамента	Pd_{sub}	кН	4202	0,11	нормальное	[9]
Вес бетона	ρ	МН/м ³	0,023	0,10	нормальное	[10]

Как видно, для постоянных нагрузок основным является нормальный закон распределения, в то время как временная нагрузка (подвижная и пешеходная) распределялась по закону Гумбеля.

2. Модели конструктивного элемента включают схематизацию его геометрических размеров и использование каких-либо гипотез деформирования. В результате в качестве модели конструктивного элемента используется либо стержень, либо пластина, либо оболочка, либо тонкостенная, либо массивная конструкция. Что касается гипотез деформирования, например гипотезы плоских сечений, то работы, посвященные анализу вероятностного характера этих гипотез, авторам неизвестны, эти гипотезы носят обычно детерминированный характер, и в дальнейшем мы будем также считать их детерминированными.

Что же касается таких геометрических характеристик, как площадь сечения конструктивного элемента, площадь арматуры, толщина защитного слоя, то на них остановимся подробнее.

В табл. 2 приведены законы распределения площади поперечного сечения бетона, площади предварительно напряженной арматуры, толщины защитного слоя бетона.

Т а б л и ц а 2

Случайные переменные	Обозначение	Ед. изм.	m_x	v_x	Закон распределения	Источник
Площадь поперечного сечения бетона	A_b	м ²	0,029	0,1	нормальное	[9]
Площадь предварительно напряженной арматуры	A_a	м ²	0,0237	0,001	нормальное	[10]
Толщина защитного слоя бетона	a	мм	57,2	0,15	нормальное	[11]
Толщина защитного слоя бетона	a	мм	40	0,2	нормальное	[12]
Толщина защитного слоя бетона	a	мм	35	0,3	логнормальное	[13]

Как видно, преобладает нормальный закон распределения, хотя встречается и логнормальное распределение, которое, вероятно, является более правильным, так как не имеет отрицательных значений и представляет собой распределение вероятностей неотрицательной случайной величины \tilde{x} , логарифм которой распределен по нормальному закону.

3. Рассмотрим теперь типы распределения механических характеристик компонентов армированных материалов. Ниже, в табл. 3, приведены законы распределения характеристик бетонов и арматуры.

Т а б л и ц а 3

Случайные переменные	Обозначение	Ед. изм.	m_x	v_x	Закон распределения	Источник
Прочность бетона на растяжение	$f_{бр}$	МПа	3,257	0,18	Вейбулла	[10]
Прочность бетона на сжатие	$f_{бс}$	МПа	42,5	0,10	логнормальн.	[10]
Модуль упругости бетона	E_b	ГПа	36,95	0,15	логнормальн.	[10]
Коэффициент Пуассона	μ	—	0,2	0,5	логнормальн.	[10]
Модуль упругости стали	E_a	ГПа	200,0	0,03	логнормальн.	[10]
Предел текучести стали	$f_{тек}$	МПа	1600,0	0,07	логнормальн.	[10]
Усилие преднапряжения арматуры	P_a	МН	21,85	0,04	нормальное	[10]
Прочность бетона на сжатие	$f_{бс}$	МПа	19	0,13	нормальное	[11]
Прочность бетона на растяжение	$f_{бр}$	МПа	$0,53 \sqrt{f_c}$	0,19	нормальное	[11]
Предел текучести стали	$f_{тек}$	МПа	386,1	0,11	нормальное	[11]

Как видно, характеристики арматуры имеют в основном нормальное и логнормальное распределение. Для характеристик бетона в основном преобладает логнормальное и нормальное распределение, хотя встречается и распределение Вейбулла.

4. Модель воздействия агрессивной среды обычно включает модель, описывающую проникание агрессивной среды в конструктивный элемент и зависимость механических характеристик заполнителя (бетона) от параметров агрессивной среды в объеме конструкции, а также модель коррозии арматуры. Например, для случая хлоридной коррозии одномерный процесс проникания хлоридов в армированный бетон может быть описан уравнением диффузии:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}, \quad C(0, t) = C_{гр}, \quad (1)$$

где C — концентрация хлоридов в точке конструктивного элемента; t — время; x — расстояние от поверхности; D — коэффициент диффузии; $C_{гр}$ — поверхностная концентрация хлоридов.

Эксперименты свидетельствуют, что коррозия арматуры начинается, когда концентрация хлоридов на ее поверхности достигает критической величины $C_{кр}$.

Законы распределения параметров, характеризующих проникание хлоридов в бетон в соответствии с моделью (1), приведены в табл. 4.

При моделировании процесса коррозии арматуры в армированном элементе под действием хлоридов следует рассматривать схему на рис. 1.

На этой схеме t_u — продолжительность инкубационного периода, определяемая временем, необходимым для достижения концентрации хлоридов на поверхности арматуры критического значения $C_{кр}$.

Т а б л и ц а 4

Случайные переменные	Обозначение	Ед. изм.	m_x	v_x	Закон распределения	Источник
Поверхностная концентрация	$C_{гр}$	кг/м ³ (%)	3,78 (1,08)	0,067	нормальное	[11]
Коэффициент диффузии	D	см ² /с	$3,5 \cdot 10^8$	0,071	нормальное	[11]
Критическая концентрация	$C_{кр}$	кг/м ³ (%)	1,4 (0,4)	0,125	нормальное	[11]
Поверхностная концентрация	$C_{гр}$	%	0,650	0,058	нормальное	[12]
Коэффициент диффузии	D	мм/год	30	0,166	нормальное	[12]
Критическая концентрация	$C_{кр}$	%	0,3	0,166	нормальное	[12]

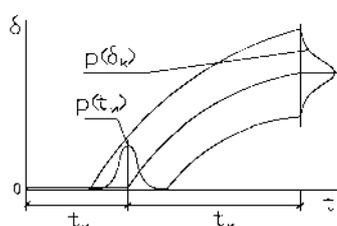


Рис. 1. Коррозионный износ арматурного стержня

продолжительность коррозионного процесса, в течение которого поперечное сечение арматуры уменьшается, а связь ее с бетоном ослабевает вследствие нарушения сцепления.

Математическая модель процесса коррозии (см. рис. 1) может быть записана в виде

$$\delta = k \cdot (t - t_u)^n \tag{2}$$

где δ — глубина коррозионного поражения арматуры; k, n — коэффициенты, которые могут быть в общем случае случайными величинами.

Полагается, что коррозионное поражение арматурного стержня происходит по хорде (рис. 2).

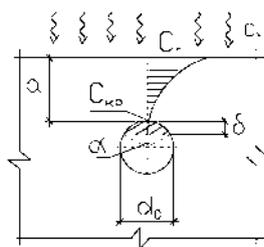


Рис. 2. Коррозионное поражение арматурного стержня по хорде

Тогда площадь поперечного сечения определится из выражения:

$$A(t) = \begin{cases} \frac{\pi}{4} \cdot d_0^2, & t \leq t_u; \\ \frac{\pi}{4} \cdot d_0^2 - \frac{d_0^2}{8} \cdot (\alpha - \sin \alpha), & t > t_u; \\ 0, & t \gg t_u; \end{cases} \tag{3}$$

Здесь d_0 — начальный диаметр арматуры, $\alpha = 2 \arccos \left(1 - \frac{2\delta(t)}{d_0} \right)$, причем считается, что коррозия арматуры начинается при достижении концентрации

ей хлоридов критического значения в точке, ближней к поверхности элемента.

5. При формулировании модели наступления предельного состояния будем полагать, что предельное состояние наступает, когда нарушается условие безотказной работы армированного элемента, имеющее вид

$$R(t) > F(t), \quad (4)$$

где F — случайная функция усилия от нагрузки в элементе конструкции, изменяющаяся во времени, а R — случайная функция несущей способности, также изменяющаяся во времени вследствие развития деградационных процессов в бетоне и коррозии арматуры.

На рис. 3 показано возможное изменение во времени случайных функций усилия от нагрузки $F(t)$ и несущей способности $R(t)$.

В момент времени $t = 0$ надежность элемента конструкции можно назвать начальной, она зависит от статистических характеристик расчетных параметров в начальный момент времени и при нормальном распределении нагрузки и несущей способности характеризуется вероятностью безопасной работы конструкции:

$$P(R - F > 0) \text{ или } P(Z > 0), \quad (5)$$

где Z — запас несущей способности конструктивного элемента.

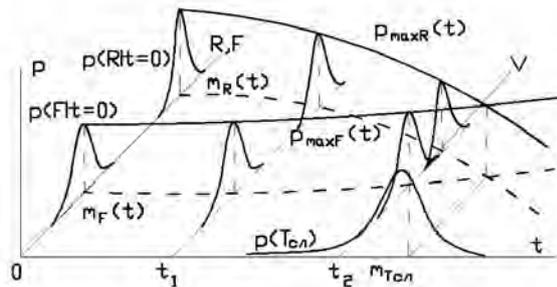


Рис. 3. Случайные функции несущей способности $R(t)$ и усилия от нагрузки $F(t)$ во времени

Вероятность отказа конструкции определяется выражением

$$V = 1 - P(Z > 0) \text{ или } V = P(Z < 0). \quad (6)$$

С течением времени может измениться и математическое ожидание усилия от нагрузки $m_F(t)$ и математическое ожидание несущей способности $m_R(t)$, и их разброс, характеризуемый коэффициентами вариации. Кроме того, со временем может измениться вид закона распределения расчетного параметра из-за появления некоторой асимметричности или эксцесса, например, он может из нормального перейти в логнормальный. По мере приближения кривых условных плотностей вероятностей усилия от нагрузки $p\langle F | t \rangle$ и несущей способности $p\langle R | t \rangle$ друг к другу вероятность отказа конструктивного элемента $V(t)$ будет расти, приближаясь к своему допустимому значению, заданному заранее (определяя тем самым срок службы конструкции). С учетом времени вероятность отказа будет определяться случайной функцией

$$V(t) = 1 - P(Z(t) > 0). \quad (7)$$

Скорость приближения функций максимальных значений плотностей вероятностей усилия от нагрузки $p_{\max R}(t)$ и несущей способности $p_{\max F}(t)$ друг к другу зависит от скорости увеличения эксплуатационных нагрузок и скорости деградационных процессов, протекающих в компонентах армированного конструктивного элемента.

Имея модели развития законов распределения несущей способности и усилий от нагрузки во времени можно оценить надежность безотказной работы армированного элемента конструкции в любой момент времени: $P(Z(t) > 0)$, и в зависимости от допустимой вероятности отказа конструктивного элемента определить значение срока службы и его закон распределения (на рис. 3 плотность вероятностей $p(T_{сл})$). Также можно получить значения минимального, среднего и максимального срока службы для армированного конструктивного элемента с соответствующей вероятностью, что актуально для практики. Таким образом, использование методологии теории надежности позволяет учесть случайную природу основных расчетных параметров конструкции и взаимосвязь между внешними воздействиями и прочностью и долговечностью конструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Овчинников И.Г. Прочность и долговечность железобетонных конструкций в условиях сульфатной агрессии / И.Г. Овчинников, Р.Р. Инамов, Р.Б. Гарибов. Саратов : Изд-во СГУ, 2001. 163с.
2. Овчинников И.Г. Расчет элементов конструкций с наведенной неоднородностью при различных схемах воздействия хлоридсодержащих сред / И.Г. Овчинников, Н.С. Дядькин. Саратов : Изд-во СГТУ, 2003. 220 с.
3. Овчинников И.Г. Напряженно-деформированное состояние армированных элементов конструкций при воздействии радиационных полей / И.Г. Овчинников, А.В. Матора, Г.А. Наумова. Саратов : Изд-во СГТУ, 2004. 204 с.
4. Овчинников И.Г. Прогнозирование напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций при воздействии хлоридной коррозии и карбонизации / И.Г. Овчинников, А.Н. Маринин, Г.А. Наумова // Вестник ВолгГАСУ. Сер. Естеств. Науки. 2007. Вып. 6(23). С. 85—93.
5. Райзер В.Д. Теория надежности в строительном проектировании / В.Д. Райзер. М. : АСВ, 1998. 302 с.
6. Лычев А.С. Надежность строительных конструкций / А.С. Лычев. М. : Изд-во АСВ. 2008. 184 с.
7. Пухонто Л.М. Долговечность железобетонных конструкций инженерных сооружений / Л.М. Пухонто. М. : Изд-во АСВ. 2004. 424 с.
8. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В.Н. Гордеев, А.И. Лантух-Лященко, В.А. Пашинский и др. ; под общ. ред. Перельмутера. М. : Изд-во АСВ, 2007. 482 с.
9. Tanner P. Reducing Intervention Time and Costs by Applying Reliability Analysis / P. Tanner, L. Ortega. // Safety, risk, reliability — trends in engineering, Malta, 2001.
10. Pukl R. Stochastic nonlinear fracture analysis / R. Pukl, D. Novák, E. Eichinger // First International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Barcelona, July, 2002.
11. Stewart M. Bridge deck replacement strategies and life-cycle cost analyses under multiple limit states / M. Stewart, A. Estes, D. Frangopol // First International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Barcelona, July 2002.
12. Thoft-Christensen P. Deterioration of concrete structures // Proceedings of First International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Barcelona July 2002.
13. Li Y. Probabilistic inspection and maintenance for concrete bridge structures / Y. Li, T. Vrouwenvelder // First International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management. Barcelona, July, 2002.

© Овчинников И.Г., Межнякова А.В., 2008

Поступила в редакцию 10.06.08

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ,
МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ
ТОННЕЛЕЙ**

УДК 625.7/8-192

Т.П. Кашарина, К.В. Григорьев-Рудаков

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ «ГРУНТОВОЕ
ОСНОВАНИЕ — ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ» АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Проведен анализ исследований, посвященных проблеме надежности системы «грунтовое основание — инженерные сооружения» автомобильных дорог, показавший необходимость выявления оптимальных параметров системы с использованием грунтоармированного основания. Проведено численное моделирование работы несущих элементов грунтового основания с применением композитных материалов; установлены закономерности изменения прочностных и деформационных характеристик с помощью программы PLAXIS, получен инженерный метод расчета грунтоармированного основания.

The held analysis of studies dedicated a problem of system reliability « a ground foundation - engineering buildings » of highways has shown necessity of eliciting of optimal arguments of a system with usage of a reinforced ground, the numerical modeling of operation of supporting members of a ground foundation with applying of composite materials is held; the regularities of variation of the strength and deformation performances with the help of the program PLAXIS are established(installed), the engineering computational method of reinforced foundation soil is obtained.

Анализ современного состояния системы «грунтовое основание — инженерные сооружения» автомобильных дорог показал, что автомобильная дорога представляет собой достаточно сложный системный объект, в составе которого каждый элемент и подэлемент обладают способностью к разрушению. Самый большой удельный вес укрупненных конструктивных элементов системы «грунтовое основание — инженерные сооружения» приходится на грунтовое основание. На основании натуральных исследований выявлены основные деформации и причины разрушения, характерные для каждого элемента всей системы в целом и разработан комплекс мер по обеспечению ее надежности и безопасности (рис. 1).

Для разработки модели системы «грунтовое основание — инженерные сооружения» были проведены натурные обследования одного из ее основных элементов — мостоперехода в г. Новочеркасске Ростовской области [3, 5], результаты которых выявили его основные нагрузки и воздействия (рис. 2).

На основании «Рекомендаций по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам», разработанных А.Н. Добромисловым, был проведен расчет оценки общего состояния надежности мостоперехода по формуле

$$S = \frac{P_{до} + P_{зп} + P_{пс} + P_{кдн} + P_{озп} + P_{мо}}{n}, \quad (1)$$

где $P_{до}$, $P_{зп}$, $P_{пс}$, $P_{кдн}$, $P_{озп}$, $P_{мо}$ — показатели качества содержания элементов дороги: дорожной одежды, земляного полотна, подпорных стенок, конусов дорожной насыпи, откосов земляного полотна, мостовых опор; n — число оцениваемых элементов [2].

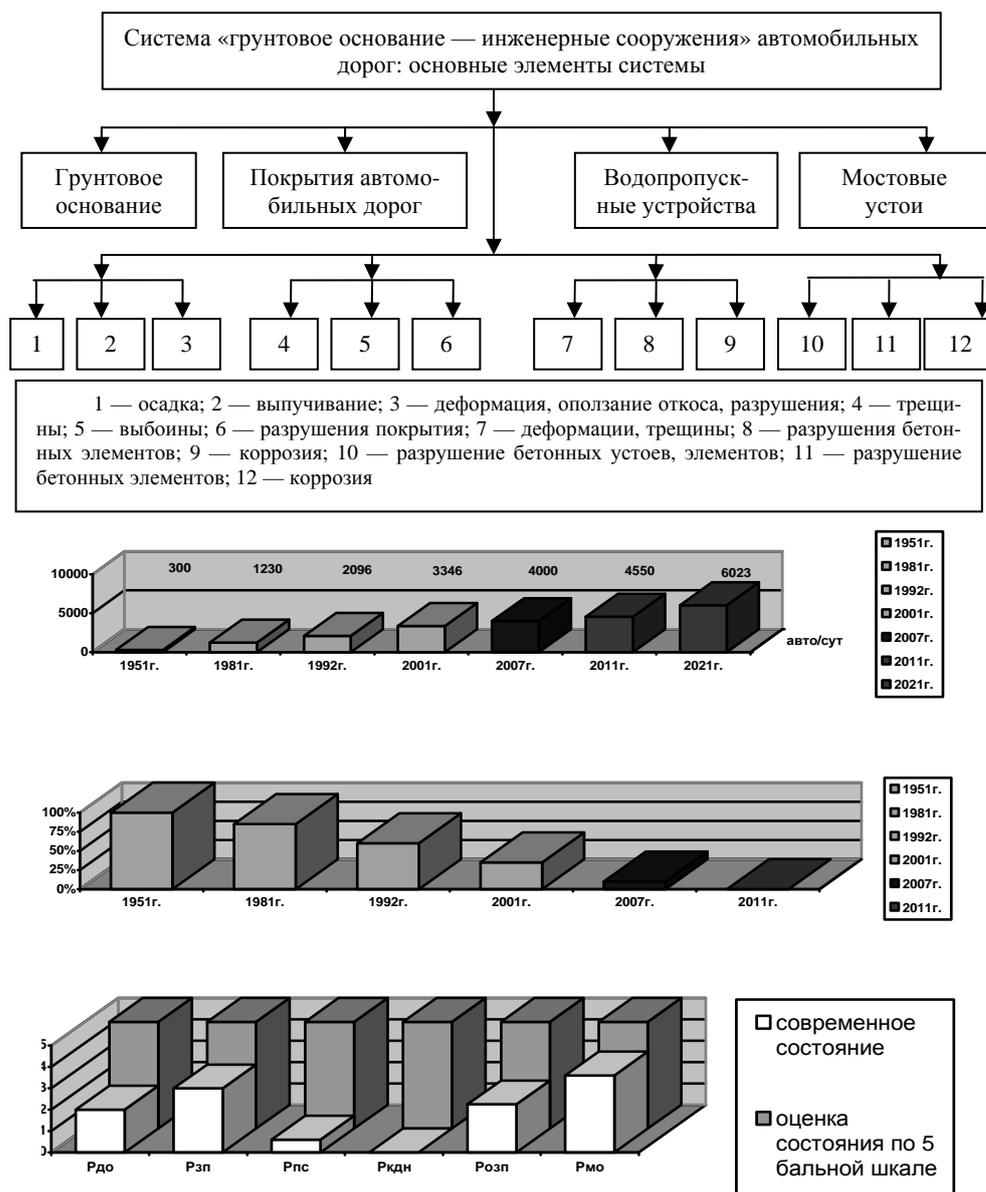


Рис. 2. Результаты обследования системы «грунтовое основание — инженерные сооружения» — мостоперехода в г. Новочеркасске: $P_{до}$ — дорожная одежда; $P_{зп}$ — земляное полотно; $P_{пс}$ — подпорные стенки; $P_{кдн}$ — конусы дорожной насыпи; $P_{озп}$ — откосы земляного полотна; $P_{мо}$ — мостовые опоры

Надежность каждого элемента просчитана по формуле и переведена в общую оценку состояния мостоперехода, что показало на неудовлетворительное состояние данного объекта:

$$S = \frac{2 + 3 + 0,6 + 0 + 2,25 + 3,6}{6} = 1,91. \quad (2)$$

Результаты обследования привели к необходимости проведения более подробного анализа композитных материалов, изучения их основных функций и преимуществ по сравнению с традиционными методами, выбора оптимальных композитных материалов для дорожного строительства. Проведенный анализ показал, что для обеспечения надежности и безопасности системы «грунтовое основание — инженерные сооружения» целесообразно использовать армирование грунта композитными материалами, например геотекстиль, резинокордовые и металлокордовые и др. [4]. На основании этого автором разработана классификация грунтоармированного основания автомобильных дорог (рис. 3) и получены новые технические решения по обеспечению надежности и безопасности работы системы «грунтового основания — инженерные сооружения» с применением композитных материалов (рис. 4), в том числе положительное решение на патент (№ 129451 от 31.07.2007 г.).

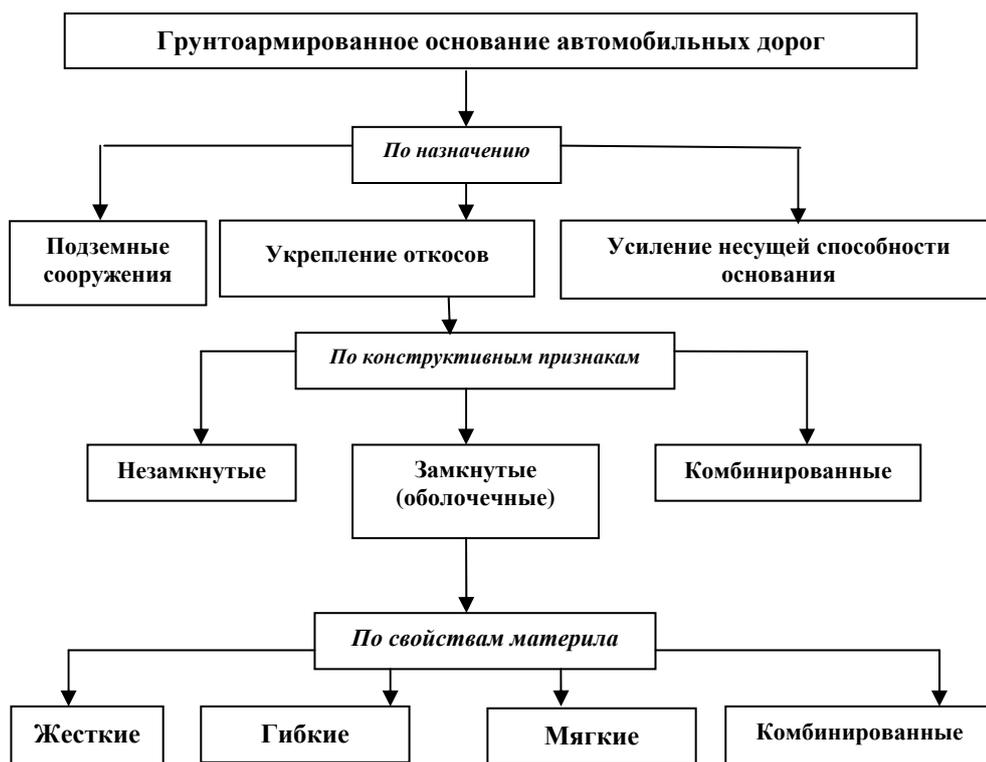
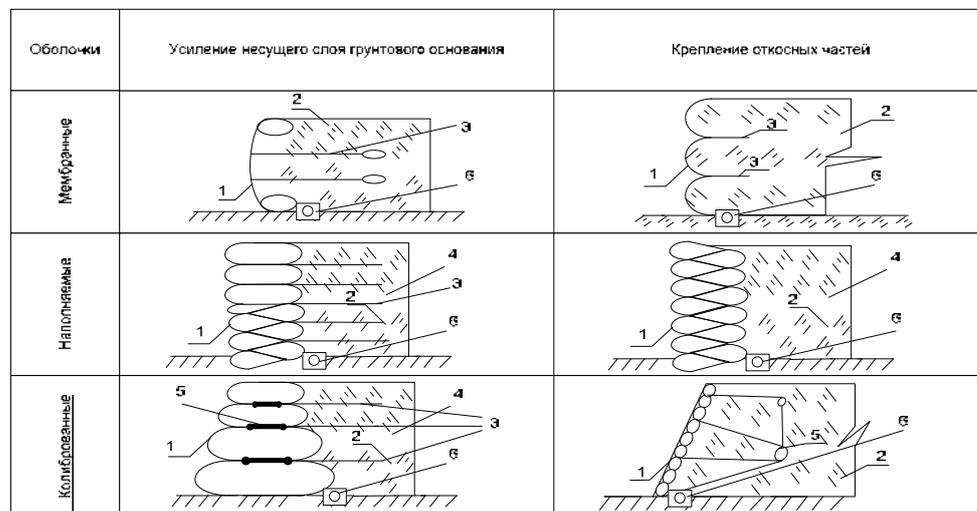


Рис. 3. Классификация грунтоармированного основания автомобильных дорог

Принципы расчета конструкций из армогрунта основаны на изучении и выявлении возможных деформаций, которые происходят при разрушении земляного полотна с использованием таких конструкций [4]. Зарубежной практи-

кой установлено, что армогрунтовые конструкции теряют устойчивость в результате значительных деформаций непосредственно самого армированного массива или в результате недопустимых деформаций грунтового основания.



1 – лицевая стенка из композитного материала; 2 – насыпной грунт; 3 – армолента; 4 – анкерные блоки; 5 – гибкие связи; 6 – дренажное устройство

Рис. 4. Технические решения по применению грунтоармированных элементов в автомобильном строительстве

При помещении в грунт горизонтальных армирующих элементов предотвращается боковое напряжение из-за трения между грунтом и арматурой. При равномерной боковой нагрузке на грунт под воздействием бокового напряжения, равного $K_0 \sigma_v$, и с возрастанием вертикального давления, горизонтальное давление боковых сил возрастает в прямой пропорции. Отсюда следовал вывод, что кривая напряжения лежит ниже кривой разрыва всеми точками и повреждение может произойти только при потере трения сцепления между почвой и арматурой или при разрыве арматуры от перенапряжения [5, 6].

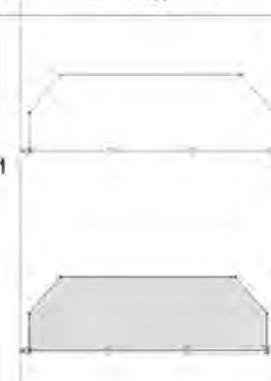
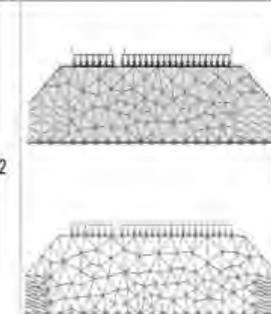
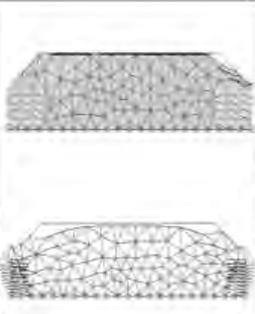
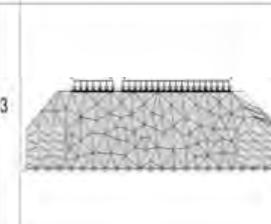
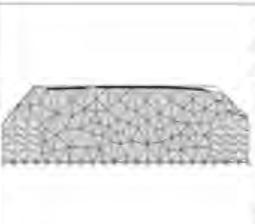
Анализ результатов экспериментов показал, что в подпорных стенках в растяжимой арматуре проявляется эффект перестройки потенциальных участков повреждения, что подтверждается натурными исследованиями. Выявлено также, что устойчивость к сдвигу, возникающая благодаря арматуре, пропорциональна ее длине, а коэффициент трения достигает максимальных значений при длине арматуры до 8 м. При большой длине арматура становится гибкой и результаты экспериментальных исследований не подходят для определения устойчивости к сдвигу.

С помощью программы PLAXIS BV P.O. BOX. 572. 2600 AN DELFT THE NETHERLANDS version 7.1 разработаны пять моделей грунтового основания — инженерные сооружения, в составе которых выделены две центральные группы, касающиеся применения композитных материалов в усилении земляного полотна автомобильных дорог: одна из них имитирует армоленты, другая заменяет традиционные подпорные стенки из бетона оболочкой из композитного материала [1, 7].

В ходе экспериментальных исследований модели системы были определены наилучшие показатели устойчивости, что дало возможность построить диаграммы зависимостей влияния параметров армирования на устойчивость грунтового основания, возводимого из разных грунтов. Процесс исследования и результаты устойчивости армированного грунта при заданных нагрузках представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Процесс исследования

Этап	Схема сооружения	Параметры	Результат	Описание
1		<p><u>Общие параметры</u></p> <p>Лобщ-38м, лобщц-8м, нпс-4м, fпс-90град, fоткос-45град (1/1)</p> <p><u>Параметры грунта</u></p> <p>Модель Мора-Кулона γ_{dry}-16кН/м³, γ_{wet}-20кН/м³ K_x-1м/сут, K_y-1м/сут, E_{ref}- 8000кН/м², ν-0,3, Φ-30град, F-0град</p> <p><u>Прочие параметры</u></p> <p>К/М - жесткость 10 кН/м LoadA-длина 4м LoadB-длина 16,5м</p> <p><u>Бетон</u></p> <p>Бетон - EA- 75кН/м, EI - 10 кНм²/м, d -0,126м, w -10 кН/м³, ν - 0</p>		На первом этапе строиться геометрическая модель, задаются граничные условия и вводятся параметры системы грунтового основания инженерные сооружения. Затем прикладываются полосовые нагрузки. После генерируется сетка конечных элементов с построением треугольников правильной формы. Также генерируются начальные напряжения.
2		<p><u>Общие параметры ввода</u></p> <p>Консолидация - 730 дней</p> <p>Шаг армирования по длине AL-3-9м</p> <p>Шаг армирования по высоте Ah-0,4-1м</p> <p>Шаг армирования по длине AL-6м</p> <p>Шаг армирования по высоте Ah-0,8м</p> <p>Шаг армирования по длине AL-3м</p> <p>Шаг армирования по высоте Ah-0,4м</p>		На втором этапе в геометрическую модель вводится к/м при разной длине и высоте. В нижней части при данном параметре армирования конструкция разрушается. Проверены все диапазоны армирования приведенных в общих параметрах ввода.
3		<p><u>Общие параметры ввода</u></p> <p>Время приложения нагрузки 1825 дней</p> <p>LoadA - 3кН-50кН LoadB- 5кН-100кН</p>		На третьем этапе прикладываются нагрузки LoadA - от 3кН до 50 кН, LoadB - от 5кН до 100кН в течении 1825 дней. В результате конструкция по-прежнему устойчива, имеются незначительные деформации.

На основе проведенного мониторинга надежности системы, экспериментальных исследований и математического анализа получены зависимости для определения влияния параметров армирования на поведение системы при разных типах грунтов, результаты мониторинга представлены в табл. 2.

В результате статистической обработки данных исследования с помощью программы EXCEL 2003 получены эмпирические зависимости из соотношения армирования h/l к устойчивости сооружения, которые приведены на рис. 5.

Т а б л и ц а 2

Результаты устойчивости армированного грунта при заданных нагрузках

Наименование грунта	Время консолидации Дней	Нагрузка LoadA, кН	Нагрузка LoadB, кН	Нагрузка LoadA, кН	Нагрузка LoadB, кН	Армирование по длине, м	Армирование по высоте, м	Результат устойчивости	Примечание
Насыпной грунт	730	3	5	50	100	6	0,4	Шатко/устойчива	Преобладают значительные деформации в подпорной стене, откосах
Насыпной грунт	730	3	5	50	100	7	0,4	Шатко/устойчива	Преобладают значительные деформации в подпорной стене, откосах
Насыпной грунт	730	3	5	50	100	7	0,8	Устойчива	Правая сторона откоса имеет незначительное деформирование
Насыпной грунт	730	3	5	50	100	6	0,8	Устойчива	Имеются незначительные просадки подпорной стены из композитного материала
Глина	730	3	5	50	100	6	0,8	Шатко/устойчива	Преобладают значительные деформации в подпорной стене, откосах
Глина	730	3	5	50	100	3,5	0,6	Шатко/устойчива	Преобладают незначительные деформации
Глина	730	3	5	50	100	3,5	0,4	Устойчива	Преобладают незначительные деформации
Глина	730	3	5	50	100	3	1	Не устойчива	Значительные деформации

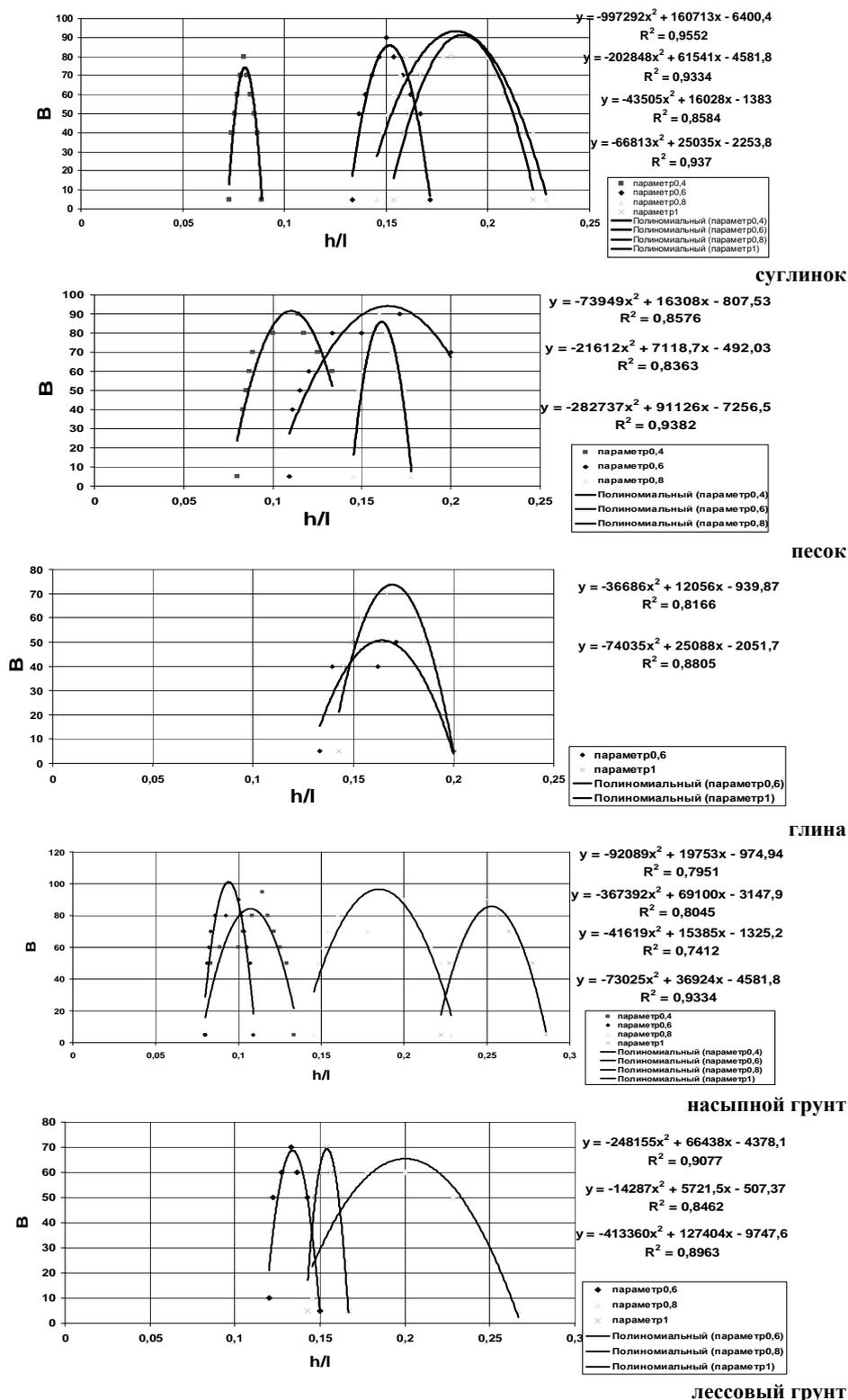


Рис. 5. Графики полиномиальной функции влияния коэффициента армирования на устойчивость системы

Общую эмпирическую зависимость можно записать в виде

$$B = K_1 \left(\frac{h}{l} \right)^2 + K_2 \left(\frac{h}{l} \right) - K_3,$$

где B — оценка надежности; $\left(\frac{h}{l} \right)$ — соотношение параметров армирования, (K_1, K_2, K_3) — эмпирические коэффициенты, приведенные в табл. 3.

Т а б л и ц а 3
Сводная таблица коэффициентов параметров армирования

Наименование грунта (параметр армирования по высоте, м)	Армирование по длине min/max, м	Соотношение параметров армирования h/l	Коэффициенты $h/l / B$			Досто- вер- ность R2 ап- про- ксима- ции
			K_1	K_2	K_3	
НАСЫПНОЙ ГРУНТ						
насыпной грунт (0,4 м)	от 3 до 5	0,1333 до 0,08	-92089	19753	-974,94	0,8
насыпной грунт (0,6 м)	от 5,5 до 7,5	0,11 до 0,08	-367392	69100	-3147,9	0,8
насыпной грунт (0,8 м)	от 3,5 до 5,5	0,228 до 0,145	-41619	15385	-1325,2	0,74
насыпной грунт (1 м)	от 3,5 до 4,5	0,286 до 0,222	-73025	36924	-4581,8	0,93
ПЕСОК						
песок (0,4 м)	от 3 до 5	0,1333 до 0,08	-73949	16308	-807,53	0,86
песок (0,6 м)	от 3 до 5,5	0,2 до 0,11	-21612	7118,7	-492,03	0,84
песок (0,8 м)	от 4,5 до 5,5	0,177 до 0,145	-282737	91126	-7256,5	0,94
песок (1 м)	не рекомен- дуется	—	—	—	—	—
СУГЛИНОК						
суглинок (0,4 м)	от 4,5 до 5,5	0,089 до 0,07	-997292	160713	-6400,4	0,96
суглинок (0,6 м)	от 3,5 до 4,5	0,17 до 0,133	-202848	61541	1383	0,93
суглинок (0,8 м)	от 3,5 до 5,5	0,228 до 0,145	-43505	16028	-1383	0,86
суглинок (1 м)	от 4,5 до 6,5	0,222 до 0,154	-66813	25035	-2253,8	0,94
ГЛИНА						
глина (0,4 м)	не рекомен- дуется	—	—	—	—	—
глина (0,6 м)	от 3 до 4,5	от 0,2 до 0,133	-36686	12056	-939,87	0,82
глина (0,8 м)	не рекомен- дуется	—	—	—	—	—
глина (1 м)	от 5 до 7	от 0,2 до 0,143	-74035	25088	-2051,7	0,88

Окончание табл. 3

Наименование грунта (параметр армирования по высоте, м)	Армирование по длине min/max, м	Соотношение параметров армирования h/l	Коэффициенты $h/l / B$			Досто- вер- ность R2 ап- про- ксима- ции
			K_1	K_2	K_3	
ЛЕССОВЫЙ ГРУНТ						
лѣс (0,4 м)	не рекомен- дуется	—	—	—	—	—
лѣс (0,6 м)	от 4 до 5	от 0,15 до 0,12	-248155	66438	-4378,1	0,91
лѣс (0,8 м)	от 3 до 5,5	от 0,266 до 0,145	-14287	5721,5	-507,37	0,85
лѣс (1 м)	от 6 до 7	от 0,166 до 0,143	-413360	127404	-9747,6	0,9

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Аганов В.П.* Метод конечных элементов в статике, динамике и устойчивости пространственных тонкостенных подкрепленных конструкций : учебное пособие. М. : Изд-во АСВ, 2000. 52 с.

2. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам / А.Н. Добромыслов, Ю.В. Фролов, О.Л. Кузина, С.В. Третьякова. М. : ЦНИИПРОМЗДАНИЙ, 2001.

3. *Григорьев-Рудаков К.В.* Актуальность разработки объездной дороги в г. Новочеркасск / Материалы Междунар. науч.-практ. конф. Новочеркасск : ЮРГТУ, 2004. С. 27—29.

4. *Кашарина Т.П.* Принципы надежности и безопасности строительных конструкций / Информационные технологии в обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений : материалы VI Междунар. научн.-практ. конф. Новочеркасск : ЮРГТУ, 2006. Ч. 1. 75 с.

5. *Мурзенко Ю.Н.* Основные результаты совершенствования нелинейных методов расчета оснований и фундаментов // Исследование и расчеты оснований и фундаментов в нелинейной стадии работы : межвуз. сб. / Новочеркасский политехнический институт. Новочеркасск : НГТУ, 1986.

6. Противооползневые конструкции на автомобильных дорогах / В.Д. Браславский, Ю.М. Львович, Л.В. Грицюк и др. М. : Транспорт, 1985. 301 с.

7. PLAXIS : руководство пользователя. Версия 7 / пер. с англ. компании «НИП-Информатика» с разрешения компании PLAXIS B.V. 2007.

© Кашарина Т.П., Григорьев-Рудаков К.В., 2008

Поступила в редакцию
в мае 2008 г.

УДК 625.7

В.С. Боровик, С.В. Алексиков, И.С. Алексиков

**СУБД «РАЦИОНАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД»
В СТРУКТУРЕ САПР**

Разработана СУБД ресурсосберегающих конструкций дорожных одежд с целью повышения эффективности их использования при автоматизированном проектировании автомобильных дорог.

The authors developed a Data Base Management System for resource-saving structures of road pavement aimed at improving their efficiency in the computer-aided design of highways.

С целью повышения эффективности использования ресурсосберегающих конструкций дорожных одежд и технологий их строительства в процессе автоматизированного проектирования автомобильных дорог разработана система управления базой данных (СУБД) «AD» — ресурсосберегающие конструкции дорожных одежд. СУБД разработана на основе выполненных исследований в области проектирования и строительства дорожных одежд Волгоградской области из местных малопрочных каменных материалов (в том числе мела), укрепленных грунтов, шлака, отсевов дробления щебня, грунтов повышенной плотности или армированных геосинтетическими материалами. Разработанные конструкции прошли опытно-экспериментальную проверку на территориальных дорогах преимущественно IV технической категории [1—7].

В основу проектирования СУБД положен принцип многоуровневого представления информационных баз, которые имеют между собой реляционные связи. В составе базы данных предусмотрены отдельные информационные файлы по административным или территориальным районам области или региона, техническим параметрам автомобильных дорог, грунтово-геологическим условиям административных районов области или региона, база данных по местным дорожно-строительным материалам региона, по удельному расходу дорожно-строительных материалов на строительство 1 м² дорожной одежды, база данных оптимальных конструкций дорожных одежд из местных материалов.

База данных представлена следующими взаимосвязанными файлами:

DO.DBF и KOD_DO.IDX — БД и индексный файл конструкций дорожных одежд из местных материалов;

TITUL.DBF и KOD_T.IDX — БД и индексный файл технических параметров автомобильных дорог региона;

RAION.DBF и KOD_RA.IDX — БД и индексный файл местоположение проектируемого объекта в регионе;

GGY.DBF и KOD_GGY.IDX — БД и индексный файл грунтово-геологических условий региона;

PEREM.DBF — БД для временного хранения данных;

DSM.DBF — БД по местным дорожно-строительным материалам региона;

RASXOD.DBF — удельный расход дорожно-строительных материалов на 1 м² дорожной одежды.

Основные файлы СУБД DSM.dbf и RASXOD.DBF связаны с файлом DO.DBF кодификаторами. Блок-схема СУБД приведена на рис. 1.



Рис. 1. Блок-схема системы управления базой данных «AD» в структуре САПР

В процессе работы программного комплекса связь между отдельными файлами СУБД поддерживается постоянно с помощью кодификаторов. Управление базами данных выполняется одновременно в выделенных областях с помощью прикладной программы AD, написанной на языке FoxPro2.6 (рис. 2).

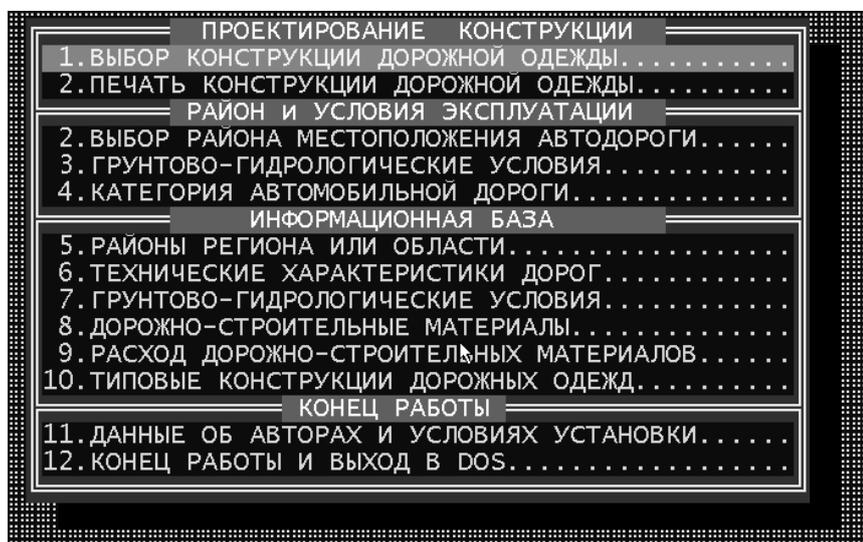


Рис. 2. Меню СУБД ресурсосберегающих конструкций дорожных одежд

Для упорядочивания и организации быстрого поиска данных в файлах DO.DBF, TITUL.DBF, RAION.DBF, GGY.DBF, процесс загрузки программного модуля AD производится с автоматической индексацией данных и формированием в рабочей папке индексных файлов KOD_DO.IDX, KOD_T.IDX, KOD_RA.IDX, KOD_GGY.IDX. К основным информационным файлам СУБД относятся базы данных DSM.dbf, RASXOD.DBF, которые связаны с файлом DO.DBF системой кодификаторов. СУБД состоит из нескольких модулей:

информационная база — это заполнение, постоянное обновление и корректировка данных об административных или территориально-географических районах области и региона, грунтово-гидрологических условиях выделенных районов региона, технических характеристиках автомобильных дорог (согласно действующим ОДН и СНИПов), местных и привозных дорожно-строительных материалах и полуфабрикатах, удельном расходе материалов для строительства конструктивных слоев дорожной одежды (согласно действующим нормам расхода материалов). На основе сформированных баз данных формируется электронный альбом оптимальных конструкций дорожных одежд из местных материалов. Заполнение базы данных конструкций дорожных одежд производится на основе результатов расчетов их прочности (согласно ОДН 218.046—01) и оптимизации конструкций по строительной стоимости или приведенным затратам;

проектирование конструкции — предназначен для выбора из имеющейся базы данных одной или нескольких конструкций дорожной одежды из местных материалов по указанным признакам поиска. В качестве признаков поиска оптимальных конструкций дорожной одежды в модуле «РАЙОН и УС-

ЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ» указываются: район строительства, грунтово-гидрологические условия и техническая категория дороги. При выполнении выбора конструкции в модуле «ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ» система производит фильтрацию базы данных файла DO.DBF и предлагает пользователю оптимальные конструкции дорожной одежды из местных материалов для указанных ранее признаков поиска (рис. 3).

ВЫБОР КОНСТРУКЦИЙ ТИПОВЫХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД						
N п/п	Код Д/О	КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ (СОГЛАСНО СОСТАВЛЕННОМУ КАТАЛОГУ ТИПОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ РЕГИОНА)				
1	3	----- РАЙОН ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КАТЕГОРИЯ ДОРОГИ ----- Район: Новониколаевский район Тех.кат.а/д: VI Инт. а/с: 400 ----- ГРУНТОВО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ----- Тип местности: 2 Грунт зем.полотна: Супесь легкая Модель упр: 53 МПа; сцепл. 0.01 МПа; Угол трения: 23.5 град. ----- КОНСТРУКЦИЯ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ -----				
		N	Н, см	Материал конструктивного слоя, Е, F, С	Ед. И	Расх
		1-й	6	Черный щебень Е=900 МПа	т.	2.4
		2-й	22	Щебень Ф20-40 Е=350 МПа осадочных пород	т.	3.1
		3-й	15	Песок мелкий без глинистых частиц Е=100 МПа	т.	1.5
		4-й				
		5-й				

[Esc] : Выход, [Ctrl]+[Home] : Выход в меню

Рис. 3. Экранная форма «Выбор конструкции дорожной одежды»

В случае отсутствия конструкций система выдает сообщение «Конструкции дорожной одежды для указанных условий отсутствуют». После выбора оптимальной конструкции дорожной одежды производится распечатка результатов для дальнейшей ее проверки на прочность (согласно ОДН 218.046—01) в программе по расчету дорожных одежд нежесткого типа «RODON» с возможной последующей корректировкой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Определение модулей упругости конструктивных слоев оснований и покрытий дорожной одежды на автодороге Реченский — Упорниковский. Шифр. 2.ОП-54. Волгоградский центр РосдорНИИ. Волгоград, 1993. 8 с.
2. Определение прочностных характеристик дорожных одежд на автодороге Реченский — Упорниковский в Нехаевском районе Волгоградской области. Шифр 6-94 IV. Арх. 10. Волгоград, 1994. 4 с.
3. Разработка проекта технических условий на отсеvy щебня из малопрочных материалов для устройства основания на дорогах IV—V технических категорий / Волгоградский центр РосдорНИИ. Волгоград, 2000. 74 с.
4. Рекомендации по устройству дорожных оснований из мела типа «минеральный бетон» / Казфилиал СоюздорНИИ. Алма-Ата, 1990. 16 с.
5. Техническое заключение о возможности использования в основании дорожной одежды отсеvов щебня Каменского карьера Иловлинского района / Волгоградский центр РосдорНИИ. 2000. 56 с.
6. ТУ 5711-001-03436071—97. Смеси из мела для устройства слоев оснований автомобильных дорог / ВолГАСА. 1997. 21 с.
7. ТУ 5718-025-02066339—00. Щебень из мартеновских шлаков для дорожного строительства. Белгород, 2000. 7 с.

Поступила в редакцию в мае 2008 г.

© Боровик В.С., Алексиков С.В., Алексиков И.С., 2008

УДК 625.712.14

С.В. Волченко

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАССАЖИРОПОТОКОВ г. ВОЛГОГРАДА

По результатам анкетного опроса сформирована база данных о передвижениях населения г. Волгограда в будние и выходные дни. Выведены значения суточной транспортной и общей подвижности для различных социальных групп населения. Определены пассажиропотоки между административными районами Волгограда (на утренний час пик трудовых поездок). Получена расчетная годовая транспортная подвижность.

As a result of questionnaires the data basis concerning about population's movements in Volgograd on weekdays and at weekends was presented. Daily transport values and the general movement for different social groups of population were made. Passenger streams between administrative districts of the city Volgograd were defined (calculations were made in rush-hours). Annual calculated movement of transport has been obtained.

Волгоград имеет вытянутую прямоугольную планировку, поэтому основные транспортные потоки имеют продольную направленность. В настоящее время основные магистральные улицы и дороги — 1-я, 2-я и 3-я Продольные магистрали — перегружены (коэффициент загрузки составляет 0,6...0,8). Аварийность основных улиц и дорог города также находится на высоком уровне. Существует необходимость в модернизации транспортной системы города (ТСГ), особенно в строительстве и реконструкции существующих улиц и дорог [1].

Обоснование стратегических направлений совершенствования ТСГ возможно на основе прогноза подвижности населения и анализа распределения пассажирских и грузовых потоков на основных направлениях улично-дорожной сети города [2].

При составлении проекта комплексной транспортной схемы г. Волгограда разработчики столкнулись с дефицитом данных о подвижности населения. Между тем это ключевые исходные данные для оценки уровня транспортного обслуживания и формирования требований к транспортной инфраструктуре [3].

Под подвижностью понимается количество передвижений в единицу времени постоянного городского и приезжего населения, приходящееся на одного жителя в год. Различают несколько видов подвижности. Основными являются общая и транспортная подвижность. Общая подвижность учитывает передвижения пешком и на транспорте. Транспортная подвижность определяется числом передвижений, совершаемых только на транспорте [4].

В ходе разработки комплексной транспортной схемы г. Волгограда в конце 2006 г. было проведено выборочное обследование подвижности жителей. В результате было опрошено 19479 человек, что превышает минимальную квотную выборку в 2 раза [2]. Среди опрошенного населения работающих с полной занятостью 46,7 %, работающих с частичной занятостью 6,8 %, безработного населения 0,2, пенсионеров 3,8, школьников 34,1, студентов вузов и профтехучилищ соответственно 3,2 и 1,1 %, домохозяйек 4,3 %. Опросу подвергались респонденты, равномерно распределенные по территории города.

В результате обработки данных установлено, что больше половины респондентов (65,25 % в будний день и 66,70 % в выходной) совершают 2 передвижения в будний и в выходной день (табл. 1).

Большинство респондентов (54,75 % в будний день и 63,02 % в выходной день) совершают 2 поездки на транспорте в день. Однако в будний день число респондентов, совершающих одну поездку на транспорте, больше, чем в выходной (24,83 > 14,32), т. е. коэффициент возвратности больше при поездках в выходной день.

Количество передвижений (поездок) в день также зависит от занятости населения и цели передвижения (поездки) (табл. 2). Общая суточная подвижность в будний день больше всего у несамодеятельного населения, совершающего передвижения с культурно-бытовыми целями (в среднем 2,35 передвижения в день).

Т а б л и ц а 1

Структура респондентов г. Волгограда по количеству передвижений/поездок в сутки

Количество передвижений / поездок	Количество респондентов, совершающих передвижения / поездки, чел.		Доля респондентов, совершающих передвижения / поездки, %	
	будний день	выходной день	будний день	выходной день
1	2577 / 4109	1918 / 1515	12,47 / 24,83	12,57 / 14,32
2	13486 / 9059	10180 / 6665	65,25 / 54,75	66,70 / 63,02
3	1643 / 1323	1217 / 983	7,95 / 8,00	7,97 / 9,29
4	2012 / 1304	1416 / 1006	9,74 / 7,88	9,28 / 9,51
5	488 / 426	308 / 237	2,36 / 2,57	2,02 / 2,24
6	275 / 181	141 / 116	1,33 / 1,09	0,92 / 1,10
7	186 / 145	82 / 54	0,90 / 0,88	0,54 / 0,51
Всего	20667 / 16547	15262 / 10576	100 / 100	100 / 100

Немного ниже она у работающих с полной занятостью и студентов вузов или профтехучилищ, совершающих передвижения на работу и учебу соответственно (в среднем 2,06 и 2,15 передвижения в день). В выходной день наиболее подвижны частично занятые работающие и несамодеятельное население при поездках с культурно-бытовыми целями (в среднем соответственно 1,80 и 2,19 передвижения в день). Деловые передвижения работающего населения характеризуются низкой суточной общей и транспортной подвижностью в любой день недели (табл. 2). Несамодеятельное население и студенты вообще не совершают деловых поездок. Культурно-бытовые передвижения чаще совершают домохозяйки, пенсионеры и безработные.

Транспортная суточная подвижность в будний день больше всего у работающих с полной занятостью (в среднем 1,60 поездки в день), а в выходной день наиболее склонны к поездкам домохозяйки (в среднем 1,47 поездки в день). Трудовые передвижения совершают представители всех социальных групп, даже пенсионеры и домохозяйки. Культурно-бытовые передвижения также совершают представители всех социальных групп и чаще в выходной день. Коэффициент пользования транспортом принимает наибольшие значения у работающего населения (0,61...0,90) (табл. 3).

Наиболее склонны ходить пешком школьники, особенно при передвижениях на учебу (коэффициент пользования транспортом 0,31). Это связано со стремлением школьников ходить в школу, расположенную как можно ближе к дому.

Во всех социальных группах прослеживается тенденция совершать культурно-бытовые передвижения пешком (коэффициент пользования транспортом 0,36...0,68), а передвижения на работу на транспорте (коэффициент пользования транспортом 0,56...0,82).

Т а б л и ц а 2

Суточная общая и транспортная подвижность населения г. Волгограда

Занятость населения	Суточная общая/транспортная подвижность					
	Трудовые		Деловые		Культурно-бытовые	
	будний день	выходной день	будний день	выходной день	будний день	выходной день
Полная	2,06/1,60	0,84/0,64	0,20/0,18	0,05/0,04	0,33/0,20	1,48/0,98
Частичная	1,06/0,77	0,73/0,53	0,10/0,07	0,05/0,04	0,69/0,40	1,80/1,21
Студенты вузов и профтехучилищ	2,15/1,48	1,35/0,91	0/0	0/0	0,35/0,20	1,00/0,67
Школьники	2,09/0,65	1,53/0,50	0/0	0/0	0,45/0,21	0,96/0,57
Домохозяйки	0,26/0,15	0,25/0,14	0/0	0/0	2,55/0,93	2,38/1,47
Пенсионеры	0,40/0,27	0,18/0,13	0/0	0/0	2,15/0,91	2,18/1,03
Безработные	1,21/0,93	0,71/0,58	0/0	0/0	1,58/1,07	2,0/1,16

Т а б л и ц а 3

Коэффициент пользования транспортом для различных социальных групп г. Волгограда

Занятость населения	Коэффициент пользования транспортом					
	Трудовые		Деловые		Культурно-бытовые	
	будний день	выходной день	будний день	выходной день	будний день	выходной день
Полная	0,78	0,76	0,90	0,80	0,61	0,66
Частичная	0,73	0,67	0,70	0,80	0,58	0,67
Студенты вузов и профтехучилищ	0,69	0,67	—	—	0,57	0,67
Школьники	0,31	0,33	—	—	0,47	0,59
Домохозяйки	0,58	0,56	—	—	0,36	0,62
Пенсионеры	0,68	0,72	—	—	0,42	0,47
Безработные	0,77	0,82	—	—	0,68	0,58

По числу передвижений лидирующее место занимают работающие с полной занятостью (19,87 % передвижений на работу и 19,26 % передвижений домой) и школьники (14,92 % передвижений на учебу и 15,75 % передвижений домой) (табл. 4). По количеству человек эти социальные группы также являются преобладающими в г. Волгограде (46,7 и 34,1 %). Поэтому для расчета пассажиропотоков на утренний час пик учитывались только поездки этих социальных групп.

Для расчета пассажиропотоков между административными районами необходимо учитывать также численность населения отдельного района. Поэтому объемы пассажиропотоков определялись путем умножения среднего числа работающих с полной занятостью и школьников, совершающих поездки в один из утренних часов пик на долю совершенных ими поездок между административными районами (табл. 5). Результаты сведены в табл. 6.

Пассажиропотоки жителей Волгограда распределяются неравномерно между административными районами города (табл. 6). Максимальные пассажиропотоки в час пик образуют внутрирайонные трудовые передвижения, особенно в Красноармейском и Дзержинском районах (соответственно 14345 и 11999 пас/ч).

К центральному району в равной степени тяготеют жители всех районов, кроме Красноармейского (316 пас/ч). Жители г. Волгограда не склонны совершать длительные трудовые поездки. Минимальные трудовые пассажиро-

потоки в утренний час-пик наблюдаются из Тракторозаводского района в Кировский и Красноармейский (соответственно 15 и 45 пас/ч).

Т а б л и ц а 4

Структура передвижений населения г. Волгограда по целям

Занятость	Цель передвижения	Доля передвижений, % (в буд./выход. день)	Занятость	Цель передвижения	Доля передвижений, % (в буд./выход. день)
безработные	деловая	0,01/0,02	работающие с полной занятостью	деловая	1,87/0,49
	домой	0,09/0,11		домой	19,26/17,32
	личная	0,06/0,06		личная	2,49/8,28
	покупки	0,01/0,04		покупки	1,49/8,76
	работа	0,05/0,03		работа	19,87/9,13
	учеба	0/0,01		учеба	0,76/0,85
студенты вузов	деловая	0,01/0,01	студенты профтехучилищ	деловая	0,01/0
	домой	1,35/1,14		домой	0,52/0,54
	личная	0,23/0,77		личная	0,08/0,21
	покупки	0,07/0,20		покупки	0,01/0,07
	работа	0,09/0,09		работа	0,06/0,05
	учеба	1,30/0,69		учеба	0,51/0,41
домохозяйки	деловая	0,01/0	работающие с частичной занятостью	деловая	0,26/0,09
	домой	1,91/0,71		домой	2,96/2,70
	личная	1,27/1,23		личная	0,99/1,53
	покупки	0,96/1,11		покупки	0,41/1,24
	работа	0,10/0,06		работа	2,23/1,20
	учеба	0,14/0,10		учеба	0,30/0,24
пенсионеры	деловая	0,01/0,01	школьники	деловая	0,01/0,01
	домой	1,93/1,74		домой	15,75/14,66
	личная	1,00/1,09		личная	2,58/5,40
	покупки	1,04/1,26		покупки	0,44/1,78
	работа	0,33/0,16		работа	0,21/0,28
	учеба	0,05/0,04		учеба	14,92/13,09

Статистическая обработка результатов обследования позволила установить зависимость годовой транспортной подвижности от суточной:

$$P = 254 \cdot P_{с.б.} + 111 \cdot P_{с.в.}, \quad (1)$$

где 254 — количество рабочих дней в году, шт.; 111 — количество выходных дней в году, шт.; $P_{с.б.}$ — суточная транспортная подвижность в будний день (2,15 для г. Волгограда), поездок в день; $P_{с.в.}$ — суточная транспортная подвижность в выходной день (2,28 для г. Волгограда), поездок в день.

В отличие от методов экстраполяции подвижности населения на основе результатов обследования 1970—1980 гг., предложенная зависимость позволяет учитывать перераспределение пассажиропотоков на новые виды транспорта, в частности, на маршрутное такси.

Расчет транспортной подвижности населения г. Волгограда на 2006 г., согласно (1), показал, что в современных условиях количество поездок в год составляет 799, это превышает прогнозируемое в КТС значение на 8 %.

Т а б л и ц а 5

Структура распределения поездок населения г. Волгограда между административными районами (на утренний час-пик трудовых поездок, %)

Район отправления	Район прибытия							
	Ворошиловский	Дзержинский	Красноармейский	Краснооктябрьский	Кировский	Советский	Тракторозаводской	Центральный
Ворошиловский	35,85	15,09	1,87	3,98	0,84	11,95	2,31	28,09
Дзержинский	8,47	58,86	0,69	4,24	0,61	2,68	1,38	22,82
Красноармейский	0,93	1,13	86,92	1,13	4,47	1,82	0,69	2,99
Краснооктябрьский	8,31	10,59	0,27	47,86	0,27	0,80	9,79	22,12
Кировский	7,10	1,66	7,77	3,33	61,15	8,77	0,44	9,77
Советский	20,60	8,04	2,01	5,03	5,53	34,67	2,51	21,61
Тракторозаводской	7,44	6,11	1,47	18,44	0,12	1,22	52,75	12,45
Центральный	9,54	11,65	1,02	14,20	0,66	3,42	32,05	27,46

Т а б л и ц а 6

Распределение пассажиропотоков г. Волгограда между административными районами (результаты расчета на утренний час-пик трудовых поездок)

Район отправления	Район прибытия							
	Ворошиловский	Дзержинский	Красноармейский	Краснооктябрьский	Кировский	Советский	Тракторозаводской	Центральный
Ворошиловский	3663	3076	309	750	104	1018	338	2965
Дзержинский	865	11999	114	798	76	228	202	2408
Красноармейский	95	230	14345	213	554	155	101	316
Краснооктябрьский	849	2159	45	9013	33	68	1431	2335
Кировский	725	338	1282	627	7577	747	64	1031
Советский	2105	1639	332	947	685	2953	367	2281
Тракторозаводской	760	1246	243	3473	15	104	7712	1314
Центральный	975	2375	168	2674	82	291	4685	2898

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волгоград. Генеральный план. Т. 2. Кн. 1. Обосновывающие материалы / Научно-проектный институт пространственного планирования «Энко», Санкт-Петербург, 2006. 183 с.
2. Оценка транспортной подвижности населения в проекте нового Генерального плана развития Санкт-Петербурга / А.П. Жуковский, Ю.С. Кирзнер, М.Л. Петрович, В.В. Солодилов.
3. Овечников Е. В. Городской транспорт : учебник для вузов / Е.В. Овечников, М.С. Фишельсон. М. : Высш. школа», 1976. 352 с.
4. Руководство по проведению транспортных обследований в городах / Белорус. гос. НИИПИ градостр-ва Госстроя БССР, Центр. НИИПИ градостр-ва Госграндстроя. М. : Стройиздат, 1982. 72 с.
5. Самойлов Д.С. Научные основы организации пассажирского транспорта в городах : автореф. дис. ...д-ра техн. наук. М. : МАДИ, 1972. 40 с.

Поступила в редакцию в мае 2008 г.

© Волченко С.В., 2008

УДК 625.7.711

А.С. Любченко

ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ВАРИАЦИИ РОВНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Изложена методика прогнозирования изменений коэффициента вариации ровности покрытий дорожных одежд на основе разовых измерений ровности в первый год эксплуатации, данных о прочности дорожной одежды и параметров движения.

Here expounded methods of forecasting of variation factors changes for evenness of road pavement on the basis of single evenness measurements in the first year of maintenance and the durability data of road pavement, parameters of traffic.

Известно [1, 2], что скорость движения по дороге при прочих равных условиях существенно зависит от ровности дорожного покрытия. Следовательно, показатель ровности можно рассматривать в качестве одного из частных критериев надежности автомобильных дорог.

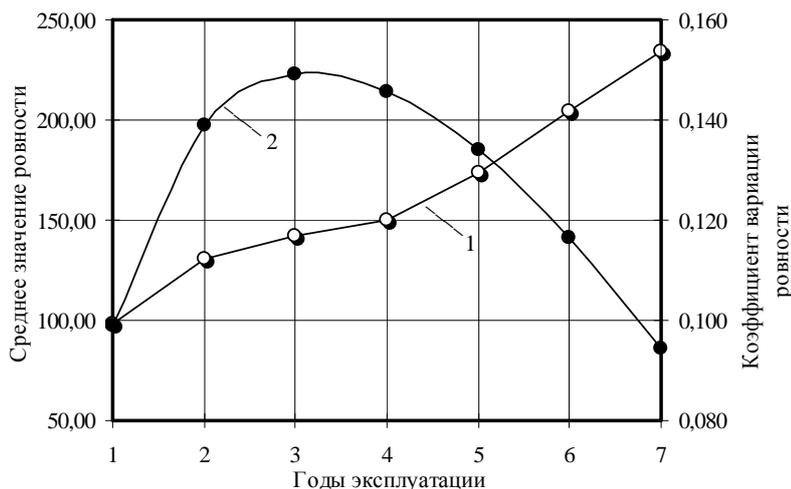
Ровность покрытия можно условно разделить на начальную и эксплуатационную (переменную во времени). Начальная ровность, соответствующая моменту сдачи автомобильной дороги в эксплуатацию, зависит от технологии строительства, качества используемых строительных материалов, и, как правило, удовлетворяет нормативным требованиям. Однако обеспечение необходимого уровня эксплуатационной надежности дорожной одежды по показателю ровности требует его регулярного контроля и прогнозирования изменений, в результате которого назначаются и проводятся соответствующие ремонтные мероприятия.

Многочисленные исследования, посвященные прогнозированию состояния покрытия, показывают, что в данном вопросе вероятностно-статистические методы приобретают особое значение. Это связано с тем, что величины всех контролируемых параметров автомобильных дорог, в том числе и ровности покрытия, являются случайными, т.е. должны оцениваться вероятностями их появления. Кроме центра распределения показателя ровности, для оценки вероятности выхода исследуемого параметра за допустимые пределы используются дисперсия и коэффициент вариации показателя. Коэффициент вариации характеризует однородность и, как утверждают авторы [3, 4], качество контролируемого параметра. Однако нами было показано [5], что коэффициент вариации такого транспортно-эксплуатационного показателя, как прочность дорожного покрытия, изменяется нелинейно, и с течением времени, после некоторого увеличения, наблюдается его снижение. Поскольку ровность покрытия непосредственно связана с прочностью, логично было бы предположить, что такой же характер будет носить изменение C_V ровности. Действительно, исследования, проведенные нами с использованием данных обследования автомобильных дорог Казахстана за период до 10 лет, показывают, что возрастание C_V происходит до определенного момента, а затем коэффициент вариации уменьшается. Поэтому C_V сам по себе не может служить показателем качества покрытия, вопреки общепринятому мнению. В

ходе проведенного анализа зависимости C_V от числа лет эксплуатации, было обнаружено, что данные натурных измерений по всем исследуемым объектам с высокой степенью точности ($\eta = 0,933...0,999$) аппроксимируются зависимостью (рис.):

$$C_V = a + b \cdot t \cdot \ln t + c \cdot \ln t, \quad (1)$$

где C_V — коэффициент вариации показателя ровности; t — годы эксплуатации автомобильной дороги; a, b, c — параметры уравнения.



Зависимость среднего значения (1) и коэффициента вариации (2) показателя ровности от срока эксплуатации для автодороги Капчагай — Баканас (км 122—128)

Отметим здесь, что при обработке натурных измерений, показатели начальной ровности (значения в нулевой год) были опущены, т.к. они соответствуют периоду формирования покрытия, когда происходит приработка конструктивных слоев дорожной одежды [2]. Поэтому в качестве первого эксплуатационного значения ровности считаем целесообразным использовать результаты измерений, полученные после года эксплуатации, когда окончилось формирование покрытия.

Дальнейшей задачей явилось определение параметров формулы (1). Параметр a интерпретируется как ровность в начале эксплуатационного периода, что следует из зависимости (1) при $t = 1$.

Так как темп изменения C_V в значительной степени зависит от коэффициента b в формуле (1), то можно предположить, что это изменение связано с процессом снижения прочности дорожной одежды в процессе эксплуатации. Если выразить интенсивность снижения прочности через $\Delta K_{пр}$, параметр b определяется зависимостью (2). В данном случае рекомендуется использовать среднее геометрическое значение $\Delta K_{пр}$, используемое для характеристики динамических процессов [6].

$$b = -0,041 + \frac{0,00093}{\Delta K_{пр}}. \quad (2)$$

Кроме того, следует иметь в виду, что образование неровностей на покрытии напрямую связано с воздействием транспортной нагрузки. Интенсивность этого воздействия зависит от известного для обследуемых участков и обычно прогнозируемого для вновь построенных дорог суммарного числа приложений расчетной нагрузки $\Delta \sum N_p$, который характеризуется параметром c . Указанная связь между $\Delta \sum N_p$ и c выражается соотношением:

$$c^{1/2} = 0,2083 + \frac{1961,58}{\Delta \sum N_p}. \quad (3)$$

Теперь, когда известны параметры уравнения (1), можно определить коэффициенты вариации ровности, соответствующие каждому году службы и по характеру его изменения судить о степени однородности покрытия по показателю ровности. В первые годы эксплуатации дороги коэффициент вариации и математическое ожидание показателя ровности возрастает, что говорит о снижении однородности. Затем функция достигает максимума, и после этого начинает снижаться, при этом среднее значение ровности резко возрастает, т.е. несмотря на увеличение однородности, качество покрытия по показателю ровности снижается. Так, например, для автодороги Капчагай — Баканас (км 122—128), максимум, судя по графику (рис.), соответствует 3...4 годам эксплуатации. Максимум функции (1) определяется общеизвестным способом исследования функции, т.е. приравниванием первой производной (1) к нулю:

$$\frac{dC_V}{dt} = b \cdot (1 + \ln t) + \frac{c}{t} = 0. \quad (4)$$

Уравнение (4) решается численным методом в системе Mathcad. Для автодороги, выбранной нами в качестве примера (при значениях коэффициентов $b = -0,012$; $c = 0,0817$), $t = 3,16$.

Таким образом, после года эксплуатации автодороги необходимо произвести контрольные измерения ровности. На основании этих измерений, используя выражение (1) и найдя максимум функции по (4), определяют год эксплуатации, в который резко увеличится интенсивность образования неровностей, что является обоснованием для назначения ремонтных мероприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Повышение надежности автомобильных дорог / под ред. И.А. Золотаря. М. : Транспорт, 1977.
2. Бируля А.К. Работоспособность дорожных одежд / А.К. Бируля, С.И. Михович. М. : Транспорт, 1968. 172 с.
3. Семенов В.А. Качество и однородность автомобильных дорог. М. : Транспорт, 1989. 125 с.
4. Столяров В.В. Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска. Ч. 1. Саратов : СГТУ, 1994. 184 с.
5. Толстиков Н.П. К вопросу о законах распределения общих модулей упругости дорожных одежд / Н.П. Толстиков, А.С. Голич // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архит. 2005. Вып. 5(17). С. 69—72.
6. Венецкий И.Г. Теория вероятностей и математическая статистика. / И.Г. Венецкий, Г.С. Кильдишев. М. : Статистика, 1975.

© Любченко А.С., 2008

Поступила в редакцию
в мае 2008 г.

УДК 625.855.3

А.С. Строкин, Ю.И. Калгин

**ПОЛИМЕРНОЕ ПОВЕРХНО-АКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО «МОБИТ»
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДЕФОРМАТИВНО-ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
АСФАЛЬТОБЕТОНА КАРКАСНОЙ СТРУКТУРЫ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДОРОЖНЫХ
ПОКРЫТИЙ**

Приведены теоретический обзор по синтезу полимерных адгезионных добавок и результаты экспериментальных исследований по оценке влияния полимерной добавки «Мобит» на деформативно-прочностные свойства плотного асфальтобетона каркасной структуры.

Ключевые слова: асфальтобетон, битум, полимерная адгезионная добавка, адгезионная добавка

Theoretical review is brought in article on syntheses polymeric adhesion additives and results of the experimental studies on estimation of the influence of the polymeric additive "Mobit" on deformation durability characteristic thick dense asphalt concrete of the structure.

Keywords: asphalt concrete, bitumen, polymeric adhesion additives, adhesion additives

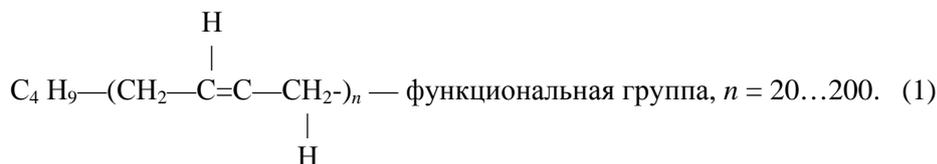
Важнейшим фактором, определяющим долговечность дорожного покрытия, является наличие прочного сцепления битума с минеральными материалами. Выпускаемые в настоящее время дорожные битумы марок БНД не удовлетворяют современным требованиям дорожного строительства, что в первую очередь выражается в неудовлетворительном сцеплении с минеральными материалами кислых пород, широко применяемым при приготовлении асфальтобетонных смесей. Введение некоторых поверхностно-активных веществ (ПАВ) катионного типа в состав дорожных битумов позволяет улучшить их адгезионные свойства [2]. Катионные ПАВ, как правило, принадлежат к классу органических азотсодержащих соединений — аминов и их производных, что обуславливает наличие специфического неприятного запаха и требует применения специальных средств защиты дыхания при укладке асфальтобетонных смесей. К тому же, некоторые применяемые в практике ПАВ являются отходом химического производства, и поэтому их составы и свойства нестабильны, что может отрицательно сказаться на показателе сцепления. Это требует разработки адгезионной добавки постоянного состава, что позволит получать стабильно высокий показатель сцепления вяжущего с минеральным материалом. Таким образом, разработка высокоэффективных и экологически безопасных ПАВ является актуальной задачей.

Сложившаяся к настоящему времени научно-теоретическая база по применению полимеров в промышленности строительных материалов показывает, что синтез новых модификаторов на основе полимеров позволяет получить наиболее значительный эффект. К числу таких материалов относятся полимерные адгезионные добавки, которые объединяют в себе достоинства полимерных модификаторов и адгезионных присадок. Таким модификатором битума является полимерная адгезионная добавка «Мобит», предназначенная для улучшения сцепления с каменными материалами кислых пород вязких битумов и повышения деформативных свойств вяжущих [3]. В указанной работе в качестве основы для полимерного поверхностно-активного вещества использованы полимеры, полученные анионной растворной полимеризацией в при-

сутствии литийорганических соединений, типа бутадиена, стирола или изопрена. Этот метод позволяет получать полимеры с узким молекулярно-массовым распределением ($M_w/M_n = 1,1 \dots 1,3$) и концевым звеном $-\text{CH}_2-\text{Li}$ [1, 3].

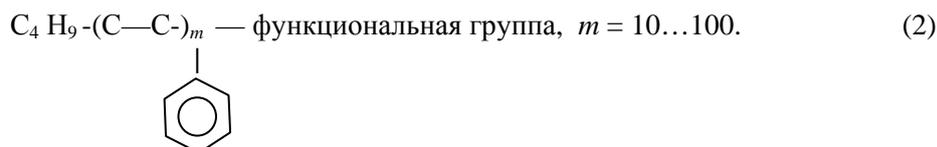
Рассмотрим химизм процесса ранее полученного состава полимерного ПАВ «Мобит».

Микроструктура цепей полимера из бутадиена описывается формулой



Остатки бутадиеновых звеньев находятся в цис-1,4-; транс-1,4- и 1,2-положениях. Средневязкостная молекулярная масса полибутадиена может находиться в пределах от 1000 до 10000, и оптимальная ее величина выбирается исходя из технологических параметров, например, исходя из требуемого показателя вязкости готового модификатора при его последующем совмещении с горячим битумом.

Полимер из стирола имеет формулу



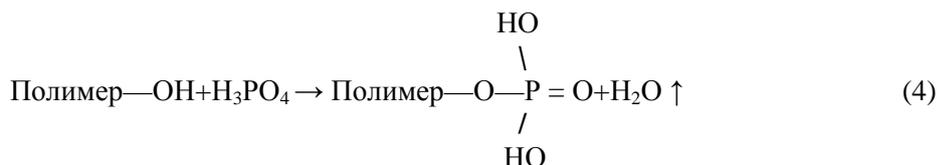
Полистирол отличается от полибутадиена температурой стеклования, которая равняется $+95 \dots +105$ °С в зависимости от молекулярной массы. У полибутадиена температура стеклования $-90 \dots -95$ °С и зависит от содержания в нем 1,2-звеньев.

Строение полиизопреновой цепи можно выразить формулой

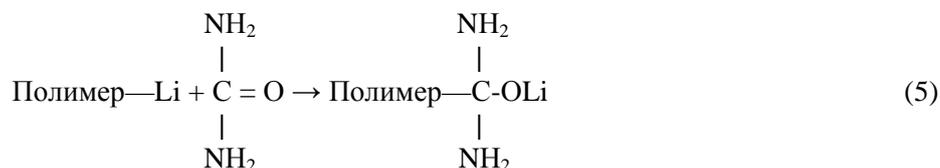


Полиизопреновая цепь содержит мономерные остатки в виде 3,4-звеньев, цис-1,4 звеньев; транс-1,4 звеньев. Температура стеклования такого полимера находится на уровне -65 °С.

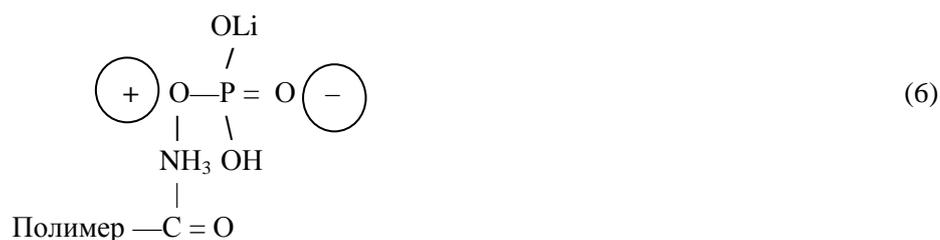
В качестве функциональной группы в полимерной адгезионной добавке может быть продукт реакции кислорода, мочевины, ортофосфорной кислоты, метилпирролидона или диметилформамида с активным концом молекулы. Примером получения функциональной группы из полимера с концевой ОН-группой может быть реакция



По другому варианту при взаимодействии активного полимера с мочевиной образуется азотсодержащая концевая группа:



Указанная группа при взаимодействии с ортофосфорной кислотой H_3PO_4 переходит предположительно в соединение, описываемое формулой



Функциональные группы полимера присоединяются к поверхности минерального наполнителя, а углеводородный радикал растворяется в битуме. В качестве веществ, предотвращающих окисление полимерной основы, использованы пространственно-затрудненные фенолы, например ионол (2,6 дитретбутилфенол), НГ-2246, или фосфиты (фосфит НФ). Они хорошо растворимы в полимерах и предотвращают их деструкцию при технологических температурах приготовления вяжущего с модификатором и асфальтобетонных смесей на их основе. Присутствие в полимерной композиции антиоксиданта приводит к стабилизации всей системы, а, следовательно, к замедлению старения битума. Все это в полимерной композиции позволяет улучшить структурно-реологические характеристики вяжущего [1].

Исследование реологических характеристик и усталостных свойств исходного битума и вяжущего, содержащего полимерное ПАВ, позволило установить, что введение добавки в исходный битум в 1,6 раза увеличивает его истинную вязкость, в 1,7 раза — усталостную долговечность и улучшает сцепление с гранитом (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Результаты испытаний битума с добавкой полимерного ПАВ «Мобит»

Вяжущее	Истинная вязкость при 50 °С, Па с	Площадь гранитного щебня, покрытого битумом после кипячения, %	Число циклов знакопеременной нагрузки до разрушения битумной пленки
Исходный БНД 60/90	75	50	1000
БНД 60/90+1,5 % полимерного ПАВ «Мобит»	125	95	1700

Полимерное ПАВ «Мобит» изготавливается с использованием высококачественного сырья, что позволяет получать продукцию с заданными свойствами и постоянного состава, в отличие от ПАВ предыдущего поколения, изготавливаемых из отходов химической промышленности. ПАВ «Мобит» не содержит низкомолекулярных азотсодержащих соединений, поэтому вяжущее с его применением не имеет неприятных запахов. Передозировка полимерного ПАВ «Мобит» не приведет к отрицательному эффекту, только лишь к необоснованному удорожанию [1].

С целью изучения влияния добавки полимерного ПАВ на деформационно-прочностные характеристики горячего асфальтобетона были приготовлены плотные горячие асфальтобетонные смеси типа «А» (каркасной структуры). Составы плотного асфальтобетона типа «А» были подобраны в соответствии с требованиями ГОСТ 9128—97. В качестве сравнения были исследованы асфальтобетонные смеси, содержащие традиционные адгезионные добавки «Амдор-9» и «Адгезол». Содержание адгезионных добавок «Мобит» и «Адгезол» в вяжущем составило 1,5 % по массе, а «Амдор» — 0,5 %. Контрольная смесь одинакового гранулометрического состава была приготовлена на БНД 60/90. Результаты определения показателей физико-механических свойств асфальтобетона типа «А» приведены в табл. 2.

Предел прочности при сжатии при 0 °С у асфальтобетона типа «А» на основе БНД 60/90 равен 11,59 МПа, что находится на пределе требований по ГОСТ 9128—97 для 3-й дорожно-климатической зоны. Практически не произошло изменений при применении ПАВ «Амдор», величина показателя осталась почти без изменений — 11,75 МПа. При введении в вяжущее ПАВ «Адгезол» показатель предела прочности при сжатии при 0 °С асфальтобетона ухудшился в сравнении с контрольным составом. При применении полимерного ПАВ «Мобит» указанный показатель равен 9,67 МПа, что показывает положительное влияние добавки на деформативность модифицированного асфальтобетона в сравнении с контрольным составом. Таким образом, в области низких температур наиболее значительное положительное влияние на деформативность каркасного асфальтобетона установлено при применении «Мобит», что объясняется наличием полимерного компонента в составе адгезионной добавки.

Положительное влияние адгезионных добавок было отмечено на показатели прочности каркасного асфальтобетона при сдвиге, оцениваемые как по методу Никольского, так и по стандартному методу Маршала, а также на нормируемый по ГОСТ 9128—97 показатель предела прочности при сжатии при 50 °С. При применении адгезионных добавок величина показателей прочности при повышенных температурах увеличивается на 10...30 % в сравнении с контрольным составом.

Проведенный эксперимент показал, что применение адгезионных добавок положительно влияет на устойчивость асфальтобетона типа «А» к пластическим деформациям, а применение «Мобит» дополнительно положительно сказывается на деформативности каркасного асфальтобетона в области низких температур.

Опытное применение полимерного ПАВ «Мобит» проведено при строительстве верхнего слоя асфальтобетонного покрытия на автомагистрали «Дон». В г. Павловск Воронежской области 21.09.2006 г. предприятием ООО

«Дорснаб» было приготовлено 18,5 т вяжущего на основе дорожного битума марки БНД 60/90, удовлетворяющего требованиям ГОСТ 22245—90, и полимерной адгезионной добавки «Мобит» по следующей технологии: в смеситель подавали дорожный битум марки БНД 60/90, нагретый до температуры 160 °С, а затем при работающей мешалке порционно загружали полимерное ПАВ «Мобит». В последующем все перемешивалось при указанной температуре в смесителе в течение 1,5 ч. С применением вышеуказанного вяжущего на АБЗ ООО «УС-2 Интердорстрой» приготовлено 530 т асфальтобетонной смеси, которая была использована при строительстве верхнего слоя асфальтобетонного покрытия на км 736 М 4 «Дон» (транспортная развязка в двух уровнях).

Эффект от применения полимерного ПАВ «Мобит» в асфальтобетоне выражается в его высокой водостойкости, повышенной прочности при положительных температурах и пониженной температурной чувствительности в сравнении с традиционным асфальтобетоном.

Т а б л и ц а 2

Физико-механические свойства асфальтобетона каркасной структуры с применением адгезионных добавок

Наименование и содержание модификатора в вяжущем	Средняя плотность, г/см ³	Водонасыщение, % по массе	Предел прочности при сжатии, при t °С, МПа			Коэффициент водостойкости	Предел прочности при сдвиге, при 50 °С МПа	
			0	20	50		(метод Маршала)	(метод Никольского)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. БНД 60/90+ «Адгезол» (1,5 %)	2,43	1,45	12,54	5,83	1,25	1,00	5,45	2,76
2. БНД 60/90+ «Мобит» (1,5 %)	2,42	1,70	9,67	3,90	1,35	0,98	5,18	2,42
3. БНД 60/90 + «Амдор» (0,5 %)	2,43	1,25	11,75	4,08	1,33	1,00	5,23	2,10
4. БНД 60/90 (контрольный)	2,43	1,69	11,59	3,83	0,98	0,87	5,00	1,94

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калгин Ю.И. Дорожные битумо-минеральные материалы на основе модифицированных битумов / Ю.И. Калгин. Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2006. 272 с.
2. ОДМ «Руководство по применению поверхностно-активных веществ при устройстве асфальтобетонных покрытий» / Издание официальное. М. : Инфрмавтодор, 2003.
3. Патент 2211846 Российская Федерация, МПК⁷ C08L 95/00, 53/02 C04B 26/26. Способ получения полимерно-битумного вяжущего (ПБВ). Заявители и патентообладатели: Ю.И. Калгин, А.Н. Кондратьев, В.П. Лаврухин, В.П. Юдин. № 2002120569/04; заявл. 02.08.2002, опубликован 10.09.2003, Бюл. № 25.

© Строкин А.С., Калгин Ю.И., 2008

Поступила в редакцию 6 июня 2008 г.

УДК 625.748:303.425.6

Е.Ю. Серова

ОБЩЕСТВЕННОЕ МНЕНИЕ УЧАСТНИКОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ДОРОЖНОГО СЕРВИСА

Проведен социологический опрос участников дорожного движения. Собранный и обработанная информация позволила определить основные потребности и пожелания потенциальных клиентов дорожного сервиса. Сделаны выводы о путях оптимизации системы придорожного обслуживания и определены направления совершенствования методов проектирования и организации дорожного сервиса.

A sociological survey for traffic participants was carried out. The obtained and processed data allowed determining the main needs and wishes of potential clients of traffic services. The authors drew a conclusion on the optimization of the roadside service system and determined the directions of improving the methods of traffic service design and organization

Переход к рыночным отношениям, экономический подъем и рост реальных доходов населения в последние годы обусловил существенное и стабильное увеличение численности автопарка в стране. Численность автотранспортных средств в России в настоящее время приближается к 35 млн. Только автопарк Волгоградской области насчитывает 700 тыс. автомобилей. По имеющимся прогнозам численность автопарка к 2010 г. может возрасти в полтора раза.

Нормальная работа автодорожного комплекса не может быть обеспечена без развития дорожной инфраструктуры и придорожного обслуживания. Проектирование системы обслуживания движения на автомобильных дорогах сводится к решению следующих основных задач: определение номенклатуры и размеров зданий и сооружений системы обслуживания; размещение сооружений в пределах дороги; проектирование отдельных сооружений или привязка типовых проектов к местным условиям [1].

Применяемые методики организации системы придорожного обслуживания базируются в основном на интенсивности, составе движения транспортных потоков и категории дороги. Существующие нормативные документы, используемые при проектировании объектов дорожного сервиса, также учитывают именно эти факторы. Однако одним из основных факторов, влияющих на развитие рынка услуг придорожного сервиса, является потребитель (его потребности, интересы, ожидания, привычки, вкусы, оценки, предложения). Немаловажное значение имеет ответ на вопрос: кто он — потребитель услуг автосервиса? Каков его социальный статус, профессиональная принадлежность, материальное положение и т.д.?

Ответы на эти и другие вопросы может дать изучение общественного мнения участников дорожного движения, потребителей услуг автосервиса.

Общественное мнение определяется как духовно-практическое образование, которое в виде суждений или актов поведения отражает социальную оценку явлений действительности, представляющих общественный интерес [2]. И в этом отношении оно должно стать важнейшим методологическим принципом проектирования системы обслуживания движения, в центре вни-

мания которого потребности и интересы потребителя. Ведущая роль общественного мнения в предпроектной подготовке заключается в тех функциях, которые оно выполняет. Общественное мнение потребителей дает совет относительно способов разрешения тех или иных социальных проблем (консультативная функция); оно вносит решение, имеющее строго императивный характер (зарективная функция); оно анализирует отношения и факты, события и процессы, выносит конструктивные предложения (аналитическая и конструктивная функции); оно вырабатывает определенные нормы общественных отношений, регулирует поведение отдельных лиц, взаимоотношения в системе «человек — человек», «человек — общество» (регулятивная функция) [3].

С целью изучения общественного мнения потребителей услуг дорожного сервиса, выраженного в виде оценочных суждений, актов поведения и практических предложений, было проведено социологическое исследование в форме углубленного интервью методом случайной выборки.

Всего проинтервьюировано 54 участника дорожного движения, среди которых представлены следующие группы, %: водители личного легкового автомобиля — 74, водители грузового автомобиля — 12, пассажиры — 14. Данная выборка примерно соответствует генеральной совокупности участников дорожного движения.

В программе исследования были поставлены три задачи: 1) дать социальную характеристику, «социальный портрет» потребителя услуг дорожного сервиса; 2) выявить показатели важности и удовлетворенности качеством придорожного обслуживания; 3) проанализировать предложения и практические рекомендации участников дорожного движения, которые могут быть учтены при проектировании новых предприятий дорожного и автосервиса.

Социальную характеристику участников дорожного движения следует начать с половозрастного состава. Среди проинтервьюированных мужчин — 86 %, женщин — 14 %, причем количество «женщин за рулем» с каждым годом возрастает, а это имеет свои особенности. Гендерные различия проявляются на всех этапах пользования автомобилем, начиная с его выбора. Опросы женщин-водителей о том, какую марку машин они хотели бы иметь, показывают, что из отечественных дамы выбрали бы «Оку» или «девятку», а из иномарок — «Фольксваген-Гольф». На самом деле, около 70 % женщин управляют машинами марки ВАЗ, поделив поровну передне- и заднеприводные.

Хотя женщины и совершают больше мелких аварий и нарушений, на их счету гораздо меньше дорожно-транспортных происшествий. Мужчины совершают большинство аварий из-за переоценки своих способностей и возможностей автомобиля, неосторожности и несоблюдения правил дорожного движения. У женщин причинами инцидентов чаще всего являются излишняя осторожность, чрезмерная щепетильность и недостаточный опыт.

Некоторые особенности имеет и возрастной состав потребителей услуг дорожного сервиса. Среди них самой многочисленной группой являются люди в возрасте 31...50 лет (62 %). Это зрелый, самый трудоспособный возраст. Молодежь в возрасте до 30 лет составляет 30 %, люди в возрасте 51 и старше — только 8 %. Следует подчеркнуть, что статистические данные возрастных групп располагаются в той же последовательности.

С точки зрения занятости в отраслях народного хозяйства среди потребителей услуг дорожного сервиса преобладают две группы: занятые в строитель-

стве, транспорте, связи (26 %) и занятые в сфере услуг: в торговле, финансово-кредитной сфере, в коммунальном хозяйстве (22 %). Эти две группы составляют почти половину всех потребителей. В области образования, здравоохранения, науки и культуры занято 14, в промышленности 12 — %. Каждый десятый потребитель услуг дорожного сервиса — это военнослужащий либо работник правоохранительных органов, далее располагаются работники сельского хозяйства (6 %) и занятые в системе государственного управления (4 %).

Весьма показателен и социальный статус потребителей услуг автосервиса. Каждый третий из них является специалистом с высшим или средним специальным образованием, либо служащим (34 %). Почти каждый четвертый (26 %) — это руководитель, менеджер предприятия, отдела, подразделения. Предприниматели, представители малого и среднего бизнеса составляют 20, студенты и учащиеся — 12, рабочие — 2, неработающие, пенсионеры — 6 %.

Социальный состав потребителей услуг автосервиса свидетельствует о довольно высоком статусе, образовательном и общекультурном уровне, в определенной степени и материальном положении. Это вполне определившиеся, самодостаточные и самоувердившиеся люди, знающие себе цену. В то же время обращает на себя внимание практически не представленная группа рабочих (12 %) и малочисленная группа пенсионеров (6 %).

Автомобиль — это не только средство передвижения, но и определенное удовольствие, роскошь, к сожалению, недоступная для наших малообеспеченных людей. Как выразился один американский автотурист (среди западных автотуристов преобладают люди пенсионного возраста) «все удовольствия в старости требуют финансовой поддержки». Нашим старикам эта логика непонятна, в России старость и удовольствие — вещи несовместимые.

Более детальную характеристику материального положения потребителей услуг автосервиса дает их самооценка, проведенная в рамках нашего исследования. Преимущества социологических опросов по этой проблеме состоят в том, что никто лучше самого человека не может оценить свой уровень жизни, исходя из социальных сравнений образа жизни, потребителей, возможностей, представлений и ориентаций.

На шкале, имеющей 6 уровней и разделяющей группу проинтервьюированных на 6 подгрупп: от условно «нищих» до условно «богатых», — наши респонденты разделились следующим образом (табл.).

Самооценка уровней материального положения потребителей услуг придорожного сервиса, % от числа опрошенных

Самооценка уровня материального положения: варианты суждений	%	Имущественные группы
Денег от полочки (зарплаты, пенсии, пособия) не хватает, приходится занимать	6	«нищие»
На повседневные затраты уходят все доходы	8	«бедные»
На повседневные нужды хватает, но покупка одежды затруднительна	14	«необеспеченные»
В основном хватает, но для покупки дорогостоящих предметов нужно брать в долг	46	«обеспеченные»
Почти на все хватает, но недоступно приобретение современной квартиры, дачи	24	«зажиточные»
Практически ни в чем себе не отказываем	2	«богатые»

Если разделить указанные группы на 4 слоя, картина будет выглядеть так: условно «нищие» и «бедные» — 14, «необеспеченные» — также 14, «обеспеченные» — 46, «зажиточные» и «богатые» — 26 %. Для сравнения эти слои в населении России, по данным всероссийского мониторинга, проведенного Центром изучения социально-культурных изменений (ЦИСИ) Института философии РАН [5], представлены таким образом: «нищие» и «бедные» (33 %), «необеспеченные» (21 %), «обеспеченные» (29 %), «зажиточные» и «богатые» (11 %). Таким образом, сравнивая эти две группы показателей, можно сделать вывод, что среди потребителей услуг дорожного сервиса «нищих» и «бедных» более чем вдвое меньше (соответственно 14 и 33 %), а отнесенных к группе «зажиточных» и «богатых» вдвое больше (соответственно 26 и 11 %), чем среди населения страны в целом. Основной контингент потребителей услуг автосервиса составляет слой «обеспеченных» (46 %), это люди, достигшие приемлемого уровня жизни. Слой «обеспеченных» растет в последние годы наиболее динамично, его представители успешно вписались в сложившиеся общественные условия, освоили свою нишу в экономике, вполне самостоятельны. Сегодня доля этого слоя в стране приближается к 30 %. Все это является прямым показателем того, что число потребителей дорожного сервиса будет неуклонно увеличиваться, и спрос на услуги предприятий придорожного обслуживания будет возрастать.

Услугами каких предприятий дорожного сервиса преимущественно пользуются участники транспортного процесса? На первом месте стоит АЗС (92 %), далее по числу пользователей стоят предприятия общественного питания (кафе, буфеты, рестораны), а также придорожные магазины и рынки (88 %), места кратковременного отдыха и стоянки (40 %), общественными туалетами, душевыми, саунами пользуется каждый третий (30 %), услугами СТО в дороге пользуется каждый четвертый (28 %), места длительного отдыха и ночлега (придорожные гостиницы, мотели, кемпинги) использует почти каждый десятый (11 %).

«Удовлетворяет ли Вас качество придорожного обслуживания на территории Волгоградской области?» На этот вопрос получены следующие ответы: «полностью удовлетворяет» или «скорее удовлетворяет» — техническое обслуживание (30 %), культурно-бытовое обслуживание (16 %), рекламно-информационное (50 %), работа аварийных служб и служб дорожного движения (22 %).

Обращает на себя внимание большое количество в той или иной степени неудовлетворенных культурно-бытовым (54 %) обслуживанием, а также работой аварийных служб (58 %). Последнее заслуживает особого внимания. Пока в России экстренную помощь на дорогах оказывают всего несколько компаний, в том числе добровольные объединения автолюбителей. Как показывает исследование, проведенное Центром стратегических исследований Росгосстраха, существующее положение не устраивает 95 % водителей. Сегодня в случае аварии или любой нештатной ситуации водитель практически остается один на один с дорогой. Согласно проведенным исследованиям, за прошедший год более 15 % автовладельцев попали в ДТП, а у 24 % возникали всякого рода нештатные ситуации, когда требовалась экстренная помощь на дороге. Около половины опрошенных водителей привыкли справляться с подобными неприятностями своими силами, еще 23 % — при помощи других участников движения [6].

Маршруты, проинтервьюированных лиц, пролегают, по выражению одного из опрошенных, «по России, во всех направлениях». Наиболее часто, как и следовало ожидать, используется магистральная дорога федерального значения М-6 «Каспий», Москва — Волгоград — Астрахань. Конечными пунктами, во время движения к которым водители пользовались услугами дорожного сервиса и автосервиса, чаще всего являлись такие, как Краснодар, Астрахань, Саратов, Ростов-на-Дону, Ставрополь, Воронеж, Тамбов. Более удаленными пунктами назначения являлись Н. Уренгой, Курган, Санкт-Петербург, страны СНГ. Широко развиты и внутриобластные маршруты, на что указывал почти каждый респондент.

В зависимости от цели все виды поездок можно разделить на три группы: деловые поездки составляют 48 %, поездки бытового характера — 32,5 %, поездки, связанные с отдыхом, автотуризм составляют — 19,5 %.

Изучая важность и удовлетворенность качеством придорожного обслуживания, которым пользовались респонденты, была принята шкала оценок от +1 до -1, на основании которой получили индексы «важности» и «удовлетворенности».

Положительное значение индексов оценивалось как «важность» и «удовлетворенность» качеством услуг, отрицательное значение как «неважность» и «неудовлетворенность». Всего для оценок интервьюированным было предложено 15 видов качеств придорожного сервиса, от «удобства въезда и выезда на территорию объекта придорожного обслуживания» до «дизайна архитектурной среды объекта» и «привлекательности интерьера».

Первые ранговые места по важности получили такие качества услуг, как «компетентность и профессионализм обслуживающего персонала», «время ожидания выполнения услуги» и «доступность цен». Что касается удовлетворенности, то положительно оценены только три вида услуг: «охрана предприятия», «наличие аудиовидеоаппаратуры» и «удобство въезда и выезда на территорию объекта дорожного сервиса». Всеми остальными видами услуг респонденты оказались не удовлетворены.

Обращает на себя внимание, что в числе наиболее низко оцененных оказались такие качества, как «дизайн архитектурной среды объекта придорожного обслуживания», «привлекательность интерьера» и «соблюдение санитарных норм».

В процессе интервью респондентам было предложено внести свои предложения по совершенствованию придорожного сервиса на основных автомагистралях Волгоградской области. Почти каждый водитель высказал свои замечания, предложения и рекомендации, общее число которых намного больше, чем количество опрошенных.

Качественный анализ указанных предложений позволил объединить их в пять самостоятельных групп.

1. Создать систему комплексного обслуживания, совмещающую АЗС, СТО, пункты питания, мотели, медицинское обслуживание и другие виды услуг.

2. Повысить культуру обслуживания, обратить особое внимание на санитарное состояние предприятий придорожного сервиса, больше комнат санитарии, душевых, автомоек.

3. Улучшить подъезды к объектам придорожного сервиса, увеличить число парковочных мест и оборудованных стоянок, в том числе для больше-

грузных автомобилей и автопоездов. Улучшить охрану и безопасность на стоянках машин, предусмотреть посты милиции и видеонаблюдения.

4. Совершенствовать систему рекламно-информационного обслуживания: хорошо читаемые дорожные указатели, щиты с номером эвакуаторов, пункты связи с предприятиями автосервиса.

5. Обратить особое внимание на состояние дорог, обновление дорожного покрытия, своевременный ремонт.

В заключение приведем слова одного из наших респондентов, 36-летнего предпринимателя: «Важно, чтобы сервис появился. Наша область пока в сфере услуг на автодороге — в зародыше».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Орнатский Н.П.* Благоустройство автомобильных дорог. М. : Транспорт, 1986. С. 42.
2. *Коробейников В.С.* Пирамида мнений. М. : Молодая гвардия, 1981. С. 12.
3. *Грушин Б.А.* Мнение о мире и мир мнений: Проблемы методологии исследования общественного мнения. М. : Издательство политической литературы, 1967. С. 185.
4. *Романюк Н.В.* Женщина за рулем. Серия «Дамский клуб». Ростов-на-Дону, 2001. С. 9.
5. *Беляева Л.А.* Материальное первенство в России. Реальность и тенденции // Социологическое исследование. 2007. № 11. С. 29—33.
6. Аргументы и Факты. 2008. № 22.

© Серова Е.Ю., 2008

Поступила в редакцию
6 июня 2008 г.

УДК 629.077

М.В. Саруханян**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТАХ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА г. ВОЛГОГРАДА**

Приведен количественный анализ ДТП по годам с участием общественно пассажирского транспорта и показатели наблюдений работы коммерческих автобусов малой вместимости (маршрутных такси) в зонах остановочных пунктов общественного транспорта в часы пик. Предложены методы повышения безопасности работы общественного пассажирского транспорта в зонах остановочных пунктов путем планировочных решений и организации движения.

In the article the quantitative analysis of road accident on years with participation of socially passenger transport and parameters of supervision of work of commercial buses of small capacity (fixed-route taxi) in zones of stopping items of public transport in rush hours is resulted. Methods of increase of safety of work of public passenger transport in zones of stopping points are offered by the schematic decision and the organization of movement.

Исторически сложившаяся линейная схема улично-дорожной сети (УДС) г. Волгограда привела к тому, что магистральные дороги города интенсивно используются транзитными транспортными потоками, а, следовательно, город сталкивается с проблемами увеличения аварийности, транспортных заторов и экологической безопасности.

С постоянным ростом интенсивности движения возросло и общее количество дорожно-транспортных происшествий, а следовательно, понизились безопасность и комфортность проезда.

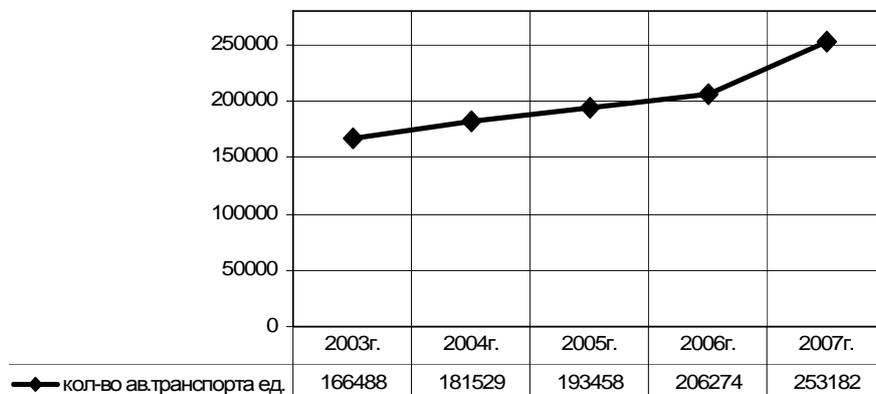


Рис. 1. Рост общего количества автотранспортных средств в г. Волгограде

В 2007 г. в сравнении с 2006 г. рост общего количества автотранспортных средств в г. Волгограде в абсолютных цифрах составил 46908 единиц, или 22,7 %.

Прирост автотранспортных средств за последние пять лет по общему количеству составил 86694 ед., или 52 % [3].

За последние четыре года (2004—2007 гг.) в г. Волгограде произошло 4905 ДТП, в которых 541 человек погиб, 5714 человек пострадало. За это же

время с участием городского общественного транспорта произошло 967 ДТП, в которых погибло 25 человек, пострадало 565 человек. Распределение ДТП с участием городского пассажирского транспорта и электротранспорта по годам показано на диаграммах (рис. 2, 3).



Рис. 2. Диаграмма изменения количества ДТП с участием пассажирского транспорта

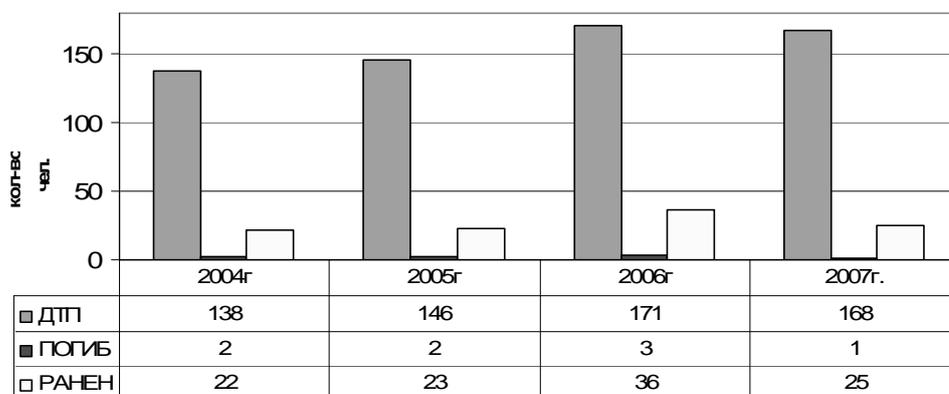


Рис. 3. Диаграмма изменения количества ДТП с участием ГЭТ

Важное место в общем объеме движения занимает городской пассажирский транспорт общего пользования, он требует повышенного внимания к объектам своей инфраструктуры. Особенно это относится к остановочным пунктам. За рассматриваемый период в зоне остановок общественного транспорта произошло 152 ДТП, где 3 человека погибло и 37 пострадало. Общее количество остановочных пунктов, расположенных на магистральных улицах

г. Волгограда, составляет 493. Распределение по видам транспорта приведено в таблице.

Количество остановочных пунктов по виду общественного транспорта

Вид общественного транспорта	Количество остановочных пунктов
Трамвай	85
Скоростной трамвай	20
Троллейбус	135
Автобус	253
Всего	493

Анализ обустройства остановочных пунктов показал, что 30 % остановок не оборудованы остановочными павильонами, 65 % не имеют карманов, 37 % остановок совмещены с торговыми павильонами. Все остановки троллейбусов совмещены с автобусными остановками и остановками маршрутного такси, что в несколько раз, особенно в час пик, увеличивает напряженность работы остановочного пункта. Кроме того, отсутствие стоянок и парковок приводит к тому, что автомобили останавливаются или даже паркуются в зоне остановок общественного транспорта.

Режим работы маршрутных такси таков, что на остановочный пункт приезжают до 8 маршрутных такси одновременно (рис. 4). Это приводит к тому, что общественный транспорт вынужден останавливаться вне зоны остановочного пункта и осуществлять посадку-высадку пассажиров со второй полосы проезжей части.

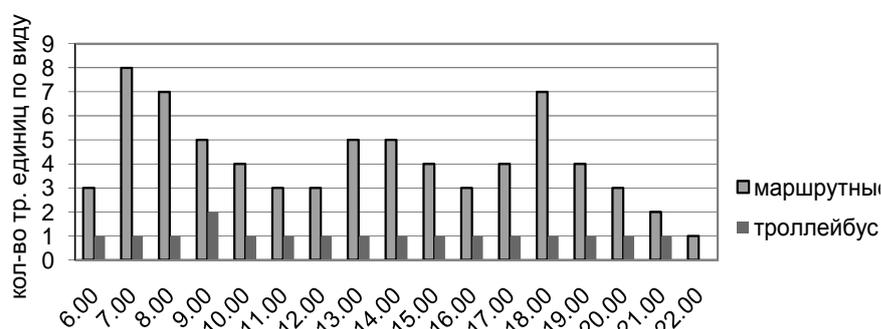


Рис. 4. Изменение количества одновременно останавливающихся пассажирских транспортных средств в зоне остановочного пункта в течение суток

Как показали наблюдения, маршрутные такси останавливаются для высадки и посадки пассажиров, используя всю длину перегона, независимо от того, имеется ли на этом перегоне остановочный пункт. В течение часа таких остановок на перегоне случается до 220 раз. Возникает ситуация, когда пассажир оказывается на проезжей части, предназначенной для движения транспорта, и вынужден пересекать полосы движения, по которым движется автотранспорт, подвергая себя опасности (рис. 5).

В соответствии с нормативной документацией длину кармана (остановочных площадок) остановочного пункта пассажирского транспорта следует принимать в зависимости от числа одновременно останавливающихся автобусов, но не менее 10 м [1].



Рис. 5. Высадка и посадка пассажиров в неустановленном месте

Протяженность зоны остановочной площадки определяется с учетом количества одновременно останавливающихся или стоящих транспортных средств по формуле [5]

$$L = n \cdot l_T + (n - 1) \cdot l_b + 2 \cdot l_M .$$

Необходимая длина остановочной площадки, выделенной для маршрутных такси, составляет: 24 м — при условии одновременной остановки двух транспортных средств; 33 м — для трех и 93 м — для десяти маршрутных такси.

В рамках разрабатываемой «Комплексной транспортной схемы г. Волгограда» предусмотрена замена части подвижного состава транспорта, работающего на маршрутах, обслуживаемых автобусами малой вместимости, на транспортные средства средней и большой вместимости. По расчетам предусмотрено заменить 3 маршрутные такси на 1 автобус. Однако если заменить один автобус вместимостью 110 чел. на маршрутные такси вместимостью 15 чел., то требуется как минимум 8 маршрутных такси.

По динамическому габариту автобус, движущийся со скоростью 30 км/ч, занимает на проезжей части около 19 м. Маршрутное такси, движущееся с такой же скоростью, занимает около 13 м, соответственно 3 маршрутных такси — 39 м.

Определение дислокации остановочных пунктов и распределение их по длине, необходимой для остановки маршрутных такси, с учетом одновременного прибытия позволит освободить крайнюю правую полосу движения проезжей части. При этом необходимой мерой является выполнение четкого расписания движения маршрутных такси.

Так, путем замены подвижного состава можно значительно сократить интенсивность движения на линии маршрутного транспорта и общий объем движения транспорта по городу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2.05.02—85 Автомобильные дороги / Госстрой СССР. М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 56 с.
2. СНиП П-60—75. Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов. Нормы проектирования / Госстрой СССР. М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1985. 67 с.
3. Анализ работы отделений ГИБДД ОВД по городу Волгограду по техническому надзору за 2007 год.
4. Саруханян М.В. Особенности осуществления пассажирских перевозок маршрутными такси и их влияние на безопасность дорожного движения / М.В. Саруханян, В.В. Улевский // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Серия: «Строительство и архитектура». 2005. Вып. 5(17).
5. Саруханян М.В. Анализ состояния остановочных пунктов общественного пассажирского транспорта города Волгограда / Вестник ВолгГАСУ. Серия: «Строительство и архитектура». 2008. Вып. 9(28).
6. ВСН 23—75. Указания по разметке автомобильных дорог / Гипродорнии Минавтодора РСФСР. М. : Транспорт, 1976. 59 с.
7. Васильев А.П. Управление движением на автомобильных дорогах / А.П. Васильев, М.И. Фримштейн. М. : Транспорт, 1979. 296 с.

© Саруханян М.В., 2008

Поступила в редакцию
в мае 2008 г.

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 658 (075.8)

И.Ю. Зильберова

АНАЛИЗ ВИДОВ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Рассматриваются виды неопределенности по природе их возникновения и их влияние на эффективность управления организационно-технологическими строительными системами (ОТСС).

In article kinds of uncertainty by the nature of occurrence are considered. The given analysis will allow to raise a management efficiency organizational-technological building systems (OTBS) as in process of accumulation of knowledge of functioning OTBS under various conditions the level of uncertainty will fall. The knowledge of kinds uncertaintys, their nature and the reasons of occurrence is very important at modeling OTBS.

В настоящее время ни у кого не вызывает сомнения тот факт, что руководители современных строительных предприятий испытывают значительные трудности при оценке надежности принимаемых ими решений. Причин тому — и объективных, и субъективных — довольно много. Но самая главная из них — неопределенность, реальность которой всеми признается. Одним из первых, кто обратил внимание на проблему неопределенности в рамках теории управления экономическими объектами, был Ф. Найт. В своей статье «Риск, неопределенность и прибыль», опубликованной в 1921 г., он достаточно подробно исследовал возможность вероятностного описания ситуаций, которые теперь принято классифицировать как «ситуации принятия решений в условиях риска». Этот класс задач достаточно хорошо исследован, разработаны методы принятия решений в условиях риска, и есть опыт их практического использования. Согласно классическому подходу, распределение вероятностей альтернативных результатов остается неизменным на протяжении всего рассматриваемого периода. Однако реформируемая российская экономика с ее высокой динамичностью не может удовлетворять этому требованию. Как правило, с течением времени параметры и характер распределения деформируются по неизвестному закону, что приводит к перераспределению степени риска между различными альтернативными вариантами. Фактически, происходит трансформация условий риска в условия полной неопределенности.

Эффективное управление организационно-технологическими строительными системами (ОТСС) как сложными динамическими объектами также является труднореализуемым из-за необходимости принятия решений в усло-

виях неопределенности, причина которой часто связана с дефицитом информации о реальном состоянии системы или реальном изменении внешней среды. По мере накопления знаний о функционировании ОТСС при различных условиях уровень неопределенности будет падать. Знание видов неопределенностей, их природы и причин возникновения очень важно при моделировании ОТСС.

По природе возникновения следует выделить три класса неопределенностей: когнитивные, внутренние и внешние.

Когнитивные неопределенности вызваны незнанием законов (или принципов) управления, функционирования и развития ОТСС, особенно в критических ситуациях, неправильным применением этих законов, незнанием рыночных механизмов ценообразования и механизмов формирования спроса в той или иной социально-экономической среде, неумением управлять человеком или группой людей, входящих в состав ОТСС как организационной системы. Для уменьшения влияния этого класса неопределенностей необходимо познание законов развития природы, мышления и общества, т.е. законов развития биосферы, ноосферы, психосферы как единой системы, ибо только разумная деятельность человека становится решающим фактором развития создаваемых им искусственных систем, в частности, ОТСС.

Внутренние неопределенности вызваны недостатком информации о фактическом состоянии ОТСС, ее элементов и подсистем, что находит отражение при построении их моделей. Эти неопределенности, в свою очередь, можно разделить на неопределенности, относящиеся к производству как объекту управления, к системе планирования, системе принятия решения, исполнительной системе, информационной системе, системе коммуникации. К факторам, создающим неопределенность при моделировании производства как объекта управления, относятся следующие:

- случайные отклонения в технологиях, вызывающие их нарушения;
- отказы технологического оборудования;
- отставание уровня технического и технологического обеспечения;
- отставание уровня автоматизации и роботизации;
- нарушение графика поставок ресурсов внутри ПС.

Действие этих факторов приводит к нарушению ритма строительного производства, к снижению качества выпускаемой продукции с неопределенным темпом.

К неопределенностям, относящимся к элементам организационно-управляющей части ОТСС, можно отнести:

- нечеткость и субъективность в формировании целей функционирования и развития системы;
- противоречивость и изменчивость целей отдельных подсистем и системы в целом;
- нечеткость прогнозирования будущих состояний или последствий от принятых управленческих решений, что приводит к нечеткости при стратегическом и оперативном планировании, к формированию ошибочных малоэффективных алгоритмов управления;
- нечеткость в формировании управленческих решений в виду сложности одновременного решения задач выбора количества регулируемых и регули-

рующих факторов, выбора точек воздействия на систему, выбора момента, уровня, знака и формы управляющих воздействий из множества альтернативных решений;

нечеткость в формировании управленческих решений из-за действия на человека социально-психологических факторов, что приводит к ошибкам при идентификации и анализе возникающих ситуаций, при прогнозировании их развития, при выборе направления и пути движения к цели; при оценке сложившейся ситуации;

нечеткость оценки текущей ситуации из-за неточности, недостоверности и необъективности информации в виде измерений и данных о состоянии системы и ее элементов, о состоянии внешней среды, о располагаемых ресурсах, а также из-за запаздывания, потери и искажения информации в процессе ее обработки и передачи;

нечеткость в исполнении принятых решений из-за действия человеческого фактора, выражающегося как в несвоевременности и неточности исполнения решений, так и в некотором волюнтаризме и непрофессионализме действий со стороны исполнителя, а также в неправильном восприятии указаний вышестоящих органов;

нечеткость в функционировании всей системы в целом из-за нарушений в системе коммуникаций и связей между подсистемами ОТСС.

Сложность компенсации вышеуказанных факторов состоит в том, что они взаимосвязаны, трудноразделимы, очень динамичны и оказывают на переменные состояния общее косвенное воздействие, которое сильно меняется во времени как в качественном, так и в количественном отношении.

Внешние неопределенности вызваны недостатком информации о состоянии и поведении внешней среды. Здесь можно указать на следующие виды неопределенностей, которые вызваны:

непредсказуемым поведением конкурентов, их целенаправленным противодействием;

появлением новых технологий, конструкций, материалов и т.д., и на их основе — новой высококачественной продукции;

неточностью и необъективностью оценки состояния рынка товаров и рынка ресурсов, в том числе изменения спроса на товары и ресурсы;

нарушением условий организации сбыта и правил поведения на рынке;

нарушением функционирования транспортных и коммуникационных систем;

ошибочными действиями партнеров;

ошибочными действиями по отношению к партнерам;

резким и непредсказуемым изменением цен на ресурсы и энергоносители;

инфляцией денежной массы и, как следствие, резким падением покупательной способности;

изменением налоговой политики государства.

Сложность учета внешних неопределенных факторов состоит в трудности прогнозирования момента и формы их проявления, а также последствий от их действия. Действие внешних факторов может не только снизить эффективность функционирования ОТСС, но и привести ее в неустойчивое состоя-

ние и даже разрушить. Поэтому основной задачей управления ОТСС в условиях неопределенности является обеспечение ее стабильного функционирования и развития путем изменения цели движения, реструктуризации системы, изменения параметров и алгоритмов управления, а также формы и пути (траектории) движения к новой цели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Валеева Р.Г.* Проблемы анализа и управления производством в условиях неопределенности // Вопросы управления и проектирования в информационных и кибернетических системах : межвуз. науч. сб. Уфа : Изд-во Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та, 2002. С. 160—167.
2. *Рейльян Я.Р.* Аналитическая основа принятия управленческих решений. М. : Финансы и статистика, 1989. 206 с.
3. *Тамм Б.Г.* Анализ и моделирование производственных систем / Б.Г. Тамм, М.Э. Пуусеп, Р.Р. Тавост. М. : Финансы и статистика, 1987.
4. *Ходов Л.* Управленческие решения в условиях неопределенности // Российский экономический журнал. 1993. № 12. С. 67—72.

© Зильберова И.Ю., 2008

*Поступила в редакцию
в январе 2008 г.*

УДК 69:334.726:005.332.4

О.И. Панова

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассматриваются аспекты строительного производства, в том числе техническая документация, участвующая в строительном процессе, организация управления строительным производством и обеспечение конкурентоспособного производства.

The paper considers aspects of construction including technical documents participating in building process, organization of construction management and provision of competitive construction.

Строительство было и остается одной из важнейших отраслей нашей экономики, развитие которой влияет на темпы и качество экономического роста. Это особенно важно сегодня, когда перед нашей страной стоит задача выйти снова в число высокоразвитых государств. Строительство, как и вся наша экономика, развивается в новых условиях. Поэтому исключительно важно глубокое проникновение и овладение знаниями организации и управления строительного производства как основы развития строительного предприятия.

Конкурентоспособность является важным критерием оценки работы компании. Факторы конкурентоспособности для каждой отрасли имеют свои специфические особенности. В строительной отрасли важным фактором является организация строительного производства. Данный фактор оказывает непосредственное влияние на конкурентоспособность предприятий строительного комплекса.

Строительное производство — взаимосвязанный комплекс строительных и монтажных работ и процессов, обеспечивающий расширенное воспроизводство путем создания и обновления основных собственных фондов. Оно охватывает процессы, связанные с возведением новых зданий и сооружений, а также расширением, реконструкцией, техническим перевооружением и ремонтом действующих предприятий, зданий и сооружений.

Организация строительного производства — взаимосвязанная система подготовки к выполнению отдельных видов работ, установления и обеспечения общего порядка, очередности и сроков выполнения, снабжения всеми видами ресурсов для обеспечения эффективности и качества выполнения отдельных видов работ и строительства объектов.

Организация строительного производства согласно требованию СНиП 3.01.01—85 «Организация строительного производства» должна обеспечивать целенаправленность всех организационных, технических и технологических решений на достижение конечного результата — ввода в действие объекта с необходимым качеством и в установленные сроки.

Строительство каждого объекта допускается осуществлять только на основе организационно-технологической документации, включающей предварительно разработанное решение по организации строительства и технологии производства работ, которые должны быть приняты в проекте организации строительства (ПОС) и проектах производства работ (ППР).

Основой организации строительных процессов являются технологические карты. Их разрабатывают на основе СНиП, ГОСТов и инструкций. Технологическая карта состоит из следующих составляющих:

область применения: характеристика элементов зданий и сооружений, состав процессов и их виды, условия производства;

технология и организация выполнения работ: требования по подготовительным работам, составу машин и оборудованию, графики и схемы расстановки машин, оборудования, средств механизации, конструктивных элементов, состав бригады и требования по производству работ;

требования к качеству и приемке работ: схемы контроля и оценке качества;

калькуляция по заработной плате и затратам труда и машинного времени;

график производства работ;

материально-техническая база;

техническая документация по технике безопасности.

Экономические и технические показатели. Их составляют по данным калькуляции затрат труда и графика производства работ. Они включают: заработную плату, нормативные затраты труда рабочих и машинного времени по итогам калькуляции, продолжительность работ по графику, сведения о выработке одного рабочего в смену, затраты на механизацию.

В управлении строительным производством важная роль принадлежит краткосрочным и оперативным планам. В условиях динамичного хода производственного процесса и непрерывного действия дестабилизирующих факторов могут возникнуть такие отклонения в ходе строительства объектов, которые при использовании месячного цикла регулирования в последующем приводят к управлению по недельно-суточным графикам, а при монтаже зданий и сооружений из крупных панелей и объектных блоков — по суточно-часовым. В оперативных планах отражаются взаимодействие и ритмичность работы всех подразделений строительных организаций. В них устанавливаются и в ходе выполнения контролируются такие конечные показатели, как прибыль, рост производительности труда. Для расчета этих показателей и ряда промежуточных (объема СМР, численности рабочих и затрат их труда) составляется план выполнения СМР по конструктивным элементам зданий и сооружений. За основу при его составлении принимаются календарные планы возведения объектов. Строительные организации, работающие в условиях рынка, отличаются как по внутренним параметрам (системы управления, оргструктуры, организационно- правовые формы и т.д.), так и по возводимым объектам. В данных ситуациях невозможно предусмотреть унифицированный план, который бы включал в себя все переменные, необходимые для оперативного планирования производства. Несмотря на это, существуют некоторые общие для всех оперативных планов моменты, которые должны быть отражены в них. Данный факт обусловлен целями существования строительных организаций, одной из которых является получение экономического результата от производственно-хозяйственной деятельности, т.е. прибыли. Именно поэтому оперативные планы должны отображать технико-экономические показатели, от которых непосредственно зависит получение прибыли (себестоимость, материалоемкость, производительность труда и т.д.).

Один из важнейших принципов рациональной организации любого строительства — обеспечение безопасных условий труда на производстве. При проектировании стройгенплана должны быть предусмотрены все основные мероприятия по охране труда (определение опасных зон, освещение строительной площадки, организация санитарно-гигиенического и бытового обслуживания работающих, разработка безопасных условий труда, исключая поражение электрическим током, и др.). В пояснительной записке ПОС или ППР указываются и другие мероприятия по технике безопасности с учетом местных условий строительства.

Переходя к вопросам организации и оценки конкурентоспособного производства, подчеркнем, что оно представляет собой сложный процесс взаимодействия факторов и методов производства, в результате которого производится продукция, удовлетворяющая потребности рынка. А это должно происходить в условиях непрерывного действия устойчивых тенденций, а именно:

- ускорения научно-технического прогресса;
- сокращения сроков смены изделий на рынке (жизненного цикла товара);
- ускорения темпов жизни, в частности как следствия непрерывного роста производительности труда;
- повышения избирательности спроса и роли послепродажного сервиса;
- повышения требований к качеству продукции, работ и услуг наряду с изменением состава свойств продукции, по которым потребитель оценивает ее качество, удовлетворяя свои потребности.

В этих условиях должен меняться подход:

к оценке конкурентоспособности продукции как главной характеристике конкурентоспособного производства;

организации конкурентоспособного производства [1].

Для оценки конкурентоспособности строительной организации можно использовать интегральный показатель, который позволяет определить конкурентоспособность путем суммирования факторов конкурентоспособности с учетом их весомости, определенной методом экспертных оценок:

$$Q_{п} = v_1 \times F_1 + v_2 \times F_2 + v_3 \times F_3 + \dots + v_n \times F_n,$$

где $Q_{п}$ — показатель конкурентоспособности строительного предприятия; $v_{1, 2, 3, \dots, n}$ — весомость фактора конкурентоспособности определенного методом экспертных оценок; $F_{1, 2, 3, \dots, n}$ — количественный показатель фактора, влияющий на конкурентоспособность строительного предприятия.

Для оценки конкурентоспособности строительного предприятия, образованного в результате слияния, можно использовать показатель, который позволяет учесть показатель конкурентоспособности каждого строительного предприятия, участвовавшего в процессе слияния:

$$Q_{п. \text{итог}} = Q_{п1} + Q_{п2} + \dots + Q_{пn},$$

где $Q_{п. \text{итог}}$ — итоговый показатель конкурентоспособности строительного предприятия, образованного в результате слияния; $Q_{п1, п2, пn}$ — показатель конкурентоспособности строительного предприятия № 1, 2, ..., n.

К достоинствам данной методики можно отнести:

простоту, доступность и легкость применения данной методики;

возможность применения данной методики в любом регионе, области Российской Федерации и за ее пределами;

возможность оценить конкурентоспособность строительного предприятия, образованного в результате слияния с предприятием строительного комплекса, и определить целесообразность данного слияния.

Обеспечение высокого технического уровня производства и конкурентоспособности продукции в условиях функционирования предприятия в рыночной и неустойчивой внешней среде должно быть связано с его стабильным развитием на основе высокой инновационной активности и ускорения сменяемости поколений выпускаемой продукции, гибкостью производства и постоянным совершенствованием систем управления производством. На практике это достигается построением такой системы управления, которая способна минимизировать издержки, формирующие продажные цены продукции, адекватно реагировать на изменения во внутренней и внешней среде, а при инновационной модели развития оптимизировать основные экономические и технические показатели, обеспечивая тем самым конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках [1].

Система управления конкурентоспособностью строительного предприятия должна учитывать организацию строительного производства, как важного фактора формирования конкурентоспособности. Необходимо отслеживать изменения показателей организации строительного производства, давать объективную оценку управления ими, учитывать влияние и изменение параметров внешней и внутренней среды, которые воздействуют на работу предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чурсин А.А. Управление конкурентоспособностью организации. М. : ФГУП «НТЦ «Информтехника» ; Редакция журнала «Оборонная техника», 2006. С. 166, 178.

© Панова О.И., 2008

Поступила в редакцию
в мае 2008 г.

УДК 691.328-41:666.9-048.25

Л.В. Постой

МОДИФИЦИРОВАНИЕ СЦП КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА С УЧЕТОМ ВЛАЖНОСТНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Изучен комплекс основных свойств стружечно-цементных плит, предложены аналитические зависимости, устанавливающие связь «состав — структура — свойства». Получен материал на основе древесины и портландцемента, более устойчивый к воздействию влаги, сохранивший вместе с тем прежние ценные качества.

The author studied the complex of basic properties of wood-chip cement boards, suggested analytical dependences which set the “composition — structure — properties” relation. Wood and Portland cement based material was obtained, which is more resistant to moisture influence, however possessing the same valuable properties.

Еще десять лет назад доля монолитного домостроения не превышала 5 % от общего объема строящегося жилья, остальные 95 % приходились на панельные и кирпичные дома. Сейчас во всем мире около 80 % жилья строится по технологии монолитного строительства. Можно предположить, что в ближайшее время и в России она станет наиболее распространенной.

Совершенствование опалубочных работ при возведении монолитных конструкций, а также связанная с этим возросшая потребность в опалубке становятся более актуальной темой в настоящее время.

Современный уровень строительства предъявляет высокие требования к материалам в части повышения теплозащиты и долговечности. Разработка композитов с улучшенными изоляционными свойствами и их широкое применение в строительстве в условиях строжайшей экономии теплоэнергетических ресурсов приобретают большое значение. Этим требованиям в большей степени отвечают древесные композиты на основе цемента. Структура СЦП позволяет ей сохранять отдельные ценные качества древесины, вместе с тем придает ей новые свойства, характерные для легких бетонов с минеральными заполнителями.

Стружечно-цементные плиты (СЦП) — это строительный материал, используемый преимущественно в качестве несъемной опалубки при монолитном строительстве, а также при реконструкции зданий и сооружений, в том числе в качестве утеплителя, звуко- и шумоизоляции. Основными составляющими СЦП являются органический заполнитель, он занимает до 90 % объема материала, и минеральное связующее — высокосортный цемент. В качестве органического заполнителя используют стружку, полученную из древесины хвойных пород.

Все более широкое распространение получает технология бетонирования в несъемной опалубке из стружечно-цементных плит. Такая конструкция отвечает всем требованиям по теплоизоляции, проста в монтаже. Но есть определенные трудности при оштукатуривании поверхности стен.

При нанесении отделочных слоев на поверхность конструкции стены на стыках щитов палубы происходит образование трещин. Это связано с появлением продольных и поперечных деформаций, возникающих вследствие

неравномерного изменения влажностного состояния СЦП по сечению при заливке опалубки бетоном, затем при нанесении отделочного слоя.

Стружечно-цементные плиты в составе ограждающих конструкции (как и в составе внутренних стен) в процессе их возведения неоднократно претерпевают влажностные изменения, что приводит к образованию трещин в уже готовом отделанном сооружении, причем как снаружи, так и внутри здания. И если снаружи можно применить различные навесные системы (фасады), то внутри здания это не всегда приемлемо по экономическим соображениям.

Регулирование влажностных деформаций позволит частично или полностью предотвратить образование трещин в отделочных покрытиях и преждевременное разрушение конструкций, выполненных с применением СЦП.

Стружечно-цементная плита состоит на 90 % из древесины. Древесина как капиллярно-пористое тело обладает значительным водопоглощением, увлажнение древесных частиц сопровождается их разбуханием, причем эта величина значительно отличается для поперечного и продольного направления волокон. При изменении влажности СЦП в пределах от 30 % (влажности, близкой равновесной) до абсолютно сухого состояния также происходит неравномерное изменение его объема, причем усушка в направлении прессования составляет до 2, а поперек — 0,5 %, что приводит к дополнительным напряжениям и влияет на деформативные свойства СЦП, вызывая некоторую анизотропию прочности [1].

С целью минимизации влажностных деформаций предложены способы модифицирования СЦП посредством введения различного рода добавок. Также разработаны основные положения оптимизации параметров технологического процесса производства СЦП с регулируемыми собственными деформациями, выявлены основные зависимости между показателями их качества.

Влияние добавок на различной химической основе, вводимых в смесь при изготовлении, фракционного состава заполнителя на формирование прочности СЦП, подверженность деформациям в процессе влажностных воздействий представлены на рис. 1—5.

Исследованы основные закономерности связи «технология — состав — структура — свойства», получены основные зависимости между прочностными и деформативными показателями качества, определены основы обеспечения трещиностойкости отделочных покрытий посредством регулирования рецептурно-технологических факторов.

При анализе данных графика (рис. 1) отмечена идентичность характера кривых, описывающих зависимость разбухания СЦП в направлении прессования при замачивании в течение 24 ч от начальной влажности плиты при различном древесно-цементном соотношении, в том числе СЦП, изготовленной с применением добавок. Сделан вывод о том, что наибольшую прочность имеет материал, в котором содержание древесины составляет 45...47 % по отношению к массе цемента (рис. 2—5).

Наименьшие деформации испытывает плита СЦП с добавкой суперпластификатора СП-1 при содержании древесного заполнителя в количестве 47 % по отношению к массе цемента, а также винилацетата Д51С.

На основании результатов проведенных исследований сделан вывод, что СЦП необходимо рассматривать как специфический легкий бетон, в котором

самопроизвольные влажностные деформации заполнителя (древесной стружки) и, как следствие, возникновение внутренних напряжений проявляются особенно сильно по сравнению с хорошо изученными материалами: арболитом и фибролитом.

На основании проведенных исследований можно утверждать, что пути повышения качества подобных материалов идентичны. Они зависят от степени уплотнения и плотности смеси, активности и химического состава вяжущего, оптимизации формы и размеров древесных частиц, повышения сцепления цементного камня с заполнителем, а также сближения показателей деформативности древесного заполнителя и цементного камня путем модифицирования последнего.

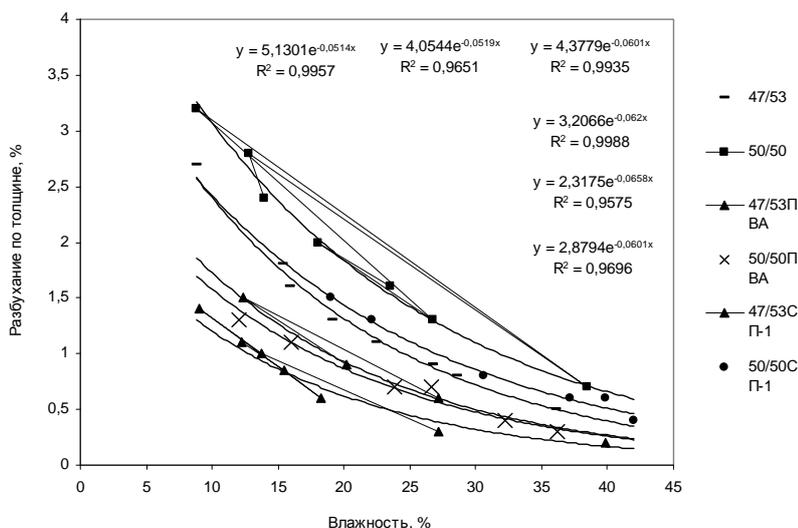


Рис. 1. Влияние добавок на величину разбухания СЦП при замачивании при различном древесно-цементном отношении

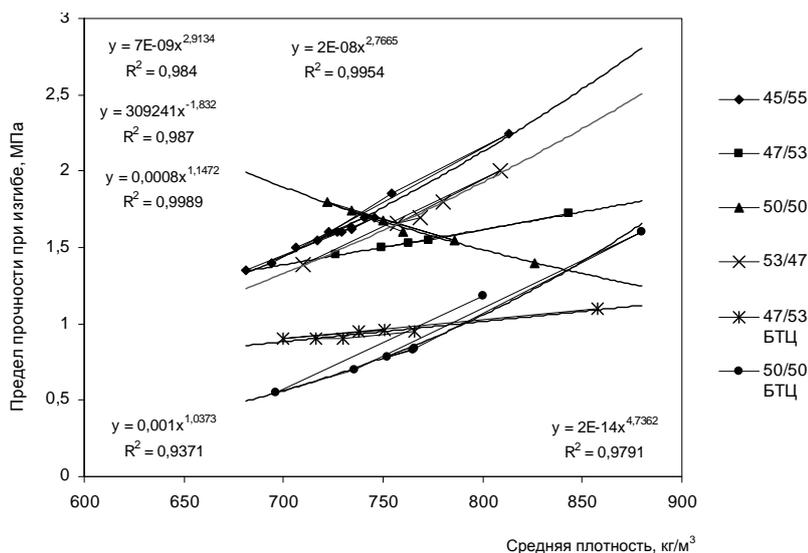


Рис. 2. Зависимость прочности СЦП при изгибе от плотности при различном соотношении Д/Ц

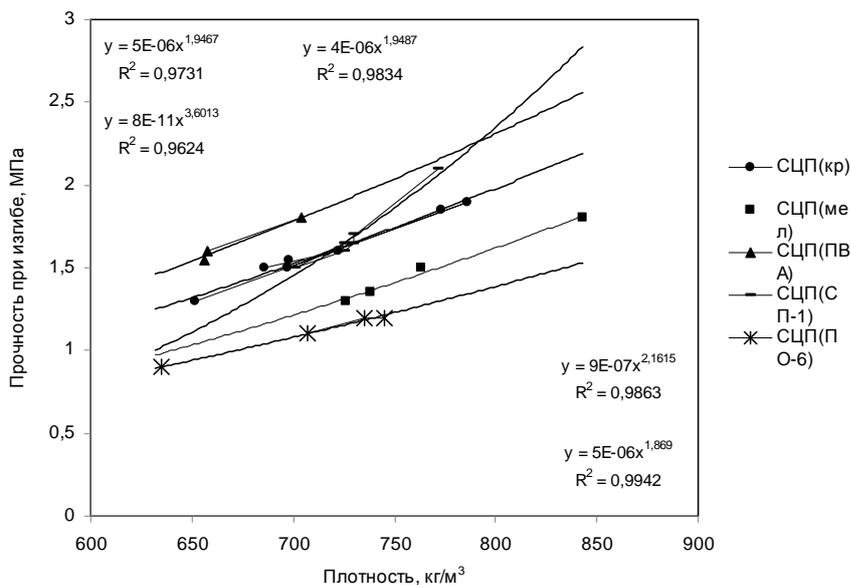


Рис. 3. Зависимость прочности СЦП при изгибе от плотности при использовании добавок, содержание Д/Ц 47/53

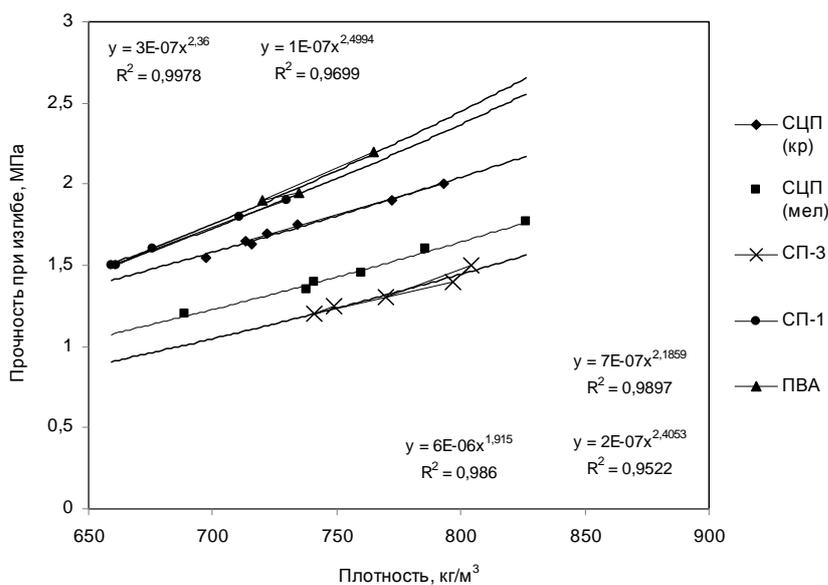


Рис. 4. Зависимость прочности СЦП при изгибе от плотности при использовании добавок, содержание Д/Ц 50/50

Выявлено, что для получения СЦП более высокой прочности без изменения расхода цемента и менее подверженной влажностным деформациям предложен состав комплексной добавки, включающий жидкое стекло натриевое (48...50%-й концентрации, 2,5...3,2 % от массы цемента), ускоритель твердения — сульфат алюминия (1,5... 1,8 % от массы цемента), суперпластификатор — СП-1 (0,6...0,8 % от массы цемента). Также увеличить проч-

ность и уменьшить разбухание позволяет введение поливинилацетатной дисперсии Д51С в количестве 10...12 % от массы цемента.

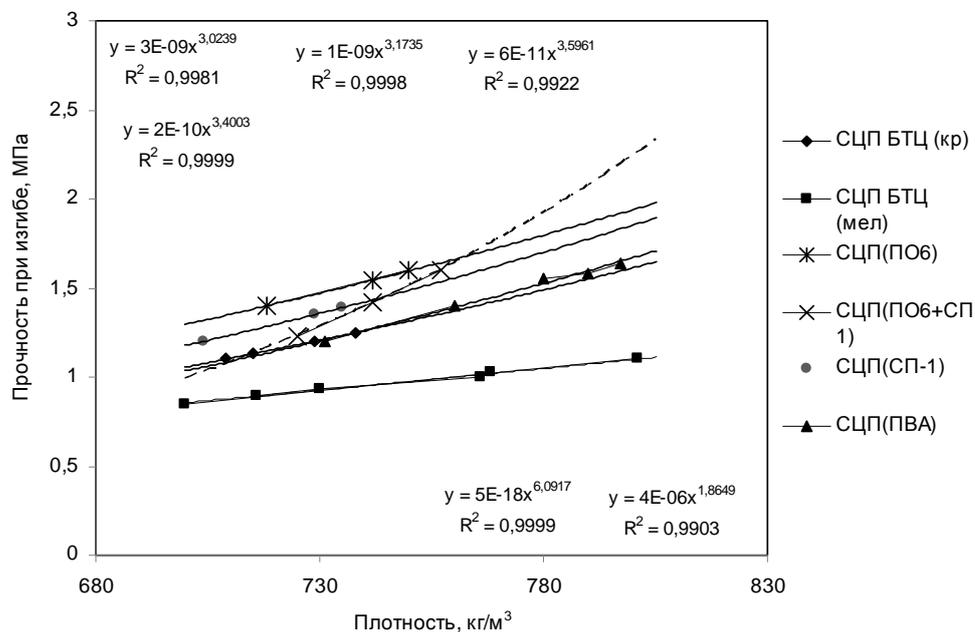


Рис. 5. Зависимость прочности СЦП при изгибе от плотности при использовании добавок, содержание Д/БТЦ 47/53

Предложены к применению разработки параметров технологического процесса изготовления СЦП с заданными свойствами, где масса древесного заполнителя по отношению к цементному вяжущему составляет 43...47 % и 53...55 %. При соотношении Д/Ц, равном 50/50 %, система нестабильна, и готовый материал не всегда соответствует заданным параметрам при производстве.

Изученный комплекс основных свойств стружечноцементных плит и предложенные аналитические зависимости, устанавливающие связь «состав — структура — свойства», позволили получить материал на основе древесины и портландцемента, более устойчивый к воздействию влаги, вместе с тем сохранивший все прежние ценные качества. Результаты исследований используются в промышленном изготовлении СЦП.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Наназашвили И.Х.* Строительные материалы из древесно-цементной композиции. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Строиздат, 1990. 415 с.: ил.

© *Постой Л.В.*, 2008

Поступила в редакцию в июне 2008 г.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 625.855.3

Н.С. Ковалев, Я.А. Быкова

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С БИТУМОМ

Методом инфракрасной спектроскопии исследованы процессы взаимодействия шлаковых материалов с битумом: на границе раздела фаз битум — шлаковый материал происходят хемоадсорбционные процессы, в которых принимают участие химические, ион-дипольные и водородные связи. Растровой электронной микроскопией доказано, что под влиянием атмосферной влаги происходит модификация поверхности шлакового стекла с возникновением новообразований, усиливающих влияние на составляющие адгезии к битуму. Показано влияние электронной, молекулярной и диффузной адгезии на стабильность свойств асфальтобетона из шлаковых материалов и их долговечность под воздействием атмосферных факторов.

Processes of interaction between slag material and bitumen were examined by infrared spectroscopy method. Chemo-adsorption processes, in which chemical, ion-dipole and oxygen bonds take place, are on the phase bonds of bitumen slag material. Under atmosphere moisture effect there is slag glass surface modification with new forcing bitumen influence on adhesion components. It is shown electronic molecular and their durability accordingly to atmospheric factors.

Структурно-механические свойства асфальтобетонных материалов и их поведение в конструктивных слоях дорожных одежд определяются прочностью сцепления битума с поверхностью минерального материала и свойствами тонких слоев битума на минеральных материалах. Поэтому взаимодействие минеральных и органических материалов считается важнейшим элементом структурообразования в асфальтовом бетоне [1], а выявление природы сил, ответственных за адгезионную прочность сцепления органических вяжущих и минеральных материалов, является первостепенной задачей, от решения которой зависит долговечность асфальтобетонных покрытий и эффективность направленного структурообразования.

При взаимодействии шлаковых материалов с битумом на границе раздела фаз битум — минеральный материал происходят хемоадсорбционные процессы. Одним из методов для оценки интенсивности взаимодействия шлакового материала с битумом нами принят метод инфракрасной спектроскопии. Этот метод позволяет оценить степень взаимодействия шлакового материала с битумом, а также интенсивность процессов старения битума в асфальтобетонных смесях, минеральная часть которых состоит из одного шлака [2].

При изучении сложных систем, какими являются асфальтобетонные материалы, во многих случаях не представляется возможным решить проблему

физико-химического взаимодействия в полном объеме [3], поэтому часто пользуются понятиями о характеристических полосах [4] или групповых характеристических частотах [5], с помощью которых можно решать вопросы межмолекулярного взаимодействия и анализировать природу связей.

В шлаковых материалах есть наличие стеклофазы. Согласно [6] поверхность шлакового стекла схематически можно изобразить так, как показано на рис. 1.

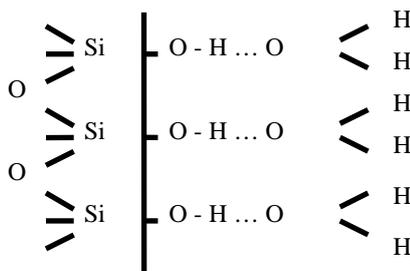


Рис. 1

Учитывая эти особенности, следует ожидать, что высокой адгезией к стеклу будут обладать материалы, содержащие гидроксильные, карбоксильные и другие полярные группы, способные к образованию водородных связей с поверхностными гидроксильными группами, а также к ион-дипольному и химическому взаимодействию [7].

Нами были проведены исследования физико-химического взаимодействия гранулированного доменного шлака с битумом. На рис. 1 приведены инфракрасные спектры поглощения гранулированного доменного шлака, шлакового и шлакопемзового песков Новолипецкого металлургического комбината, битума марки БНД 90/130 и их смесей.

Анализируя инфракрасные спектры исходных шлаковых материалов по областям поглощения, установили:

1) в области частот $3720...3500\text{ см}^{-1}$ обнаруживается полоса поглощения, соответствующая свободным колебаниям гидроксильных групп [6]. Интенсивность ее (полосы поглощения) возрастает в последовательности: гранулированный доменный шлак → шлакопемзовый песок → шлаковый песок. Это явление, по всей видимости, связано с высокой гидравлической активностью гранулированного доменного шлака, в котором интенсивно происходят процессы гидролиза и гидратации. Наличие стеклофазы определяет гидравлическую активность шлаковых материалов. Из рассмотренных нами шлаковых материалов наиболее активными являются гранулированные доменные шлаки, а наименее активными — шлаковые пески;

2) слабая полоса поглощения в области 1640 см^{-1} , обусловленная деформационными колебаниями ОН [6], свидетельствует о наличии физически сильносвязанной воды (кристаллогидратной воды), слой которой практически одинаковый на всех шлаковых материалах. По данным [6], слой сорбированной влаги достигает толщины сотен ангстрем и удаляется с поверхности материала с большим трудом в вакууме при температурах $400...500\text{ °C}$;

3) в области $1340...700\text{ см}^{-1}$ наблюдается сильное поглощение, обусловленное валентными колебаниями $\text{Si} - \text{O}$ и $\text{Al} - \text{O}$ связей и валентными колебаниями ионов кальция и магния [4];

4) поглощение в области 1160 см^{-1} связано, по всей видимости, с деформационными колебаниями иона $(\text{H}_3\text{O})^+$ в геле кремнезема [4].

Анализ инфракрасного спектра битума БНД 90/130 (рис. 2) и сопоставление волновых чисел позволяет установить:

1) поглощение в области $3570...3200\text{ см}^{-1}$ свидетельствует о наличии гидроксильной группы [5]. Форма полосы поглощения свидетельствует о полимерной ассоциации с образованием водородных связей [8];

2) поглощение в области 1950 см^{-1} относится к карбоксильной группе [9];

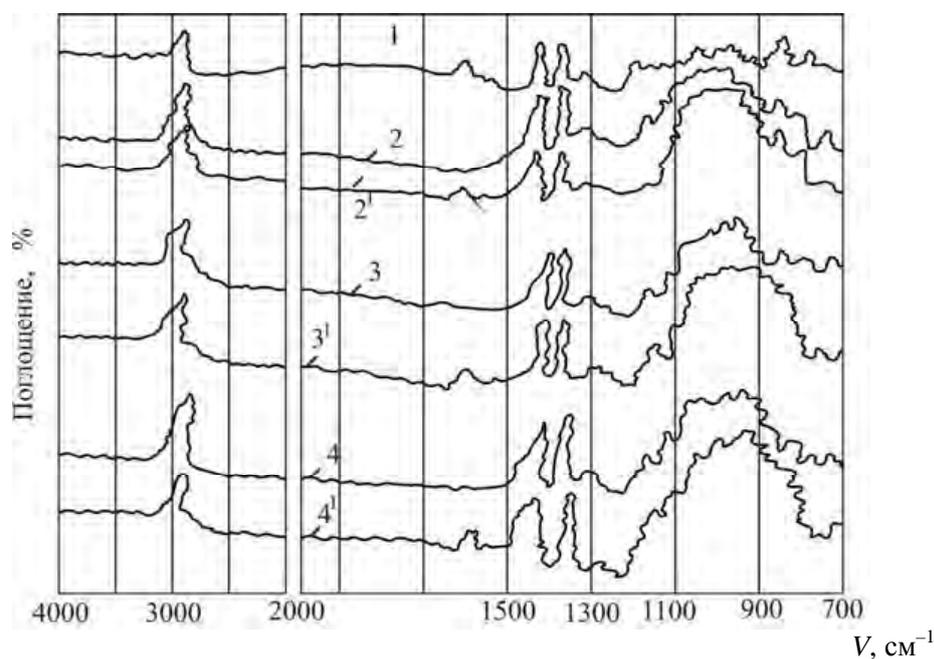


Рис. 2. Инфракрасные спектры поглощения битума марки БНД 90/130, гранулированного шлака и его смеси с битумом: 1 — битум марки БНД 90/130; 2, 3, 4 — соответственно гранулированный доменный шлак, шлакопемзовый и шлаковый пески; 2', 3', 4' — соответственно их смеси с битумом

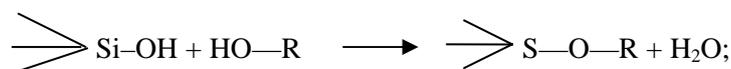
3) наличие ароматических соединений и связей типа $—\text{C}=\text{C}—$ характеризуется полосой поглощения в области 1601 см^{-1} [5];

4) углеводородные соединения $—\text{C}—\text{H}$ характеризуются поглощением в областях $1250...900\text{ см}^{-1}$.

Анализ инфракрасных спектров поглощения смеси гранулированного доменного шлака и битума, приготовленного при температуре $130\text{ }^\circ\text{C}$, позволил установить:

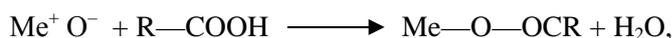
1) в области 3720 см^{-1} уменьшается полоса поглощения, характеризующая свободные колебания гидроксильных групп. Учитывая, что на поверхности гранулированного доменного шлака имеются свободные гидроксильные

группы, можно предположить, что битум взаимодействует со шлаковым материалом по схеме [6]



2) интенсивность полосы поглощения в области колебаний ароматических соединений 1601 см^{-1} не изменяет своей величины, что свидетельствует об отсутствии интенсивного старения битума;

3) сужение и смещение полос в области $1200 \dots 800 \text{ см}^{-1}$ свидетельствует о сильном физико-химическом взаимодействии между шлаковыми материалами и битумом по схеме [6]



а также возможно взаимодействие по схеме $\text{Me}^+ \text{O} \cdots \text{H}^+ \text{OCOR}$ с образованием ион-дипольного типа связей [6].

Таким образом, с помощью метода молекулярной спектроскопии установлено, что в образовании адгезионных связей в битумо-минеральных смесях на основе гранулированного доменного шлака участвуют химические связи типа $\begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{Si-O-R}$, ион-дипольные связи типа $\text{Me}^+ \text{O} \cdots \text{H}^+ \text{OCOR}$ и водородные связи типа $\text{Si-OH} \cdots \text{HCOOR}$.

Образование органо-минеральных соединений типа M-O-OCR , которые нерастворимы в воде, ведет к созданию структурно-механического барьера, который в асфальтобетоне из шлаковых материалов оказывает экранирующее действие, снижая избирательную фильтрацию компонентов битума в поры минерального материала [1]. Кремнийорганические соединения типа $\begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{S-O-R}$ придают материалам гидрофобные свойства и тем самым способствуют повышению их водо- и морозостойкости. Исследования, проведенные Д.И. Гегелия и Л.Б. Гезенцевем [10], позволили установить, что при применении кремнийорганических соединений типа ГКЖ-94 М коэффициент морозостойкости увеличился с 0,12 до 0,56 при применении в качестве минерального порошка гидрофобизированного суглинка.

Следует заметить, что водородные связи типа $\text{Si-O-H} \cdots \text{H-COOR}$ значительно превосходят по величине силы ван-дер-ваальсова взаимодействия [11]. Образование водородных связей сопровождается возникновением двойного электрического слоя [12]. Электростатические силы носят дальнедействующий характер и при снятии нагрузки это приводит к самозалечиванию трещин.

Особенностью стеклофазы шлаковых материалов является резкое различие в структуре и химическом составе основной массы стекла и поверхностного слоя. Это связано с тем, что поверхность стекла в атмосферных условиях сразу же после ее образования подвергается изменениям, в результате которых возникает поверхностный слой, отличающийся по химическому составу и физическим свойствам от остальной массы стекла.

Исследования при помощи растрового сканирующего электронного микроскопа (рис. 2, а и б) позволили установить, что под влиянием атмосферной влаги происходит модификация поверхности шлакового стекла с возникновением новообразований. Подобные пленки, образованные преимущественно кремнеземом, окислами кальция и магния, обладают значительной адсорбци-

онной способностью. Последнее обстоятельство свидетельствует о пористом строении поверхностного слоя стекла.

Свойства поверхностных пленок исследовались И.В. Гребенщиковым [13]. Установлено, что при соприкосновении стекла с водой или ее парами на поверхности в результате гидролиза щелочных и щелочноземельных силикатов образуется кремнеземная пленка. Как уже отмечалось выше, это приводит при взаимодействии с битумом к образованию химических, водородных и ван-дер-ваальсовых связей.

При анализе взаимодействия шлаковых материалов с битумом и образования прочных адгезионных связей между ними следует учитывать и диффузию компонентов, а также, что особенно важно, «макромолекул» битума в поры шлакового материала и в поры поверхностного слоя стеклофазы.

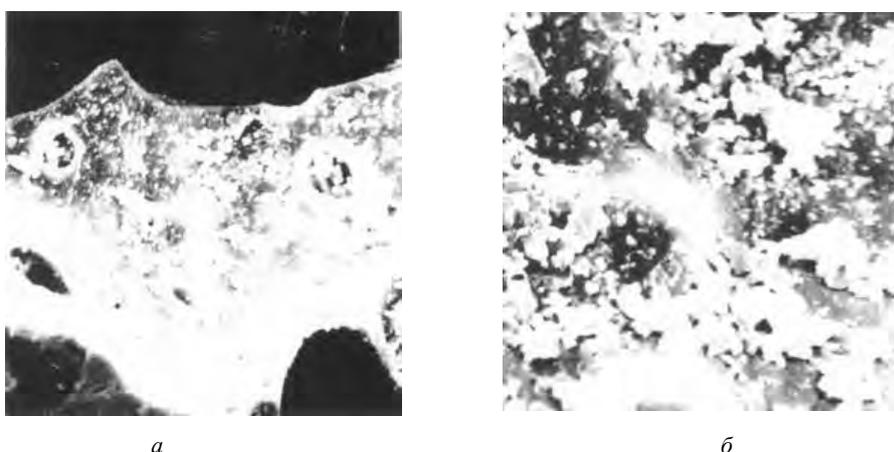


Рис. 2. Влияние атмосферной влаги на модификацию поверхности шлакового стекла, масштаб, мкм: *a* — 3; *б* — 1

При неспецифической диффузии отдельных компонентов битума (мальтеновой части) смолы и асфальтены адсорбируются на поверхности шлакового материала [1]. При этом поверхностный слой обогащается смолами и асфальтенами. До сих пор предполагалось [12], что между жидкостью в сольватном слое и объемной жидкостью имеется более или менее резкая граница, однако проведенные исследования [14] свидетельствуют о том, что между жидкостью в сольватном слое и объемом существует переходная зона — «подплавленный» слой с повышенной подвижностью по сравнению с объемной жидкостью. Можно предположить, что этот «подплавленный» слой образован в асфальтобетоне из шлаковых материалов мальтеновой частью (маслами), так как их вязкость значительно ниже вязкости битума, и вследствие этого — повышенную деформативную способность при отрицательных температурах.

Принимая неспецифическую диффузию как один из факторов повышения деформативной способности, следует учитывать также диффузию битума в поры шлакового материала. В этом случае получаемая система битум — шлаковый материал обладает стабильностью к воздействию окружающей среды вследствие армирования шлакового материала битумом.

Резюмируя вышеизложенное, можно полагать, что на адгезионную прочность асфальтобетона из шлаковых материалов оказывают влияние силы:

1) электронной адгезии. Электростатические силы имеют значительно больший радиус действия по сравнению с ван-дер-ваальсовыми взаимодействиями и тем более по сравнению с химическими силами [11]. Дальнедействующий характер электростатических сил особенно важен потому, что может приводить после снятия нагрузки к самозалечиванию возникающих микротрещин, т.е. усталостная прочность материала повышается, если адгезия обусловлена электростатическими силами;

2) молекулярной адгезии, обусловленной силами химических (ионных и ковалентных связей), водородных и ван-дер-ваальсовых (дисперсионных, ориентационных и индукционных) взаимодействий;

3) диффузной адгезии, обусловленной цепочечным строением битума и гибкостью его элементов. Большое влияние на адгезионную прочность оказывает как неспецифическая диффузия (диффузия отдельных компонентов битума в поры шлакового материала), так и специфическая диффузия (диффузия макромолекул битума или его сегментов в поры шлаковых материалов). Силы диффузной адгезии наряду с силами адсорбционной и электрической адгезии оказывают большое влияние на стабильность свойств асфальтобетона из шлаковых материалов и их долговечность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гезенцевей Л.Б.* Асфальтовый бетон из активированных минеральных материалов. М. : Изд-во литературы по строительству, 1971.
2. *Горельшьева Л.А.* Инфракрасная спектроскопия в исследовании битумов / Л.А. Горельшьева, И.М. Руденская // Труды СоюздорНИИ. 1970. Вып. 46. С. 143—150.
3. *Лазарев А.Н.* Колебательные спектры и строение силикатов. Л. : Наука, 1968.
4. *Наканиси К.* Инфракрасные спектры и строение органических соединений. М. : Мир, 1965.
5. Применение спектроскопии в химии / под ред. В. Веста. М. : ИЛ, 1959.
6. *Берлин А.А.* Основы адгезии полимеров / А.А. Берлин, В.Е. Басин. М. : Химия, 1969.
7. *Куртц П.Ю.* Склеивание стекла со стеклом, фарфором и металлами. Л. : ДНТП, 1960.
8. *Плюсина И.И.* Инфракрасные спектры силикатов. М., 1967.
9. *Белами Л.* Инфракрасные спектры сложных молекул. М., 1963.
10. *Гегелия И.Д.* Улучшение свойств асфальтобетона кремнийорганическими соединениями / И.Д. Гегелия, Л.Б. Гезенцевей // Труды СоюздорНИИ. 1972. Вып. 56. С. 89—94.
11. Адгезия полимеров. М. : Изд-во АН СССР, 1963. С. 61.
12. *Дерягин В.Б.* Адгезия / В.Б. Дерягин, Н.А. Кротова. М. : Изд-во АН СССР, 1949.
13. *Гребенчиков И.В.* Просветление оптики / ГТТИ. 1946.
14. *Бондаренко Н.Ф.* Соотношение между сдвиговой прочностью жидкостей в объеме и граничных слоях / Н.Ф. Бондаренко, С.В. Нерпин // Поверхностные силы в тонких пленках и дисперсных системах. М. : Наука, 1972. С. 281—289.

© Ковалев Н.С., Быкова Я.А., 2008

Поступила в редакцию
в мае 2008 г.

УДК 665.775: 625.855.5 (043.3)

С.И. Романов, А.И. Лескин, Б.Г. Печеный

СОВРЕМЕННЫЙ ВЫБОР ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕГЛАМЕНТА ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ОКИСЛЕННОГО НЕФТЯНОГО ДОРОЖНОГО БИТУМА НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДАХ

Обоснован оптимальный температурный режим получения нефтяного дорожного битума, обеспечивающий повышенные значения полярности, сцепления с минеральным материалом и термоокислительную устойчивость к старению вяжущего.

This paper proves the optimal temperature conditions for the oil road asphalt securing increased values of polarity, contact with mineral material and thermal-oxidative stability of bitumen to ageing.

Существует фактическое противоречие интересов между производителями и потребителями нефтяного дорожного битума. Производители заинтересованы в максимальной реализации битума, свойства которого соответствуют ГОСТ 22245—90, а дорожники — в получении битума повышенного качества, которое может быть достигнуто окислением битумного сырья при пониженной температуре, приводящей к значительному снижению производительности нефтебитумных установок.

В 1956 г. IV Международным нефтяным конгрессом температура 250 °С была принята как оптимальная для производства окисленного битума из сырья продувкой через него воздуха [1]. Этот температурный регламент действует и в настоящее время, несмотря на современные доказательства целесообразности снижения температуры до 200...220 °С. А.Н. Бодан [2, 3] и Д.А. Розенталь [4] достаточно убедительно показали отличительные особенности процессов получения окисленных битумов при понижении температуры окисления, характеризующиеся меньшим выделением газовой фазы, несколько большим выходом битума из сырья, при этом улучшается экологический фактор, но существенно замедляется процесс получения битума. Такой битум обладает лучшим сцеплением с минеральным материалом, поскольку содержит повышенное количество кислородсодержащих функциональных групп; наряду с этим отмечена его лучшая термическая и термоокислительная стабильность.

Сопоставление свойств битумов, полученных окислением битумного сырья кислородом воздуха при температурах 250, 220, 200 °С, свидетельствует о преимуществах низкотемпературного регламента [5—13], обеспечивающего повышенные значения полярности, сцепления с минеральным материалом, термоокислительной устойчивости. Оценка старения битума БНД 60/90 по времени выдержки при 160 °С до хрупкого состояния показала увеличение времени в 1,75 раза для битума, полученного в режиме 200 °С, по сравнению с режимом 250 °С [6], при этом стандартизированные свойства по ГОСТ 22245—90 не имели различий, что свидетельствует о несовершенстве отмеченного стандарта.

Аналогичные результаты и зарегистрированная повышенная полярность получены при испытании битумов БНД 60/90 Волгоградского нефтеперерабатывающего завода при соблюдении температурных регламентов 250 и

220 °С [8, 9, 12]. При этом были выполнены дополнительные испытания дисперсности битумов, парамагнетизма, полярности, изменения предельного напряжения сдвига при прогреве, свойств асфальтобетонов на отмеченных вяжущих (рис. 1—4, табл.), подтвердившие преимущества битума низкотемпературного окисления.

Ранее было зарегистрировано повышение концентрации свободных радикалов у битума данной марки высокотемпературного окисления по сравнению с низкотемпературным [5]. Интенсивность старения битума напрямую связана с концентрацией в нем свободных радикалов, которые являются инициаторами химических реакций, приводящих к старению вяжущего в асфальтобетоне.

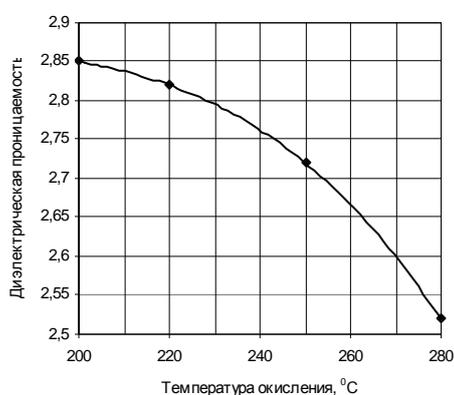


Рис. 1. Влияние температуры окисления сырья на диэлектрическую проницаемость битумов

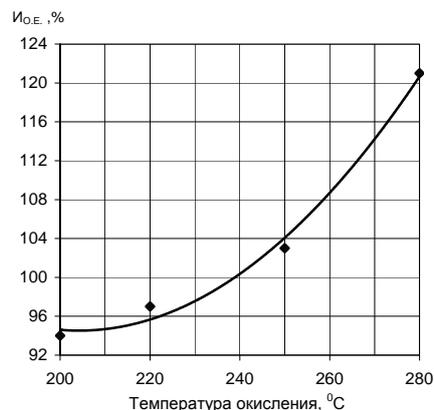


Рис. 2. Влияние температуры окисления сырья на изменение интенсивности парамагнитного поглощения И_{О.Е.}, %

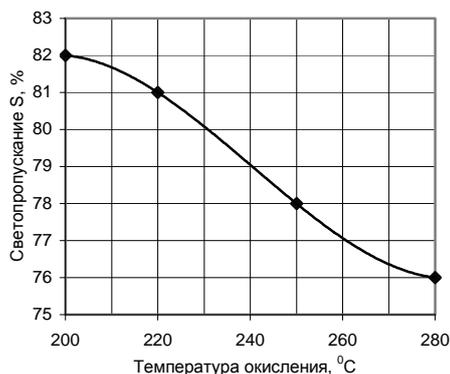


Рис. 3. Влияние температуры окисления сырья на изменение косвенного показателя дисперсности битумов

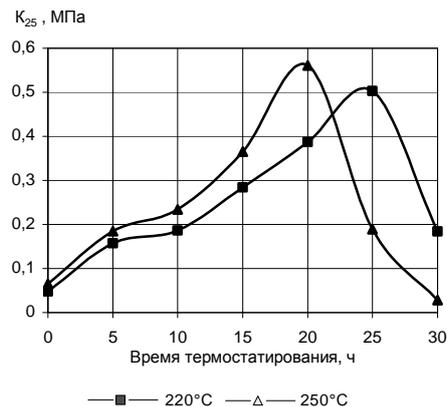


Рис. 4. Изменение предельного напряжения сдвига К₂₅, при термоокислительном воздействии на образцы битумов при t=160 °С

*Физико-механические свойства асфальтобетонов, приготовленных
на битумах, полученных промышленным окислением сырья
при температурах 220 и 250 °С*

Наименование показателей	Асфальтобетон на битуме, полученном окислением сырья при температуре, °С	
	220	250
Плотность, г/см ³	2,41	2,40
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре, °С:		
20	4,27	3,24
50	2,04	1,48
0	8,23	9,35
Коэффициент водостойкости	0,99	0,84
Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении	0,89	0,76
Водонасыщение, %	1,58	2,31
Набухание, %	0,10	0,34
Коэффициент внутреннего трения	0,86	0,82
Сцепление при сдвиге, при температуре 50 °С	0,61	0,42
Предел прочности на растяжение при расколе, при температуре 0 °С	3,84	4,22

Построенные опытные участки асфальтобетонных покрытий и расчет технико-экономической эффективности [12] использования в дорожном строительстве битума БНД 60/90 при снижении температуры окисления с 250 до 220 °С, вызывающем как минимум увеличение в 1,5 раза срока службы асфальтобетонных дорожных покрытий, позволят экономить не менее 23 р. на м² дорожного покрытия при 15%-м увеличении отпускной стоимости битума за счет потери производительности нефтебитумных установок. В целом дорожное строительство России сможет обеспечить народно-хозяйственную экономию нескольких миллиардов рублей за счет продления срока службы вновь строящихся асфальтобетонных покрытий.

Решение вопроса сбалансированности производства и потребления высококачественного дорожного битума следует ожидать на основе постановления правительства о монтаже дополнительных нефтебитумных установок на нефтеперерабатывающих заводах и при введении предложенного температурного регламента производства окисленного нефтяного битума [13].

Недавно разработана новая технология в нефтепереработке, основанная на обменном резонансном взаимодействии (ОРВ), ускоряющем процесс окисления битумного сырья в битум. Сущность технологии ОРВ заключается в регистрации частотных электромагнитных спектров молекул окисляемого битумного сырья при последующей модуляции спектров и сверхслабом резонансном воздействии на окисляемую массу тем же частотным промодулированным спектром. По данным разработчиков этой технологии достигается эффект производства высококачественного битума при пониженной температуре окисления без снижения производительности нефтебитумных установок [14]. Достоинства ОРВ-технологии имеются, но фактически не выявлен оптимальный режим, позволяющий добиться снижения температуры окисления

до максимально возможного предела, а именно с 250 до 220 °С, при соответствующем улучшении свойств получаемого битума.

Следует рекомендовать применение ОРВ на заводских битумных установках при соответствующей обработке наиболее эффективного для данного сырья технологического регламента, способствующего максимальной термоокислительной устойчивости и наилучшим низкотемпературным свойствам получаемого дорожного битума.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гоппель Д.М.* Основы производства окисленных битумов / Д.М. Гоппель, Д. Кнотнерус // IV Международный нефтяной конгресс. Технология переработки нефти и сланцев. 1956. Т. 4. С. 432—443.
2. *Бодан А.Н.* Некоторые пути интенсификации процесса окисления гудронов с целью получения битумов : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Киев, 1963. 23 с.
3. *Бодан А.Н.* Роль температуры в процессе получения окисленных битумов // Труды СоюздорНИИ. Вып. 46. 1970. С. 48—54.
4. *Розенталь Д.А.* Изучение процесса образования битумов при окислении : автореф. дис. ... д-ра. техн. наук. 1972. 53 с.
5. *Романов С.И.* Связь между парамагнитной характеристикой битумов и их термоокислительной устойчивостью // Труды СоюздорНИИ. Вып. 87. 1976. С. 83—89.
6. Описание изобретения. SU 1214720 А, М. Кл.³ С 10 С 3/04. Способ получения дорожного битума / В.Я. Фарберов, В.П. Лаврухин. СССР, 1984.
7. *Печеный Б.Г.* Битумы и битумные композиции. М., 1990. С. 124—127.
8. *Романов С.И.* Получение битума с повышенным сопротивлением старению // Автомобильные дороги. 1993. № 4. С. 16—17.
9. *Романов С.И.* Влияние температуры окисления на устойчивость дорожных битумов / С.И. Романов, Г.В. Легкодимова, С.В. Казначеев // Химия и технология топлив и масел. 1993. № 6. С. 17—18.
10. Целесообразность дополнительной стандартизации битумов / С.И. Романов, Г.А. Грамматиков, А.И. Лескин, С.А. Пронин // Наука и техника в дорожной отрасли. 2003. № 1. С. 21—22.
11. Влияние режимов производства и механоактивации нефтяного битума на его свойства / С.И. Романов, Ю.А. Рябикин, С.А. Пронин, О.В. Зашквара и др. // III Международный симпозиум «Физика и химия углеродных материалов. Нанотехнология», г. Алматы, 2004. С. 200—202.
12. *Лескин А.И.* Улучшение качества дорожного вязкого нефтяного битума на стадии его производства при снижении температуры окисления : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Волгоград, 2006. 18 с.
13. *Романов С.И.* Качество битума // Российский дорожник. 2007. № 3(314).
14. *Китаев Ю.Н.* Энергосберегающая технология производства битума / Ю.Н. Китаев, А.М. Ильинцев // Российский Дорожник. 2007. № 22(333).

© Романов С.И., Лескин А.И., Печеный Б.Г., 2008

Поступила в редакцию
в апреле 2008 г.

УДК 625.855.31/32

С.М. Евтеева

РЕГЕНЕРИРОВАННЫЙ АСФАЛЬТ С ДИСПЕРСНЫМ СЛАНЦЕВЫМ БИТУМОМ

Приведено описание разработанной в СГТУ технологии холодной регенерации асфальта с дисперсным сланцевым битумом. Выявлены особенности процессов структурообразования в регенерированном асфальте. Сделан вывод о целесообразности использования получаемых асфальтов для строительства покрытий и оснований автомобильных дорог.

The cold regeneration of asphalt on slate dispersed bitumen is the effective direction of further development technology of asphalt on dispersed bitumen, made in SSTU. The processes of formation inside regenerated asphalt have some peculiarity. Road-technical properties permit to recommend this method for pavement base construction on the highways

В условиях интенсивного развития дорожного строительства регенерация асфальта приобретает все большее значение в качестве технически предпочтительного способа использования старых асфальтовых покрытий.

В настоящее время наиболее широко применяется регенерация асфальта горячим способом, обладающая рядом существенных недостатков: повышенный расход энергии, загрязнение окружающей среды, необходимость специального оборудования и др.

Альтернативная холодная регенерация, основанная, в частности, на применении битумных эмульсий, приготавливаемых с использованием дефицитных, нередко приобретаемых за рубежом поверхностноактивных эмульгаторов, существенно удорожает производство асфальтов.

Для регенерации асфальтов используют нефтяные дорожные битумы, объемы производства которых с годами неуклонно сокращаются. В связи с этим возникает необходимость внедрения в практику дорожного строительства альтернативных органических вяжущих, одним из которых являются сланцевые битумы.

Проблемы энергетики требуют освоения и разработки месторождений горючих сланцев, запасы которых исчисляются миллиардами тонн [1], что в нефтяном эквиваленте в несколько раз превышает потенциальные запасы нефти и газа в России [2].

В 1983 г. Государственный комитет СССР по науке и технике принял решение о необходимости увеличения объемов добычи горючих сланцев с целью получения чистых энергоносителей [3]. С учетом этого в Саратовском государственном техническом университете (СГТУ) была разработана комплексная научно-техническая программа «Сланцы Поволжья» [4], в соответствии с которой предусматривалась безотходная технология переработки горючих сланцев и применения неизбежно получающихся при этом в больших количествах побочных продуктов, в частности, сланцевых смол (битумов). Сланцеперерабатывающее предприятие производительностью в 1 млн т карьерного сланца в год позволяет получать до 80 тыс. т дорожного сланцевого битума [5].

Изложенное свидетельствует о назревающей необходимости и целесообразности применения сланцевых битумов в дорожном строительстве, и, в частности, для регенерации асфальтов.

Сланцевые битумы по химическому составу отличаются от нефтяных большим содержанием кислородных соединений (фенолы, кислоты, альдегиды, кетоны и др.), определяющих их реакционную способность и высокую поверхностную активность, обеспечивающую хорошую адгезию к минеральным материалам. Однако, им присущи недостатки, к которым относятся меньший интервал пластичности, повышенная водорастворимость, большая скорость старения. Высокая токсичность и пожароопасность сланцевых битумов затрудняет работу с ними при производстве асфальтов по традиционной горячей технологии. Кроме того, на вязком сланцевом битуме получают эмульсии, неустойчивые при хранении. Уже на другой день после изготовления они расслаиваются, битум выпадает в осадок. Битумные сланцевые эмульсии на твердых эмульгаторах получают только с высокогидрофильными минеральными порошками (глина, асбест, суглинок) [6].

В СГТУ разработана эффективная технология производства и применения холодной регенерированной асфальтовой смеси с дисперсным сланцевым битумом, которая может быть реализована с помощью имеющегося серийно выпускаемого оборудования, машин и механизмов. Отличительной особенностью предложенного способа регенерации является образование в процессе перемешивания в объеме асфальтовой смеси прямой медленнораспадающейся битумной эмульсии на твердом эмульгаторе, роль которого могут выполнять обычно применяемые минеральные порошки. Практическое применение результатов исследований способствует решению острых социальных проблем и, по сравнению с горячей технологией, имеет ряд значимых достоинств: энергосбережение, так как отпадает необходимость в высушивании и нагреве минеральных составляющих; ресурсосбережение, за счет исключения из технологической линии сушильного барабана, форсунки, топочного хозяйства, пылеуловительной установки, грохота, необходимости их обслуживания, снижения металлоемкости завода и др.; экологическая безопасность, так как, благодаря холодному и влажному приготовлению смесей, исключается выброс в атмосферу пыли, окислов азота, серы, углерода, канцерогенных углеводородов и др.

Процессы структурообразования в регенерированном асфальте с дисперсным сланцевым битумом рассмотрены с привлечением представлений термодинамики как изменение суммарной поверхностной энергии системы. В отличие от горячей регенерации (где все процессы в основном заканчиваются на стадии перемешивания), формирование структуры регенерированного асфальта с дисперсным сланцевым битумом в момент объединения всех составляющих только начинается, а заканчивается в покрытии, в процессе его эксплуатации. Регенерированная асфальтовая смесь представляет собой гетерогенную необратимую систему открытого типа, протекающие в ней процессы происходят в направлении уменьшения суммарной избыточной поверхностной энергии, достижения устойчивого равновесия. Скорость протекания этих процессов обуславливается составом, свойствами, температурами исходных материалов, погодными условиями (солнце, ветер, температура воздуха и др.).

Теоретический анализ процессов структурообразования в регенерированном асфальте с дисперсным сланцевым битумом (смачивание и растекание, диспергирование и стабилизация сланцевого битума, обращение фаз,

формирование битумной пленки, адгезия и др.), позволил установить, что наличие в сланцевом битуме большого количества поверхностноактивных веществ (фенолы, карбоновые кислоты и др.) обеспечивает улучшение адгезии органического вяжущего к поверхности минеральных материалов, более быстрому переходу битума в пленочное состояние, что в конечном итоге способствует сокращению сроков формирования структуры асфальта по сравнению с регенерированным асфальтом на нефтяном битуме. Пределом формирования структуры, как и в регенерированном асфальте горячего приготовления, является образование бинарной системы «битум — минеральные составляющие».

Для выполнения экспериментальных исследований были получены три марки сланцевого битума из сланцевого масла марки С-2 на разработанной и сконструированной в СГТУ лабораторной окислительной установке при температуре 180 °С и скорости прохождения воздуха 15 л/мин. При выбранном технологическом режиме для получения битумов марок БСД 201/300, БСД 131/200 и БСД 91/130 потребовалось 140, 157 и 164 ч соответственно. Полученные битумы отличаются несколько пониженными температурами размягчения, однако, по другим физико-механическим свойствам приближаются к требованиям, предъявляемым ГОСТ 22245—90 на нефтяные битумы тех же марок.

Важное практическое значение для технологии регенерированного асфальта с дисперсным сланцевым битумом имеет формирование сплошной битумной пленки на зернах старого асфальта и минеральных составляющих. Теоретический анализ показывает, что пленка формируется, главным образом, в результате растекания битума по воде. Результаты исследований показали, что скорость растекания сланцевых битумов в 2...9 раз превышает показатели для нефтяных битумов тех же марок, поэтому формирование битумной пленки в регенерированном асфальте с дисперсным сланцевым битумом происходит гораздо интенсивнее, чем с нефтяным битумом.

Способность сланцевых битумов эмульгироваться твердыми эмульгаторами с образованием битумной сланцевой эмульсии на твердом эмульгаторе (БСЭТЭ) имеет основополагающее значение для технологии регенерированного асфальта с дисперсным битумом. Экспериментально исследован процесс диспергирования сланцевого битума твердыми эмульгаторами с применением расчетного метода дисперсионного анализа [7]. В качестве твердых эмульгаторов использовались известняковый минеральный порошок и гидратная известь. Установлено, что оба эмульгатора позволяют получать эмульсии на сланцевом битуме с высокой степенью дисперсности. Известь обладает несколько большей эмульгирующей способностью. Коэффициент концентрации, представляющий собой количественное отношение битума к твердому эмульгатору, в БСЭТЭ с известью $K = 1,45$, с минеральным порошком $K = 1,28$. Степень дисперсности в БСЭТЭ с известью также несколько выше, чем с минеральным порошком. Полученные данные опровергают утверждение некоторых исследователей, что БСЭТЭ с известью не образуются [6].

Диспергирование сланцевого битума является важнейшим процессом структурообразования, поэтому степень дисперсности принята критерием, определяющим выбор рациональных составов и технологии приготовления регенерированного асфальта. Впервые исследован процесс диспергирования

сланцевого битума твердыми эмульгаторами в присутствии гидрофобных частиц старого асфальта. Для исследования дисперсности сланцевого битума в регенерированной смеси применялся метод математического планирования эксперимента [8]. Полученная математическая модель позволила определить оптимальную для диспергирования влажность смеси в зависимости от содержания в ней минерального порошка и старого асфальта. Содержание воды в смеси должно составлять 3..5 и 5...7 % при содержании минеральных частиц размером мельче 0,071 мм соответственно 6...8 и 8...10 %. Содержание старого асфальта не должно превышать 70 % по массе.

Асфальтовые смеси приготавливались в двухвальной лабораторной мешалке, сконструированной по типу применяющихся на серийно выпускаемых асфальтовых смесителях, следующим образом. Отдозированные минеральные материалы и старый асфальт с температурой 18...20 °С загружаются в мешалку. В процессе перемешивания составляющих вводится принятое количество воды, и перемешивание продолжается в течение 10...15 с. В один прием вводится сланцевый битум с температурой 120...160 °С и перемешивание продолжается еще 20...30 с до полного диспергирования битума и получения однородной смеси.

Исследование свойств асфальта проводилось на образцах, изготовленных и испытанных по методике ГОСТ 12801—98. Учитывая, что присутствие воды в образцах даже в незначительных количествах приводит к разбросу в показаниях свойств, при подготовке к испытаниям образцы высушивались при температуре 100 °С в течение 10 ч. Такая методика в определенной степени воспроизводит условия формирования регенерированного асфальта в покрытии и позволяет получать асфальтовые образцы со свойствами, близкими к свойствам образцов, формировавшихся в естественных условиях.

Для исследований использовались: дробленый асфальтовый лом, щебень гранитный марки 1200, щебень известняковый марки 1000, известняковый минеральный порошок, известняковые и гранитные высевки, битумы сланцевые вязкие, вода водопроводная.

Исходя из необходимости введения в смесь достаточного количества высевок и минерального порошка, которые обеспечивают диспергирование битума, максимальное содержание старого асфальта составляло 60 %.

Результаты испытаний образцов (табл.) показывают, что асфальты по основным показателям, за исключением водонасыщения, удовлетворяют требованиям ГОСТ 9128—97 к горячим асфальтобетонам второй марки для II—V дорожно-климатических зон. По показателю водонасыщения регенерированный асфальт с дисперсным сланцевым битумом удовлетворяет требованиям ГОСТ 9128—97 к пористым асфальтобетонам.

Прочность асфальта практически не зависит от типа смеси и кристаллохимических особенностей щебня, что можно объяснить высокой адгезией сланцевого битума к каменным материалам.

Несмотря на повышенное водонасыщение, регенерированный асфальт с известняковой минеральной частью обладает высокими водными свойствами (водостойкость составляет 0,92...0,98, водостойкость при длительном водонасыщении — 0,80...0,85), что объясняется результатом взаимодействия содержащихся в сланцевом битуме фенолов, относящихся к анионоактивным ПАВ, и катионов кальция с образованием водонерастворимых соединений в

виде фенолятов кальция на границе раздела «битум — твердое» и соответствует требованиям ГОСТ 9128—97 к горячему плотному асфальтобетону I марки для II—V дорожно-климатических зон. Регенерированный асфальт с гранитной минеральной частью обладает несколько пониженными водными свойствами (водостойкость составляет 0,80...0,90, водостойкость при длительном водонасыщении — 0,78...0,80), что соответствует требованиям, предъявляемым к горячему асфальтобетону II марки для II—V дорожно-климатических зон. Понижение водных свойств объясняется тем, что поверхность гранита обладает отрицательным зарядом и практически не вступает в химическую реакцию с содержащимися в сланцевом битуме анионактивными ПАВ.

Основные физико-механические свойства регенерированного асфальта

Порода минеральной части	Тип асфальта	Объемная масса, г/см ³	Набухание, % по объему	Водонасыщение, % по объему	Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре, °С		Водостойкость	Водостойкость при длительном водонасыщении
					20	50		
Известняк	А	2,20	0,00	6,54	2,5	1,2	0,92	0,85
	Б	2,20	0,00	6,83	2,7	1,3	0,93	0,83
	В	2,18	0,09	7,24	2,5	1,3	0,98	0,80
Гранит	А	2,21	0,00	5,25	2,4	1,0	0,80	0,79
	Б	2,21	0,00	5,63	2,6	1,1	0,88	0,80
	В	2,20	0,04	6,48	2,4	1,2	0,90	0,78

Асфальтовые образцы типов А, Б и В не подвержены набуханию, что может быть объяснено хорошей адгезией сланцевого битума к минеральным материалам и способностью образовывать сплошную однородную пленку на их поверхности.

Известно, что одним из способов улучшения свойств асфальта является применение составленных вяжущих из нефтяных и сланцевых битумов [6]. Однако горячая технология их приготовления и применения связана с трудоемкостью операций, повышенным расходом энергии и нанесением экологического ущерба.

Исследована возможность регенерации асфальта с применением составленных вяжущих, исключая необходимость заблаговременного их приготовления обычным горячим способом. В увлажненные составляющие асфальтовой смеси одновременно, отдельно, в любом соотношении вводятся сланцевый и нефтяной битумы. В процессе перемешивания происходит раздельное независимое диспергирование их твердыми эмульгаторами. В объеме асфальтовой смеси образуется смешанная, медленно распадающаяся эмульсия, дисперсной фазой которой являются отдельно существующие глобулы сланцевого и нефтяного битумов. В покрытии, по мере испарения воды, на минеральных зернах формируются практически однородные пленки составленного вяжущего.

Нефтяной битум вводился в количестве 20, 40 и 60 % от общей массы вяжущего. Результаты исследований показали, что замена части сланцевого

битума нефтяным приводит к повышению прочностных свойств регенерированного асфальта, которые отвечают требованиям ГОСТ 9128—97 к горячему плотному асфальту I марки, водные свойства соответствуют требованиям, предъявляемым ко II марке для II—V дорожно-климатических зон.

Холодные регенерированные асфальты со сланцевыми дисперсными вяжущими рекомендуется применять для устройства покрытий на дорогах II—IV категории во II—V дорожно-климатических зонах.

Опыт показал высокую эффективность применения холодных регенерированных смесей для ямочного ремонта покрытий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Аронов С.Г.* Геология месторождений углей и горючих сланцев СССР / С.Г. Аронов. Т. 11. М. : Недра, 1962. 78 с.
2. *Гельфгат Я.А.* Добыча нефти и газа в России: неиспользованные резервы / Я.А. Гельфгат // Энергия: экономика, техника, экология. 2004. № 3. С. 25—31.
3. Постановление Государственного комитета СССР по науке и технике от 29.08.83 № 483 «О проведении в 1983—1985 годах дополнительных научно-исследовательских работ с целью обеспечения выполнения заданий научно-технической программы О.Ц.008».
4. Научно-техническая программа «Сланцы Поволжья». Саратов : СПИ, 1984. 32 с.
5. *Симонов В.Ф.* Фундаментальные, научно-технические и экономические аспекты использования горючих сланцев Поволжья / В.Ф. Симонов, В.Г. Прелатов, А.В. Янов // Горючие сланцы — альтернативный источник топлива и сырья. Фундаментальные исследования. Опыт и перспективы : матер. Междунар. науч. конф. / СГТУ. Саратов, 2007. С. 69—73.
6. *Першин М.Н.* Сланцевые вяжущие в дорожном строительстве / М.Н. Першин, М.Ф. Никишина, А.П. Архипова и др. М. : Транспорт, 1981. 151 с.
7. *Ляпина А.И.* Анализ и сопоставление графического и расчетного методов определения показателей дисперсности битумных эмульсий / А.И. Ляпина, И.А. Плотникова // Тр. СоюздорНИИ. 1977. Вып. 100. С. 120—130.
8. *Ковшов В.Н.* Постановка инженерного эксперимента. Киев ; Донецк : Вища школа, 1982. 120 с.

© *Евтеева С.М.*, 2008

Поступила в редакцию
10.06.08

**МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА.
ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ
МАШИНОСТРОЕНИЕ**

УДК 629.735.7:69.002.5

Г.А. Булычев, Ф.Г. Булычев, Ф.И. Шейкин

ЛЕТАЮЩАЯ ТЕХНИКА

Освещены проблемы повышения экономической и технико-экологической надежности строительных, транспортных и энергетических сооружений в отсутствии дорог, в условиях водных, ледовых и горных территорий, в том числе шельфовых платформ нефтегазодобычи. Приведены описания летающих устройств для перевозки грузов, электрообеспечения и решения комплекса строительных задач.

The authors cover the issues of improving the economical and technical-and-environmental reliability of engineering, traffic and energy-generation constructions in the absence of highways, in the conditions of watery, icy or mountainous territories including shelf platforms for oil and gas production. The paper describes flying equipment for freight activity, energy supply and for the solution of a construction problems complex.

Возрастающие объемы потребления и ограниченность запасов углеводородов (УВ) ускоряют дефицит и подъем стоимости энергоносителей, требуют коренного пересмотра эффективности использования природных запасов УВ и попутной энергии продуктивных пластов [1].

Поэтому следует детально рассматривать не только традиционные и ожидаемые варианты энергообеспечения, но и более профессионально и экономно расходовать природные «низкосортные» запасы нашей планеты, совершенствуя технику и технологии, комплексно применяя многоцелевые агрегаты в различных сферах народного хозяйства, сокращая непроизводительные сбросы сырья и энергии в атмосферу благодаря созданию и стандартизации струйных аппаратов [2, 3, 4].

Многофункциональный строительный комплекс. Из известных летающих комплексов наиболее характерным является устройство, в котором используется аэростат и присоединенный вертолет. Основным недостатком агрегата является малая его мощность, сложность обвязки и управления, большой расход топлива, а значит и низкая технико-экономическая эффективность.

Нами создан автономный строительный комплекс высокой экономичности и технико-экологической надежности.

Предложенное устройство (рис. 1) включает аэростаты 2, 3 с маршевыми (маневровыми) двигателями 4 с переменными векторами тяги. Грузовой модуль 1 с набором блоков строительной техники, материалов, производствен-

ных и жилых помещений крепят снизу аэростата 2. Суммарная тяговая сила складывается из тяги аэростатов (количество их по необходимости) и двигателей. Используется крепежная (посадочная) площадка 5, способная принимать и дополнительные летательные аппараты [5].

Горячий наддув аэростатических модулей достигается дымовыми газами двигателей, утилизирующих факельные газы нефтегазодобывающих объектов, «хвостовые» газы нефтехимических производств, коксохимических заводов, угольных шахт и т.п.

При эксплуатации комплекса на строительной площадке грузовой модуль может отделяться в любом сочетании, а аэростаты в состоянии использоваться в качестве летающих кранов, оперативных транспортных средств или источников мобильного энергообеспечения.

Такой многоцелевой набор представляет собой взаимосвязь строительных блоков в форме многофункционального комплекса, способного в сжатые сроки перемещаться в отсутствие дорог, сторонних энергетических систем, при максимальном сбережении природных объектов и экологии.

Следовательно, летающий строительных комплекс способен функционировать в условиях водных, горных, удаленных и полярных территорий, в т.ч. на шельфовых сооружениях нефтегазодобычи, а также в качестве многофункциональных средств в различных сферах народного хозяйства и ЧС.

Воздушный транспортник. Известны варианты перевозки жидких грузов по воздуху, в т.ч. для оперативных нужд в нефтегазовой отрасли. Совершенными разработками можно признать дирижабль для транспортировки жидкого аммиака [6] и «небесные танкеры». Однако здесь в качестве наполнителя аэростатов используется гелий, выделенный из углеводородного сырья, а это требует создания и массового оснащения нефтегазовых промыслов дорогостоящими системами.

Наиболее оправдано же в качестве топлива использовать испарения части перевозимого груза, продукты горения которых в качестве наполнителя аэростатов (дирижаблей) многократно дешевле гелия [7].

Предлагаемый транспортник (рис. 2) представляет собой летательный аппарат как единое целое с верхним моторным модулем 1 и несущим винтом 2 для создания вертикальной тяги, со средним аэростатическим модулем 3 с наддувом его горячими выхлопными газами от маршевых двигателей внутреннего сгорания 4 для создания дополнительной подъемной силы и горизонтальной тяги и нижним грузовым модулем 5 в виде пространственной решетки с опорным поддоном 6 на малых колесах 7 для размещения блочных танкерных, пакетных и контейнерных грузов 8. Грузы могут быть и крупногабаритными, что остро необходимо для шельфовых сооружений. Осуществляют регулярную продувку охлажденных газов из среднего аэростатического модуля 3, создавая вокруг груза пожарозащитное облако CO₂. В качестве основного топлива для работы тяговых двигателей внутреннего сгорания 4 используют газы частичного испарения перевозимых углеводородов (утечки и «дыхания» из предохранительных клапанов сырьевых резервуаров: нефти, сжатых или сжиженных газов, нефтяных продуктов стабилизации нефти, конденсата и их производных продуктов) с предварительным их подогревом для полного сгорания горячей горючей газовой смеси, при наличии в резерве низкосортного нефтяного топлива или отработанных масел.

Определение суммарной грузоподъемности таких устройств возможно на основе оценочного расчета

$$\sum G_n = \sum G_a + \sum G_{\text{ДВС}} = \sum V_n (\gamma_{\text{х.в.}} - \gamma_{\text{г.г.}}) + G_1 + \dots + G_n, \quad (1)$$

где G_a — грузоподъемность одного аэростата; $G_{\text{ДВС}}$ — грузовая тяга двигателя внутреннего сгорания; $\gamma_{\text{х.в.}}$ — плотность окружающего (холодного) воздуха; $\gamma_{\text{г.г.}}$ — плотность горячего газа наддува аэростата.

Тогда полезный объем модуля 3

$$V_n = \pi \frac{D^2}{4} \cdot n \cdot f \cdot h, \quad (2)$$

где D — диаметр аэростата; h — высота аэростата; f — коэффициент заполнения аэростата; n — число аэростатов.

Полученные результаты оценочного расчета сводим в таблицу.

Вид тяги	Размеры D и h		
	300 и 30	400 и 40	500 и 50
1. Аэростатическая, тс	~ 500	~ 1250	~ 10000
2. ДВС, тс	< 30	< 50	< 70
3. Условная, в ж.д. вагонах, шт.	8	20	42

Предложенное изобретение позволяет повысить экономичность и безопасность транспортирования разнообразных грузов, преимущественно в нефтегазодобывающей промышленности, в качестве многофункционального транспортного средства и в других сферах народного хозяйства.

Росту эффективности летающей техники безаэродромного использования способствует развитие нанотехнологий, в т.ч. и применение композитных, волокнистых материалов и ячеистых конструкций [8].

Высотная электростанция. В связи с уменьшением энергетических запасов требуется постоянно повышать экономичность расходования всех видов природных богатств нашей планеты. Примером сказанного может быть летающая электростанция безотходной выработке энергии, как наиболее совершенный преобразователь ее из механической и лучевой в электрическую [9].

Позиционирование воздушной электростанции (далее ВЭС) на высотах максимального использования ветровой силы и солнечного излучения автоматически достигается электродвигателями с пропеллерной тягой, когда при избытке собственной энергии ВЭС не требует расхода углеводородного или какого-либо другого топлива.

ВЭС (рис. 3), аэростатический модуль 3, как единое целое подъемных сил электродвигателей с пропеллером в сочетании с электрогенерирующим модулем 1, имеющим взлетно-посадочную площадку 2 для компактных летательных аппаратов (в том числе и малых ВЭС), способен не только летать, но и вырабатывать значительное количество электрической энергии, так, как купол 4 модуля 3 снабжен панелями преобразования солнечного излучения в электроэнергию, суммируемая мощность может достигать сотен киловатт.

При этом электродвигатели 5 выполняют задачи маршевого передвижения, маневрирования и позиционирования ВЭС на оптимальных высотах (максимальных ветров и солнечного излучения), а нижний модуль 6 включает в себя аккумуляторные батареи для сглаживания пиковых нагрузок потребления и выработки электроэнергии, бухты силового кабеля переменного розпуска для

надежной передачи мощности на токопринимающие мачты стационарного причаливания ВЭС. Наличие технических и жилых помещений в модуле б дает возможность вахтового обслуживания станции, приема вертолетов, малогабаритных ВЭС и других летательных устройств для оперативных нужд.

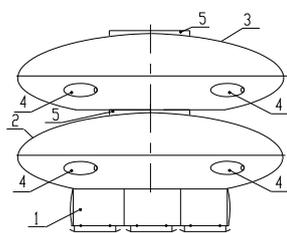


Рис. 1

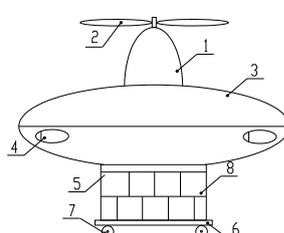


Рис. 2

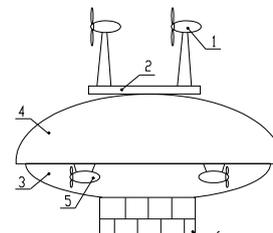


Рис. 3

Увеличение подъемной силы модуля 3 достигается за счет частичного вакуумирования и заполнения емкости модуля 3 горячим воздухом от теплогенераторов с электропитанием, встроенных внутри модуля 3.

При морском, горном или полярном базировании ВЭС не требуется наличия дорогостоящих эллингов, так как самопозиционирование таких электростанций вполне доступно в сочетании с дистанционным контролем и управлением.

При этом достигается высокая экологическая безопасность ВЭС.

С учетом минимальной потребности ВЭС в искусственной продукции и максимальной способности выработки (преобразования) природной (естественной) энергии, станция наиболее экономична, экологически безопасна, имеет самый короткий срок окупаемости капитальных и эксплуатационных затрат.

Многофункциональность воздушной электростанции и ее независимость от погодных, транспортных и тектонических условий позволяют широко и экономно использовать такие сооружения не только на ближайшую, но и дальнюю перспективу. Автономные ВЭС вполне могут конкурировать с другими видами выработки энергии в кризисный период Земли.

ВЭС может выполнять и роль ретранслятора энергии на Землю при использовании систем космического получения электроэнергии, в том числе и при расположении соответствующих баз на лунной поверхности (исключая применение мощного проникающего «столба» УВЧ (СВЧ) через биосферу на Землю) [12].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Булычев Г.А. Беспризорная энергия // СИ. 1974. № 164.
2. Булычев Г.А. Опыт создания многофункциональной техники / Г.А. Булычев, Ф.И. Шейкин и др. // Нефтяное хозяйство. 1983. № 8.
3. Булычев Г.А. Многоцелевые эжекторы ряда Э – Р/Д. М. : ВНИИОЭНГ, 1987.
4. Булычев Г.А. Подогреватели трубопроводные многоцелевые автоматизированные блочные. Нормальный ряд ПТ-Р/Д. ОСТ 39-179—85.
5. Булычев Ф.Г. Способ функционирования летающего строительного комплекса. М. : ФИПС, 2007.
6. Колесникова В.А. Дирижабль для транспортировки жидкого аммиака / В.А. Колесникова и др. Патент № 2286285.RU. 2006.
7. Булычев Ф.Г. Способ воздушного перемещения грузов. М. : ФИПС, 2007.
8. Шестаков С.А. Конструкционная сварка взрывом. Волгоград : ВолгГАСУ, 2007.
9. Булычев Ф.Г. Способ функционирования воздушной электростанции. М. : ФИПС, 2007.

Поступила в редакцию в мае 2008 г.

© Булычев Г.А., Булычев Ф.Г., Шейкин Ф.И., 2008

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 626.82 (470.64)

А.А. Созаев, А.И. Тищенко

ОТКАЗЫ ОБЛИЦОВАННЫХ КАНАЛОВ ПРИЗМАТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ ЮГА РОССИИ

Предгорная зона Юга России характерна тем, что основная масса оросительных каналов выполнена в бетонной одежде. Несмотря на это срок службы каналов этой зоны невелик (не более 20 лет) из-за высоких скоростей потока и наличия абразивных влекомых наносов с размерами фракций от нескольких миллиметров до валунов размером в 40 и более сантиметров. В результате этого происходит истирание защитного слоя бетона, оголение арматуры и разрушение последней из-за коррозионных процессов. На основании многолетних натурных обследований, диагностических и лабораторных исследований авторами составлена таблица по факторам воздействия и возможным отказам каналов в облицовке.

The foothill zone of the south of Russia is characteristic that the great bulk of irrigation canals is executed in concrete clothes. Despite of it service life of channels of this zone is insignificant (no more than 20 years) because of high speeds of a stream and presence abrasive влекомых deposits with the sizes of fractions from several millimeters up to boulders in the size in 40 and more centimeters. As a result of it occurs истирание a blanket of concrete, оголение armatures and destruction of last because of corrosion processes. On the basis of long-term natural inspections, diagnostic and laboratory researches by authors the table under factors of influence and possible(probable) refusals of channels in facing is made.

В предгорной зоне Юга России общая протяженность каналов призматического профиля в железобетонной облицовке составляет около 14 тыс. км. Наряду с явными преимуществами каналов данного типа перед каналами в земляном русле для оросительно-обводнительных систем предгорной зоны применение облицованных каналов различных конструкций является необходимым вынужденным условием. Это связано с необходимостью транспортирования относительно небольших расходов воды на десятки километров по территории со сложным рельефом, сложенной грунтами с высоким коэффициентом фильтрации. Следует отметить, что наиболее характерными особенностями эксплуатации данных каналов в условиях предгорной зоны являются высокие скорости потока и наличие наносов. Кроме того, каналы в процессе эксплуатации являются объектами приложения многочисленных природных, эксплуатационных и иных нагрузок и воздействий, действующих отдельно или в различных сочетаниях. Все это приводит к изменению параметров эксплуатационной надежности и возникновению отказов.

В результате многолетних натурных обследований, диагностических и лабораторных исследований, учета и анализа повреждений, отказов, анализа

материалов эксплуатационных служб по проведению ТОиР авторами определен полный перечень природных и эксплуатационных факторов для облицованных каналов предгорной зоны Юга России (на примере магистральных каналов Чегемской ООС), указаны виды их воздействия, участки приложения и последствия изменения свойств каналов (отказы) под воздействием рассматриваемых факторов. Согласно СНиП «Нагрузки и воздействия» [1] принято разделять по продолжительности действия все нагрузки на постоянные и временные. Ниже в таблице приведен перечень природных и эксплуатационных факторов, указаны виды их воздействия, участки приложения и последствия изменения свойств каналов в облицовке под воздействием рассматриваемых факторов в условиях предгорной зоны.

Природные и эксплуатационные факторы, воздействующие на облицовку оросительных каналов

Факторы	Воздействия	Участок (зона) приложения	Последствия (отказы)
Постоянные			
1. Боковое давление грунта	Горизонтальное давление	Откосы канала	Смещение элементов крепления, разрушение и разгерметизация швов, водопроницаемость облицовки, разрушение блоков
2. Вода фильтрационная или инфильтрационная (гравитационная и капиллярная)	Водонасыщение и влажностные деформации, гидростатическое давление, взвешивающее фильтрационное противодавление, фильтрационные деформации грунтов	Материалы облицовки	Выщелачивание бетона, коррозия арматуры, усадка и набухание бетона, неблагоприятное напряженное состояние, образование трещин повышение коэффициента размягчения
		Элементы облицовки	Деформация (подъем) плит, разгерметизация швов, фильтрационные потери
		Основание	Механическая суффозия, контактный размыв, фильтрационный и контактный выпор, размокание и увеличение давления грунта на борта, их усадка, поднятие УГВ, промоины
3. Колебания температуры наружного воздуха и воды	Температурные напряжения и деформации, старение, выветривание	Облицовка в целом, материалы открытых поверхностей элементов	Раскрытие строительных швов, образование трещин, фильтрация; разрушение бетона (шелушение) при замораживании-оттаивании, прогревании-остывании; наледи
		Грунты основания	Разрушение грунтов, промерзание, пучение и деформации бортов и дна каналов
		Швы (вертикальные и горизонтальные)	Смещение в результате объемных температурных деформаций и пучения грунтов, коррозия бетона, замоноличивание, старение (потеря упругости и растрескивание) уплотнителя
4. Атмосферные газы	Химическое	Открытые поверхности	Химическая коррозия (старение) бетона облицовки, металлических элементов, в т.ч. крепления
		Швы облицовки	Разрушение (старение) герметиков

Продолжение табл.

Факторы	Воздействия	Участок (зона) приложения	Последствия (отказы)
Временные длительные			
5. Вода	Взвешивающее, гидростатическое давление, водонасыщение. Механическое действие струй воды	Облицовка	Подъем плит крепления, их смещение; выщелачивание бетона, коррозия арматуры, усадка и набухание бетона, неблагоприятное напряженное состояние, повышение коэффициента размягчения, объемная деформация
		Основание	Фильтрационные деформации грунтов, размокание и давление грунта на борта, усадка, поднятие УГВ, промоины, заболачивание
6. Солнечная радиация	Неравномерный нагрев, температурные напряжения и деформации, старение	Открытые поверхности	Изменение линейных размеров, неблагоприятное напряженное состояние, трещины; старение уплотняющих и гидроизоляционных материалов
7. Атмосферная влага	Увлажнение	Открытые поверхности	Увлажнение бетона, коррозия металлических элементов крепления
8. Наносы	Заиливание и истирание	Русло канала	Отложение наносов, снижение площади живого сечения и снижение пропускной способности, повышение уровня воды
		Дно канала	Повышение коэффициента шероховатости, уменьшение толщины облицовки (абразивный износ) и его постепенное разрушение, волнообразование и снижение пропускной способности
9. Аэрация потока	Волнообразование, кавитация	Поток воды, облицовка, откосы канала	Снижение пропускной способности, перелив воды через борта, кавитационный износ
10. Стоячие волны	Горизонтальное давление	Стенки канала	Деформация швов облицовки, снижение пропускной способности, увеличение не-предвиденных потерь воды
11. Минерализация вод	Химическое	Открытые поверхности	Химическая коррозия (старение) бетона облицовки, арматуры и других металлических элементов, в т.ч. крепления
		Швы облицовки	Разрушение (старение) герметиков
		Грунты основания	Химическая суффозия
Кратковременные			
12. Колебания уровней воды	Гидростатическое давление	Элементы облицовки	Деформация плит крепления их поднятие, фильтрационные деформации подстилающих грунтов
13. Волновые воздействия	Волновое гидродинамическое пульсационное давление	Элементы облицовки	Разрушение строительных швов, усталость материала, образование трещин, фильтрация

Окончание табл.

Факторы	Воздействия	Участок (зона) приложения	Последствия (отказы)
14. Атмосферные осадки	Водонасыщение, гидростатическое давление и смыв наносов в канал	Материалы облицовки	Выщелачивание бетона, коррозия арматуры, увлажнение бетона и повышение коэффициента размягчения, объемная деформация
		Основание	Фильтрационные деформации грунтов, размокание и давление грунта на борта, усадка, поднятие УГВ, промоины, заболачивание, отложение наносов
15. Наледи	Замораживание-оттаивание	Материал облицовки	Снижение прочности, разрушение бетона облицовки
16. Движущийся транспорт и ремонтные воздействия	Боковое давление, вибрация и другие механические воздействия	Облицовка каналов	Горизонтальная деформация стенок, разгерметизация швов, механические повреждения (трещины, сколы, отбитости)

Помимо природных и эксплуатационных факторов на надежность каналов существенное влияние оказывают проектные и технологические факторы, которые не были устранены или же вовсе не были обнаружены. Все эти факторы также приводят к изменению технического состояния, к появлению отказов.

Наиболее характерными отказами являются: снижение пропускной способности; переливы через дамбы канала; истирание облицовки; нарушение целостности облицовки (водопроницаемость, разгерметизация и разрушение швов, деформация плит крепления, обнажение арматуры); старение и коррозия бетона.

Анализ результатов статистической обработки интенсивности отказов за весь период эксплуатации (25 лет) позволил сделать заключение, что среднее значение интенсивности отказов магистральных каналов Чегемской ООС $\bar{x} = 0,181$ 1/км × год; наиболее вероятный доверительный интервал значений интенсивности отказов для практического использования (с учетом округления) равен 0,15...0,25 1/км × год с вероятностью $P = 90$ %. Распределение времени безотказной работы подчинено экспоненциальному закону, и функция распределения имеет вид $F(t) = 1 - e^{-0,153t}$, а плотность выражается функцией $f(t) = 0,153e^{-0,153t}$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2.06.04-82. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения / Госстрой СССР. М. : Стройиздат, 1983.

© Созаев А.А., Тищенко А.И., 2008

Поступила в редакцию
в мае 2008 г.

УДК 627.8.004.58

А.А. Винокуров

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ В РУСЛАХ ГОРНЫХ ВОДОТОКОВ БАСЕЙНА ВЕРХНЕЙ КУБАНИ ПОПЕРЕЧНЫХ СООРУЖЕНИЙ, СЕЛЕСПУСКОВ И ТЕРРАСИРОВАНИЯ СКЛОНОВ

Рассматриваются вопросы применения в руслах горных водотоков бассейна верхней Кубани поперечных сооружений (запруд и порогов), селеспусков и террасирования склонов.

На основании выполненных натурных обследований ряда существующих защитных сооружений выявлены некоторые общие для них характерные черты: по плановому расположению защитных сооружений и в отношении капитальности конструкций.

In given clause questions of application in channels of mountain water-currents of pool of the top Kuban of cross-section constructions (dams and thresholds), mudflow flumes and slope terracing are briefly considered. On the basis of the executed natural inspections of some existing protective constructions, some general characteristic features are established for them: on a scheduled arrangement of protective constructions and concerning solidity of designs.

Почти на каждом конусе выноса горных речек селевого характера и по их берегам расположены культурные земли, населенные места, транспортные пути (железнодорожные и автомобильные), ирригационные и деривационные каналы и другие народнохозяйственные объекты.

Защита народнохозяйственных объектов от селевых потоков в зависимости от характера объекта выполняется различными путями. Наиболее распространенный метод непосредственной защиты от селей является строительство различных гидротехнических сооружений.

Когда подзащитные объекты представляют собой неширокую полосу, как например, железнодорожную или автомобильную дорогу или ирригационные и деривационные каналы, то селевые потоки можно пропускать над или под ними по гидротехническим сооружениям — селеспускам [1].

На основании выполненных нами натурных обследований ряда существующих защитных сооружений можно установить для них некоторые общие характерные черты.

По плановому расположению защитные сооружения можно подразделить на два типа: 1) продольные сооружения в виде опоясок, подпорных стенок или дамб, ограждающих народнохозяйственные объекты или защищающих размываемые участки берега или вала на более или менее значительном протяжении; 2) поперечные сооружения в виде системы полузапруд (шпор), отходящих от защищаемого объекта, дамб или берега в пойму реки под тем или иным углом, в основном вниз по течению.

Вторая система защиты является более распространенной, но иногда обе системы комбинируются.

Расстояние между полузапрудами изменяется от 30 до 200 м; угол полузапруды с направлением дамб или берега колеблется от 10° до 85°, обычно 25...30°; длина изменяется от 20 до 120 м.

В отношении капитальности конструкций, сооружения можно разбить на два основных класса: 1) долговременные сооружения из кладки на цементном или известковом растворе (рис. 1), а также широко применяются и сборные

железобетонные; 2) недолговременные каменно-хворостяные, каменно-бревенчатые и габионные сооружения (рис. 2).

В практике эксплуатации наибольшее распространение получили сооружения второго класса.



Рис. 1. Противоселевая плотина из сборного железобетона



Рис. 2. Габионные устройства

Сооружения первого класса, т.е. долговременные, применяются в бассейне Верхней Кубани на ее горных притоках. Повсюду они встречаются в сочетании с сооружениями второго класса. В поперечном сечении они имеют или прямоугольную, или трапециевидную форму: с наклонными либо обеими боковыми гранями, либо одной передней или задней гранью; ширина профиля меняется от 0,4 до 4,0 м, высота — от 1,0 до 3,5 м.

В некоторых случаях эти сооружения снабжены донными шпорами, защищающими их основание от подмыва; длина шпор меняется от 1,5 до 6 м, а ширина — от 0,5 до 1 м.

Естественный срок службы недолговременных сооружений — 1...2 года, долговременных — 3...4 года. Фактический срок службы, однако, определяется степенью устойчивости противоселевых сооружений из местных материалов. Селевые потоки даже средней мощности обычно вызывают их полное разрушение.

К сооружениям второго класса относятся: каменно-хворостяные, каменно-бревенчатые с сипаями или без них и габионные устройства.

Каменно-хворостяные противоселевые сооружения по конструкции можно разделить на два вида: первый из них характеризуется тем, что имеет трапециевидное сечение из перемежающихся слоев толщиной 0,3...0,5 м хвороста и крупного камня, шириной по верху 1,5...7 м, уклоном боковых граней 1:0,5, 1:1, 1:1,5 и высотой 1...5 м.

Второй вид имеет прямоугольное сечение и состоит из двух рядов (иногда с третьим и четвертым срединными) плетневых ограждений, шириной в пределах 1,5...7 м, заглубленных в ложе реки на некоторую величину и нагруженных попеременно слоями хвороста и камня (иногда эти ряды скрепляются между собой проволокой). Применяемые в этих же сооружениях сипаи, с целью придания общей устойчивости, представляют собой треноги из бревен диаметром 20 см, установленных через 3...20 м, но эти дополнительные устройства, не имея связи между собой, не оправдывают своего назначения.

Каменно-бревенчатые сооружения по внешнему виду являются упрощенными ряжевными дамбами с вертикальными несплошными стенками, ук-

репленными поперечными схватками и подкосами; на практике ширина таких сооружений варьирует от 1,5 до 7 м при высоте от 1,5 до 5 м.

Верхние концы опорных стоек дамбы в большинстве случаев возвышаются над верхней отметкой на некоторую величину с целью иметь возможность производить наращивание в случае заноса дамб наносами. Однако такое наращивание делает устойчивые вначале сооружения после достижения известной высоты малоустойчивыми в случае размыва отложений вдоль сооружений.

Эффективность защитных сооружений определяется их видом, правильностью их конструкции и плановым расположением системы сооружений.

В отношении вида сооружений необходимо признать, что в тяжелых условиях работы по защите от селевых потоков наиболее эффективными являются рационально сконструированные и правильно расположенные в плане сооружения из каменной кладки на растворе или, в некоторых случаях, из сухой каменной кладки.

Каменно-хворостяные и каменно-бревенчатые сооружения являются менее эффективными, вследствие их недолговечности и большей подверженности разрушающему действию селей.

При назначении планового расположения защитных сооружений непосредственно на месте замечается стремление к возможно полной защите лишь данного объекта, без учета возможного действия этого расположения на режим реки и на другие объекты, расположенные на той же реке, так что зачастую защита одних объектов влечет за собой появление угрозы для безопасности других.

Назначение схемы расположения сооружения без учета необходимости изменения режима реки в благоприятном для работы сооружений направлении наблюдалось на многих горных водотоках бассейна Верхней Кубани. Поскольку осуществленные сооружения не изменяли аккумулятивную деятельность реки, обычно повышение ее ложа продолжалось, что обуславливало необходимость периодического повышения сооружений. В некоторых случаях имело место противоположное явление размыва. Необходимо отметить также, что при назначении планового расположения сооружений не всегда в достаточной степени учитывалась необходимость взаимной связи между отдельными сооружениями, необходимость надежного примыкания их к устойчивым неразмываемым или неподвергающимся прямому действию потока участкам коренного берега.

Выводы. 1. Как показали анализ литературных источников и натурные обследования ряда селезащитных сооружений, режим этих сооружений не отвечает требованиям предотвращения чрезвычайных ситуаций. 2. Конструкции сооружений, построенных в до- и послевоенные годы (1940—1950 гг.), из каменной кладки на растворе, отличаются слабостью профиля сечения, который во многих случаях является совершенно недостаточным не только для работы их в качестве подпорных стен, но и для работы сооружений в качестве свободно стоящей стенки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гагошидзе, М.С. О гидрологической природе селей // Доклады АН Аз. ССР. № 8. Баку, 1952. С. 427—432.

© Винокуров А.А., 2008

Поступила в редакцию в мае 2008 г.

УДК 556.55

С.М. Мусаелян, А.Б. Петросян, С.А. Аверкова

ЗАРЕГУЛИРОВАННОСТЬ СТОКА р. ВОЛГИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ

Выявлена основная причина катастрофической ситуации в Волго-Ахтубинской пойме — нерациональный режим попусков воды из Волгоградского водохранилища. Показано, что систематическое нарушение режима попусков, приближенного к естественному, приведет к дальнейшей деградации всей фауны, флоры и инфраструктуры поймы. Обоснована необходимость увеличения запасов ее водных ресурсов после прохождения весеннего половодья, т.е. 25 тыс. м³/с в течение 10...12 дней, мелиоративных работ водных объектов поймы: расчистки водотоков, озер, регулирования гидротехнических сооружений и др.

The main reason of the catastrophic situation in Volgo-Ahtubinskoi floodplain is the irrational mode of spill water from the Volgograd water basin.

Regular infringement of the mode of spill water, approached to natural, will lead to the further degradation of all the fauna, flora and the infrastructure of spill water.

The further destiny of spill water depends on the increase in stocks of its water resources after the passage of the spring high water, that is 25000 m³/s within 10-12 days.

Alongside with the meliorative works of water objects of spill water should be conducted such activities as clearing of water-currents, lakes; regulation of hydraulic engineering constructions and others.

Волго-Ахтубинская пойма расположена между г. Волгоградом и вершиной дельты Волги. Пойма занимает территорию общей площадью 7610 км², из которой 1960 км² расположено в пределах Волгоградской области и 5640 км² в Астраханской, небольшая часть, примерно 40 км², принадлежит Республике Калмыкия. Протяженность поймы — 450 км, из которых около 90 км — в Волгоградской области.

Ландшафт Волго-Ахтубинской поймы характеризуется плотной сетью постоянных небольших проток и каналов. Кроме того, встречаются многочисленные малые и средние озера, а также множество старых, частично высохших русел водотоков, заполняющихся водой только в период половодья. Территория поймы в основном плоская, топографическая высота снижается в направлении на юго-восток от –15 до –25 м над уровнем моря.

Дельта Волги является одной из крупнейших в мире, имеет классическую треугольную форму, ее общая площадь составляет 19000 км² и за исключением самой восточной части, расположенной в республике Казахстан, находится в пределах Астраханской области.

Климат в Волго-Ахтубинской пойме и дельте отличается от климата в прилегающих степных и полупустынных зонах. Многочисленные водотоки и водоемы, продолжительные половодья, относительно высокий уровень грунтовых вод обеспечивают высокое содержание влаги в почвах и создают специфические условия. Климат характеризуется более высокой влажностью воздуха, более частым образованием конвективных облаков и, как следствие, меняющимся соотношением прямого и диффузного излучения, а также большим поступлением тепла в водоемы и большим испарением, что в результате приводит к меньшему прогреванию атмосферного воздуха. Амплитуда изменений температуры также более низкая.

Годовое количество осадков варьирует от 170...220 мм в дельте и до 280...290 мм в северной части Волго-Ахтубинской поймы. Наблюдаются значительные межгодовые вариации количества осадков. В 1988—2004 гг. годовое количество осадков по сравнению с предыдущим периодом в среднем увеличилось на 50 мм в дельте и на 90 мм в северной части поймы. Как правило, с апреля по октябрь осадков выпадает в 1,5 раза больше, чем в холодные месяцы года (ноябрь — март). Осадки в летний период часто имеют ливневый характер, хотя гидрологически эффективные ливни (имеющие более 5 мм осадков в день) случаются редко. Устойчивый снежный покров отсутствует в 60...65 % всех зим, преобладающая высота снежного покрова 1...5 см. Максимальное количество дней с устойчивым снежным покровом составляет 42...50. Показатели испаряемости изменяются от 1100 мм в год на юго-западе до 920 мм в год на востоке дельты и подвержены ярко выраженной сезонной изменчивости, максимальные величины (до 175...200 мм в месяц) наблюдаются летом.

Зарегулирование волжского стока, задержка части его весеннего объема в Волго-Камских водохранилищах и, как следствие этого, изменение естественных очертаний гидрографа стоки Волги в ее низовьях привели к необходимости осуществления в весенний период специальных попусков в нижний бьеф Волгоградского гидроузла, что диктуется потребностью максимально возможного обеспечения условий затопления нерестилищ ценных промысловых рыб и сельскохозяйственных угодий Волго-Ахтубинской поймы.

Назначение весенних попусков в низовьях Волги является сложнейшей водохозяйственной задачей, зависящей от особенностей развития половодья в бассейнах Волги и Камы, общей водохозяйственной обстановки, температуры воды и воздуха, хода нереста рыб в низовьях Волги, заявок на воду сельского хозяйства и др. Требования к режиму попусков разных отраслей противоречивы.

Водохранилища Волго-Камского каскада способны задержать более половины среднего многолетнего весеннего стока р. Волги у г. Волгограда или более 85 % весеннего стока наиболее маловодного года, что приводит к уменьшению объемов, сокращению длительности, более позднему началу и более раннему окончанию весеннего половодья на Нижней Волге по сравнению с естественными условиями. Однако следует отметить, что с целью удовлетворения требований всех водопользователей затраты стока на заполнение водохранилища в весенний период были существенно ниже максимально возможных и составляли от 18,2 до 69,2 км³, в среднем за 50 лет — 52,3 км³.

Оптимальное энергетическое использование водных ресурсов нижеволжских водохранилищ в весенний период предусматривалось обеспечивать при следующих основных положениях: быстрейшем наполнении водохранилищ до НПУ при пропуске максимальных расходов половодья при наполненных водохранилищах; недопущении сработки накопленных в водохранилищах запасов воды для нужд рыбохозяйственного и сельскохозяйственного попуска как в период наполнения, так и после наполнения водохранилища. В то же время для повышения продуктивности осетровых и полупроходных рыб, по мнению ихтиологов, следует: повысить объем стока и продолжительность половодья, приблизив гидрограф весеннего попуска к естественному;

прекратить зимние затопления нерестилищ дельты Волги и Волго-Ахтубинской поймы.

Уже с начала 1960-х гг., а затем и во всех последующих проработках и уточнениях предусматривалась необходимость обеспечения целевых весенних попусков в нижний бьеф Волгоградского гидроузла, с учетом того, что при этом предусматривалась работа Нижневолжского вододелителя в дельте р. Волги при осуществлении специального комплекса рыбоводно-мелиоративных мероприятий.

Расчеты показывают, что достаточное затопление нерестилищ с сельскохозяйственных угодий (не менее 70 % восточной и западной частей дельты Волги) обеспечивается при расходах воды в ее вершине в объеме не менее 24...25 тыс. м³/с. При этом в р. Бузан поступает до 8 тыс. м³/с, что позволяет обводнить приблизительно 80 % территории поймы и Восточной дельты. Чтобы затопить Западную дельту на 80 %, требуется обеспечить сброс через гидроузел максимальных расходов воды в объеме 32...34 тыс. м³/с.

В современных условиях полное использование возможностей вододелителя, к сожалению, ограничено, так как деление воды и повышение частоты затопления Восточной дельты причиняет ущерб сельскому хозяйству Западной дельты и западных подступных ильменей. При проектировании и строительстве вододелителя недостаточно были учтены все особенности биологии существования и воспроизводства наиболее ценных рыб Волго-Каспийского бассейна — осетровых. По мнению специалистов, деление воды причиняет осетровым ощутимые потери, связанные с ухудшением условий их миграции (рыбопропускные сооружения вододелителя недостаточны для пропуска осетровых на нерест, задерживают осетровых плотины), уменьшением захода производителей в реку и ухудшением качества естественных нерестилищ выше плотины вододелителя.

Нормальная эксплуатация вододелителя возможна только при условии проведения сопутствующих рыбоводно-мелиоративных и ирригационных мероприятий в Волго-Ахтубинской пойме и дельте Волги. Однако эти мероприятия еще не проведены. В создавшихся условиях для затопления пойменных земель, исходя из требований сельского хозяйства, весной требует обеспечения максимальных расходов воды порядка 25 тыс. м³ в течение 10 дней.

Для сельского хозяйства в современных условиях наиболее благоприятно влияющим на урожайность является остропиковый гидрограф расходов воды через Волгоградский гидроузел. Для рыбного же хозяйства, наоборот, необходимо обеспечение главного подъема уровней воды с середины апреля до конца мая — начала июня, затем плавного спада и стояния воды на полях не менее 45...50 суток. Ряд других, противоречащих интересам рыбного и сельского хозяйства, требований предъявляют такие важнейшие отрасли народного хозяйства, как энергетика и водный транспорт.

Поэтому практическое осуществление специальных весенних попусков воды через Волгоградский гидроузел в низовья Волги, по сложившейся практике, производится по комплексному графику, в возможной степени учитывающему интересы всех отраслей народного хозяйства.

Эффективное осуществление режимов весенних попусков в значительной степени зависит от достоверности и своевременности составляемых прогнозов водности. Первоначальный прогноз (консультация) о притоке в Волж-

ско-Камские водохранилища за второй квартал поступает, как правило, к середине марта, что, к сожалению, не позволяет заблаговременно осуществить предвесеннюю сработку водохранилищ до требуемых по водохозяйственной обстановке отметок.

Несмотря на то, что максимальные расходы весенних попусков обеспечивают подъем уровня воды до отметок, необходимых для затопления нерестилищ, длительность стояния этих максимальных уровней составляет не более 4...8 дней, что значительно меньше, чем в естественных условиях. Поэтому ихтиологи достаточно обоснованно добиваются увеличения объема весеннего пуска до 120 км³ в средние и до 90 км³ в маловодные годы и максимального приближения гидрографа весеннего половодья у г. Волгограда к естественному.

Очевидно, что в этом случае придется уменьшить затраты весеннего стока на заполнение регулирующего объема водохранилищ, который расходуется на поддержание судоходных глубин на Нижней Волге после половодья, т.е. в июле — ноябре, и на электроэнергию зимой, в декабре — марте. Этим не ограничиваются возможные последствия перевода волжских гидроузлов на работу по графику «ихтиологического» режима. За более чем 40-летний период эксплуатации ГЭС Волжско-Камского каскада, особенно за последние годы, произошли существенные изменения хозяйственной обстановки, примыкающей к водохранилищам, и в долине Волги, на нижнем, свободном от подпора 600-километровом участке реки ниже Волгоградского гидроузла. Так, помимо сельскохозяйственного использования земель в пойме и дельте Волги, которые в естественных условиях затапливались не реже чем раз в 3 года, на низких отметках были сооружены десятки тысяч садовых участков с летними постройками.

Однако вопрос оптимизации попусков в нижний бьеф Волгоградского узла с учетом большего удовлетворения требований рыбного хозяйства столь важен и актуален, что требует незамедлительной глубокой специальной проработки.

Несмотря на то, что регулирование стока практически не привело к смещению даты начала весеннего половодья в верхней части дельты (только в маловодные годы оно наступает позже), максимальный уровень воды в настоящее время наступает в среднем примерно на две недели раньше. Окончание половодья в настоящее время наблюдается здесь на месяц раньше, чем до регулирования стока.

До зарегулирования даже в маловодные годы продолжительность половодья превышала 60 дней, причем нередко случались годы, когда половодье длилось 90 дней. После зарегулирования общая продолжительность периода половодья сократилась в среднем примерно на треть, в верхней части дельты она составляет в среднем 50...55 дней, уменьшаясь в засушливые годы (например, в 1967, 1975, 1976, 1996) до 25...30 дней, а в Волго-Ахтубинской пойме до 10...15 дней. В южной части дельты Волги продолжительность периода половодья сократилась со 130 до 70 дней. Вследствие зарегулирования стока коэффициент вариации продолжительности половодья возрос почти в 3 раза.

После зарегулирования максимальный сток воды в половодье стал больше зависеть от его продолжительности, тогда как до зарегулирования он больше зависел от его высоты. Снижение максимального уровня воды явля-

ется, возможно, наиболее важным с экологической точки зрения, так как оно привело к существенному сокращению площади территории, заливаемой полными водами, что более ощутимо в Волго-Ахтубинской пойме и верхней части дельты. После зарегулирования относительная площадь ежегодно затопливаемой территории в дельте и пойме уменьшилась с 90 до 40...60 %. Частично это является результатом обвалования орошаемых сельскохозяйственных угодий (200 тыс. га, начиная с 1950-х).

Основной угрозой функционированию социально-экономической инфраструктуры и биологическому разнообразию с точки зрения поставленной нами задачи исследований является неоптимальный режим эксплуатации системы Волжско-Камского водохранилища, более конкретно — попуски воды из Волгоградского водохранилища.

Проведенный анализ показал, что много малых ериков в пойме быстро пересыхают при снижении попусков из Волгоградского водохранилища. Притом пересыхание происходит большей частью уже на ветви спада половодья. В летний период полностью пересыхают даже некоторые крупные ерики: Лемяшиха, Беляев, Боярской, Гусиный и др.

Необходимо особо подчеркнуть, что как раньше, так и в настоящее время подход к управлению попусками воды из Волгоградского водохранилища отражает интересы только энергетики. Проблемы сохранения гидрологического режима, биоресурсов, социально-экономических интересов населения никогда не рассматривались. Но уже сейчас возникла неотложная необходимость пересмотра режима работы Волжско-Камского каскада ГЭС с учетом этих проблем. Разработка альтернативного режима попусков, балансирующего интересы сохранения биоразнообразия, ведения рыбного, сельского хозяйства, местного населения и энергетики, не терпит отлагательства.

Особенно резко изменился режим попусков воды из Волгоградского водохранилища за последние годы (2005, 2006 гг.), что губительно повлияло на всю ихтиофауну и социально-экономические условия поймы.

С зарегулированием стока Волги плотиной Волжской ГЭС условия обитания гидробионтов в нижнем бьефе коренным образом изменились: сокращение объема и продолжительности паводка, нарушение температурного режима, изменение химического состава воды. Так, в два раза сократился сток минерального растворенного фосфора, что привело к резкому ограничению развития органической жизни. Таким образом, как утверждается в [1], имеет место нарушение стабильности и устойчивости экосистем.

В 2005 г. выпало крайне мало осадков, что обусловило обезвоживание поймы, суровые зимние условия привели к сильному промерзанию водоемов. По этой причине на большинстве водоемов поймы произошли массовые заморы рыбы и других водных животных. Весной 2006 г. крайне низкий паводок (максимальный расход 18 тыс. м³/с, и всего за три дня, и «рыбная полка» с расходом воды 12...15 тыс. м³/с обеспечили вход воды только в основные ерики). В результате этого многие небольшие озера и ерики полностью высохли, резко увеличилось количество пожаров, снизилась эффективность заливных лугов, угнетение и гибель дубрав, недостаток воды в поселках.

Основной причиной катастрофической ситуации в Волго-Ахтубинской поймы, по утверждению Комитета охраны природы Волгоградской области [1], как и ожидалось, является нерациональный режим попусков воды из Вол-

гоградского водохранилища. По утверждению того же источника информации систематическое нарушение режима попуска, приближенного к естественному, приведет к дальнейшей деградации всей фауны, флоры и инфраструктуры поймы.

По данным той же работы прямой экологический ущерб поймы вследствие маловодных попусков паводковых вод в 2006 г. составил 1130,077 млн р.

Таким образом, можно заключить, что дальнейшая судьба Волго-Ахтубинской поймы, т.е. нормальное ее функционирование, зависит от увеличения запасов водных ресурсов в поверхностных водных объектах после прохождения весеннего половодья до 25 тыс. м³/с в течение 10...12 дней. Наряду с этим должны вестись мелиоративные работы водных объектов поймы (расчистка водотоков, озер, регулирование гидротехнических сооружений и др.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комитет охраны природы Администрации Волгоградской области. Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2006 году. Волгоград, 2007.

2. Мусаелян С.М. Гидролого-статистические методы расчетов максимального стока воды рек / С.М. Мусаелян, А.С. Овчинников, В.Ф. Лобойко ; Волгоградская гос. с.-х. академия. Волгоград, 2007. 110 с.

© Мусаелян С.М., Петросян А.Б., Аверкова С.А., 2008

Поступила в редакцию
в мае 2008 г.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ. ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 533.6 : [631.243.5 + 869.88]

В.Г. Диденко, Н.М. Сергина, Ч.М. Мутуев

ОЦЕНКА АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НАСЫПИ ОВОЩЕЙ И ШТАБЕЛЯ КОНТЕЙНЕРОВ ПРИ ХРАНЕНИИ В УСЛОВИЯХ ВЕНТИЛИРОВАНИЯ

Получены критериальные зависимости, характеризующие аэродинамическое сопротивление насыпи картофеля, овощей и штабеля контейнеров при хранении сельскохозяйственной продукции в помещениях с общеобменной вентиляцией.

The design procedure of the pressure air parameters in the bed of potatoes, vegetables and containers. It is given on the basis of obtained theoretical and experimental dependences from the central ventilation.

При хранении плодоовощной продукции в контейнерах формируемый по определенным правилам штабель представляет собой сложную пористую структуру: с одной стороны, вследствие неплотного примыкания контейнеров друг к другу в штабеле образуются вертикальные и горизонтальные межконтейнерные зазоры, с другой стороны, насыпь овощей в контейнерах также является пористой средой.

Для поддержания стабильного и равномерного температурно-влажностного режима, а также для удаления из насыпи продуктов жизнедеятельности плодов и овощей (избыточного тепла, влаги и углекислого газа) необходимо правильно организовать вентилирование продукции свежим воздухом. Для получения достоверных сведений по количественной оценке интенсивности вентилирования насыпного слоя плодоовощной продукции в контейнерах при общеобменной вентиляции в первую очередь необходимо достаточно точно оценить аэродинамическое сопротивление насыпи овощей с характерной пористой структурой.

Фильтрацию потока через пористые среды с последовательным обтеканием ее структурных элементов принято рассматривать в виде капиллярной модели, то есть как движение в извилистых каналах [1]. Согласно этой модели аэродинамическое сопротивление пористого слоя любой структуры в расчете на 1 м оценивается известными коэффициентами ζ и λ , связанными соотношением

$$\zeta = \frac{\lambda}{4f/\varepsilon}, \quad (1)$$

где f — удельная поверхность пористого слоя, $\text{м}^2/\text{м}^3$; ε — объемная пористость, $\text{м}^3/\text{м}^3$.

При обобщении гидродинамики пористых слоев обычно принято пользоваться двучленными формулами, действительными для всех режимов фильтрации

$$\zeta = \frac{a}{\text{Re}} + b, \quad (2)$$

$$\lambda = \frac{C}{\text{Re}} + D, \quad (3)$$

где a , C — коэффициенты, зависящие от структуры пористого слоя, размеров и формы его элементов; b , D — инерционные компоненты коэффициентов сопротивления.

Оценка сопротивления пористых структур по коэффициентам в виде (2) и (3) не оправдывает своего назначения и не имеет физического смысла. Так, с увеличением числа Re эти коэффициенты уменьшаются, тогда как удельные потери давления возрастают. В связи с тем что безразмерные коэффициенты ζ и λ зависят от размеров элементов и структуры пористого слоя, их применение при воспроизведении пористых сред на физических моделях должно быть обосновано.

Другой критерий, который обычно применяется в гидравлике при обобщении сопротивления пористых сред,—

$$\Omega = A(\text{Re})^n, \quad (4)$$

где A — коэффициент, характеризующий структуру пористой среды; n — показатель степени, зависящий в основном от режимов фильтрации.

В критерий (4), предложенный академиком Лейбензоном [1], входят параметры, характеризующие структуру пористого слоя f , ε и свойства жидкости ν , ρ , а также удельные потери давления на 1 м.

Результаты экспериментальных исследований по определению потерь давления в монодисперсном слое из стеклянных шаров, проведенных с целью обоснования критериальной формы обобщения гидроаэродинамики пористых слоев, обработанные в безразмерном виде (1) и (4), сопоставлялись с реальным объектом — насыпью клубней картофеля. При этом были использованы данные П.И. Дячека [2] по исследованию сопротивления насыпи клубней картофеля с характерным фракционным составом и средней пористостью ($\varepsilon = 0,38$), учитывающие фактическую поверхность обтекания клубней потоком воздуха.

Из графических зависимостей, приведенных на рис. 1, следует, что при одинаковых числах Re в слое с увеличением пористости насыпи шаров возрастают безразмерные параметры, характеризующие ее гидродинамические свойства. Важным результатом этих исследований является то, что реальному объекту соответствует аэродинамическое сопротивление монодисперсного слоя с пористостью $\varepsilon = 0,40$, представленное в обобщенной форме (4), а не в виде коэффициента (2). Последнее иллюстрирует, что на значение коэффициента ζ оказывают влияние частные свойства пористой среды, и поэтому его

применение при обобщении гидроаэродинамики пористых сред и в исследованиях вентиляции овощехранилищ необоснованно.

На основании вышеизложенного с целью достоверной оценки аэродинамического сопротивления насыпи различных овощей и штабельной структуры контейнеров экспериментальные данные натуральных [3, 4, 5, 6] и лабораторных исследований обрабатывались в виде (4). Графические зависимости $\Omega = \varphi(\text{Re})$ для картофеля, лука, капусты и свеклы показаны на рис. 2. Эти данные свидетельствуют о том, что наименьшим аэродинамическим сопротивлением обладает насыпь клубней картофеля. Причем данные, рекомендуемые [6] для незасоренной насыпи, существенно завышают фактическое сопротивление, установленное в [2] на основании детальных исследований в лабораторных условиях. Как и следовало ожидать, аэродинамические свойства насыпи капусты и свеклы идентичны свойствам насыпи клубней картофеля, от которой в значительной степени отличается насыпь лука.

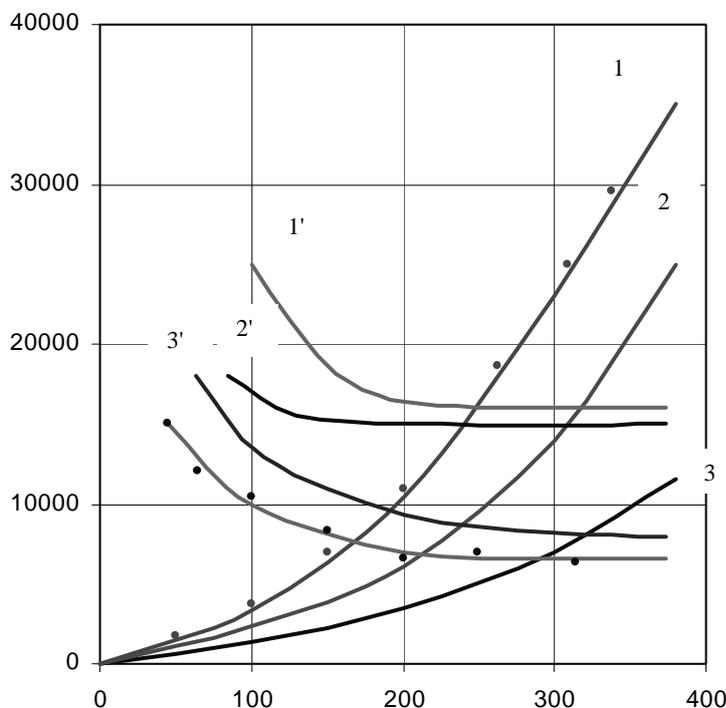


Рис. 1. Зависимости $\Omega = \varphi(\text{Re})$ и $\zeta = \varphi(\text{Re})$ для монодисперсного слоя из шаров и насыпи клубней картофеля по данным [2]: 1, 2, 3 — $\Omega = \varphi(\text{Re})$; 1', 2', 3' — $\zeta = \varphi(\text{Re})$ для слоя шаров при $\varepsilon = 0,40$, $\varepsilon = 0,35$, $\varepsilon = 0,26$ соответственно; ●●●●— для насыпи клубней картофеля

Графическая интерпретация полученных данных в логарифмической сетке координат позволила выявить фильтрационные режимы, характерные для насыпи различных овощей, в пределах которых аэродинамическое сопротивление структуры изменяется по своим зависимостям. Установлен также вид аналитических зависимостей (4), с достаточной степенью точности опи-

сывающих соответствующие аэродинамические характеристики сопротивления насыпи овощей (табл.).

Из этих данных следует, что в зависимости от технологического режима вентиляции (охлаждения, хранения) фильтрация потока через насыпь овощей характеризуется переходным ($n = 1,1 \dots 1,3$) или турбулентным ($n = 1,93 \dots 2$) режимами.

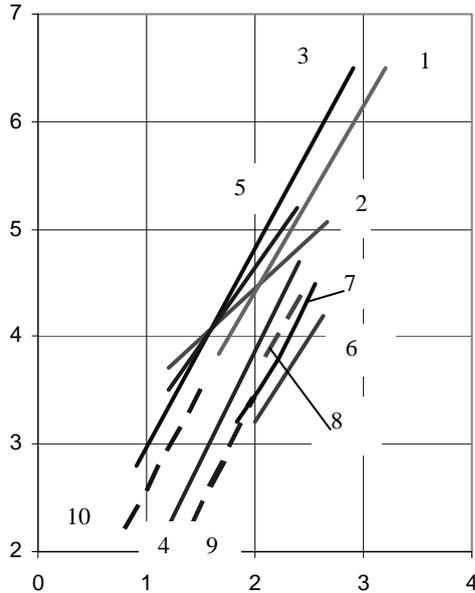


Рис. 2. Зависимости $\Omega = \varphi(Re)$ для насыпи овощей и пористых сред с различной насыпной структурой: 1 — капуста [3]; 2 — лук [6]; 3 — свекла [3]; 4, 5, 6, 7 — картофель по данным [3, 6, 4, 2] соответственно; 8 — гравий [7]; 9 — стальные шарики, дробь, гранулированный уголь [7]; 10 — мрамор [7]

Вид обобщенного уравнения $\Omega = \varphi(Re)$ для разных овощей

Вид растительного сырья	Режимы фильтрации	
	переходный	турбулентный
Картофель	$\Omega = 14,45 Re^{1,25}$ $60 < Re \leq 200$	$\Omega = 0,39 Re^{1,03}$ $200 < Re < 400$
Лук	$\Omega = 153,82 Re^{1,1}$ $70 < Re < 400$	
Капуста		$\Omega = 3,33 Re^{1,97}$ $20 < Re < 1300$
Свекла		$\Omega = 8,9 Re^2$ $10 < Re < 500$

При оценке гидроаэродинамических характеристик штабельной структуры в связи с условиями стесненного внешнего обтекания воздушным потоком контейнеров фильтрация рассматривалась как движение через внутренние каналы пористой среды. Сообразно с принятой моделью фильтрации на ос-

новые экспериментальных данных получены зависимости, позволяющие оценить аэродинамическое сопротивление штабеля

$$\Omega = 2 \operatorname{Re}^{1,6}, \quad 200 < \operatorname{Re} \leq 1000; \quad (5)$$

$$\Omega = 0,153 \operatorname{Re}^{1,96}, \quad 1000 < \operatorname{Re} < 1800. \quad (6)$$

Полученные зависимости могут быть использованы в лабораторных и натуральных исследованиях по изучению фильтрации и циркуляции воздушных потоков в вентилируемых овощехранилищах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Аэров, М.Э.* Гидравлические и тепловые основы работы аппаратов со стационарным и кипящим зернистым слоем [Текст] / М.Э. Аэров, О.М. Тодес. Л. : Химия, 1968. 512 с.
2. *Дячек, П.И.* Аэродинамическое сопротивление вентилируемого монофракционного слоя картофеля [Текст] / П.И. Дячек // Изв. вузов. Сер. Стр-во и арх. 1981. № 8. С. 100—104.
3. *Басин, Г.Л.* Сопротивление картофеля и овощей проходу воздуха / Г.Л. Басин, Е.В. Егоров, Н.А. Палилов // Вестн. сельхоз. наук. 1964. № 3. С. 45—49.
4. *Бодров, В.И.* Хранение картофеля и овощей. Инженерные методы создания и поддержания технологического микроклимата [Текст] / В.И. Бодров. Горький : Волго-Вятское кн. изд-во. 1985. 224 с.
5. *Федоренко, А.А.* Гидравлическое сопротивление массы картофеля и овощей [Текст] / А.А. Федоренко // Сб. тр. / Гипронисельпром. 1967. Вып. 1. С. 86—98.
6. Общесоюзные нормы технологического проектирования зданий и сооружений для хранения и обработки картофеля и овощей [Текст]: ОНТП-6-80. М. : Колос, 1981. 36 с.
7. *Степочкин, Б.Ф.* О двучленной формуле сопротивления пористых сред [Текст] / Б.Ф. Степочкин // Журнал прикладной механики и технической физики. 1962. № 3. С. 117—120.

© Диденко В.Г., Сергина Н.М., Мутуев Ч.М., 2008

Поступила в редакцию
в мае 2008 г.

УДК 697.94

В.Н. Азаров, Е.Ю. Есина**О ДИСПЕРСНОМ СОСТАВЕ ПЫЛИ
В СИСТЕМАХ ОБЕСПЫЛИВАЮЩЕЙ ВЕНТИЛЯЦИИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Приведены результаты измерения дисперсного состава пыли в инженерно-экологических системах на предприятиях стройиндустрии. Анализ дисперсного состава пыли выполнен микроскопическим методом с применением ПК. По результатам измерений построены интегральные функции распределения массы частиц по диаметрам в различных точках систем аспирации.

In order to elaborate measures, directed to ameliorate ambient air quality on the number of building industry enterprises, there were made measurements of the dispersive composition in the engineer-ecological systems. Analysis of the dispersive composition of the dust was held using the microscopical method by means of PC. According to the results of these measurements we have made integral functions of the mass distribution of the particles in accordance with the diameter in the different points if the aspiration system.

В настоящее время для оценки эффективности работы систем аспирации предприятий принят детерминированный подход к измерению и описанию дисперсного состава пыли, который представляется в виде дифференциальных или интегральных кривых распределения среднего числа частиц данного размера или их массы. Например, наиболее часто используется интегральная функция распределения массы частиц по диаметрам или функция прохода $D(d_c)$, равная доле частиц пыли, прошедших через сито с заданным размером ячеек d_c , в общей массе просеиваемой пробы, выраженная в процентах.

На ряде предприятий строительной промышленности методом микроскопии [1] был сделан анализ дисперсного состава пыли, отобранной в инженерно-экологических системах, результаты которого представлены ниже.

Для оценки эффективности работы системы аспирации гипсоварочного котла был проведен анализ дисперсного состава гипсовой пыли, результаты которого представлены на рис. 1. Можно сделать вывод о низкой эффективности улавливания циклонов фракций пыли менее 30 мкм, что увеличивает нагрузку по мелкодисперсной пыли на электрофильтр. Медианный диаметр пыли в газовом потоке после электрофильтра составил 16 мкм, а диапазон изменения крупности — от 3 до 23 мкм.

С такой же целью был проведен анализ дисперсного состава асбестовой пыли в системе аспирации производства асбестовых труб от бегунов. Результаты приведены в виде интегральных кривых распределения $D(d_c)$ массы по диаметрам частиц (рис. 2). В основу перехода от распределения по числу частиц к массовому распределению положена пропорциональность массы величине $\overline{d_i^3}$.

С целью разработки мероприятий по улучшению состояния воздушной среды на предприятии по производству железобетонных изделий Волгоградской области были проведены измерения дисперсного состава пыли в рабочей зоне бетономесительного отделения. На рис. 1 на вероятностно-логарифмической сетке по результатам измерений построены интегральные функции распределения массы частиц по диаметрам в различных точках рабочей зоны.

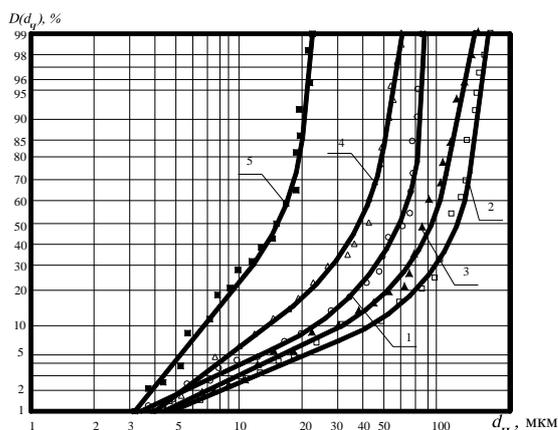


Рис. 1. Интегральные кривые распределения массы по диаметрам частиц $D(d_p)$ в вероятностно-логарифмической координатной сетке для гипсовой пыли линии производства гипсовых вяжущих, отобранной в системе аспирации от: 1 — гипсоварочно-го котла; 2 — мельницы; 3 — до батареи циклонов; 4 — после батареи циклонов; 5 — после электрофильтра

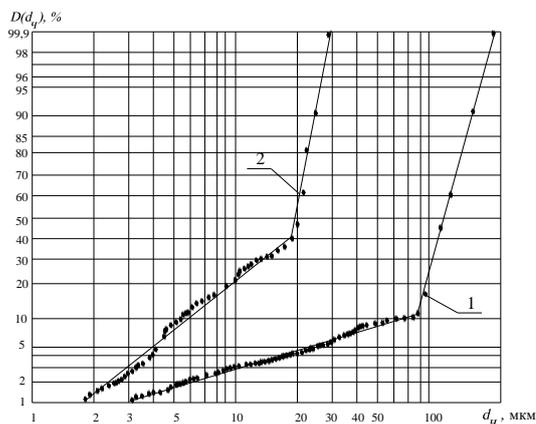


Рис. 2. Интегральные кривые распределения массы частиц $D(d_p)$ по диаметрам (d_p) в вероятностно-логарифмической сетке пыли, отобранной в системе аспирации от дозаторов заправки асбеста: 1 — до рукавного фильтра ФВК-60; 2 — после рукавного фильтра ФВК-60

Дисперсный анализ показал, что все кривые имеют вид усеченной логарифмической кривой, для описания которой наиболее удобно использовать двухзвенную ломаную, у которой один участок описывает более мелкие частицы, другой — более крупные. Координаты узловой точки — точки слома графика, и углы наклона ломаной подбираются методом наименьших квадратов.

Однако полученные данные не позволяют составить устойчивую картину в целом, т.к. значения интегральной функции распределения разных проб имеют большой разброс. Например, на рис. 4 колебания интегральной функции распределения по диаметрам для 20 мкм изменяются от 10 до 60 % при среднем значении 32 %. Причина в том, что на интегральную функцию распределения наиболее существенное влияние оказывает доля крупных фракций, а информацию о закономерности распределения для мелких фракций в стандартной форме, приведенной на рис. 1, получить невозможно.

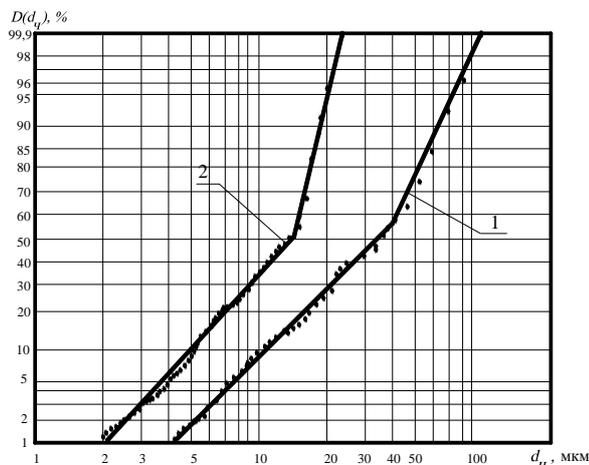


Рис. 3. Интегральные кривые распределения массы частиц $D(d_q)$ по диаметрам (d_q) в вероятностно-логарифмической сетке пыли, отобранной в системе аспирации производства асбестовых труб от бегунов: 1 — до рукавного фильтра Г4-1БФМ-60; 2 — после рукавного фильтра Г4-1БФМ-60

При этом разброс значений функции прохода $D(d_q)$ следует отнести не к разряду ошибок, а к особенностям случайного процесса, который в силу влияния различных технологических параметров воздушной среды в рабочей зоне (влажность и подвижность воздуха и т.п.) определяет фракционный состав пыли. Поэтому представляется целесообразным рассматривать функции, описывающие дисперсный состав взвешенных частиц в рабочей зоне, не как детерминированные, а как случайные [2].

Для более удобного описания дисперсного состава пыли как случайной функции предлагается метод «рассечения» [3]. В основе его лежит идея о том, что дисперсный состав собственно мелких фракций постоянен, а поведение интегральной функции распределения в большей степени зависит от доли крупных частиц. Для этого разделяем всю совокупность частиц на мелкие и крупные или по классификации Медникова на тонко- и грубодисперсные (в нашем случае граница 20 мкм). Затем построим интегральные функции распределения массы частиц отдельно для пыли до 20 мкм и пыли более 20 мкм. Проведем это «рассечение» для каждой из кривых 1—12 (рис. 4) и представим полученные значения интегральных функций распределения на рис. 5.

Оказалось, что все 12 кривых фактически сложились в одну кривую, которая дает полное представление о составе мелких фракций. Таким образом, если рассматривать отдельно фракции до 20 мкм, то они на всех местах рабочей зоны имеют постоянный состав и описываются логарифмически нормальным распределением с параметрами d_{50} и $\lg \sigma$ (для $d_q \leq 18$ мкм: $d_{50} = 13$ мкм, $\lg \sigma = 0,7$, для $18 \text{ мкм} \leq d_q < 20$ мкм: $d_{50} = 16$ мкм, $\lg \sigma = 0,03$).

Следовательно, дисперсный состав мелких фракций наиболее постоянен, и в результате мелкую пыль можно описать детерминированной кривой, например, в вероятностно-логарифмической сетке — двухзвенной ломаной.

Состав крупных фракций ($d_q > 20$ мкм) наиболее удобно описывать с помощью вероятностно-стохастического подхода, рассматривать функции

$D(d_p)$ как случайные, и говорить не только о средних значениях, но и о функциях плотности вероятностей для диаметров частиц d_p .

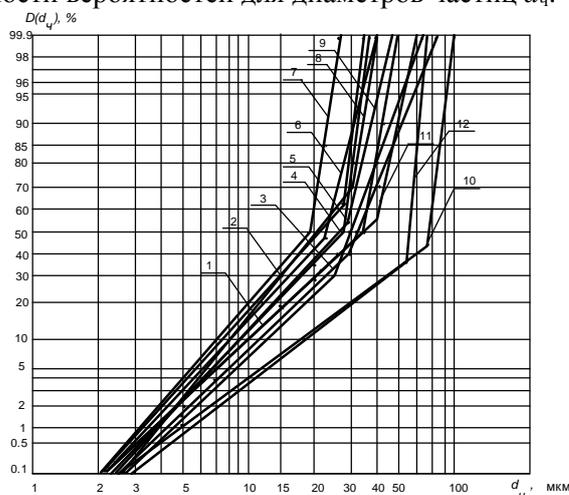


Рис. 4. Интегральная функция распределения массы частиц по диаметрам: 1, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12 — около ленточного конвейера; 2, 3, 8, 10 — около узла перегрузки материала

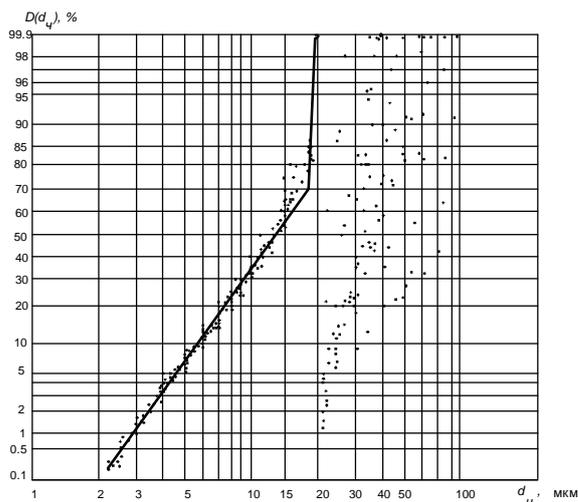


Рис. 5. Значения интегральных функций распределения для крупных и мелких частиц пыли, отобранной в воздухе рабочей зоны сырьевого отделения

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Методика микроскопического анализа дисперсного состава пыли с применением персонального компьютера (ПК) / В.Н. Азаров, В.Ю. Юркьян, Н.М. Сергина, А.В. Ковалева // Законодательная и прикладная метрология. 2004. № 1. С. 46—48.
2. Азаров В.Н. Дисперсный состав пыли как случайная функция / В.Н. Азаров, Д.В. Азаров, А.Б. Гробов // Объединенный научный журнал. 2003. № 6. С. 62—64.
3. Горбунова М.Е. Анализ технологического процесса в бетоносмесительном отделении заводов ЖБИ как источника пылевого загрязнения окружающей среды // Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. Волгоград, 2005. 24 с., ил. Библиогр.: 9 назв. рус. Деп. в ВИНТИ 11.04.05. № 485-B2005.

© Азаров В.Н., Есина Е.Ю., 2008

Поступила в редакцию в мае 2008 г.

УДК 550.36:622.016.25:697

В.М. Фокин, Б.В. Панасов, Е.П. Окунева, Т.Б. Александрина

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛАСТОВ НА ТЕПЛОВОЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СКВАЖИН ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Выполнена предварительная оценка влияния теплофизических свойств пластов на реальный энергетический потенциал геотермальных скважин Нижнего Поволжья.

The authors carried out preliminary valuation of the influence of beds' thermophysical properties on the actual energy potential of geothermal wells in the Lower Volga region.

Основные направления исследований геотермального потенциала глубоких скважин для систем теплоснабжения объектов Волгоградской области. Теплофизические свойства (ТФС) земной коры существенно влияют на структуру температурного поля, тепловых потоков и, как следствие, на технологический режим эксплуатации геотермальных скважин и систем теплоснабжения [1, 2, 3, 4]. Обоснованная оценка ТФС горных пород разреза геотермальных скважин — один из основных этапов теплового расчета при проектировании технологических систем энергосбережения на базе разведочных и выбывших из нефтегазовой эксплуатации глубоких скважин перспективных объектов в Волгоградской области.

Пласты земных горных пород вскрытого геологического разреза и техническая конструкция скважины — это единая теплообменная система со статическим и динамическим режимами. В геологическом разрезе геотермальной скважины восходящий вертикальный гидродинамический поток пластовой жидкости обуславливает радиальный тепловой поток, который постепенно формирует неоднородную тепловую зону по пластам горных пород. Информация о дифференциальном и интегральном распределении теплоты в реальных геотермальных скважинах необходима для теплотехнических и технико-экономических расчетов [1, 2, 3].

При решении практических задач в теплоэнергетике и нефтегазовом комплексе, в зависимости от фазового состояния пластовых флюидов и их гидродинамической подвижности, перенос тепловой энергии осуществляется теплопроводностью, конвекцией, излучением, а также за счет кондуктивной теплопроводности [1]. При этом в горных породах и неньютоновских жидкостях (тяжелые нефти, смолы, озокерит, битумоиды и др.) перенос тепловой энергии (теплопередача) возможна всеми указанными способами. Основные параметры для расчетов, определяющих характер теплообмена в глубоких скважинах, — это теплопроводность, температуропроводность и удельная теплоемкость горных пород пластов геологического разреза [3, 5, 6, 7].

Практически геотермический потенциал недр региона Волгоградской области комплексно должен оцениваться по ТФС пластов горных пород геологического разреза глубоких скважин, а также пластовых газонасыщенных жидкостей: нефти и воды [1, 3, 4]. Согласно справочным данным [3, 5, 6, 7], ТФС некоторых пород и флюидов (нефти, воды) приведены в табл.

В современных условиях для решения проблем энергосбережения требуются научно-технические исследования и разработки надежных методов,

позволяющих совершенствовать качественное и количественное определение ТФС пластов горных пород (глины, песчаники, доломиты, известняки и др.) в геотермальных скважинах.

Теплофизические свойства горных пород, воды и нефти

Горная порода и флюиды	Плотность ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К)	Удельная массовая теплоемкость c , кДж/(кг·К)	Коэффициент температуропроводности a 10 ⁶ , м ² /с
Земля влажная	1700	0,66	2,01	0,192
Кварц кристаллический \perp оси	2500...2800	7,21	0,836	3,34
Мрамор	2700	1,31	0,42	1,15
Песок сухой	1500	0,326	0,8	2,73
Песок влажный	1650	1,13	2,1	0,49
Глина	1600...2000	0,7...0,99	0,755...0,84	0,5...0,9
Глинистый сланец	1700...1900	1,54...2,18	0,772...0,8	0,8...0,97
Грунт суглинок	1960	20	1,49	1,15
Доломит	1300...1700	1,1...1,98	0,93	0,86
Известняк	1000...1400	2,18	1,1	0,5...1,2
Песчаник	1350...1900	1,27...3,01	0,838	1,39
Вода	990...1000	0,582	4,183	0,143
Нефть	850...900	0,139	2,1	0,07...0,086

Факторы, определяющие теплофизические свойства горных пород в глубоких скважинах. Для изучения ТФС пород, слагающих разрез скважины и решения ряда геологических, геотермических и технических задач достаточно широко используются термометрические исследования скважин [2, 3]. Согласно классическим исследованиям тепловых свойств горных пород [1, 8, 2, 4], на техногенные процессы теплопередачи в гидрогазодинамической системе (скважина — пласты во вскрытом бурением геологическом разрезе), влияют следующие параметры.

1. Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К), характеризует способность вещества проводить теплоту. Коэффициент теплопроводности λ численно равен количеству теплоты ΔQ , Дж, проходящей в единицу времени Δt , с, через единицу поверхности F , м², при разности температур ΔT в один градус, К, на единицу длины l , м:

$$\lambda = \frac{\Delta Q}{\Delta t F (\Delta T / l)} = \frac{Q}{F (\Delta T / l)}, \quad \frac{\text{Дж}}{\text{с} \cdot \text{м}^2 (\text{К} / \text{м})} = \frac{\text{Вт}}{(\text{м} \cdot \text{К})}.$$

Коэффициент теплопроводности — тепловой поток Q , проходящий через один квадратный метр изотермической поверхности F при температурном градиенте $\Delta T/l$, равном единице.

Для разнообразных веществ коэффициент теплопроводности λ неодинаков и зависит от физических характеристик материала (структуры, плотности, влажности, давления и температуры), а для технических расчетов обычно принимается по справочным таблицам. При распространении теплоты температура в различных частях тела различна, а зависимость λ от температуры имеет вид $\lambda = \lambda_0 [1 + b(t - t_0)]$, где λ_0 — коэффициент теплопроводности при температуре t_0 ; b — постоянная, определяемая опытным путем.

Для большинства веществ и материалов зависимость $\lambda = f(T)$ достаточно слабая, что позволяет усреднять коэффициент теплопроводности в заданном интервале температур и оперировать им как постоянной характеристикой.

Коэффициент теплопроводности λ для металлов, в частности трубных конструкций скважин, находится в пределах 20...400 Вт/(м·К). Для большинства металлов с повышением температуры λ уменьшается и лишь для отдельных сплавов (алюминий, нихром) — увеличивается. Он также убывает и при наличии разного рода примесей: для железа с 0,1 % углерода $\lambda = 52$, с 1,0 % — $\lambda = 40$. Установить общую закономерность влияния примесей невозможно.

Для строительных материалов λ (тампажного цемента в скважинах и цементного камня), находится в пределах 0,02...3,0 Вт/(м·К) и с повышением температуры возрастает. Как правило, для материалов с большей плотностью λ имеет более высокие значения. Для влажных материалов λ может быть значительно выше, чем для сухого материала и воды в отдельности. У влажных материалов появляется градиент давления в сторону распространения влаги, и теплота с влагой как бы проталкивается. Материалы с низким значением коэффициента теплопроводности, менее 0,23 Вт/(м·К), обычно применяются для тепловой изоляции и называются *теплоизоляционными*.

Коэффициент теплопроводности жидкостей находится в пределах 0,06...0,7 Вт/(м·К). С повышением температуры для большинства жидкостей λ убывает, а исключения составляют лишь вода и глицерин.

Коэффициент теплопроводности газов находится в пределах 0,005...0,5 Вт/(м·К). С повышением температуры λ возрастает, а от давления практически не зависит, за исключением очень высокого (больше 200 МПа) и очень низкого (меньше 20 мм рт. ст.).

Коэффициент теплопроводности не подчиняется закону аддитивности (прибавлению), и поэтому λ смеси не может быть рассчитан путем суммирования коэффициентов теплопроводности отдельных компонентов. Для сплава металлов, смеси пород, газов или жидкостей при отсутствии табличных данных коэффициент теплопроводности λ достоверно может быть определен только путем опыта.

Из основных минералов в пластах наибольшей теплопроводностью обладает кварц: $\lambda = 7...12$ Вт/(м·К). Причем вдоль напластования пород теплопроводность выше, чем поперек напластования, примерно на 10...15 %. В свою очередь, теплопроводность нефтеводонасыщенных пластов значительно повышается за счет конвективного переноса теплоты жидкими флюидами.

Необходимо помнить, что большинство тел относятся к изотропным веществам, у которых свойства одинаковы во всех направлениях. Для анизотропных тел существует зависимость физических свойств от направления. Поэтому для монокристаллов λ неодинаков в направлении различных осей, а для кварца λ различен вдоль и поперек волокон.

2. Удельная (массовая) теплоемкость c , кДж/(кг·К), характеризует количество теплоты, необходимой для нагрева единицы массы породы на один градус.

3. Коэффициент температуропроводности a , м²/с, характеризуется скоростью выравнивания температуры в неравномерном нагретом объеме тела.

Коэффициент температуропроводности a пород определяется соотношением $a = \lambda/(c\rho)$; где λ — коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К); c — удельная массовая теплоемкость, Дж/(кг·К); ρ — плотность породы, кг/м³.

Следует отметить, что температуропроводность пластов горных пород повышается с уменьшением пористости и с увеличением влагонасыщенности

порового пространства. В нефтенасыщенных породах показатели теплопроводности ниже, чем в водонасыщенных пластах, так как теплопроводность нефти меньше, чем в водонасыщенных пластах [4].

4. Температурный фактор — один из основных, влияющих на теплопередачу в горных породах [1]. Характер влияния температуры на ТФС терригенных осадочных пород в интервале 273...403 К (0...130 °С) наблюдается рост коэффициента теплопроводности, особенно для высокопористых влагонасыщенных пород с конвективным переносом теплоты.

5. Давление в пласте. Анализируя результаты большого количества исследований, можно отметить, что давление незначительно влияет на ТФС горных пород в глубоких скважинах [1].

6. Плотность горных пород. С увеличением плотности теплопроводность пород, как правило, растет, что характерно для осадочных отложений. Для песчаников и аргиллитов при увеличении плотности на 12 % теплопроводность растет на 19 %, и соответственно удельная теплоемкость и теплопроводность также увеличиваются.

7. Пористость осадочных пород. Под действием давления изменяются пористость и плотность по экспоненциальному закону. Пористость и плотность идентичных горных пород под действием геостатического давления изменяется по следующей зависимости:

$$m_{\Pi} = \rho_{\tau} (1 - m_{\Pi \max} \cdot e^{-0,45H}),$$

где m_{Π} — коэффициент пористости; H — глубина залегания; ρ_{τ} — плотность твердой фазы.

Процесс теплопередачи в пористом пространстве пластов отличается и осуществляется теплопроводностью, конвекцией и излучением. Степень влияния каждого из этих способов определяется характеристикой породы, размерами пор, их ориентацией в пространстве горной породы пласта, конфигурацией и сообщаемостью фильтрационных каналов.

На ТФС оказывают влияние и физические свойства пластовых флюидов, заполняющих поровое пространство пласта, а также пластовая температура стенок пор или трещин. Считается, что с уменьшением геометрических размеров пор или трещин снижается влияние конвективного теплопереноса. Соответственно, теплопередачу излучением следует учитывать в горных осадочных породах с макропористостью и макротрещиноватостью.

Зависимость теплопроводности горной породы от пористости выражается следующим соотношением: $\lambda = \lambda_0(1 - m)^3$, где λ_0 — коэффициент теплопроводности горной породы при отсутствии пористости.

По теплопроводности нефтегазонасыщенные и водонасыщенные пласты пористых и трещиноватых пород обладают более эффективными механизмами теплопереноса по сравнению с кондуктивной передачей теплоты [1].

8. Анизотропия горных пород. Экспериментально и геофизическими исследованиями доказано существование анизотропии физических и тепловых свойств горных пород [1] и влияние анизотропии на теплопроводность при изменении направления теплового потока. Физическая анизотропия связана с различными неоднородностями структуры горных пород и слагающих их минералов. Анизотропия характерна для осадочных пород (чередование физически анизотропных и литологически неоднородных пластов, например: глины, песчаники, доломиты, мергели, известняки и др.).

9. Влагонасыщенность (влагоемкость) — один из определяющих факторов ТФС пористо-трещиноватых горных пород. В зависимости от подземных термобарических условий пластов глубоких геотермальных скважинах влагоемкость изменяется в широких пределах. Остаточные воды жидких и газообразных углеводородов (нефть и газ) относятся к особой категории подземных вод в связи со спецификой их природного образования и последующего метаморфизма [6]. Содержание воды и влаги в пористых и трещиноватых горных породах зависит от степени обводненности геологического разреза скважин и влагоемкости пород пластов [1].

Статическая и динамическая термометрия с помощью геофизических методов исследований глубоких скважин. Многолетний мировой и отечественный опыт показывает, что в простаивающих скважинах (статический температурный режим) и в добывающих нефтегазовых скважинах (динамический температурный режим) геофизические комплексные исследования позволяют получить обширную наиболее достоверную информацию. На базе получаемых исходных данных проводятся необходимые расчеты, в том числе и геотермальных характеристик скважин.

Статическая термометрия входит в геофизический каротажный комплекс исследований одновременно с глубинным зондированием других параметров пластов глубоких скважин. Графические термограммы практически линейны по стволу от забоя до устья глубоких скважин. Графические термограммы позволяют надежно оценить в каждой скважине термоградиент, необходимый для определения ТФС горных пород пластов.

Динамическая термометрия больше всего относится к комплексу гидротермодинамических глубинных исследований добывающих нефтегазовых скважин по всему стволу. Особую научно-техническую ценность представляет информация о количественных параметрах вертикального потока пластового флюида поинтервально и для каждого пласта. Методы глубинных измерений поинтервальных характеристик теплового вертикального потока пластовой жидкости и газа достаточно широко внедрены в нефтегазовом комплексе многих стран и в России [8, 2, 10]. Для геотермальных скважин Волгоградской области при проектировании демонстрационных зон потребуются параметрические глубинные измерения (термометрия и дебитометрия).

Унифицированная схема распределения глубинной температуры недр Волгоградской области приведена на графике и во вспомогательной таблице (рис. 1). Унифицированный график глубинной температуры недр Волгоградской области приближенно отражает в интервале глубин от 0 до 6000 м геотермальную характеристику вполне реального потенциала для эффективного использования.

На графике (рис. 1) показаны линейные интегральные зависимости глубинной температуры от забоя до устья скважин в реальном статическом (1) и динамическом (2, 3, 4) режиме. В частности, линейные глубинные температуры распределены дифференцированно в зависимости от дебитов пластовой жидкости, соответственно: Dt_2 — при дебите $100 \text{ м}^3/\text{сут}$ ($t_y = 50 \text{ }^\circ\text{C}$); Dt_3 — при дебите $200 \text{ м}^3/\text{сут}$ ($t_y = 70 \text{ }^\circ\text{C}$); Dt_4 — при дебите $300 \text{ м}^3/\text{сут}$ ($t_y = 90 \text{ }^\circ\text{C}$). Во вспомогательной таблице представлены температурные показатели по глубине через интервал 500 м (рис. 1). Следует обратить внимание, что перепады

между статическими и динамическими линиями Δt_{D1} , Δt_{D2} и Δt_{D3} являются важными для оценки геотермального потенциала каждой скважины в пределах от 45 до 85 °С.

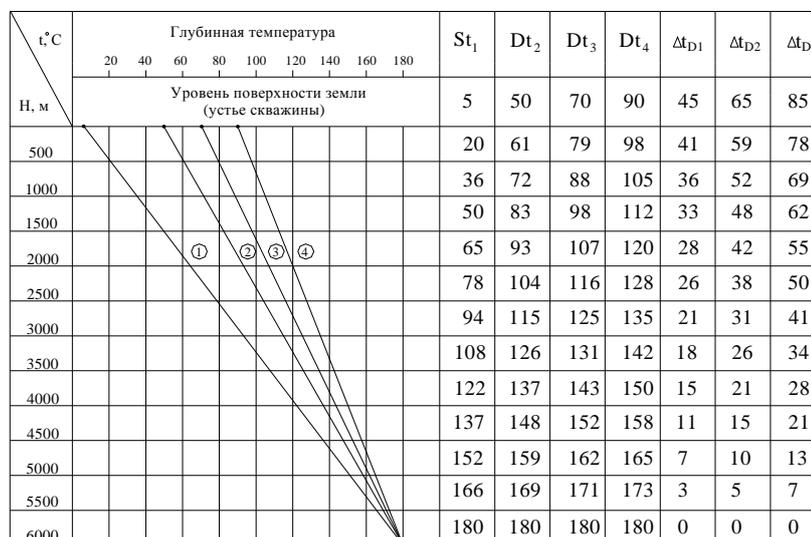


Рис. 1. Унифицированный график распределения глубинной температуры недр Волгоградской области: 1 — глубинная природная статическая температура по термоградиенту в недрах: St₁; 2 — аппроксимированная динамическая температура геотермальной пластовой жидкости (ПЛЖ) при различных дебитах теплоносителя из скважин: Dt₂ (q_{ПЛЖ} = 100 м³/сутки), Dt₃ (q_{ПЛЖ} = 200 м³/сутки), Dt₄ (q_{ПЛЖ} = 300 м³/сутки); 3 — прогнозная динамическая глубинная температура за счет потерь теплоты в пласты действующих геотермальных скважин: Δt_{D1} = St₁ - Dt₂, Δt_{D2} = St₁ - Dt₃, Δt_{D3} = St₁ - Dt₄; 4 — глубинный градиент температуры недр в пределах Котовского нефтяного месторождения: GT = 3°/100 м

Здесь рассматриваются только интегральные линейные температурные зависимости. Однако для технико-экономических расчетов оценки геотермального потенциала потребуется дифференциальный анализ термограмм реальных скважин на первоочередных нефтегазовых месторождениях Волгоградской области.

Детальный анализ дифференциального распределения температуры по глубине и получения теплоты на устье скважин является предметом наших дальнейших исследований. На конкретном примере перспективной геотермальной скважины № 30 Котовского месторождения рассмотрена вполне реальная техническая конструкция, а также характеристики статического и динамического термометрических режимов распределения температуры по стволу скважины (рис. 2).

На примере технической конструкции скважины № 30 Котовского нефтяного месторождения (рис. 2) приближенно к реальным условиям показана диаграмма глубинного распределения температуры с учетом открытого забоя (7) и порово-трещиноватых девонских известняков евлановско-ливенского горизонта. Такая геотермальная схема конкретных скважин будет корректироваться и дополняться в проектах на строительство результатами анализа фактических данных термометрии, дебитами пластовой жидкости, геохимической характеристикой природного теплоносителя, а также коррозионной

активностью минерализованной агрессивной среды в технологических системах энергосбережения.

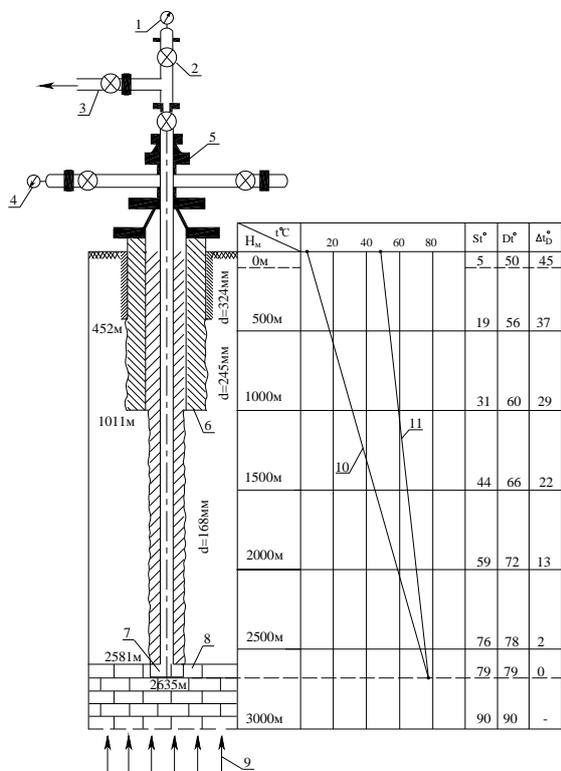


Рис. 2. Геотермальный потенциал скважины № 30 Котовского нефтяного месторождения: 1 — буферный технический манометр для измерения статического и динамического давления на устье скважины; 2 — стальные задвижки высокого давления фонтанной арматуры; 3 — трубопроводная линия (шлейф) для подачи пластовой жидкости в технологическую систему; 4 — технический манометр затрубного пространства скважины; 5 — фланцевые соединения высокого давления; 6 — конструкция скважины; 7 — открытый (без обсадной трубной колонны) забой скважины; 8 — продуктивный водонефтегазонасыщенный пласт пористотрещиноватого известняка; 9 — поток глубинной пластовой жидкости к открытому забою (2635 м) из залежей от водонефтяного контакта

(ВНК) на глубине 2466 м; 10 — график глубинной природной статической температуры — S_t °С по термоградиенту: $GT = 3^\circ/100$ м; 11 — график глубинной природной динамической температуры, действующей геотермальной скважины — D_t °С; 12 — прогнозные динамические потери температуры по геологическому разрезу реальной скважины № 30 Котовского месторождения за счет потерь природной теплоты в пласты: $\Delta t_D = S_t - D_t$ (°С)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Теплофизические свойства горных пород / В.В. Бабаев, В.Ф. Будымка, Т.А. Сергеева и др. М. : Недра, 1987. 156 с.
2. Коротаяев Ю.П. Определение теплофизических свойств горных пород по результатам исследования газовых скважин / Ю.П. Коротаяев и др. // Труды МИНХ и ГП им. И.М. Губкина. Вып. 174. М. : 1983. С. 26—33.
3. Коротаяев Ю.П. Исследование температурного режима газовых скважин // Труды ВНИИгаза. Вып. 9/17. М., 1960. 77 с.
4. Гиматудинов Ш.К. Физика нефтяного и газового пласта / Ш.К. Гиматудинов, А.И. Ширковский. М., 2005. 311 с.
5. Стерленко З.В. Теплофизические свойства пластовых вод, нефтей и насыщенными ими горных пород // Физические процессы горного производства. Л., 1975. Вып. 2. С. 23—27.
6. Петренко В.И. и др. Взаимосвязь природных газов и воды. М. : Недра, 1995. 279 с.
7. Коршак А.А. и др. Основы нефтегазового дела. Уфа : Дизайн Полиграф Сервис, 2002. 543 с.
8. Теплотехнический справочник // под общ. ред. В.Н. Юрьева и П.Д. Лебедева. М. : Энергия, 1976. Т. 2. 896 с.
9. Теплоэнергетика и теплотехника : справочник // под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. М. : Энергия, 1980. 528 с.
10. Михеев М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева М. Энергия, 1973. 320 с.

© Фокин В.М., Панасова Б.В., Окунева Е.П., Александрина Т.Б., 2008

Поступила в редакцию в мае 2008 г.

УДК 622.692.4.053:658.589

И.А. Томарева

ВЛИЯНИЕ ПОТОЧНОГО МЕТОДА РЕКОНСТРУКЦИИ НА БЕЗОТКАЗНОСТЬ ПОДВОДНОГО ПЕРЕХОДА ГАЗОПРОВОДА

Рассматривается один из аспектов надежности подводного перехода, а именно влияние организационно-технологических мероприятий на повышение эксплуатационной безопасности подводного перехода газопровода.

The author studies one of the aspects of underwater gas pipeline reliability, i.e. the influence of organizational and technological measures on the improvement of operating safety of underwater gas pipeline.

Безотказность технической системы — это свойство системы выполнять свои функции в комплексе со всеми объектами (в том числе с окружающей средой и человеком) в пределах самовосстанавливающегося равновесия и их взаимного влияния. Выход технической системы за пределы такого равновесия в общем случае можно трактовать как отказ.

Количественную общую надежность технической системы в течение определенного времени $P(t)$ можно охарактеризовать вероятностью ее безотказной работы. Вероятность безотказной работы подводного перехода газопровода $P(t)$ в течение времени t можно определить по экспоненциальному закону:

$$P(t) = e^{-\omega t}.$$

Поскольку различные факторы могут независимо друг от друга привести к отказу, то общий параметр отказов ω можно разделить на составляющие показатели надежности в зависимости от вида отказов:

$$\omega = \omega_A + \omega_B + \omega_V + \omega_\Gamma + \omega_D + \omega_E + \omega_Ж,$$

где $\omega_A, \omega_B, \omega_V, \omega_\Gamma, \omega_D, \omega_E, \omega_Ж$ — соответственно параметры отказов из-за гидродинамических воздействий, связанных с оголением подводного газопровода, механических повреждений газопровода судовыми якорями, из-за потери устойчивости газопровода, в связи с коррозией труб, вследствие разрывов поперечных стыков, основного металла труб и заводского продольного сварного шва (технические отказы), отказ объектного ремонтно-строительного потока (организационно-технологический отказ).

Для повышения эксплуатационной безопасности подводного перехода необходимо минимизировать вероятность технических и организационно-технологических отказов при реконструкции или капитальном ремонте, что возможно в результате применения современных технологий и поточной организации данного производства.

Организационно-технологический отказ связан в первую очередь с возникновением простоев ремонтно-строительного потока, что в свою очередь влияет на сроки и качество выполнения работ. Поэтому так важно учитывать данный показатель для обеспечения ресурса безопасной эксплуатации подводного перехода.

Для полной характеристики надежности ремонтно-строительного потока рассмотрим критерии, необходимые для оценки явных простоев на надежность.

Математическое ожидание продолжительности вынужденного простоя определяется по формуле

$$X_o = M(x) = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} xp(x)dx ,$$

соответственно статистически

$$x = \frac{x_1m_1 + x_2m_2 + \dots + x_jm_j + \dots + x_nm_n}{n} = \frac{\sum_{j=1}^n x_jm_j}{n} = \sum_{j=1}^n x_jp_j .$$

Дисперсия продолжительности вынужденного простоя определяется как

$$D(x) = M(x - x_o)^2 = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} (x - x_o)^2 p(x) dx .$$

Вероятность отказа ремонтно-строительного потока Q_x определяется как вероятность того, что время простоя достигает критического значения:

$$Q_x = P(x \geq x_{\text{кр}}) = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} P(x) dx .$$

Надежность ремонтно-строительного потока (вероятность безотказной работы потока) определяется по теореме сложения вероятностей для противоположных событий:

$$R_x = 1 - Q_x = 1 - P(x \geq x_{\text{кр}}) = F(x \leq x_{\text{кр}}) = \int_0^{x_{\text{кр}}} P(x) dx .$$

Среднее же время безотказной работы потока можно определить из следующего выражения:

$$t_0^{\text{бп}} = t_{\text{ср}} - t_0^{\text{кр}} ,$$

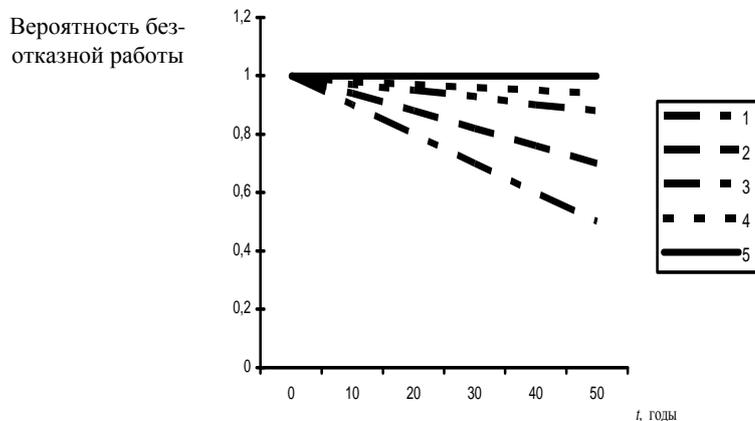
где $t_0^{\text{бп}}$ — среднее время безотказной работы; $t_{\text{ср}}$ — общее время работы потока; $t_0^{\text{кр}}$ — среднее время простоя, величина которого повышает критическое значение.

Расчеты вероятности безотказной работы различных конструкций подводных переходов приведены на графике (рис. 1).

Как видно на графике (рис. 1), для снижения вероятности технических отказов и обеспечения тем самым безопасной эксплуатации подводного перехода газопровода необходимо проводить его реконструкцию методом направленного бурения. Применяв при этом поточную организацию реконструкции или капитального ремонта, мы минимизируем вероятность организационно-технологических отказов, что в свою очередь влияет на надежность газопровода, так как при этом выполняются следующие условия:

минимизация срока выполнения работ, что обеспечивает наименьшие экономические потери;

минимизации стационарной составляющей антропогенного потока, что достигается стабильностью технологии строительства и высоким качеством выполнения работ.



Зависимость вероятности безотказной работы от времени при различных конструкциях подводных переходов: 1 — двухниточная однотрубная конструкция (параллельно проложенные нитки трубопроводов); 2 — подводный трубопровод, имеющий сплошное бетонное покрытие; 3 — двухтрубная конструкция «труба в трубе» без заполнения межтрубного пространства жестким телом; 4 — двухтрубная конструкция с цементно-песчаным заполнителем; 5 — подводный переход, сооружаемый методом направленного бурения

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абрамян С.Г.* Экологические основы реконструкции и капитального ремонта магистральных трубопроводов : монография / ВолгГАСУ. Волгоград, 2002. 212 с.
2. *Березин В.Л.* Поточное строительство магистральных трубопроводов. М. : Недра, 1988.

© Томарева И.А., 2008

Поступила в редакцию
в мае 2008 г.

УДК [697.325:66.012.3]+[510.65:004.02]

В.А. Яковлев**МЕТОДИКА РАСЧЕТА НА ЭВМ ЩЕЛЕВЫХ ГАЗОГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ ВОЗДУХА**

Разработана программа, которая выполняет расчет щелевых газогорелочных устройств с принудительной подачей воздуха, работающих на газе низкого и среднего давлений с использованием методики Ю.В. Иванова. Данная программа позволяет подобрать газовую горелку с учетом аэродинамических характеристик потоков газовых струй, что улучшает смесеобразование и повышает КПД на 2...3,5 %.

The authors developed a program for carrying out the analysis of slit-type gas-burning devices with forced air supply which work on the medium and low pressure gas applying the methods of Yu.V. Ivanov. The program allows selecting a gas burner taking into account the aerodynamic characteristics of gas streams; it improves the mixing and provides a 2 to 3,5 % increase in the efficiency.

Для обеспечения равномерного нагрева радиационных поверхностей топочной камеры щелевые горелки с принудительной подачей воздуха позволяют обеспечить равномерность нагрева экранных поверхностей теплогенерирующих установок. Это удлиняет срок службы топочных экранов, а также создает условия для равномерного нагрева циркулирующего теплоносителя.

Эффективность работы щелевых двухтрубных газовых горелок с принудительной подачей воздуха обуславливается качественным расчетом основных конструктивных элементов горелки. Рассчитывается диаметр, количество и шаг огневых отверстий коллекторной трубы горелки, а также длина щелевого канала горелки и построение эпюр аэродинамических струй по сечению воздушного щелевого канала в месте, где струи принимают направление, параллельное оси щелевого канала.

Данный расчет позволяет улучшить работу газогорелочного устройства, что позволяет повысить КПД котла на 2...3,5 %. Это обеспечивает значительное улучшение процесса смешения газа с воздухом, что принципиально улучшает смесеобразование и, как результат, уменьшает длину пламени и α . Программа выполняет расчет щелевых горелок с использованием методики, разработанной Ю.В. Ивановым [3].

Исходные данные для расчета щелевых газогорелочных устройств:

- 1) тепловая нагрузка котла Q_k , МВт (Гкал/ч);
- 2) коэффициент полезного действия котла η ;
- 3) давление газа перед горелкой P_r , Па (мм вод. ст.);
- 4) низшая теплота сгорания газа Q_n^p , кДж/м³ (ккал/м³);
- 5) плотность воздуха при нормальных физических условиях ρ_v , кг/м³;
- 6) коэффициент избытка воздуха α ;
- 7) радиус горелочной трубы r , мм;
- 8) угол между осями горелочных отверстий β , град.
- 9) ширина щели B , мм;
- 10) плотность газа ρ_r , кг/м³.

При известном коэффициенте полезного действия и тепловой мощности котла определяется тепловая мощность, Гкал, горелочного устройства по формуле

$$Q_r = \frac{Q_k}{\eta}. \quad (1)$$

Расход газа, м³/ч, проходящего через горелочное устройство, определяется по формуле

$$V_r = \frac{Q_r}{Q_H^p}. \quad (2)$$

Скорость, м/с, истечения газового топлива из огневых отверстий определяется по формуле (3)

$$w_r = \varphi \cdot K \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot P_r}{\rho_r}}, \quad (3)$$

где φ — коэффициент расхода (принимается в зависимости от места расположения отверстий). Для отверстий, сверленных в газовых трубах, коэффициент расхода имеет значение, равное 0,6; K — поправочный коэффициент зависящий от давления газа перед отверстием (соплом) горелки. Для давления газа $P_r = 1500$ кгс/м² коэффициент принимается равным 0,96; для давления газа $P_r = 1000$ кгс/м² — 0,97; для любого более низкого давления коэффициент имеет значение, равное 1; g — ускорение свободного падения, м/с²; P_r — давление газа перед горелкой, кгс/м²; ρ_r — плотность газа, кг/м³.

Необходимую площадь, м² живого сечения огневых отверстий горелочных труб горелки определяют по формуле

$$F_0 = \frac{V_r}{3600 \cdot w_r}. \quad (4)$$

Площадь сечения, м², одного газовыпускного отверстия вычисляется по формуле

$$f_0 = 0,785 \cdot (d_0 \cdot 10^{-3})^2, \quad (5)$$

где d_0 — диаметр огневого отверстия горелки, мм.

Общее количество огневых отверстий горелки определяется по формуле

$$N = \frac{F_0}{f_0}. \quad (6)$$

Количество огневых отверстий, шт, на одном коллекторе горелки определяется по формуле (7) (применительно для двухтрубной горелки):

$$n = \frac{N}{2}. \quad (7)$$

Расстояние между осями крайних огневых отверстий, мм, коллектора горелки определяется по формуле

$$L_0 = S \cdot (n - 1), \quad (8)$$

где S — шаг между осями горелочных отверстий, мм; n — количество горелочных отверстий на одном коллекторе горелки, шт.

Отверстия напротив труб горелки располагаются друг напротив друга в шахматном порядке (рис. 1) с углом между осями горелочных отверстий β (рис. 2).

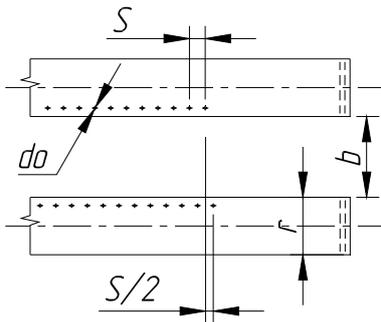


Рис. 1. Схема расположения газовых труб с огневыми отверстиями горелки

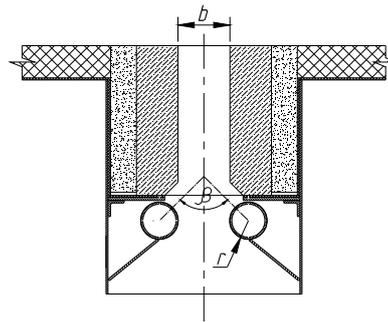


Рис. 2. Поперечный разрез двухтрубной щелевой горелки

Длина, мм, щелевого канала горелки определяется по формуле

$$L = L_0 + \frac{5}{2} \cdot S. \quad (9)$$

Расход воздуха, м³/ч, необходимый для работы горелочного устройства, определяется по формуле

$$V_B = V_T \cdot V_r \cdot \alpha, \quad (10)$$

где V_T — теоретический объем воздуха необходимый для сжигания 1 м³ газа, м³; V_r — расход воздуха на горелку, м³/ч; α — коэффициент избытка воздуха.

Скорость воздуха, м/с, на входе в щель при нормальных физических условиях определяется по формуле

$$w_B = \frac{V_B}{3600 \cdot L \cdot b}, \quad (11)$$

где L — длина щелевого канала горелки, м; b — ширина щелевого канала, м.

Скорость газозвушной смеси, м/с, на входе в щель при нормальных физических условиях определяется по формуле

$$w_{r.в.с.} = \frac{V_B + V_r}{3600 \cdot L \cdot b}, \quad (12)$$

где V_B — расход воздуха на горелку, м³/ч; V_r — расход газа на горелку, м³/ч;

Скорость газозвушной смеси, м/с, на выходе из щели при максимальной температуре, равной 1400 °С определяется по формуле

$$w_{г.в.с.}^{1400^{\circ}C} = w_{г.в.с.} \cdot \frac{273 + 1400}{273}. \quad (13)$$

Дальнобойность струи потока газа, мм, выходящей из огневых отверстий горелки, определяется по формуле Иванова

$$h = K \cdot d_0 \cdot \frac{w_{г.}}{w_{в.}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{г.}}{\rho_{в.}}} \cdot \sin \alpha - r \cdot (1 - \sin \alpha), \quad (14)$$

где K — экспериментальный коэффициент $K = 1,7$; d_0 — диаметр огневого отверстия, мм; $w_{г.}$ — скорость газа, выходящего из газовыпускного отверстия, м/с;

Диаметр раскрытия струи, мм, в месте, где потоки газа приобретают в щели вертикальное положение, определяется по формуле

$$D = 0,75 \cdot h. \quad (15)$$

Геометрические характеристики потоков газовых струй по сечению щели показаны на рис. 3 и 4.

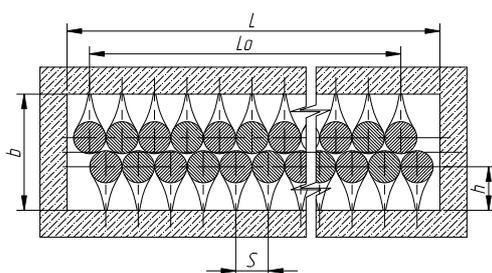


Рис. 3. Схема распределение аэродинамических эпюр потоков газовых струй по горизонтальному сечению щели

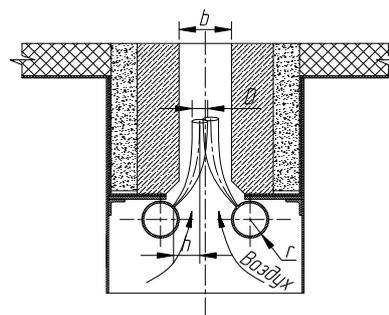


Рис. 4. Распределение аэродинамических потоков газовых струй в вертикальном сечении щели

Программа выполняет расчет щелевой горелки по трем методам:

- 1) прямого расчета горелки;
- 2) методом подбора;
- 3) поверочного расчета горелки;

На рис. 5 приведено главное окно программы.

Метод прямого расчета выполняет расчет горелки согласно вышеизложенной методике и может использоваться только для определения длины щелевого канала, а также количества огневых отверстий горелочной трубы горелки в зависимости от заранее заданной нагрузки котла. При расчете по этому методу программа строит, но в расчетах не учитывает распределение струй по сечению щелевого канала. При расчете прямым путем в ячейки ввода исходных данных вводится помимо вышеприведенных основных исход-

ных данных используемых для любого типа варианта расчета, добавляется диаметр и шаг огневых отверстий горелки.

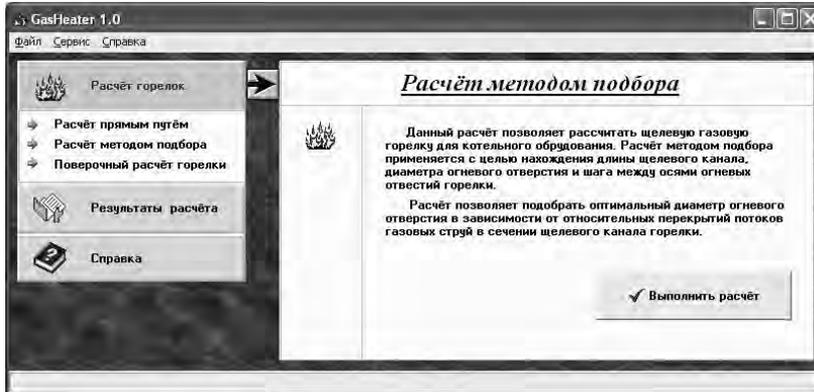


Рис. 5. Главное окно программы

Результатами расчета прямым путем является определение количества огневых отверстий и длины щелевого канала горелки, а также вывод числовых значений и построение геометрических характеристик потоков газовых струй по сечению щелевого канала, приведенные на рис. 6.

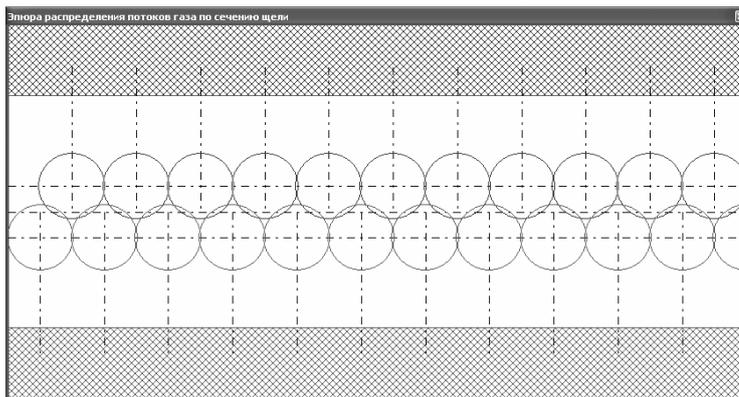


Рис. 6. Эпюра распределения потоков газовых струй по сечению воздушного щелевого канала

Расчет методом подбора является основным расчётным методом программы, который может использоваться для расчета всех основных элементов горелки с использованием минимального количества исходных данных. Программа выполняет расчет, учитывая геометрические параметры газовых струй выходящих из огневых отверстий.

К основным исходным данным добавляется отношение перекрытий газовых струй в продольном и поперечном положении сечения щелевого канала в месте, где струи принимают направление движения вдоль оси щелевого канала в воздушном потоке. На рис. 7 приведено окно ввода исходных данных, а на рис. 8 — окно вывода результатов расчета методом подбора.

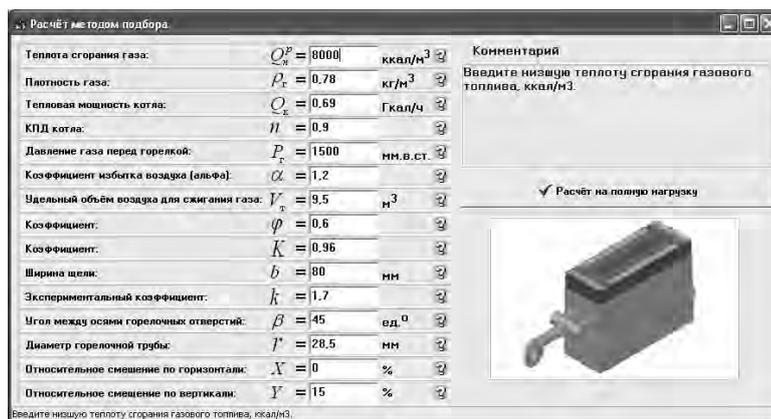


Рис. 7. Окно ввода исходных данных расчета методом подбора

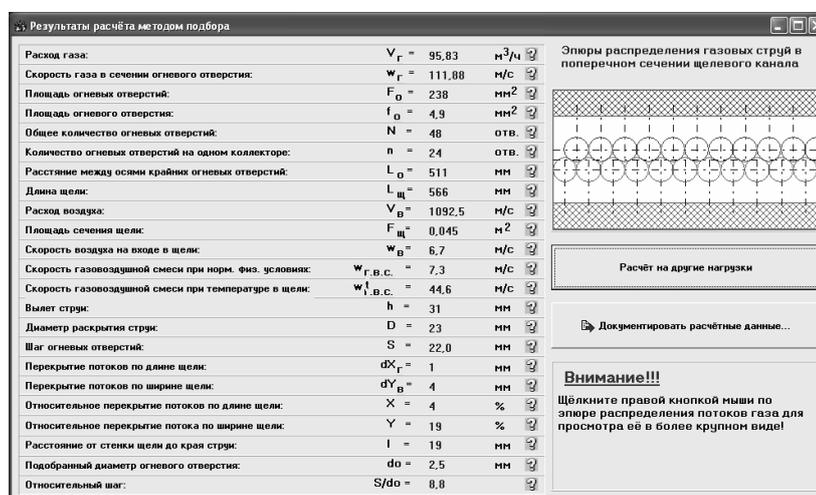


Рис. 8. Окно вывода расчетных данных расчета методом подбора

Поверочный расчет горелки принимает максимальное количество исходных данных, в том числе, шаг, диаметр и количество огневых отверстий, а также длину и ширину щели. Данный расчет разработан с целью осуществления оценки основных расчетных параметров горелочного устройства.

Программа выполняет построение геометрической характеристики газовых струй и осуществляет вывод всех основных ее параметров. Данный расчёт может быть использован для оценки работы существующего щелевого горелочного устройства, а также для ее перерасчета с целью изменения какого-нибудь расчетного параметра для улучшения модели смесеобразования, что повысит качество сжигания газового топлива и КПД тепловой установки. Также программа осуществляет построение графической зависимости расхода газа через горелку и скорости газа в проходном канале огневых отверстий от давления газа перед горелкой.

Построение зависимостей программа осуществляет как для рассчитанного диаметра огневого отверстия, так и для диаметров, заданных пользователем.

лем. Поскольку геометрические характеристики выполненных расчетных данных газовых струй остаются постоянными вдоль всей зависимости расхода газа через горелку от давления газа перед горелкой, то это позволяет оценить работу горелки на давлении газа ниже расчетного при неизменных геометрических характеристиках газовых струй.

Программа представляет собой распределенное приложение, которое устанавливается и работает в среде *Windows*.

Вывод результатов расчета, а также всех введенных исходных данных программа осуществляет в *Microsoft Word*. На рис. 9 приведено окно документирования расчетных данных.

№ п/п	Наименование	Значение	Едм. измерен.
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ РАСЧЕТА			
1	Теплота сгорания газа	8000	ккал/м ³
2	Плотность газа	0,70	кг/м ³
3	Тепловая мощность котла	0,89	Гкал/ч
4	КПД котла	0,9	
5	Коэффициент избытка воздуха (альфа)	1,2	мн. без ст.
6	Удельный объем воздуха для сжигания газа	9,5	
7	Коэффициент	0,6	м ³
8	Коэффициент	0,96	
9	Ширина щели	80	
10	Коэффициент	0,6	мм
11	Экспериментальный коэффициент	1,2	
12	Угол между осями горелочных отверстий	45	град
13	Диаметр горелочной трубы	28,5	мм
14	Относительное сужение по горизонтали	30	%
15	Относительное сужение по вертикали	15	%

В	dv	Pг	dv	Qгор	Vг	Wг	Fg	lg	H	n	Ln	S	S/dg
80	1,8	20	0,69	0,767	11,1	12,9	239,042	2,543	94	47	772	16,0	0,9
80	1,8	40	0,69	0,767	15,7	18,3	239,042	2,543	94	47	772	16,0	0,9
80	1,8	60	0,69	0,767	19,3	22,4	239,042	2,543	94	47	772	16,0	0,9
80	1,8	80	0,69	0,767	22,2	25,0	239,042	2,543	94	47	772	16,0	0,9
80	1,8	100	0,69	0,767	24,9	28,9	239,042	2,543	94	47	772	16,0	0,9
80	1,8	120	0,69	0,767	27,2	31,6	239,042	2,543	94	47	772	16,0	0,9
80	1,8	140	0,69	0,767	29,4	34,2	239,042	2,543	94	47	772	16,0	0,9
80	1,8	160	0,69	0,767	31,4	36,5	239,042	2,543	94	47	772	16,0	0,9
80	1,8	180	0,69	0,767	33,4	38,8	239,042	2,543	94	47	772	16,0	0,9
80	1,8	200	0,69	0,767	35,2	40,9	239,042	2,543	94	47	772	16,0	0,9

Рис. 9. Окно документирования расчетных данных

Разработанная программа для расчета щелевых газогорелочных устройств позволяет сократить время для теплового, конструктивного и аэродинамического расчета горелки, а также выбрать оптимальный вариант для экономичного и надежного сжигания газа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Михеев В.П.* Газовое топливо и его сжигание. Л. : Недра, 1966. 328 с.: ил.
2. *Стаскевич Н.Л.* Справочник по газоснабжению и использованию газа / Н.Л. Стаскевич, Г.Н. Северинец, Д.Я. Вигдорчик. Л. : Недра, 1990. 762 с.: ил.
3. *Иванов Ю.В.* Газогорелочные устройства. Изд. 2-е перераб. и доп. М. : Недра, 1972. 276 с.

© Яковлев В.А., 2008

Поступила в редакцию
в мае 2008 г.

**ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ
И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ.
АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

УДК 72.04+72.03

А.Ю. Алешин

СТИЛЕВАЯ АДАПТАЦИЯ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ

Рассмотрены процессы, связанные с возвращением стилизации и эклектизма в проектную практику современной России. Проанализированы идейные истоки, теоретические основы формирования новых направлений архитектуры.

This article searches the process connected with the returning of stylization and eclecticism to the project practice in contemporary Russia. Analyzed in this article are the sources of ideas, the theoretical foundations of the new architecture directions.

Архитектура конца XX — начала XXI столетия по своим характеристикам входит в сферу художественной системы нового времени. Развитие новых социально-экономических отношений, материальных потребностей общества и успехи строительной техники предопределили увеличение объемов нового строительства. Зарождение новых форм общественной жизни потребовало развития новых типов зданий, увеличение масштаба архитектурных сооружений, поиск других композиционных приемов.

Это вызвало необходимость разработки специальной методики стилевой адаптации современной архитектурной среды. Сущность методики заключается в дифференцированном подходе современных авторов к применению исторических архитектурных стилей.

В настоящее время получило развитие строительство таких многофункциональных систем, как торгово-развлекательные комплексы, универсальные оптовые рынки, жилые комплексы повышенной комфортности, современные офисные объекты, что дало толчок к применению новых конструкций больших пролетов, индивидуальных криволинейных каркасов: сборных и монолитных. Если функциональная сторона постепенно совершенствовалась, то художественная, образная сторона архитектуры значительно отстала. Старый архитектурный язык соцреализма оказался непригоден, а новый не сформировался. Стремление добиться своеобразия не за счет выразительности общей композиции, а за счет «оригинальности» архитектурной декорации привело к привлечению для оформления фасадов и интерьеров самых разнообразных стилистических мотивов и в массе своей приобрело неприемлемый оттенок. Погоня за разнообразием впечатлений, желание поразить заказчика богатст-

вом искусственно собранных воедино поддельных «стилей» отрицательно отразились на современном градостроительстве [1, с. 214]. Стремление к оригинальности каждого фасада сопровождается отрицанием того ценного, что оставил нам советский период. Стилистическое единство городской застройки непоправимо разрушено.

В настоящее время в архитектуре происходит переоценка ценностей. Архитекторы задумываются над проблемой становления стиля, но многие из них поняли ее чисто поверхностно, что проявилось в достаточно наивных попытках введения старых декоративных форм. Бездумное отношение к эклектике, стремление внести в сооружение все характерные признаки того или иного стиля, сделав его для лучшей узнаваемости «классичнее», «модернее», «готичнее» приводит к изобилию случайных деталей, натуралистичной мелочности. Плотность архитектурной декорации возрастает соответственно с увеличением масштабов сооружений. Желание найти еще неиспользованные сочетания декоративных форм приводит к созданию тяжеловесных фантастических композиций.

Чтобы приблизиться к пониманию общих закономерностей архитектурных систем этого периода, нужно провести анализ внутренних особенностей стиля и отдельных ветвей его развития.

Источниками архитектурных образов послужили памятники многих эпох. Таким путем архитекторы пытаются обогатить свое творчество большей художественной выразительностью, понимая, что выдуманные новые формы не могут конкурировать с теми, что создавались и совершенствовались не одним поколением зодчих [2, с. 27].

В современной эклектике эстетика имеет серьезный материальный эквивалент, и поэтому характер ее выражения иной. Носителем прекрасного является не элементарный геометрический орнамент и не система ложного тектонического декора, а специфически обработанная, трактованная в соответствии с принятыми сегодня нормами красоты утилитарно-конструктивная форма.

Целостность архитектурной композиции у современных авторов достигается не визуальным однообразием системы художественных форм и средств, а единообразием трактовки и гармонизацией разнородных форм [3, с. 21]. Композиция в данном случае еще не может обрести выигрышную возможность длительного восприятия во времени с разных точек зрения.

А наиболее четко это просматривается в новых постройках, в которых предпринята попытка использовать стиль «модерн». Большое значение в композиции зданий приобретает введение единого организующего архитектурного приема, общего пропорционального строя. Немалое значение получают и фактурно-цветовые соотношения. В системе композиций этого реанимированного модерна нет и намека на порядок и соподчиненность — принцип организации зодчества нового времени. И стена, и оконный, и дверной проём, карниз, линия крыш, фактура материала и другие элементы в этой системе композиции не обретают художественную активность. Между элементами декоративными и эстетически переработанными пропало гармоническое взаимодействие — определяющая характеристика «первозданного» модерна [4, с. 105]. Линия, форма, плоскость, цветовое пятно в муках находят свое место в палитре современных авторов. И не только в элементах чисто декоративных, но и утилитарных.

Используя стилизацию как принцип формообразования, новые мастера отказываются от применения специальной художественной системы, не имеющей другого значения, кроме содержательно-декоративного. Они используют утилитарные формы, трактуемые как художественные элементы. В новой эклектике декору отводится роль «чистого» второстепенного украшения, которое в соответствии с замыслом может выступить в роли формообразующей связи. Декор не обязательная принадлежность стиля, все дело в расстановке акцентов. Отдельными авторами он используется как основное средство художественной выразительности — как декоративная форма или система форм. Выделим два типа декора. Первый — декор, непосредственно сплавленный с конструкцией, неотделимый от нее, который можно определить и как декоративную интерпретацию конструктивных или утилитарных элементов. Он обычно пластичен. Это — обрамление окон, оконные и дверные переплеты, ограждения лестниц, балконов и вырастающий из стены или уходящий в нее рельеф. Второй тип декора — графичный, линейный орнамент, живопись, керамические и скульптурные панно — всегда определенно не функционален и противопоставлен конструктивной сущности здания. В некоторых случаях используемый декор примитивно орнаментален. Функциональный смысл орнамента состоит в структурной символике органического порядка. Он не скрывает и не изображает работу конструкций, скорее помогает выразить их внутренние усилия и динамику.

Опытные зодчие сознательно применяют более сложную атрибутику из архитектурного наследия — это многочисленные и разнообразные функциональные элементы. Слитность отдельных утилитарных частей в тектонике здания создает впечатление изначального порядка и в то же время возможность стихийной подвижности и эмоционального взрыва.

Из багажа старых мастеров особенно массово используется богатое разнообразие форм и размеров окон: криволинейных, круглых, овальных, полукруглых, квадратных и обычных прямоугольных. Количество вариантов откосов, подоконников и округлений углов также велико. При распределении окон и эркеров по фасадам чаще всего мы видим усложненный, а иногда и вовсе свободный ритм, что придает как офисным, так и жилым зданиям своеобразную живописность. Большое внимание сегодня уделено балконам и лоджиям. Среди характерных, выразительных средств обогащения фасадов особое место занимают эркеры. Объемы зданий приобретают интересную пластичность, богатую игру светотени. Функциональное назначение эркеров — улучшить инсоляцию жилых помещений, расширить с их помощью внутреннее пространство, ослабить контраст между ним и наружной средой, раздвинуть границы интерьера. В некоторых вариантах можно встретить прием устройства тройных окон без характерного для эркера выступа из плоскости стены.

Новые технические возможности, которые дали зодчим современные строительные материалы, во многом определили общее благоприятное впечатление от сегодняшних архитектурных экспериментов.

Свойства материала — понятие относительное, и любой исполнитель берет от них то, что хочет увидеть и подчеркнуть. Фактурное сопоставление необработанных поверхностей, параллельное сравнение различных материалов (естественный камень, глазурованный кирпич, декоративная штукатурка, керамика, стекло и

цветные металлы) и их непосредственное применение материализовали самые невероятные художественные фантазии современных авторов. Фасады многоэтажных зданий получают сплошную каменную и керамическую облицовку. Используется новая высокопрочная штукатурка, обладающая изначально декоративными, фактурными свойствами, граниты, мраморы, пластик. Неограниченный ассортимент облицовочных и отделочных материалов достойно дополняет художественный металл. Кронштейны карнизов, обнаженные железные каркасы, решетки ограждений балконов и лестничных маршей, козырьки над подъездами, дверные ручки: бронзовые, стальные, из нержавеющей стали, — блеском своих поверхностей оттеняющие и вторящие фактурно-цветовой гамме фасадных поверхностей и ритмике архитектурных форм. Само возвращение к художественному металлу не ново, оно дало почувствовать новый характер материала, извлечь из него, неизвестные ранее и традиционные эффекты.

Чрезвычайно обогащена цветовая гамма новой стилизованной эклектики: изысканные оттенки и яркие локальные тона. Границы, отмечающие использование окраски фасадов в различный цвет, иногда подчеркнута декоративны, иногда, с точки зрения привычных представлений о тектонике, — произвольны. Визуальная картина реализованных проектов доказывает, что архитектурный прием важен не сам по себе, как сочетание выразительных эстетических элементов, заимствованных с известных образцов, а только как часть системы в крепкой аргументированной композиции. Смелость современного художественного эксперимента часто оборачивается не эстетической выразительностью, а иллюзией, необычно сконструированной, сознательно оторванной от прототипа.

Формально методика стилевой адаптации не охватит всего многообразия архитектурных явлений, слишком короток период формирования направлений и не все пути еще четко определились. Современные архитекторы позволяют себе использовать традицию там, где она неуместна. Они как будто выполняют не очень правильные ученические упражнения в классическом стиле. Без конкретного понимания персональной ответственности это подразумевает эффектные артистические жесты, в которых с ясной отчетливостью имитируются традиционные ценности, образ города формируется недоразвитым, а архитектура неполноценной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алешин А.Ю.* Современная интерпретация стилей классики и модерна в архитектуре г. Челябинска : материалы XII Междунар. научн.-практ. конференции. Пенза : Изд. ПГУАС, 2005. С. 213—215.
2. *Гидион З.* Пространство, время, архитектура. М. : Стройиздат, 1984.
3. *Дженикс Ч.* Язык архитектуры постмодернизма. М. : Стройиздат, 1985.
4. *Горюнов В.С.* Архитектура эпохи модерна / В.С. Горюнов, М.П. Тубли. СПб. : Стройиздат, 1994.

© *Алешин А.Ю.*, 2008

*Поступила в редакцию
в мае 2008 г.*

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. ТЕОРИЯ РАЗВИТИЯ ГОРОДА.
УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ**

УДК 711. 113

Н.Г. Юшкова, Д.А. Долотова

ПРОБЛЕМЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РЕОРГАНИЗАЦИИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДОКУМЕНТАЦИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Сформулирована актуальная для современного градостроительства проблема рациональной пространственной организации градостроительных систем и определены перспективные направления ее решения. Сформулированы основные положения авторской методики предпроектных исследований в составе документов градостроительного планирования и обоснована необходимость ее внедрения в практику управления градостроительной деятельностью.

An urgent issue of the present day urban planning of rational spatial organization of urban planning systems was formulated and promising ways of its solution were determined. The authors also formulated the main ideas of the author's method for predesign investigations within the set of documents for urban planning and justified the necessity for its implication into the practice of urban planning management.

Современный этап урбанизации характеризуется тем, что в городах меняется характер экономической активности: вместо промышленного производства доминирующей становится сфера обслуживания, предполагающая многообразие предложения различных товаров и услуг. Городская структура трансформируется: наиболее характерные изменения проявляются в системе обслуживания, в которой в последнее время обособился информационный сектор. Меняются и качественные (пространственные) характеристики территориальных объектов в системе городского расселения населения. Крупный город становится средоточием информационных потоков. Информация и сферы ее непосредственного влияния получают ярко выраженный импульс к развитию и могут по праву считаться градообразующими, а, соответственно, и современный город будет кардинально отличаться от индустриального города не только функциональными процессами, но и принципами их пространственного размещения. От точности и корректности учета выявленных закономерностей развития современного города зависит эффективность градостроительной деятельности в целом и степень рациональности пространственной организации градостроительной системы в частности.

В последние годы решение обозначенной проблемы связано с совершенствованием градостроительной деятельности, особенно в направлении систематизации градостроительной документации, классификации территориаль-

но-градостроительной информации и использованием информационных систем и технологий. Все эти современные инструменты рассматриваются специалистами-градостроителями как способ адаптации положений Градостроительного кодекса Российской Федерации, принятого в 2004 г., к реальным условиям функционирования и развития территории. На первый взгляд, в нем представлена довольно четкая и вполне логичная система действий, направленных на повышение управляемости градостроительных систем разного уровня. Особая роль отведена территориальному планированию, которое, если следовать положениям кодекса, способна реализоваться на практике с минимальными издержками. Однако возможность, предоставляемая муниципальным органам градостроительным законодательством, крайне редко реализуется полно и адекватно.

Называются разные причины рассогласованности действий отдельных участников градостроительной деятельности, и особенно органов муниципальной власти и разработчиков градостроительной документации. Такие, например, как излишняя теоретичность положений Градостроительного кодекса и их некоторая схематичность, что и дает возможность трактовать их по-разному, часто довольно противоречиво. Кроме того, в зависимости от особенностей градостроительных школ отдельных регионов трактовка положений кодекса в процессе их реализации различается кардинально. Наиболее заметны разночтения специалистов-градостроителей в отношении такого направления градостроительной деятельности, как территориальное планирование. Специалисты в регионах сталкиваются с проблемой разработки градостроительной документации для муниципальных образований, испытывая при этом острую потребность в методических материалах, раскрывающих и расшифровывающих «компактные» положения кодекса. В противном случае неминуема излишне свободная и даже непрофессиональная интерпретация кодекса.

Ситуация осложняется тем, что документация территориального планирования разрабатывается на трех уровнях: федеральном, региональном и муниципальном, и при этом специфика ее подготовки зависит от условий и принципов систем управления, реализующих свои полномочия на каждом уровне. Управлять напрямую сложным, интегрированным процессом разработки документов территориального планирования не представляется возможным. В то же время формальное предоставление неограниченной свободы разработчикам документов не лучшим образом сказывается на практических результатах. Различные научно-исследовательские и проектные организации, не имеющие единой научно-методической базы и слабо увязанные в своей деятельности, интерпретируют положения кодекса по-своему. При этом итоги работы специалистов, руководствующихся единым законом — Градостроительным кодексом, — могут быть полярными. Не уживаются современные принципы разработки документов территориального планирования и традиционные для градостроительного проектирования прошлых лет характерные приемы классического градостроительства. Градостроительный кодекс РФ, содержащий в своих положениях универсальные рекомендации разработки градостроительной документации, в то же время не раскрывает методических приемов их практического использования.

Вместе с тем актуальность проблемы формирования градостроительной документации нового поколения по-прежнему не становится менее острой.

Разработка документов территориального планирования по сравнению с документами градостроительного зонирования и планировки территории требует большей вариативности современных методических подходов. Современные социально-экономические условия, обеспеченные законодательно, открывают широкие перспективы и возможности в поиске и выборе инструментария, оптимизирующего взаимодействия участников градостроительной деятельности в процессе разработки документов территориального планирования.

Одним из возможных вариантов регламентации отношений участников градостроительной деятельности при разработке документов территориального планирования и одновременного расширения их возможностей является определение разных по сути и по форме составляющих их частей: утверждаемой и не утверждаемой. К разряду не требующих утверждения разработок относятся, согласно Градостроительному кодексу, материалы по обоснованию, включающие, в свою очередь, комплекс предпроектных аналитических исследований, обоснование вариантов решения различных задач пространственного развития территории.

Период апробации современных положений кодекса в отношении использования исследований разного рода на этапе предпроектных градостроительных исследований, крайне непродолжительный. В связи с этим можно предположить, что эксперименты в сфере территориального планирования разного рода, в частности, связанные с изучением и анализом влияния на развитие территории одновременно социально-экономических и рыночных факторов, способны послужить основой современным методик градостроительного проектирования.

Идеи проведения предпроектных исследований, в том числе и социально-го характера, при разработке градостроительной документации территориального планирования, не новы¹. Сегодня этот вид аналитических разработок требует обновления. Предлагается выработать социально-экономические механизмы взаимоотношения власти и общества, позволяющих регулировать степень участия сферы бизнеса в принятии общественно значимых градостроительных решений. Социально обоснованные проектные решения с проработанной схемой взаимодействия всех заинтересованных сторон (участников градостроительной деятельности), включая правовые, экономические, организационные вопросы, наиболее полно отвечающие потребностям формирования и развития полноценно функционирующей градостроительной системы.

Область социально-экономических исследований охватывает вопросы, связанные со структурой и процессами в обществе, взаимодействиями социальной среды с урбанизированной. Целесообразно, в частности, проведение исследований в направлениях выявления социальных конфликтов на территории, оценки демографической структуры населения, маркетингового исследования территории, определения социально-пространственных процессов и связей (производство — воспроизводство — потребление), оценки ресурсного потенциала территории.

Наличие социальных конфликтов на территории неизбежно в силу неоднородности структуры общества и многообразия интересов участников гра-

¹ См., например, работы З.Н. Яриной, А.В. Крашенинникова.

достоительной деятельности. Выявление, установление причин конфликтов на стадии территориального планирования и их предотвращение благоприятно сказывается на формируемой градостроительной среде. При оценке конфликтов устанавливаются следующие их особенности: участвующие стороны (частные интересы — общественные интересы), характер конфликта (явные, скрытые), виды территориально-пространственных проявлений (участковые, очаговые, линейные). Результатами оценки этого вида являются конкретные предложения по взаимодействию общественных и частных интересов, по установлению видов и форм ликвидации конфликтов управленческими, пространственными и планировочными методами.

Демографическая оценка состава потребительских групп населения проводится с использованием существующих методик для выявления структуры потребительского спроса. Выявляются социальные группы, дифференцированные по критериям возраста, материальной обеспеченности, трудовой занятости (в производственной или обслуживающей сферах), определяются их количественные соотношения и пространственное размещение с целью последующего определения их территориальной локализации. При разработке градостроительной документации данное структурирование необходимо для определения потребности и уровня дальнейшего развития инфраструктуры на конкретной территории.

Социально-пространственные процессы и связи на территории фиксируются и анализируются в разрабатываемых схемах «производства — потребления — воспроизводства». Анализ этих схем, отражающих существующее пространственное соотношение процессов и среды, выявляет функциональные нарушения. Итогом данного этапа является трансформация схем существующего состояния в проектные модели. В них предлагаются способы нормализации функциональных циклов для данной территории в соответствии с потребностями и перспективами развития конкретного муниципального образования.

Исследование ресурсного потенциала территории охватывает область антропогенных ресурсов (территориальные (пространственные, ресурсы застройки), трудовые (государственный, частный сектор; сферы производства, управления, обслуживания) и информационные (квалифицированные кадры, техническое обеспечение)), как наиболее точно отражающих динамику развития территории. Фиксация характера существующего распределения ресурсов производится в схемах, на которых территориальные ресурсы отображаются в виде зон, трудовые — в виде потоков, информационные — локальными участками и центрами. Итогом работы является разработка комплексных схем ресурсного зонирования, территориального перераспределения трудовых ресурсов, размещения и направлений развития различных секторов экономики, включая информационный сектор. Такая совокупная оценка территории по указанным критериям позволяет адекватно спланировать развитие муниципального образования в рамках подготовки документов территориального планирования.

Совершенствование методики разработки документов территориального планирования необходимо осуществлять и в направлении применения на предпроектной стадии наряду с материалами социально-экономических обоснований специальных градостроительных технологий.

Комплексная оценка потребительских качеств территории заключается в поэтапном и последовательном осуществлении специфических аналитических операций, каждая из которых раскрывает различные особенности функционирования современного города, такие как обоснование систем общественного обслуживания; прогноз характеристик структуры жилого фонда как продукта потребления; определение состава и структуры потребителей. Итогом работы является формирование стратегий использования и освоения территорий, учитывающих характеристики рынка.

Система общественного обслуживания наиболее активно по сравнению с прочими секторами экономической активности субъектов рынка реагирует на экономические изменения. В настоящее время при обосновании элементов системы объектов обслуживания на уровне разработки документов территориального планирования руководствуются преимущественно стандартными позициями градостроительных нормативов, определяемых СПиП. В то же время иные виды потребностей, получающие все большее распространение в современном городе (индустрия производства коммерческих продуктов, сервиса, развлечений), недооцениваются. Но, поскольку в современном обществе рыночных отношений, разнообразие потребительских продуктов и услуг настолько велико, а они во взаимодействии образуют сложную структуру, такой однозначной оценки недостаточно. Следует учитывать контролировать, предупреждать процессы поведения потребителей, их динамику а, следовательно, социально-экономические отношения, с тем, чтобы формирование градостроительной системы происходило рационально и функционировало полноценно.

Структура системы общественного обслуживания отражает потребности населения и его покупательскую способность. Для выявления элементов сложившейся системы обслуживания используется дифференцированное выделение социальной и коммерческой групп, каждая из которых представлена на территории объектами обслуживания разного типа. Группа *социального обслуживания* включает учреждения культуры, образования, здравоохранения, муниципальные службы. Группу *коммерческого обслуживания* представляют следующие виды деятельности: финансы, страхование, операции с недвижимым имуществом; розничная и оптовая торговля; бытовое обслуживание; оказание платных услуг. Наряду с выявлением различных видов обслуживания населения по признаку их отнесения к социальному или коммерческому сектору, в градостроительной документации территориального планирования, особенно уровня проекта генерального плана города, необходимо получение дополнительной информации о системе обслуживания. В качестве одного из возможных вариантов расширения представлений о формировании объектов общественного обслуживания предлагается использование таких категорий, как *массовое, избирательное и индивидуальное* обслуживание. К элементам системы массового обслуживания предлагается отнести административные органы, финансовые институты, объекты культуры и высшего образования, крупные торговые и больничные комплексы. К элементам системы индивидуального обслуживания могут быть отнесены торговые объекты повседневного обслуживания, отделения банков, нотариальные конторы, учреждения среднего образования и здравоохранения (поликлиники, консультации). Избирательное обслуживание — специфический вид, направленный на определенную категорию потребителей, независимо от их социального статуса.

Основой алгоритма метода оценки потребительских качеств территории является предлагаемый принцип дифференцированной организации системы обслуживания на территории, использование которого позволяет определять количественные и качественные показатели изменения состояния территории (выявление секторов обслуживания плохо представленных на рынке; получение процентного соотношения элементов социального и коммерческого обслуживания на территории; определение рыночных ниш (не занятых или плохо освоенных), имеющих перспективы для дальнейшего развития). На основании анализа и систематизации полученных результатов осуществляется зонирование территорий в соответствии с характером обслуживания (неполноценным и нерациональным), в отношении которых требуется использование различных видов градостроительных вмешательств.

В процессе оценки потребительских качеств территории предполагается так же выделение в структуре жилой застройки зоны индивидуальных жилых домов. В каждой из этих зон, в зависимости от социального статуса (состава и структуры) проживающих на территории потребителей, могут быть, в свою очередь, выделены подзоны с учетом таких характеристик жилищного фонда, как его вместимость; этажность застройки; характеристика (типология) квартир. Основной задачей формирования маркетинговой концепции организации жилой среды и общественного обслуживания является определение специфических дифференцированных групп потребителей и их локализация в пространстве города, влияющие на состав и интеграцию территориальных (общественных и жилых) зон, а также характер их взаимосвязей.

В результате систематизации полученных данных исследования системы общественного обслуживания, характеристик жилого фонда и потребителей, составляется *инвариантная матрица*, построенная на совокупности сочетаний рыночных предложений (возможных типов жилых и общественных зон по уровню комфорта и обслуживания) и групп потребителей разных типов. Соответствие конкретным группам потребителей разнообразных элементов системы общественного обслуживания, жилых единиц предложено описывать категориями «рынок» и «рыночное предложение». Каждый из типологических вариантов сочетаний жилых образований с системой обслуживания, ориентированных на определенные группы потребителей, являются основанием для выработки стратегических направлений градостроительного освоения, использования и реконструкции территории. Итогом исследования потребительских качеств территории является разработка графических схем, в которых материализуются типы маркетинговых стратегий. Их использованием достигаются цели формирования на территории полноценных жилых образований с однородным и одновременно дифференцированным обслуживанием, в соответствии с уровнем дохода населения. Предлагаемый вид оценки территории существенно расширяет возможности современного градостроительства, осуществляя переход от локальных планировочных задач к стратегическим направлениям пространственной организации территории с установлением ее параметров, качества и принципов определения фрагментов города для целей комплексного градостроительного освоения и использования.

Методика учета потребительских качеств территории может быть рекомендована к внедрению в систему территориального планирования в качестве инструмента мотивированного выбора наиболее эффективных направле-

ний рационального использования территориальных ресурсов. К ее основным преимуществам, как показывает опыт экспериментального и дипломного проектирования, осуществленный авторами статьи в Волгоградской области при разработке документов территориального планирования, подтверждает реальные тенденции развития экономических отношений в пространственных рамках градостроительных систем разного уровня.

Рассмотренными современными направлениями и видами градостроительных исследований, в дополнение к существующим, предлагается пополнить методику предпроектного анализа территории. Особенности проведения исследований определяются уровнем рассмотрения градостроительной системы (федеральный, региональный, местный): в зависимости от него избирается алгоритм сбора, анализа и систематизации градостроительной информации, отражающей такие показатели функционирования современной социально-экономической и пространственной систем, как занятость населения в различных секторах экономики, миграционную подвижность, потребительские качества, информационную активность территории и т.д. В предлагаемой совокупности исследований возможно получить необходимые аргументы и доказательства направлений пространственного развития территориальных систем, а значит, и достигнуть необходимой степени соответствия определяемых перспектив и реально существующих территориальных ресурсов с уровня стратегии на уровень тактических задач. Модели и методы совершенствования социально-пространственных процессов, демографические изменения на территории, способы предотвращения последствий социальных конфликтов предлагаются на всех уровнях, но наиболее конкретные и характерные формы они приобретают в документах территориального планирования муниципальных образований. Вышеперечисленные операции на первый взгляд могут показаться недостаточно эффективными и по причине их достаточной сложности, и в связи с необходимостью привлечения для их осуществления высококвалифицированных кадров. В то же время предлагаемые новшества, очевидно, прогрессивны, они не умаляют существующих положений кодекса, а развивают их принципы, особенно в вопросах методического обеспечения предпроектных градостроительных исследований, поисковая направленность которых продуцирует их широкую вариабельность. Одним из таких направлений, апробированных в практических градостроительных разработках авторами данной работы, являются предложения по совершенствованию системы территориального планирования, ее обогащению материалами системного анализа влияния комплекса рыночных факторов на процессы территориально-пространственных изменений, определения прогнозов и перспектив структурной трансформации градостроительных систем и их фрагментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юшкова Н.Г. Использование методики учета потребительских качеств территории при разработке градостроительной документации / Н.Г. Юшкова, Ю.А. Долотова // Вопросы планировки и застройки городов : материалы 14 Междунар. науч.-практ. конф., 26—27 мая 2007 года. С. 57—60.

© Юшкова Н.Г., Долотова Д.А., 2008

Поступила в редакцию
5 июня 2008 г.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА.
ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА. ГОСТИНИЧНОЕ И КУРОРТНОЕ
СТРОИТЕЛЬСТВО И ТУРИЗМ**

УДК 504: 656.025.22-047.44(1-21)

В.Ф. Сидоренко, Д.М. Блошкин

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК МАРШРУТНЫХ «ГАЗЕЛЕЙ» ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА ЛИНИИ**

Приведены результаты испытаний автобусов особо малой вместимости марки «Газель», соответствующих нормам экологической безопасности Евро-2 и Евро-3, использующих в качестве моторного топлива сжиженный нефтяной газ (СНГ) и бензин. Для различных автобусов определены экологические характеристики (валовые выбросы ЗВ), энергетические (расход топлива), динамические (скорость сообщения), определен средний рабочий цикл двигателя. Было установлено, что самым простым и дешевым способом понижения суммарной токсичности валовых выбросов ЗВ автобусов является обогащение горючей смеси.

This research work talk about results tests buses «Gazelle», which corresponding standards of ecology safety: Euro-2 and Euro-3, using as fuel mixture of propane-butane and benzine. For different classes of busses was determined ecology characteristics (grossing exhaust of pollutants), energetic (expenditure of fuel), dynamic (average speed) and medium working (duty) cycle of engine. The enrichment of gas air the most simple and economy method of reduce summary toxic grossing exhaust of pollutants.

Несмотря на то, что в большинстве городов России основной маркой подвижного состава автобусов, обслуживающих пассажирские перевозки, является автобус особо малой вместимости марки «Газель», до сих пор ни в одной из исследовательских работ не определялся экологический ущерб от их функционирования. До сих пор не выполнено сравнение экологических и экономических показателей автобусов марки «Газель», работающих на бензине и СНГ, соответствующих нормам экологической безопасности (Евро-2 и Евро-3). В данном исследовании была предпринята попытка оценить экологические, энергетические и экономические характеристики такой важной и наиболее закрытой части транспортного комплекса страны, как маршрутное такси.

В настоящее время в России применяется два подхода к нормированию вредных выбросов автотранспорта.

Первый подход заключается в регламентации объемных долей загрязняющих веществ, например оксида углерода и углеводородов (в пересчете на гексан), на холостом ходу: при минимальном значении частоты вращения коленчатого вала (n_{\min}), равном не более 1100 об/мин, при повышенном значении частоты вращения коленчатого вала ($n_{\text{пов}}$) равном от 2000 до

3500 об/мин в зависимости от категории автотранспортного средства [1]. Данные нормы должны выполняться при производстве автомобилей и поддерживаться в процессе их эксплуатации.

При втором подходе выбирается ездовой цикл и регламентируются объемы выбросов при осуществлении испытания, т.е. нормируется валовый выброс загрязняющих веществ (ЗВ) на условный километр пробега (гр/км). Данный подход значительно больше соответствует реальным условиям, поскольку в ходе его реализации испытания проходят в нескольких режимах работы двигателя. В рамках данного подхода существует два основных метода определения валовых выбросов ЗВ.

1. Испытания проводят при непосредственном движении в транспортном потоке. Вплоть до 2007 г. осуществлять такие исследования в России было достаточно затруднительно, во-первых, из-за высокой стоимости необходимого диагностического оборудования: во-вторых, из-за ограниченного доступа к нему; в третьих, необходимое оборудование (газоанализатор, автомобильный сканер и компьютер) работало автономно, так сканер работал с одним программным обеспечением (ПО), газоанализатор — с другим, чтобы данные собрать воедино необходимо было создать программу пересчета; в-четвертых, уровень развития диагностического ПО и электронных блоков управления двигателем (ЭБУ) был достаточно низким. Так ПО автомобильных сканеров работало с ограниченным количеством ЭБУ, протоколы обмена информацией были несовершенны и допускали сбои и сдвиги: не записывалась диагностическая информация совсем или записывалась в ограниченном количестве, кроме того, было велико время отклика. В Волгограде, например, на линии «Газели» с современными ЭБУ «Микас-11» появились лишь весной 2007 г.

2. Автомобиль проверяется на стендах с беговыми барабанами, которые имитируют эксплуатационные нагрузки, при этом методе испытания происходят по определенным рабочим циклам, продолжительность которых в США, ЕС и Японии значительно отличается, что говорит о достаточной доле субъективности, тем не менее именно этот метод остается наиболее распространенным в настоящее время.

Движение автобуса в режиме маршрутного такси характеризуется синхронным сочетанием ряда факторов, которые невозможно передать с помощью стендового метода: постоянная нагрузка в пределах 13...15 пассажиров, частые остановки для посадки-высадки, борьба с конкурентами, необходимость выполнять график движения. Более того, вплоть до этого исследования не был определен даже средний рабочий цикл двигателя маршрутного такси, именно по этим причинам существует значительное расхождение между данными, полученными стендовым методом и непосредственно на линии. Так проведенные исследования показали, что автобусы, которым после испытаний стендовым методом было присвоено соответствие экологическим нормам Евро-2 и Евро-3, при испытаниях на линии в заявленные нормативы не уложились.

Порядок проведения эксперимента был следующим:

1) были отобраны три наиболее характерных маршрута маршрутного такси, проходящие по основным магистралям Волгограда: пр. Ленина, 2-я

Продольная, пр. Жукова. Каждый маршрут был разбит на участки, границами которых назначались перекрестки, инженерные сооружения и места с резким изменением продольного уклона проезжей части. Были отобраны маршруты: № 77 протяженностью 31,5 км, № 14 — 25,0 км, № 65А — 13,5 км. Поскольку город имеет линейную планировочную структуру, основным был выбран маршрут № 77, проходящий по двум продольным магистралям;

2) на исследуемых маршрутах были отобраны автобусы, с наименьшим пробегом, либо прошедшие меньше месяца назад государственный технический осмотр, общие их характеристики представлены в табл. 1;

Т а б л и ц а 1

Характеристики исследованных автобусов

№ авт.	№ марш.	Тип двигателя	Вид топлива	Пробег, км	Наличие нейтр-ра	Эколог. нормы (по паспорту ТС)
1	77	ЗМЗ-40522	СНГ	38000	нет	Евро-2
2	77	ЗМЗ-40522	СНГ	80000	нет	Евро-2
3	65А	ЗМЗ-40522	СНГ	60000	да	Евро-2
4	14	ЗМЗ-40522	СНГ	18000	да	Евро-2
5	77	ЗМЗ-40630	бензин	15000	да	Евро-2
6	65А	ЗМЗ-40522	бензин	40000	да	Евро-2
7	77	ЗМЗ-40522	бензин	18000	да	Евро-3

3) затем осуществлялись испытания непосредственно на линии. Экспериментальная часть заключалась в следующем: автобус «Газель», с включенным диагностическим оборудованием (автомобильный сканер, ноутбук и газоанализатор) двигался в транспортном потоке по УДС Волгограда в городском цикле, осуществляя социальную функцию транспортного обслуживания населения. Измерения проводились в течение рабочих и выходных дней с 6 ч утра до 21 ч вечера.

Специфика эксперимента заключалась в том, что на каждом из исследуемых участков УДС синхронно регистрировались данные экологических характеристик (процентного содержания CO, CO₂, NO, CH_x в выхлопных газах), энергетических (расхода топлива, расхода воздуха и коэффициента избытка воздуха) и динамических (скорость движения, частота вращения коленчатого вала) в зависимости от меняющихся режимов движения автомобиля, и причин их вызывающих, например: посадка-высадка пассажиров, запрещающий сигнал светофора, количество пассажиров в салоне и прочее. Затем данные обрабатывались отдельно по каждому участку с учетом его градостроительных характеристик: количество полос движения, продольный уклон и протяженность, что позволило зарегистрировать широкий спектр энергетических, экономических и экологических характеристик. В данной статье приведены средние данные по маршрутам, в табл. 2 приведены экологические характеристики исследованных автобусов.

Для большей наглядности экологические характеристики выражены через коэффициент приспособленности автомобиля к окружающей среде, выражаемый через CO, который в 59 раз менее токсичен оксида азота NO, и в три раза менее токсичен суммы углеводородов [2].

Т а б л и ц а 2

Экологические характеристики исследованных автобусов

№ авт.	№ маршрута	Валовые выбросы ЗВ, гр/км			
		СО	СН _x	NO	Привед. к СО
1А	77	62,275	1,163	0,959	122,352
1Б	77	38,235	0,7965	3,127	225,118
2	77	28,133	0,3465	3,355	227,118
3	65А	14,457	0,27	2,00	133,462
4	14	11,648	0,124	1,887	123,353
5	77	13,715	0,0612	0,289	30,95
6	65А	11,715	0,063	1,7	112,233
7	77	13,83	0,043	0,0465	41,4

Экологические характеристики, полученные в ходе исследований, свидетельствуют о том, что ни один из испытанных автобусов в режиме эксплуатационных нагрузок не соответствует экологическим нормам Евро-2. Применение газобаллонного оборудования при эксплуатации автобуса в режиме маршрутного такси существенного экологического эффекта не дает, более того, при прочих равных условиях их экологические характеристики уступают двигателям, работающим на бензине. Последнее объясняется тем, что основной режим движения «маршрутных такси» — это разгон, как правило, двигатель раскручивается до 3500...4000 об/мин, данные частоты вращения коленчатого вала характеризуются высокой нагрузкой на двигатель и массой заряда, в результате чего ЭБУ не удается поддерживать стехиометрический состав горючей смеси, как следствие двигатель не развивает требуемой мощности, т.е. «проваливается», и нейтрализаторы отработавших газов (ОГ) не справляются с нагрузкой. Проблему могло бы решить применение газобаллонного оборудования с впрыском в каждый цилиндр, но, к сожалению, работать на износ (при перегрузках) продолжительный период времени (дольше двух-трех месяцев) оно не может, основной причиной этого является огромное количество подделок и брака на рынке датчиков.

Особого внимания заслуживает автобус № 7 соответствующий нормам экологической безопасности Евро-3, его испытания показали, что при прочих равных условиях он приблизительно в три раза экологичнее автобуса № 6 соответствующего требованиям Евро-2, при этом водителя автобуса № 7 можно характеризовать как самого агрессивного из всех: так большинство разгонов доходило до 4500...5000 об/мин, и практически при каждой поездке, в черте города, 3...5 раз превышалась скорость в 100 км/ч, рекорд скорости также был установлен этим автобусом и составляет 116 км/ч. Компьютерное моделирование, направленное на определение средних условий, покажет существенное улучшение экологических характеристик данного автобуса. По предварительным данным самым экологичным автобусом является автобус № 5 с карбюраторным двигателем, определяющую роль здесь сыграл спокойный стиль вождения водителя. Тем не менее, данные диагностики показывают, что эффективность систем нейтрализации автобуса № 5 ниже, чем автобуса № 7, просто у последнего была постоянно больше масса заряда (расходы

воздуха и бензина), вызванная более высоким углом открытия дроссельной заслонки.

Значения экологических характеристик автобусов № 1 и 2 говорят о том, что эксплуатировать маршрутные автобусы без нейтрализатора ОГ нежелательно, именно выбросы оксида углерода СО от маршрутных такси вносят решающую роль в превышение его уровня ПДК на основных магистралях города. Сравнение автобусов № 1 и 2 показывает крайне низкую эффективность ГОСТ-овских настроек, а коэффициент приспособленности автомобиля к окружающей среде показывает, что глобального экологического эффекта можно добиться и без применения нейтрализатора ОГ. Панацеей может стать правильное обогащение горючей смеси, это решение позволит повысить мощность двигателя, расход же топлива в любом случае не возрастет более чем на 10 %, поскольку больше не придется «перекручивать» двигатель на участках со значительным продольным уклоном, характерных для 2-й Продольной магистрали г. Волгограда.

Энергетические характеристики автобусов, приведенные в табл. 3, говорят о том, что использовать СНГ в виде моторного топлива экономически намного целесообразнее. Так если средний расход по бензину принять 18 л/100 км, а по СНГ 22 л/100 км, то уровень экономии составит не менее 40 % (при цене СНГ 10,5 р., бензина 22,6...23 р.).

Т а б л и ц а 3

Энергетические характеристики исследованных автобусов

№ авт.	№ мар.	Тип двигателя	Вид топлива	Пробег, км	$Q_{T \max}$, л	$Q_{T \min}$, л	$Q_{T \text{ ср}}$, л
1А	77	ЗМЗ-40522	СНГ	38000	22,4	21,25	21,96
1Б	77	ЗМЗ-40522	СНГ	38000	22,02	20,88	21,44
2	77	ЗМЗ-40522	СНГ	80000	23,8	22,69	23,23
3	65А	ЗМЗ-40522	СНГ	60000	25,88	19,81	22,9
4	14	ЗМЗ-40522	СНГ	18000	20,74	16,58	19,09
5	77	ЗМЗ-40630	бензин	15000	17,45	17,07	17,22
6	65А	ЗМЗ-40522	бензин	40000	22,26	18,85	20,3
7	77	ЗМЗ-40522	бензин	18000	19,49	14,457	17,78

В табл. 4 приведены динамические характеристики автобусов, из результатов исследования следует, что чем меньше протяженность маршрута, тем ниже скорость сообщения на маршруте.

Т а б л и ц а 4

Динамические характеристики исследованных автобусов

№ авт.	V_{\max} , км/ч	V_{\min} , км/ч	$V_{\text{ср}}$, км/ч
1А	33,13	30	31,82
1Б	30,24	28,71	29,44
2	31,53	27,54	29,55
3	26,02	21,18	23,65
4	30,82	22,86	26,28
5	31,627	29,909	30,648
6	25,28	21,51	23,73
7	40,78	27,42	35,1

Так самой низкой скоростью сообщения характеризуется маршрут № 65А — порядка 23,7 км/ч, промежуточным значением скорости сообщения характеризуется маршрут № 14 — порядка 26,3 км/ч, самой высокой скоростью сообщения характеризуется маршрут № 77, для большинства автобусов скорость сообщения в среднем составляет 30 км/ч. Однако средняя скорость сообщения для автобуса № 7, с самым мощным двигателем, составляет 35,1 км/ч, что приблизительно на 5 км/ч выше нормы, более того в межпиковые периоды дважды этот автобус преодолел маршрут со скоростью сообщения превышающей 40 км/ч.

Кроме того, для всех исследованных маршрутов определялись средние рабочие циклы двигателей, данные по которым сведены в табл. 5, практически по каждому режиму движения процентное расхождение между маршрутами не превышает 5 %.

Т а б л и ц а 5
Распределение средних рабочих циклов двигателей по маршрутам

№ маршрута	Разгон, %	Торможение, %	Уст. движение, %	ХХ, %
№ 65А	36	26	15	23
№ 14	37	28	17	18
№ 77	38	29	15	18
Автобус № 7	40	30	12	18
Средний по маршрутам	38	28	15	19

Проведенные исследования обнажили и ряд важных проблем в масштабах города, решение которых приведет к существенному повышению экологической безопасности автобусов маршрутного такси марки «Газель»:

1) отсутствие станций технического обслуживания (ТО) (в т.ч. при дилерских центрах) способных правильно настраивать ДВС под газобаллонное оборудование. Для работы на СНГ необходимо установить состав горючей смеси 1:15,7, вместо 1:14,9 для бензина. Этого добиваются через автомобильный тестер путем изменения настроек ЭБУ. На большинстве станций ТО Волгограда эту проблему решают путем изменения угла опережения зажигания (УОЗ) на 7 градусов, что более чем субъективно, как правило, эти настройки держатся не более 20 тыс. км, после чего постепенно выходят из строя датчики: ДМРВ, ДПКВ, ДРВ, двигатель начинает работать по упрощенным алгоритмам ЭБУ;

2) требования ГАИБДД по расположению выхлопной трубы при использовании газобаллонного оборудования с левой стороны, позволяют направлять выхлоп в сторону левой полосы движения, а не тротуара, но сварщик практически всегда обязательно удаляет соты нейтрализатора отработавших газов. В результате подобных действий уровень экологической безопасности автобуса сразу понижается с ЕВРО-2, до ЕВРО-0, а массовый выброс вредных веществ в зависимости от режима движения увеличивается практически в 5 раз;

3) использовать дизельные «Газели», соответствующие экологическим нормам Евро-3, на данном этапе развития топливного рынка в Волгограде невозможно, потому что для этого необходимо обеспечить их топливом соот-

ветствующего качества (ЕВРО-3,4), последнее еще не выполнено в масштабах города. Так из четырех дизельных «Газелей» с двигателем «Stayer», вышедших на линию в 2006, до 2008 г. «дожила» только одна. Тем не менее результаты диагностики показали, что этот двигатель самый экологичный и одновременно приемистый;

4) использование газобаллонного оборудования 3-го и 4-го поколения (впрыск в каждый цилиндр) на маршрутных такси марки «Газель» себя не оправдало. Последнее связано: во-первых, с низким качеством датчиков российского производства, которые неспособны работать на износ более двух месяцев (зачастую это подделки), во-вторых, с низким качеством пропан-бутановых смесей, которые зачастую продают в соотношении 30 на 70 и 40 на 60 %, что является нарушением требований ГОСТ 27578—87 [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 17.2.02.06—99. Нормы и методы измерения содержания оксида углерода и углеводородов в отработавших газах газобаллонных автомобилей. М. : Госстандарт России, 2000. 6 с.

2. Магарил Е.Р. Оценка приспособленности автомобиля к окружающей среде по токсичности отработавших газов / Е.Р. Магарил, Е.Г. Резник // Повышение эффективности работы колёсных и гусеничных машин в суровых условиях эксплуатации : сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф. Тюмень, 1996. 86 с.

3. ГОСТ 27578—87. Газы углеводородные сжиженные для автомобильного транспорта. Издание с Изменением № 1, утвержденным в феврале. М. : Госстандарт России. 2000. 7 с.

© Сидоренко В.Ф., Блошкин Д.М., 2008

Поступила в редакцию
в мае 2008 г.

УДК 711.4:628.517.2

О.А. Ганжа, Т.В. Соловьева

РАЗРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ, УСТАНОВЛИВАЮЩЕЙ ЗАВИСИМОСТЬ ЭКВИВАЛЕНТНОГО УРОВНЯ ЗВУКА В ЗОНЕ РЕГУЛИРУЕМОГО ПЕРЕКРЕСТКА ОТ ПЛАНИРОВОЧНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ ФАКТОРОВ

Предложена разработка статистической модели, отражающей основные закономерности влияния перекрестков на формирование акустической среды с использованием множественного корреляционно-регрессионного анализа.

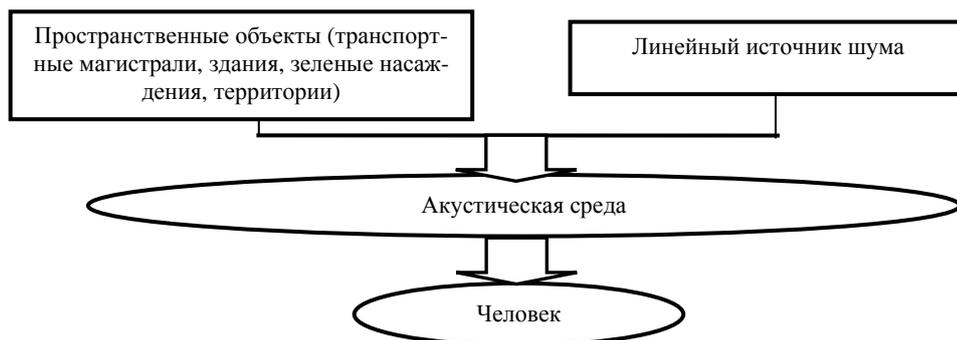
Acoustic medium in the zone of a signal-controlled junction is a complicated system comprising a plenty of objects with definite characteristics and properties which can be incorporated into two subsystems — of linear noise source and of spatial objects. The equivalent sound level depends on three groups of factors: planning, traffic and natural ones. The authors suggest a statistical model reflecting the basic regularities of junctions' influence on the acoustic medium formation, applying multiple correlative-regressive analysis.

Решение проблемы защиты населения от шума, возникающего как на территории застройки, так и в помещениях, остается актуальной проблемой экологической безопасности. Многочисленные исследования, например [1, 2, 3], показали, что в подавляющем большинстве случаев именно шум транспорта, в частности транспортных потоков, определяет шумовой фон города. На долю транспорта, в первую очередь, автомобильного, приходится подавляющая часть акустического загрязнения (до 70...90 %). Наиболее высокие уровни шума отмечаются на городских транспортных магистралях, в зоне их пересечений, являющихся узлами в планировочной структуре города и оказывающих влияние на формирование акустической среды прилегающей территории.

Городская среда насыщена объектами, имеющими вертикальные и горизонтальные поверхности-экраны, которые изменяют направленность излучения звуковой энергии. Происходит перераспределение звуковой энергии, при этом более высокие уровни звукового давления возникают в воздушном пространстве над городом, более низкие — в приземной среде обитания. Экранами, которые выполняют функцию снижения шума в приземном пространстве, являются здания и сооружения, зеленые насаждения, расположенные на пути распространения шума. При этом они имеют двойственную функцию: 1) находясь на территориях, примыкающих к наиболее шумным местам, могут образовывать участки территории с акустическим комфортом; 2) препятствуя распространению шума, способствуют возникновению ареалов с высоким уровнем шума [6]. Акустическая среда в зоне перекрестка может быть представлена как система, включающая в себя множество объектов, объединенных в подсистемы линейного источника шума: транспортных потоков (ТП) и пространственных объектов, которые находятся в сложном взаимодействии. Человек как объект системы, находясь в акустической среде, испытывает ее негативное воздействие (рис.).

Подсистема пространственных объектов включает в себя линейные транспортно-коммуникационные каналы — транспортные магистрали, которые, пересекаясь, образуют узлы различной конфигурации с разным числом конфликтных точек; здания, зеленые насаждения, территории, прилегающие к перекрестку.

Подсистема линейного источника шума представляет собой ТП, состоящий из отдельных автотранспортных средств, который осуществляет прямолинейное движение по транспортным магистралям, попеременно пересекающихся в регулируемых узлах или на перекрестках. Процесс движения ТП обусловлен множеством факторов: дорожными условиями, количеством и качеством автотранспортных средств, психологическими качествами и опытом водителя, свойствами и характеристиками ТП: динамическим характером движения ТП, вероятностным поведением в определенные часы суток, инерционностью, способностью изменения его параметров (интенсивности, скорости и плотности) [4].



Описание подсистемы объектов в акустической среде

Рассматривая подсистему пространственных объектов, следует говорить о шумовом режиме территории, который определяется звуковым (акустическим) полем в приземном слое, формируемым ТП в результате энергетического суммирования уровней шума в точке рассматриваемой территории. Акустическая характеристика ТП складывается из шума отдельных транспортных единиц: автомобилей, автобусов, троллейбусов и др. Характерной особенностью шума, создаваемого транспортными потоками, являются разные колебания его уровня, обусловленные неоднородностью потока транспортных средств и изменением режима их движения (трогание с места, разгон, движение, торможение). В условиях города эмиссионные характеристики, как правило, зависят от характера застройки и поверхности земли, наличия зеленых насаждений и экранирующих сооружений, целого ряда природных факторов: влажности и температуры воздуха, ветра [1], а также параметров, характеризующих ТП и условия его движения.

Шум транспортных потоков на городских магистралях рассматривается и подвергается анализу лишь на перегонах — участках между перекрестками. Эквивалентный уровень шума на этих участках городской территории определяется как функция значений скорости, интенсивности и качественного состава ТП, то есть будет зависеть от значений данных факторов [1]:

$$L_{\text{АЭКВ}} = f(v, p, N). \quad (1)$$

В зоне регулируемого перекрестка эквивалентный уровень звука будет зависеть от множества факторов:

параметров, характеризующих ТП и условия его движения;

параметров, характеризующих планировочные особенности транспортной магистрали (продольный профиль проезжей части, наличие зеленых насаждений, характер застройки и поверхность земли);

природных факторов (влажности, температуры воздуха, ветра):

$$L_{\text{экв}} = f(v, p, N, q, \dots). \quad (2)$$

При изучении таких сложных систем, как акустическая среда, применим системный подход. Современной градостроительной наукой изучены условия распространения звука в городской среде и его изменения в зависимости от отдельных градостроительных условий и природно-климатических факторов. Проведенный анализ и обобщение научных публикаций [1, 5, 6, 7] позволяет определить факторы, влияющие на уровень шума, систематизировать их в группы, установить большое количество параметров, которые оказывают влияние той или иной степени на общий уровень шума. В условиях возникновения и распространения шума в зоне регулируемого перекрестка общий уровень шума в исследуемой точке перекрестка зависит от трех групп факторов: транспортной, планировочной и природной. Важно выделить значимые, в наибольшей степени влияющие на формирование акустической среды и исключить второстепенные факторы, существенно не влияющие на исследуемое явление.

Для проведения их предварительной оценки применен метод системного анализа — метод анализа иерархий, на основании которого получены значения векторов приоритетов из каждой группы факторов и выделены следующие параметры:

из группы планировочных факторов: конфигурация перекрестка (количество сторон перекрестка); поперечный профиль (ширина проезжей части); характер жилой застройки (наличие застройки на сторонах перекрестка);

из группы природных факторов: наличие зеленых насаждений на исследуемых сторонах перекрестка; рельеф поверхности земли;

из группы транспортных факторов: интенсивность и состав ТП; среднюю длину очереди автотранспортных средств, средневзвешенную скорость; плотность транспортного потока; длину перегона; светофорное регулирование (площадь акустического дискомфорта).

Для установления факта зависимости эквивалентного уровня звука от множества одновременно и совокупно действующих факторов использован множественный корреляционный и регрессионный анализ. Для упрощения расчетов коэффициент корреляции между усредненными значениями эквивалентного уровня звука и значениями рассматриваемых факторов определен с помощью средств Microsoft Excel. В результате преобразований полученные коэффициенты корреляции показывают, что между значением эквивалентного уровня звука и значением каждого фактора из рассмотренных групп существует корреляционная связь различной степени. В группе планировочных факторов значимыми коэффициентами корреляции признаны коэффициенты следующих факторов: конфигурация перекрестка ($r = -0,6974$), поперечный профиль (ширина проезжей части, $r = 0,6845$) и наличие жилой застройки на сторонах перекрестка ($r = 0,3920$). В группе природных факторов все коэффициенты корреляции признаны незначимыми. В группе транспортных факторов коэффициенты корреляции признаны значимыми, среди них: интен-

сивность транспортного потока ($r = 0,7948$), состав потока (легковые машины ($r = 0,7830$), грузовые машины ($r = 0,5740$) и маршрутные такси ($r = 0,5853$)) и плотность транспортного потока ($r = 0,8037$), средняя длина очереди ($r = 0,5853$), длина перегона ($r = 0,6291$). Значимость полученных коэффициентов корреляции проверена по t -критерию Стьюдента. С целью анализа взаимосвязи транспортных и планировочных факторов построена таблица парных коэффициентов корреляции, которая показала, что эквивалентный уровень звука тесно связан со всеми факторами рассмотренных групп.

Для нахождения оптимального варианта модели с достаточной степенью статистической надежности, отражающей основные закономерности влияния перекрестков на формирование акустической среды, в модель включаются все факторы, которые оказывают влияние на эквивалентный уровень звука. При невыполнении этого требования модель может оказаться неадекватной вследствие недоучета существующих факторов. С другой стороны, количество факторов, включаемых в модель, не должно быть слишком большим. Невыполнение этого требования приведет к увеличению числа наблюдений, снижению точности оценок, сложности интерпретации модели и трудности ее практического применения. В этом случае необходимо уменьшить число переменных, включаемых в модель, т.е. понизить размерность модели.

Одним из существующих подходов к решению данной задачи является сокращение количества исходных переменных путем отсеивания менее существенных факторов. Процедурой отсеивания несущественных факторов является многоступенчатый регрессионный анализ, основанный на вычислении нескольких промежуточных уравнений линейной множественной регрессии, в результате анализа которых получается конечная модель, включающая только те факторы, которые оказывают статистически существенное влияние на значение эквивалентного уровня звука. Значения коэффициентов регрессии определены из системы уравнений с помощью метода наименьших квадратов. В результате анализа промежуточных уравнений получено конечное выражение (3), включающее только те планировочные и транспортные факторы, которые оказывают статистически существенное влияние на значение эквивалентного уровня звука:

$$L = 78,83 - 3,488x_1 + 0,2398x_2 + 0,0067x_5, \quad (3)$$

где x_1 — конфигурация перекрестка (количество сторон перекрестка); x_2 — ширина проезжей части; x_3 — наличие легковых машин в составе ТП.

Адекватность полученного уравнения регрессии подтверждена величиной множественного коэффициента детерминации $R^2=0,774$, свидетельствующего, что 77,4 % вариации результирующего признака — эквивалентного уровня звука — объясняется вариацией трех факторов. Указанный уровень влияния достаточно высок, что свидетельствует о включении в модель факторов, оказывающих существенное влияние на эквивалентный уровень звука в зоне перекрестка. В результате проведенной проверки значимости коэффициентов регрессии на основе t -критерия Стьюдента сделан вывод о значимости коэффициентов регрессии. Знак, соответствующий каждому из факторов, представленных в уравнении (3), показывает направление влияния фактора на изменение значения эквивалентного уровня звука. В случае отрицательного знака фактор уменьшает значение эквивалентного уровня звука, то есть

воздействует экологически благоприятно. В случае положительного знака фактор увеличивает значение эквивалентного уровня звука, т.е. воздействует экологически неблагоприятно.

В качестве статистических показателей оценки точности полученной модели определены: среднее квадратичное отклонение σ_{ϵ} , средняя ошибка аппроксимации $\bar{\epsilon}$, коэффициент сходимости ϕ^2 , коэффициент детерминации R^2 . В результате проведенного расчета среднее квадратичное отклонение $\sigma_{\epsilon} = 1,5399$, средняя ошибка аппроксимации $\bar{\epsilon} = 1,54\%$ (не превосходит 15%), значение коэффициента детерминации $R^2 = 0,8774$ (соответствует условию $R \geq 0,75$), что подтверждает работоспособность модели.

Однако с помощью коэффициентов регрессии нельзя сопоставить планировочные и транспортные факторы по степени их влияния на эквивалентный уровень звука из-за различия единиц измерения. При интерпретации уравнения регрессии использован частный коэффициент эластичности, показывающий, как изменится значение эквивалентного уровня звука при изменении значений планировочных и транспортных факторов на 1%:

$$\epsilon_{xi} = a_i \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}}, \quad (4)$$

где \bar{x}_i — среднее значение соответствующего фактора; \bar{y} — среднее значение результативного признака (эквивалентного уровня звука); a_i — коэффициент регрессии при соответствующем факторе.

При увеличении количества сторон перекрестка на 1% происходит уменьшение значений эквивалентного уровня звука на 0,17%, т.е. на 11,9...13,3 дБА. Увеличение ширины проезжей части на 0,05% вызовет прирост уровня шума в зоне перекрестка на 3,5...3,9 дБА. Увеличение доли легковых машин в составе потока на 1% приведет к увеличению эквивалентного уровня звука на 0,03%, прирост уровня шума в зоне перекрестка составит 2,2...2,5 дБА.

Полученная статистическая модель устанавливает факт зависимости эквивалентного уровня звука в зоне регулируемого перекрестка от планировочных характеристик перекрестка и транспортных факторов, характеризующих транспортный поток, и подтверждает в целом влияние перекрестка как объекта на акустическую среду города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительные меры борьбы с шумом / Г.Л. Осипов, Б.Г. Прутков, И.А. Шишкин, И.Л. Карагодина. М.: Стройиздат, 1975.
2. Поляков А.А. Организация движения на улицах и дорогах. М.: Транспорт, 1965.
3. Черепанов В.А. Транспорт в планировке городов. М.: Стройиздат, 1981. С. 46—47.
4. Самойлов Д.С. Организация и безопасность городского движения / Д.С. Самойлов, В.А. Юдин, П.В. Рушевский. М.: Высшая школа, 1981. 256 с.
5. Дьяков А.Б. Экологическая безопасность транспортных потоков / А.Б. Дьяков, Ю.В. Игнатъев, Е.П. Коншин; под ред. А.Б. Дьякова. М.: Транспорт, 1989.
6. Борьба с шумом в городах: совместное советско-французское издание / В.Н. Белоусов, Б.Г. Прутков, А.П. Шицкова и др.; под ред. Б.Г. Пруткова. М.: Стройиздат, 1987. 243 с.
7. Снижение шума в зданиях и жилых районах / Г.Л. Осипов, Е.Я. Юдин, Г. Хюбнер и др.; под ред. Г.Л. Осипова, Е.Я. Юдина. М.: Стройиздат, 1987. 558 с.

Поступила в редакцию в июне 2008 г.

© Ганжа О.А., Соловьева Т.В., 2008

УДК 711.455(066)

Э.Б. Итам

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭКО-КУРОРТНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЗАПАДНОЙ АФРИКЕ

Приведен анализ особенностей международного туризма в Западной Африке на основе статистической информации. Отмечено оживление международного туризма в Африке, связанное со стремлением африканской диаспоры, живущей за границей, познакомиться со своими культурными и историческими корнями.

The rise of ecotourism as a distinct segment of international tourism since the 1980-s has led to significantly increased interests (on the part of international tourists) in the developing countries. These interests have also been manifesting in West Africa, since the last decade of the 20th century. At the moment, most of the international tourists to West Africa, are Africans in diaspora. They visit the slave trade relics of West Africa (especially in Ghana and Senegal) in the attempt to unravel their links with their ancestral roots in West Africa. In this paper, it is argued that visiting relics of slave trade is an indication of the desires of Africans in diaspora to understand the specificities of their ancestral roots in West Africa. In order to assist them to have better answers to their quests, it is desirable to develop ecoresort settlements that are capable of granting Africans in diaspora and other international tourists, contextual and material access to the specificities of the natural and cultural heritages of West Africa. For the full achievement of these objectives, such ecoresort developments must be based on national and regional partnerships; and this should ultimately lead to significant improvements in the international tourism situation of West Africa.

Западная Африка — один из самых неразвитых субрегионов международного туризма в Субсахарской Африке. В 2005 г. количество интуристов в Западной Африке возросло до 3,77 млн человек. Это 8,27 % от общего количества иностранных туристов в Африке, включая Египет (оно достигает 45,56 млн человек). В том же году доходы от международного туризма возросли до 1,92 млрд долларов США. Это составило 6,76 % от общих доходов международного туризма в Африке, включая Египет (которые достигли 28,35 млрд долларов США) (см. табл. и рис.) [1, 2, 3].

В целом, начиная с 1990 г. тенденции развития международного туризма в Западной Африке были одинаково слабы, если сравнивать с субрегионами (кроме Центральной Африки, где международный туризм совершенно не развит). И лишь в начале XXI столетия произошли небольшие сдвиги в этом направлении (количества интуристов и доходы в процентном отношении указаны в таблице). Тенденции развития международного туризма в Западной Африке заслуживают особого внимания. Несмотря на то, что там проживают более 25 % всего населения Африки, количество интуристов в Западной Африке едва достигало 8 % от общего показателя на континенте в 2005 г. Чтобы исправить ситуацию, в этой статье мы обсудим возможности приемлемых архитектурных концепций развития курортов [1, 2, 3].

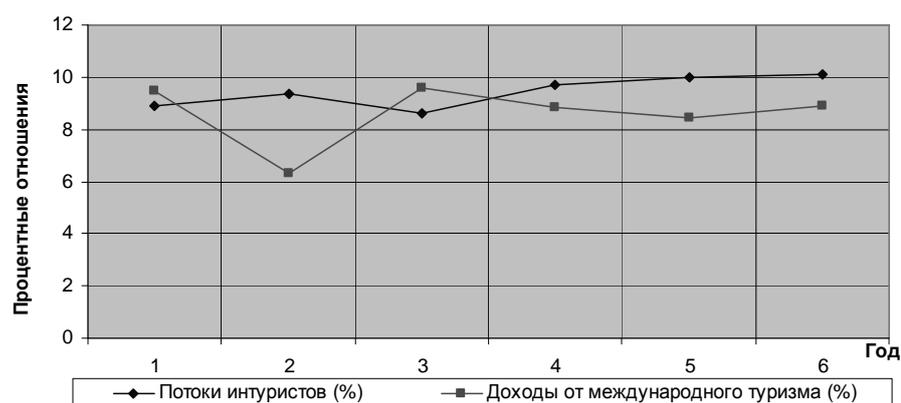
Сегодня в Западной Африке основным аспектом международного туризма является так называемый «культурный туризм», который ассоциируется с трансатлантической работорговлей¹. «Культурный туризм» это не только оз-

¹ Работорговля внедрялась европейцами около 350 лет, начиная с XVI столетия вплоть до конца XIX в. И как результат, на плантации Южной Америки, Европы, Северной Америки и Ка-

накомление с историческими, культурными ценностями, но и изучение традиций народа.

Потоки интуристов и доходов от международного туризма, %, для Западной Африки (с 1990 по 2005 г.), рассчитываемые на основе данных для всей Африки [10]

Предмет	1990	1995	2000	2003	2004	2005
Потоки интуристов, %	8,88	9,36	8,61	9,70	10,01	10,10
Доходы от международного туризма, %	9,45	6,32	9,57	8,83	8,46	8,9



Потоки интуристов и доходов от международного туризма для Западной Африки, рассчитываемые на основе данных для всей Африки (см. табл.) [1]: 1 — 1990 г.; 2 — 1995; 3 — 2000; 4 — 2003; 5 — 2004; 6 — 2005

Стремление африканской диаспоры воссоединиться со своей культурой и ощутить свою принадлежность к древним корням Западной Африки существовало давно. Благодаря современным авиационным технологиям стало возможным осуществить эти мечты и превратить их в движущую силу культурного туризма, ставшего доминантным аспектом туризма в Западной Африке сегодня. Главное направление культурного туризма Западной Африки сегодня — это такие страны, как Гана, Сенегал и Гамбия и в меньшей степени Нигерия и Бенин [7].

Главным достоянием Ганы являются европейские работорговые форты, которые служили перевалочной базой перед отправкой рабов в Америку. В

рибских островах кораблями было вывезено из Западной Африки от 12 до 25 млн рабов (Wright, 2005). Торговля рабами была самым массовым насильственным переселением народов в истории человека. Об этом было напечатано в начале XX в. одной африканской диаспорой, что получило огромный резонанс во всем мире и, в частности, в США. К примеру Малком Экс (1925—1965); афро-американец, борец по правам чернокожих в 1950—1960-е годы) отказался от своей фамилии, которую унаследовал от своих предков рабов (его отец баптист проповедник Эрл Литл, соответственно настоящее имя Малкома было Малком Литл). Он предпочел добавить к имени букву Экс (по-английски: «Malcolm X»), чтобы выразить свою принадлежность к неизвестному древнему африканскому роду (Finkelman, 2005). Еще задолго до Малкома Экса Маркус Гарви (1887—1940, чернокожий лидер и основатель движения «Снова в Африку» в США) в начале XX в. основал фонд, целью которого было возвращение афро-американцев назад в Африку, чтобы вновь вернуться к своим древним корням [4, 5, 6].

начале XXV в. работорговцы из Европы (Португалии, Швеции, Дании и Британии) построили несколько укрепленных фортов вдоль атлантического побережья Ганы (от Секонди до Аккры), для защиты своих (работорговых) интересов. Самой первой и ранней постройкой был форт «Санкт-Джорж» в Элмине (так называемый «Элмина Касл»). Другим значительным достоянием Ганы являются форты «Санкт-Джаго» и «Кейп Кост Кесл». Эти три форта являются достоянием мирового наследия ЮНЕСКО. Начиная с 2000 г., доходы Ганы от международного туризма побили все рекорды и считались самыми высокими в Западной Африке. Продемонстрируем эти доходы в следующем порядке: 2000 — 33,33, 2003 — 29,09 и 2004 — 28,71 % [1].

В Сенегале небольшой остров Гори («Goree Island»), находящийся недалеко от побережья Дакара, был главным портом работорговли. И сегодня «Дом рабов» («Maison des Esclaves») на этом острове является главной достопримечательностью культурного туризма. Ведь миллионы рабов прошли сквозь ворота ада «Дом рабов», откуда не возвращались. В последней декаде XX столетия доходы Сенегала от международного туризма достигли самых высоких показателей в субрегионе и выглядят следующим образом: в 1990 — 27,6 и в 1995 — 31,28 %. Уже сначала 2000 г. Сенегал занимает второе место после Ганы по доходам от международного туризма, а именно: в 2000 — 14,33 и в 2003 — 14,69 % [1].

Деревня Джуфурре в Гамбии стала известной благодаря книге Алекса Хейли «Корни» (1977), по которой поставили фильм и сняли телесериал. Эта книга также поднимает вопрос о работорговле. Сегодня деревня Джуфурре — это главный туристический культурный центр в Гамбии. Там проводят ежегодный фестиваль, называющийся «Рутс Хоумкаминг Фестиваль». Цель этого фестиваля — показать культурные особенности Африки людям африканского происхождения, живущим за границей. Для туристов имеются все виды развлечений: национальные танцы, музыка и традиционная борьба. Им предлагают пожить в любой семье и купить местные сувениры и изделия прикладного искусства. Культурный вклад Гамбии в направления международного туризма Западной Африки просто уникален, и это позволяет нам лучше понять культурную сущность таких тенденций [7].

В настоящее время туристам, путешествующим по Западной Африке, предлагается возможность посетить форты и крепости, ранее занимавшиеся работорговлей, а также ознакомиться с реликвиями и предметами тех времен. Но это не дает нам полной картины выражения культурной сущности Западной Африки и не отражает исчерпывающего содержания программ развития курортов и туризма. По нашему мнению, туристы не только хотят прикоснуться к реликвиям, но и изучить современный природный и культурный ландшафт Западной Африки. Особенно это интересует африканскую диаспору. Они хотят лучше разобраться в своих древних корнях, а также понять социальный и культурный образ жизни народов Западной Африки. В настоящее время такой опыт представлен в деревне Джуфурре в Гамбии, хотя возможности осуществления этого опыта все еще достаточно ограничены.

Думается, что тенденции международного туризма в Западной Африке еще полностью не осуществлены. Нужна более целостная картина, а для этого необходимо развивать туристические и курортные программы, основанные на культурном наследии народов субрегиона.

Развитие курортов влечет за собой развитие остановок мировых туристических маршрутов. Принятие соответствующих концепций в развитии курортов обеспечит предпосылки для более весомого вклада в современные направления туризма в Западной Африке. Опыт мирового туризма к началу XXI в. приобрел новый акцент. Что это значит? Если раньше туризм был массовым и имел своей целью только отдых и развлечения, то теперь туристы не только хотят ознакомиться с культурно-историческим наследием народов, но и проникнуться духом реликвий и ценностей того времени. Именно в этом заключается особая значимость накопленного опыта. Что же касается таких наработок в Западной Африке, то здесь необходимо разрабатывать экокурортные программы. Такие программы формируют базис культурно-исторического наследия, который охватывает весь субрегион в целом. Перспективы развития экокурортов и экотуризма включают в себя охрану природы, заповедников, культурных ценностей, реликвий и т.д. Вот что более свойственно XXI в. [8, 9, 10, 11].

Туризм, основанный на культурно-историческом наследии и программах курортного развития субрегиона Западной Африки, должен развиваться и расширяться вне всякой зависимости от чего-либо. Таким образом будет внесена лепта в сохранение природы, экологии, ландшафтов и специфических особенностей культуры Западной Африки. Существует целый комплекс таких особенностей. Это не только культурное наследие народа, но и танцы, музыка, фестивали, а также охрана окружающей среды, экология, национальные парки, охотничьи заказники, заповедники живой природы и т.д. Если курортная программа по теме наследия касается более чем одного направления, то она может быть объединена с другими программами для составления более привлекательного туристического маршрута. Таким образом, чтобы поднять международный туризм в Западной Африке на должный уровень, нужно четко сформулировать все темы культурного наследия субрегиона Западной Африки, а затем внедрить их в комплексное развитие курортов и всеобъемлющий туризм [8, 10].

Развитию курортов субрегиона могут способствовать национальное и региональное партнерство. Некоторые специфические особенности развития экокурортов уже задокументированы. Существует такой мегапроект «Майя Уорлд» («Maya World»), который имеет своей целью продвижение туристических направлений в пять латиноамериканских стран. Проект основан на культурном наследии и комплексе специфических особенностей народов майя и Латинской Америки, о чем упоминалось выше. Согласно этому проекту развитие курортных программ Мексики уже пересмотрено. Также существует и другой экотуристический проект «Паско Пантера» («Pasco Pantera»), предназначенный для многих стран, который внедрит экотуризм во все страны центральной Америки. Другой экотуристический мегапроект «Силк Роуд» («Silk Road») свяжет около 50 стран Европы и Азии. Этот проект поддерживают: Организация по культуре, науке и образованию (ЮНЕСКО) и Всемирная организация по туризму ООН (ВОТ-ООН) [8, 9].

Проекты по экотуризму могут послужить катализатором национально-регионального партнерства. Такое партнерство сейчас необходимо для преобразования курортного развития в Западной Африке и создания атмосферы привлекательности международного туризма. Основательно разработанные

перспективы могут быть применены в программах экокурортного развития и международного туризма для субрегиона Западной Африки. Это потребует более тщательного исследования общего природного и культурного наследия Западной Африки и интеграции его во всеобъемлющий субрегиональный экокурортный комплекс [8, 9].

В целом международный туризм в субсахарской Африке имеет огромный потенциал, но он еще до конца не использован. На наш взгляд, сегодня экокурортное развитие Западной Африки требует субрегионального партнерства, для того чтобы использовать этот огромный потенциал. Для воплощения такого проекта необходимо партнерство между следующими странами: Гана, Сенегал, Гамбия, Нигерия, и Бенин. Важным аспектом проекта является его архитектурная концепция. Огромному большинству международных туристов, путешествующих по Субсахарской Африке, уже не интересны курорты — двойники тех, что они часто посещают в Европе и Америке. Им интереснее курорты, где они могут ознакомиться с природными и культурными особенностями субрегиона. Архитектурные концепции экокурортов субрегиона должны отображать это понимание. Курорты «Амбосели Лоджис» («Amboseli Lodges») и «Мара Лоджис» («Mara Lodges») в Кении уже получили международные рекомендации по поводу их архитектурных концепций, основанных на местном колорите, использовании местных стройматериалов и архитектурных особенностях данного района [12, 13].

Выводы. По сути говоря, целью расширения деятельности международного туризма в Западной Африке является воплощение подлинности и достоверности приобретенного опыта на благо туристов. Развитие экокурортных программ на базе культурно-исторического и природного наследия имеет следующие цели: контекстуальный и материальный доступ к культурно-историческим реликвиям и разнообразным культурным артефактам Западной Африки. Это применимо и к природным ландшафтам субрегиона. Все перечисленные выше формы развития позволяют наметить основные направления экокурортных программ в Западной Африке:

- 1) необходимо обеспечить контекстуальный и материальный доступ к культуре и традициям разнообразных народов Западной Африки;
- 2) обеспечить доступ к специфическим особенностям экосистем Западной Африки;
- 3) создать информационную базу для анализа и исследования природных ландшафтов и культурных особенностей субрегиона.

В современном понимании эти направления имеют немного другую смысловую нагрузку. Они должны отражать местный колорит, обычаи, традиции и культуру местного населения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. UNWTO (2006a). Tourism Market Trends, 2006 Edition. © United Nations World Tourism Organization. www.unwto.org
2. UNWTO (2006b). 1946—2006: Sixty Years of an Organization Serving World Tourism. © United Nations World Tourism Organization. www.unwto.org
3. UNWTO (2007). UNWTO News: Magazine of the World Tourism Organization, Year XXI, Issue 1/2007. © United Nations World Tourism Organization. www.unwto.org
4. Finkelman, P. (2005). Malcolm X. In Microsoft ® Encarta ® Reference Library 2005. © 1993—2004 Microsoft Corporation. All rights reserved.

5. Garvey, Marcus (2005). In Microsoft ® Encarta ® Reference Library 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. All rights reserved.
6. *Wright, D. R.* (2005). Atlantic Slave Trade. In Microsoft ® Encarta ® Reference Library 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. All rights reserved.
7. *Fay, R.* (2005). Tourism in Africa. In Microsoft ® Encarta ® Reference Library 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. All rights reserved.
8. *Ayala, H.* (1996a). Resort Ecotourism: A Master Plan for Experience Management. Cornell Hospitality Quarterly 1996, Vol. 37, pp 54—61.
9. *Ayala, H.* (1996b). Resort Ecotourism: A Paradigm for the 21st Century. Cornell Hospitality Quarterly 1996, Vol. 37, pp 46—53.
10. *Ayala, H.* (1997). Resort Ecotourism: A Catalyst for National and Regional Partnerships. Cornell Hospitality Quarterly 1997, Vol. 38, pp 34—45.
11. *Ayala, H.* (1998). Panama's Ecotourism-Plus Initiative: The Challenge to Making History. Cornell Hospitality Quarterly 1998, Vol. 39, pp 68—79.
12. *Ankomah, P. K* and *Crompton, J. L.* (1990). Unrealized Tourism Potential: The Case of Sub-Saharan Africa. Tourism Management, March 1990, pp 11—28.
13. *Ayala, H.* (1995). Ecoresort: A Green Masterplan for the International Resort Industry. International Journal of Hospitality Management 1995, Vol. 14, No. 3/4, pp. 351—374.

© Итам Э.Б., 2008

Поступила в редакцию
в мае 2008 г.

НАШИ АВТОРЫ

Аверкова Светлана Анатольевна	аспирант кафедры гидротехнических и земляных сооружений ВолГАСУ
Азаров Валерий Николаевич	д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой безопасности жизнедеятельности в техносфере ВолГАСУ
Александрина Татьяна Борисовна	соискатель кафедры энергоснабжения и теплотехники ВолГАСУ
Алексиков Илья Сергеевич	аспирант кафедры экономики и управления дорожного хозяйства ВолГАСУ
Алексиков Сергей Васильевич	канд. техн. наук, доцент кафедры изысканий и проектирования транспортных сооружений ВолГАСУ
Алешин Александр Юрьевич	доцент кафедры архитектуры Южно-Уральского государственного университета
Блошкин Дмитрий Михайлович	аспирант кафедры экологического строительства и городского хозяйства ВолГАСУ
Богомолов Александр Николаевич	заслуженный работник высшей школы РФ, академический советник РААСН, чл.-кор. Российской академии естествознания, член Российского и Международного обществ по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению, председатель Волгоградского регионального отделения РОММГиф, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой гидротехнических и земляных сооружений, декан строительного ф-та ВолГАСУ
Боровик Виталий Сергеевич	д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой экономики и управления дорожного хозяйства ВолГАСУ
Булычев Георгий Андрианович	канд. техн. наук, заслуженный изобретатель РФ, доц. кафедры нефтегазовых сооружений ВолГАСУ
Булычев Феликс Георгиевич	архитектор, инженер ПТО ООО «Анкер-С»
Быкова Яна Александровна	аспирант Воронежского государственного архитектурно-строительного университета
Винокуров Андрей Александрович	соискатель Новочеркасской государственной мелиоративной академии, спец. 05.23.07 — гидротехническое строительство
Власова Елена Геннадьевна	ст. преподаватель кафедры правоведения ВолГАСУ
Волченко Светлана Викторовна	преподаватель-стажер кафедры организации и безопасности движения ВолГАСУ
Ганжа Ольга Александровна	соискатель кафедры экологического строительства и городского хозяйства ВолГАСУ
Готман Альфред Леонидович	БашНИИстрой, г. Уфа
Григорьев-Рудаков Константин Владимирович	соискатель кафедры «Сопротивление материалов, строительная и прикладная механика» Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасский политехнический институт)
Диденко Василий Григорьевич	д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой отопления, вентиляции и экологической безопасности, руководитель Института экологии ВолГАСУ
Долотова Юлия Александровна	лаборант кафедры архитектуры жилых и общественных зданий ВолГАСУ
Евтеева Светлана Михайловна	аспирант Саратовского государственного технического университета, спец. 05.23.05 — строительные материалы и изделия
Есина Елена Юрьевна	аспирант кафедры отопления, вентиляции и экологической безопасности ВолГАСУ
Зильберова Инна Юрьевна	канд. техн. наук, доц., докторант кафедры организации строительства Ростовского государственного строительного университета
Итам Экпенийг Бассей	соискатель кафедры архитектуры жилых и общественных зданий ВолГАСУ, магистр архитектуры, преподаватель архитектуры Технологического университета Кросс Ривер, Калабар, Нигерия
Калгин Юрий Иванович	д-р техн. наук, проф. кафедры строительства автомобильных дорог Воронежского государственного архитектурно-строительного университета
Кашарина Татьяна Петровна	д-р техн. наук, проф. кафедры «САПР объектов строительства и фундаментостроение», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт), г. Новочеркасск
Ковалев Николай Сергеевич	канд. техн. наук, доц., проф. кафедры планировки и кадастра населенных мест Воронежского государственного аграрного университета им. К.Д. Глинки
Кузнецова Екатерина Анатольевна	инженер ООО «Основание», г. Липецк
Лескин Андрей Иванович	канд. техн. наук, доц. кафедры строительства транспортных сооружений ВолГАСУ
Любченко Анна Степановна	ассистент кафедры изысканий и проектирования транспортных сооружений ВолГАСУ
Межнякова Анна Владимировна	ассистент кафедры «Мосты и транспортные сооружения» Саратовского государственного технического университета
Мусаелян Саркис Мовсесович	д-р техн. наук, проф., профессор кафедры гидротехнических и земляных сооружений ВолГАСУ
Мутуев Чамсутин Магомедович	аспирант кафедры отопления, вентиляции и экологической безопасности ВолГАСУ

Наумова Наталья Яковлевна	ассистент кафедры технологии композиционных материалов и механизации строительства ВолгГАСУ
Новодзинский Александр Леонидович	канд. техн. наук, доц., доцент кафедры оснований, фундаментов и мостов Пермского государственного технического университета
Овчинников Игорь Георгиевич	д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Мосты и транспортные сооружения» Саратовского государственного технического университета, заслуженный деятель науки РФ, академик МАН ВШ и Академии транспорта РФ, член Американского общества гражданских инженеров и Международной Ассоциации по мостам и конструкциям
Окунева Екатерина Петровна	аспирант кафедры энергоснабжения и теплотехники ВолгГАСУ
Панасов Борис Васильевич	канд. техн. наук, доцент, доц. кафедры энергоснабжения и теплотехники ВолгГАСУ
Панова Ольга Ивановна	соискатель ВолгГАСУ, бухгалтер ООО «Танайс»
Петросян Арамаис Бахшиевич	соискатель гидротехнических и земляных сооружений ВолгГАСУ
Печеный Борис Григорьевич	д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой промышленного и гражданского строительства Северо-Кавказского государственного технического университета
Пономарев Андрей Будимирович	д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой строительного производства Пермского государственного технического университета
Постой Людмила Викторовна	соискатель кафедры технологии строительного производства Ростовского государственного строительного университета, технолог ОАО «Волгодонский комбинат древесных плит»
Пузикова Наталия Николаевна	инженер ООО «Основание», г. Липецк
Редькина Юлия Вячеславовна	инженер ООО «Основание», г. Липецк
Решетникова Ксения Владимировна	ассистент кафедры строительного производства Пермского государственного технического университета
Романов Сергей Иванович	д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой строительства транспортных сооружений ВолгГАСУ
Саруханян Мери Валериковна	аспирант кафедры организации и безопасности движения ВолгГАСУ
Саурин Анатолий Никифорович	канд. техн. наук, д-р технологии и инжиниринга, директор ООО «Основание», г. Липецк
Сергина Наталия Михайловна	канд. техн. наук, доц., доцент кафедры отопления, вентиляции и экологической безопасности ВолгГАСУ
Сидоренко Владимир Федорович	заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой экологического строительства и городского хозяйства, руководитель Института архитектуры и строительства ВолгГАСУ
Серова Елена Юрьевна	ст. преподаватель кафедры экономики и управления дорожным хозяйством ВолгГАСУ
Созаев Ахмед Абдулкеримович	соискатель Новочеркасской государственной мелиоративной академии, спец. 05.23.07 — гидротехническое строительство
Соловьева Татьяна Викторовна	доц. кафедры информационных систем и математического моделирования ВолгГАСУ
Строкин Александр Сергеевич	аспирант кафедры строительства автомобильных дорог Воронежского государственного архитектурно-строительного университета
Тищенко Александр Иванович	соискатель Новочеркасской государственной мелиоративной академии, спец. 05.23.07 — гидротехническое строительство
Томарева Инесса Александровна	соискатель кафедры технологии строительного производства, начальник учебного отдела УМУ ВолгГАСУ
Фокин Владимир Михайлович	д-р техн. наук., проф., зав кафедрой энергоснабжения и теплотехники ВолгГАСУ
Цветков Владимир Константинович	д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой теоретической механики ВолгГАСУ
Шейкин Федор Ильич	канд. техн. наук, заслуженный работник нефтегазовой промышленности
Шеменков Михаил Юрьевич	БашНИИстрой, г. Уфа
Юшкова Наталия Геннадиевна	канд. archit., доцент, докторант кафедры архитектуры жилых и общественных зданий ВолгГАСУ
Яковлев В.А.	аспирант Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета

ОТ РЕДКОЛЛЕГИИ

«Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета» со второго полугодия 2007 г. выходит в одной серии «Строительство и архитектура», по 4 выпуска ежегодно*.

Журнал включен в Перечень ведущих научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, утвержденный ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.

Требования к оформлению статей. Статью необходимо представить на электронном носителе и в распечатанном виде (2 экз.) в сопровождении выписки из решения совета института (для авторов из ВолгГАСУ), выписки из протокола заседания кафедры и одной рецензии. К статьям по разделам технических и естественных наук прилагается экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати.

В статье приводятся:

индекс УДК;

на русском и английском языках: фамилия и инициалы автора, заглавие, аннотация (до 500 знаков), ключевые слова.

На отдельном листе помещаются сведения об авторах (фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, звание, должность, место работы; наименование и код научной специальности (по Номенклатуре), по которой автор проводит диссертационное исследование; почтовый адрес, телефон и адрес электронной почты для связи с редакцией); текст статьи и сведения об авторах заверяются личной подписью автора (авторов) статьи.

Объем статьи — от 3 до 7 с. установленного формата «Вестника» (см. ниже), включая название, аннотации, текст, таблицы, рисунки, библиографический список. Последняя страница считается полной независимо от фактического заполнения.

Оригинал статьи должен быть набран с помощью пакета программ *Microsoft Office (Word 2003)*; шрифт основного текста — Times New Roman (Сур) № 11 (11 пунктов). Параметры страницы — поля, см: верхнее — 3,7; нижнее — 4,5; левое — 2,0; правое — 6,0; переплет — 0, поля зеркальные. Расстояние от края до верхнего колонтитула, см — 3,0, от края до нижнего колонтитула — 3,7. Абзацный отступ равен 0,75 см. Межстрочный интервал одинарный. Автоматически устанавливаются переносы (не более 4 подряд в одном абзаце). Автоматически устанавливается запрет висячих строк.

Для набора формул используется редактор формул *Microsoft MathType 5*; по умолчанию устанавливаются размеры шрифта для одно- и двухстрочных формул: обычного — 11 пт, крупного и мелкого индекса — соответственно 8 и 6 пунктов, крупного и мелкого символа — соответственно 16 и 11 пунктов. Греческие и русские буквы набираются прямым шрифтом, латинские — курсивом. Если написание в формулах отличается от традиционного, автор должен сделать соответствующие пометки на полях распечатанной статьи, при этом греческие буквы обводятся красным карандашом, готические — синим. Формулы выключаются в левый край с абзацным отступом. Запись формулы выполняется автором с использованием всех возможных способов упрощения и не должна содержать промежуточные преобразования.

Векторные рисунки, сохраненные в формате WMF, **растровые** — в TIF или BMP, **графики и диаграммы**, построенные в *Microsoft Excel*, помещаются на электронный носитель отдельными файлами. Имя файла должно соответствовать наименованию или номеру рисунка в тексте статьи. Кроме того, иллюстрации обязательно присылаются распечатанными на отдельных листах формата А4 в масштабе 1:1, в пригодном для сканирования виде. Размер шрифта текста в рисунках — 9-10 пт. Подписи к рисункам выполняются непосредственно в тексте статьи шрифтом Times № 10 (10 пт), экспликация в подрисуночной подписи — Times № 9 (9 пт). Для сжатия больших файлов использовать архиваторы *Arj* и *WinZip*, *WinRAR*.

Цветные и черно-белые фотографии присылать в оригинальном виде с подписями на обороте. Цифровые фотографии выполнять с разрешением не менее 300...600 dpi, присылать в электронном виде в любом графическом формате, кроме .jpg.

Текст таблиц набирается шрифтом Times New Roman (Сур) № 10 (10 пунктов).

* Выпуск серий «Технические науки» и «Естественные науки» временно приостановлен; выпуск серии «Гуманитарные науки» прекращен в связи с основанием в ВолгГАСУ нового журнала «Социология города» (информация по тел. (8-844-2)-96-99-25, гл. ред. Б.А. Навроцкий, отв. секретарь редколлегии А.Б. Беспалов).

В *библиографическом списке* приводится только цитируемая в статье литература. Источники группируются в списке в порядке упоминания в тексте. Ссылки на источники приводятся в тексте в квадратных скобках. В библиографическую запись включаются только основные элементы библиографического описания (ГОСТ 7.1—2003). Разделительные знаки «тире» между областями опускаются. Шрифт Times New Roman (Сур) № 9 (9 пунктов).

Статьи, не отвечающие изложенным требованиям, редколлекцией не принимаются. Материалы, не принятые к опубликованию, авторам не высылаются.

Статьи могут быть направлены редакцией на дополнительную экспертизу (рецензирование) и опубликованы только при положительном заключении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения текста. Корректур статей авторам не предоставляется. Согласование редакционных и авторских изменений текста статьи (переписка, тел. переговоры) производится за счет автора.

Гонорар за опубликование статьи не выплачивается.

КОМПЛЕКТОВАНИЕ ОЧЕРЕДНОГО НОМЕРА ЗАВЕРШАЕТСЯ ЗА 3 МЕСЯЦА ДО ПЛАНИРУЕМОГО ВЫХОДА В СВЕТ.

Примерный график выпуска журнала:

«Естественные науки» — выпуск временно приостановлен;

«Технические науки» — выпуск временно приостановлен;

«Гуманитарные науки» — выпуск прекращен в связи с основанием нового журнала «Социология города»;

**«Строительство и архитектура» — март (прием статей до 1 декабря);
июнь (прием статей до 1 марта);
сентябрь (прием статей до 1 июня);
декабрь (прием статей до 1 сентября).**

ISSN 1815-4360. Серия «Строительство и архитектура»

Примерные тематические рубрики: Строительные конструкции, здания и сооружения. Основания, фундаменты, подземные сооружения. Строительная механика. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение. Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов. Строительные материалы и изделия. Гидротехническое строительство. Гидравлика и инженерная гидрология. Технология и организация строительства. Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия. Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности. Градостроительство. Теория развития города. Управление инвестиционно-градостроительной деятельностью. Экологические проблемы градостроительства. Информационные технологии в строительстве и архитектуре. Научно-методический раздел. Организация высшего образования в области строительства и архитектуры. Методика преподавания дисциплин строительного и архитектурного направлений в вузе. Хроника.

Подробная информация о журнале представлена на сайте ВолгГАСУ www.vgasu.ru, в разделе *Подразделения / Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета* (публикуются титулы и содержание последних выпусков журнала).

Статьи направлять по адресу: 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, ком. Б-314а. Отв. секретарю редсовета «Вестника ВолгГАСУ» Воробьев В.И. (Тел. (8-442)-96-98-46).

Уточнить условия публикации статей и приобретения очередного номера журнала можно по тел. (8-442)-96-98-46.

По вопросам подготовки авторского оригинала статьи к печати обращаться по адресу: 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, ком. В-210, Редакционно-издательский отдел ВолгГАСУ. Тел. (8-442)-96-98-28. E-mail: goracheva@mail.ru.

Вниманию читателей и авторов!

Со второго полугодия 2007 г.

«Вестник Волгоградского государственного
архитектурно-строительного университета»
временно выходит в одной серии

«СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА» (4 выпуска в год).

Подписной индекс

по каталогу «Пресса России» 85343,

на Интернет-сайте агентства «Книга-Сервис» — E85343

(по электронному каталогу можно подписаться и на текущие номера)

По вопросу приобретения ранее вышедших номеров журнала
обращаться по тел. 8-(844-2)-96-98-46
к отв. секретарю редсовета *В.И. Воробьеву*

Продолжается прием статей
в очередные выпуски

серий **«Политематическая»** и **«Строительная информатика»**
электронного сетевого научно-технического журнала
«ИНТЕРНЕТ-ВЕСТНИК ВолгГАСУ».

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия,
свидетельство **Эл № ФС77-26286 от 17.11.06,**
ФГУП НТЦ «Информрегистр»,
гос. регистр. № 0420800065 от 16.10.07,
Международным центром ISSN,
ISSN 1994-0351.

Подробная информация на сайте журнала

www.vestnik.vgasu.ru

Научное издание
ВЕСТНИК
ВОЛГОГРАДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА
Научно-теоретический и производственно-практический журнал
Серия: Строительство и архитектура
2008. Вып. 11 (30)

Редактор *О.Е. Горячева*
Перевод на английский язык *Н.В. Бирюкова*
Компьютерная правка и верстка *О.Е. Горячева, О.В. Горячева*
Компьютерный дизайн обложки *О.Ю. Мелешин, И.А. Бондаренко*
Информационно-библиографическое обслуживание выпуска *Е.В. Хромова*

Подписано в печать 31.07.08.
Формат 70×108/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Уч.-изд. л. 13,7. Усл. печ. л. 15,2. Тираж 500 экз. Заказ №

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»
Редакционно-издательский отдел
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1

Отпечатано в ООО «Царицынская полиграфическая компания»
400117, г. Волгоград, б-р 30-летия Победы, 11а