

Министерство образования и науки Российской Федерации

**ВЕСТНИК
ВОЛГОГРАДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Серия: Строительство и архитектура

**Выпуск
22 (41)**

Научно-теоретический и производственно-практический
журнал

2011

Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta
Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura
(Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering
Series: Civil Engineering and Architecture)

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. МЕХАНИКА ГРУНТОВ. СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Богомолов А.Н., Качурин Я.В., Богомолова О.А., Соловьев А.В. Оценка относительных осадок незаглубленных ленточных фундаментов, вызываемых новой застройкой 5

Богомолов А.Н., Олянский Ю.И., Шиян С.И., Щекочихина Е.В., Чарыкова С.А. Инженерно-геологические особенности выщелачивания сарматских глин в основаниях инженерных сооружений 13

Игнатьев А.В., Габова В.В. Применение смешанной формы МКЭ к расчету стержневых систем, содержащих элементы с резко различными жесткостями 22

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

Конорев А.С. Анализ характеристик транспортного потока для совершенствования методики учета нагрузок от транспортных средств при расчете дорожных конструкций 26

Андронов С.Ю., Горнаев Н.А. Потеря устойчивости автомобиля в условиях слабого увлажнения дождём асфальтовых покрытий 33

Кокодеева Н.Е. Научные основы размещения автозаправочных станций с учетом принципов технического регулирования 38

Плетминцев С.А. Основные понятия и формулы теории риска для оценки риска опережения быстреходными автомобилями тихоходных транспортных средств на десяти- и двенадцатиполосных автомагистралях 45

Артёмова С.Г. Модель формирования максимальной загрузки дворовых территорий паркующимися автомобилями 52

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Перфилов В.А., Лепилов В.И., Зубова М.О., Неизвестный Д.Л., Алаторцева У.В. Способ приготовления модифицированной бетонной смеси для изготовления блоков ограждающих конструкций	59
Котляревская А.В., Вольская О.Н., Перфилов В.А., Кусмарцева О.А. Влияние активированной воды затворения и модифицирующих добавок на прочность ячеистых бетонов	65
Корнеев А.Д., Борков П.В., Клышников А.А., Папин И.В. Структурообразование защитных полимерных покрытий	69
Ерофеев В.Т., Богатов А.Д., Богатова С.Н., Смирнов В.Ф., Захарова Е.А. Исследование биостойкости строительных материалов с учетом их старения	73
Коровкин М.О., Ерошкина Н.А. Исследование водоредуцирующего эффекта суперпластификаторов в глиноземистых цементах	79
Логанина В.И., Давыдова О.А., Симонов Е.Е. Влияние активации диатомита на свойства известковых композиций	83
ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	
Тишин В.Г. Разработка целевой функции и анализа решения оптимизационной задачи по обеспечению безопасности объектов экономики	88
Масляев А.В. Обеспечение сохранности жизни и здоровья людей при землетрясении: о несоответствии нормативного документа по сейсмозащите зданий требованиям Федерального закона РФ № 384-ФЗ	95
ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ, ИНТЕНСИФИКАЦИЯ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ	
Галуцак В.С. Охранное освещение объектов строительного комплекса с использованием возобновляемых источников энергии	102
МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ДОРОЖНЫЕ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ	
Минин В.В., Носков М.В. Исследование эффективности универсального малагабаритного погрузчика с учетом энергетических показателей	105
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	
Диденко В.Г., Власова О.С. Использование имитационной модели для оценки эффективности обеспыливание газа в пенодинамическом слое поглотителя	111
Осипова Н.Н. Системы автономного газоснабжения населенных пунктов	115
Медведева О.Н. Обоснование рациональных систем газоснабжения	121
ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	
Полозова И.А., Желтобрюхов В.Ф. Изучение гидрометеорологических и физико-географических условий района промышленного водозабора на малой реке Медведице Волгоградской области с целью выбора эффективного метода его защиты от воздействия наносов	126
Мягкая Т.М., Пустовалов Е.В. Новые ресурсосберегающие загрузки скорых фильтров на водопроводных очистных сооружениях	133
ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ. АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	
Махнин А.А. Формирование и развитие архитектурной среды г. Рыбинска в конце 1950-х—1980-х гг.	138
Токарев А.Г. Градостроительство Ростова-на-Дону в 1930-е гг.: от регулярной планировочной структуры к советскому городу	149
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА. ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА	
Матовников С.А., Матовникова Н.Г. Создание комфортной мультисенсорной среды как актуальная проблема современного паркового строительства	155
НАШИ АВТОРЫ	165

C o n t e n s

BUILDING STRUCTURES, BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. BASEMENTS, FOUNDATIONS.
UNDERGROUND STRUCTURES. STRUCTURAL MECHANICS

- Bogomolov A.N., Kachurin I.V., Bogomolova O.A., Solovjev A.V.** Differential settlements valuation of unhardened strip foundations caused by housing development 5
- Bogomolov A.N., Olyanski Yu.I., Shiyani S.I., Shchekochikhina Ye.V., Charykova S.A.** Geotechnical characteristics of the leaching sarmatian clays in the base of engineering constructions 13
- Ignatyev A.V., Gabova V.V.** Application fem mixed mode to calculation of bar systems containing elements with different stiffness sharply 22

DESIGN, CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF HIGHWAYS, SUBWAYS, AERODROMES,
BRIDGES AND TRAFFIC TUNNELS

- Konorev A.S.** Signature analysis of the traffic stream to improve the accounting treatment of traffic loads in arriving at the road constructions 26
- Andronov S.Yu., Gornayev N.A.** Loss of the car's stability in conditions of the weak humidifying by the rain of asphalt coverings 33
- Kokodeyeva N.E.** Scientific bases of placing of gasoline stations taking into account principles of technical regulation 38
- Pletmintsev S.A.** Basic concepts and formulas of the theory of risk for the risk assessment of high-speed cars overtaking of low-speed vehicles on highways with ten and twelve lanes 45
- Artemova S.G.** Formation model of yards peak load of park cars 52

BUILDING MATERIALS AND ARTICLES

- Perfilov V.A., Lepilov V.I., Zubova M.O., Neizvestni D.L., Alatorseva U.V.** Method of preparation of the modified concrete mixture for the block processing of building envelop 59
- Kotlyarevskaya A.V., Volskaya O.N., Perfilov V.A., Kusmartseva O.A.** Influence of the tempering activated water and modifying agents on the durability of foamed concretes 65
- Korneev A.D., Borkov P.V., Klyshnikov A.A., Papin I.V.** Structure formation of protective polymer coatings 69
- Yerofeyev V.T., Bogatov A.D., Bogatova S.N., Smirnov V.F., Zakharova Ye.A.** Research of the biological firmness of building materials with provision for their deterioration 73
- Korovkin M.O., Yeroshkina N.A.** Research of the water-reducing effect of superplasticizers in aluminous cements 79
- Loganina V.I., Davydova O.A., Simonov Ye.Ye.** Influence of activation of the diatomite on properties of limy compositions 83

TECHNOLOGY AND CONTROL IN CONSTRUCTION. LIFE SAFETY
END LABOR SAFETY IN CONSTRUCTION

- Tishin V.G.** The working out of criterion function and the analysis of the decision of the optimization problem on safety of economy's objects 88
- Maslyayev A.V.** Maintenance of safety of life and health of the people at the earthquake: about inadmissibility the normative document on the earthquake protection of buildings of the Federal law of Russian Federation № 384-FL 95

INNOVATIONS IN CONSTRUCTION, INTENSIFICATION, ENERGY SAVING

- Galushchak V.S.** Secure lighting of building complex facilities using of renewable energy sources 102

MECHANIZATION AND AUTOMATION IN THE CONSTRUCTION. ROAD, CONSTRUCTION,
CARRYING AND LIFTING MACHINES

- Minin V.V., Noskov M.V.** Research of the universal small size auto-loader efficiency with account of energy indicators 105

HEAT SUPPLY, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND ILLUMINATION

- Didenko V.G., Vlasova O.S.** Using the simulated model to evaluate the performance evaluation of the gas dust laying in the foam dynamic layer absorber 111
- Osipova N.N.** Systems of the autonomous supply of settlements 115
- Medvedeva O.N.** Rationale of efficient gas-supply systems 121

WATER SUPPLY, SEWERAGE, CONSTRUCTIONS FOR WATER RESOURCES PROTECTION

- Polozova I.A., Zheltobryukhov V.F.** Research of hydrometeorological and physiographic conditions of industrial water-intake zone on the Medvediza River in the Volgograd region with the object of choosing the most effective method to protect from accretion 126

Myagkaya T.M., Pustovalov E.V. New resource-saving beds of high capacity filters on water purification plants	133
THEORY AND HISTORY OF ARCHITECTURE, RESTORATION AND RECONSTRUCTION OF THE HISTORIC AND ARCHITECTURAL HERITAGE. ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS	
Makhnin A.A. The Forming and Development of Architectural Environment of Rybinsk in the late 1950s — 80s	138
Tokarev A.G. Urban planning of Rostov-on-Don in 1930s. From the regular planning structure to the Soviet city	149
ENVIRONMENTAL ISSUES IN URBAN PLANNING. LANDSCAPE ARCHITECTURE	
Matovnikov S.A., Matovnikova N.G. Creation of comfortable multisensory environment as topical issues of modern park construction	155
OUR AUTHORS	165

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

УДК 624.131.524

А.Н. Богомолов, Я.В. Качурин, О.А. Богомолова, А.В. Соловьев

**ОЦЕНКА ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ОСАДОК НЕЗАГЛУБЛЕННЫХ ЛЕНТОЧНЫХ
ФУНДАМЕНТОВ, ВЫЗЫВАЕМЫХ НОВОЙ ЗАСТРОЙКОЙ**

Приведены результаты аналитических исследований процесса развития дополнительных осадок существующих фундаментов, обусловленных новой застройкой. На основе результатов компьютерного моделирования получены графические зависимости и их аналитические аппроксимации, позволяющие проводить оценку величины таких осадок для всех возможных сочетаний численных значений расчетных параметров, рассмотренных при решении поставленной задачи. Полученные результаты позволяют проследить распределение осадок по глубине основания.

К л ю ч е в ы е с л о в а: ленточный фундамент, равномерно распределенная нагрузка, новая застройка, дополнительные осадки, распределение осадок по глубине основания.

Results of analytic surveys research of the process of development of additional settlements of present foundations due to housing development are represented. On the basis of computer modelling graphical laws and their analytical approximations, allowing estimating such settlements, values for all possible combinations of numerical values of design parameters are considered during solving the problem are obtained. Results are allowed to trace the distribution of sediments in depth of the bottom.

К e y w o r d s: girder foundation, uniform loading, housing development, additional settlements, distribution of sediments in depth of the bottom.

Исследования взаимного влияния незаглубленных ленточных фундаментов, проведенные нами и другими учеными [1—4], говорят о том, что начиная с некоторого расстояния между фундаментами одинаковой ширины, находящихся под действием нагрузки одинаковой интенсивности, наблюдается увеличение несущей способности грунтового основания, которое может достигать 30 % и более. Причем эти результаты получены при решении соответствующих задач как методами теории предельного равновесия [2], так и методами, основанными на анализе напряженно-деформированного состояния грунтового массива [3, 4].

Когда расстояние между фундаментами достигает некоторого значения, возникает так называемый арочный эффект, обеспечивающий непродавливание грунта между соседними фундаментами. Дальнейшее уменьшение расстояния между фундаментами обеспечивает работу нескольких близ расположенных фундаментов как единого фундамента эквивалентной ширины.

При этом происходит резкое развитие вглубь основания областей предельного состояния грунта и, как следствие, резкое снижение несущей способности грунтового основания фундамента эквивалентной ширины. Все эти последствия могут быть объяснены процессом перераспределения напряжений при сближении фундаментов, сопровождающимся переориентацией площадок наиболее вероятного сдвига и поверхностей выпора в грунтовом массиве.

Однако является очевидным и получило практическое подтверждение и теоретическое обоснование утверждение о том, что трансформация напряженно-деформированного состояния грунтового основания вследствие устройства нового фундамента и передачи на него нагрузки повлечет за собой дополнительные перемещения фундаментов уже существующих сооружений [5, 6]. Учитывать это обстоятельство крайне необходимо, так как расчет по II предельному состоянию является обязательным для всех видов фундаментов. Кроме того, произойдут не только дополнительные вертикальные смещения точек грунтового массива, лежащих на его поверхности, но и смещение грунтовых масс, лежащих ниже подошвы фундамента, что может привести к нарушению целостности подземных коммуникаций: канализационных коллекторов, водоводов, газопроводов, линий электропередач и т.д.

Для количественной оценки (в упругой постановке) величины этих перемещений при помощи компьютерной программы [7] проведены вычисления, суть которых заключается в следующем:

1) определялись вертикальные перемещения точек грунтового массива, лежащих на вертикали, проходящей через середину фундамента, и расположенных на его подошве и на глубине d и $2d$ от нее. При этом равномерно распределенная расчетная нагрузка интенсивностью $q_p = q/(\gamma d) = 14,4$ передается на гибкий фундамент единичной ширины d . Объемный вес грунта принят равным $\gamma = 2 \text{ т/м}^3$, угол внутреннего трения $\varphi = 15^\circ$, а сцепление $C = 0,063 \text{ МПа}$. При этом величина приведенного давления связности $\sigma_{св} = C(\gamma d \text{ tg } \varphi)^{-1} = 11,99$. Величина интенсивности внешнего воздействия определена из условия отсутствия в окрестностях фундамента областей предельного состояния грунта. Если это условие выполняется, то можно считать, что грунт работает как упругое тело, а результаты компьютерного моделирования по определению напряжений и перемещений в точках грунтового массива адекватны;

2) на расстоянии $L = 8d$ от края фундамента прикладывалась равномерно распределенная нагрузка такой же ширины и интенсивности, после чего вновь вычислялись вертикальные и горизонтальные перемещения. Затем перемещения вычислялись при значениях $L = (5,0; 3,0; 1,0; 0,5; 0,25; 0,1; 0)d$ и при $q = (0,5; 2,0; 3,0)q_p$ при тех же значениях L . Таким образом проводилось 96 вариантов вычислений;

3) на следующем этапе устанавливалась нагрузка двойной и тройной ширины и проводилось еще 192 варианта вычислений;

4) после этого из численных значений перемещений в соответствующих точках вычитали значения перемещений, вычисленные для одиночного фундамента, и получали приращения перемещений или, другими словами, абсолютные величины дополнительных перемещений, возникших вследствие устройства дополнительного фундамента. Затем эти разности делили на величины

соответствующих перемещений одиночного фундамента, что дало величины дополнительных относительных вертикальных перемещений или осадок S_0 .

Отметим, что при расчете основание считается изотропным и однородным, величина расчетного модуля деформации принята равной $E_0^p = E_0/\gamma d = 500$, величина коэффициента бокового давления $\xi_0 = 0,75$. Так как перемещения в упругой стадии обратно пропорциональны величине E_0 , то значения величины S_0 могут быть определены для любого значения E_0 . Фрагмент расчетной схемы, которая состоит из 24 000 треугольных элементов, сопряженных в 12 291 узле, приведена на рис. 1. Ширина матрицы жесткости системы равна 106.

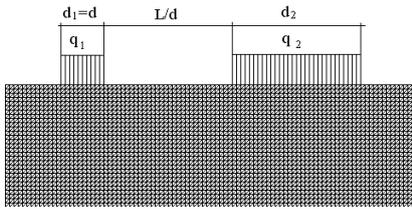


Рис. 1. Фрагмент расчетной схемы

На рис. 3 приведены в виде кривых $S_0 = f(L/d_1)$ результаты вычислений дополнительной относительной осадки S_0 для различных значений ширины вновь возводимого (возмущающего) фундамента ($d_2 = d_1; 2d_1; 3d_1$) и различных значений интенсивности приходящейся на него нагрузки ($q_2 = 0,5q_1; q_1; 2q_1; 3q_1$).

Оказалось, что все кривые, изображенные на рис. 3, могут быть с точностью до 5 % аппроксимированы зависимостью вида

$$S_0 = \alpha e^{-0,639L/d_1} - \gamma, \quad (1)$$

где α и γ — безразмерные коэффициенты, определяемые по графикам, приведенным на рис. 4.

Для удобства проведения вычислений запишем уравнения прямых, приведенных на рис. 4. Формулы (2) позволяют вычислять коэффициенты α и γ при $d_2 = d_1$ (рис. 4 (а; з)), формулы (3) — при $d_2 = 2d_1$ (рис. 4 (б; д)), а формулы (4) — при $d_2 = 3d_1$ (рис. 4 (в; е)). Для промежуточных значений L_2 данные коэффициенты могут быть определены линейным интерполированием. Отметим, что погрешность аппроксимации прямых, приведенных на рис. 4, выражениями (2)—(4) не превышает 1 %.

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= 0,201 + (q - 0,5)0,4036; & \gamma_0 &= 0,031 + (q - 0,5)0,0628; \\ \alpha_1 &= 0,286 + (q - 0,5)0,5708; & \gamma_1 &= 0,044 + (q - 0,5)0,0820; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= 0,334 + (q - 0,5)0,6664; & \gamma_2 &= 0,057 + (q - 0,5)0,1124. \\ \alpha_0 &= 0,305 + (q - 0,5)0,0886; & \gamma_0 &= 0,064 + (q - 0,5)0,1264; \\ \alpha_1 &= 0,426 + (q - 0,5)0,8548; & \gamma_1 &= 0,080 + (q - 0,5)0,1612; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= 0,523 + (q - 0,5)1,0472; & \gamma_2 &= 0,102 + (q - 0,5)0,2056. \\ \alpha_0 &= 0,358 + (q - 0,5)0,7164; & \gamma_0 &= 0,099 + (q - 0,5)0,1880; \\ \alpha_1 &= 0,496 + (q - 0,5)0,9892; & \gamma_1 &= 0,119 + (q - 0,5)0,2356; \\ \alpha_2 &= 0,620 + (q - 0,5)1,2108; & \gamma_2 &= 0,145 + (q - 0,5)0,2924. \end{aligned} \quad (4)$$

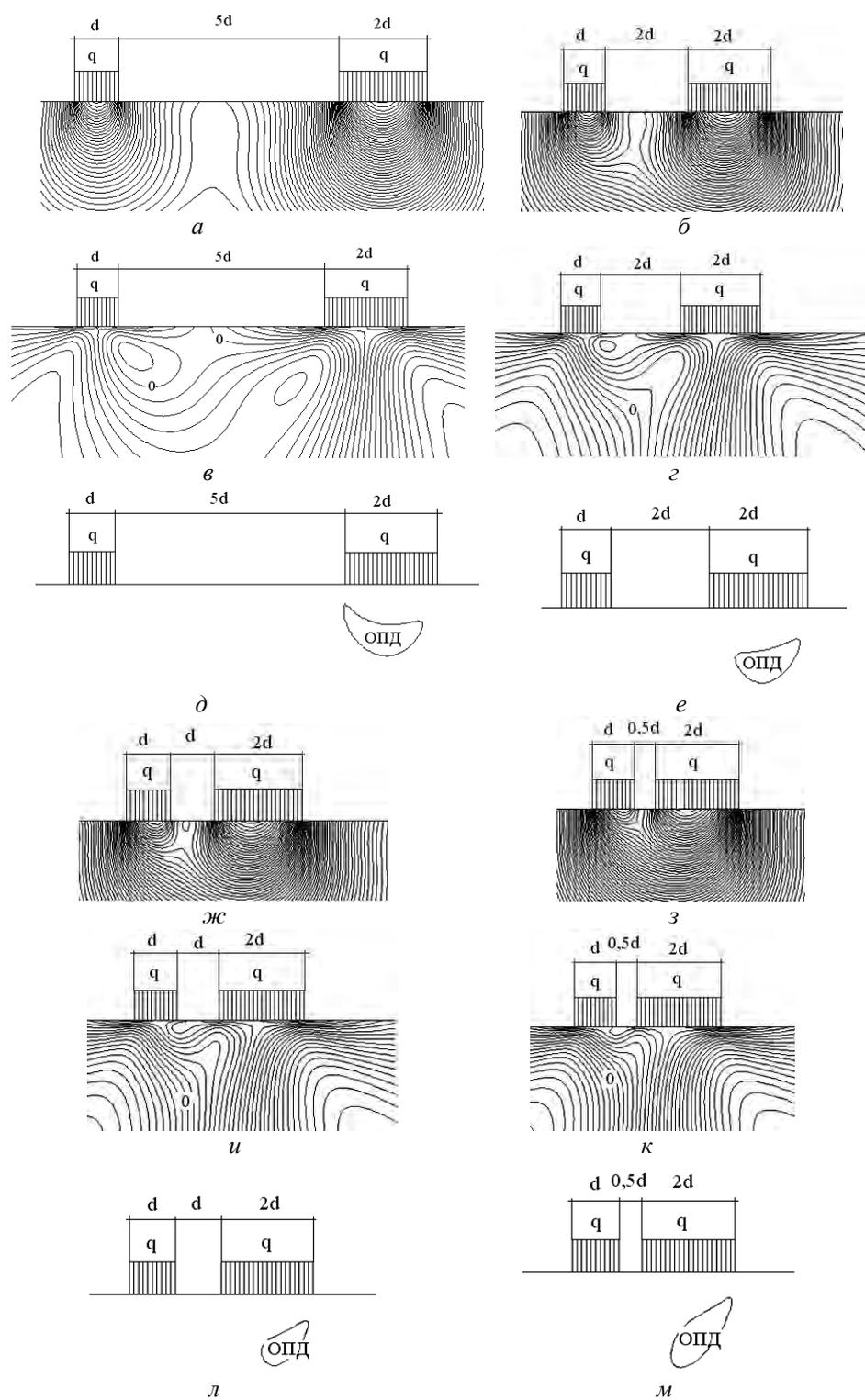


Рис. 2. Картины вертикальных δ_z (а; б; ж; з) и горизонтальных δ_x (в; г; и; к) перемещений и областей предельного состояния грунта (д; е; л; м) в основании фундаментов при различном расстоянии между ними

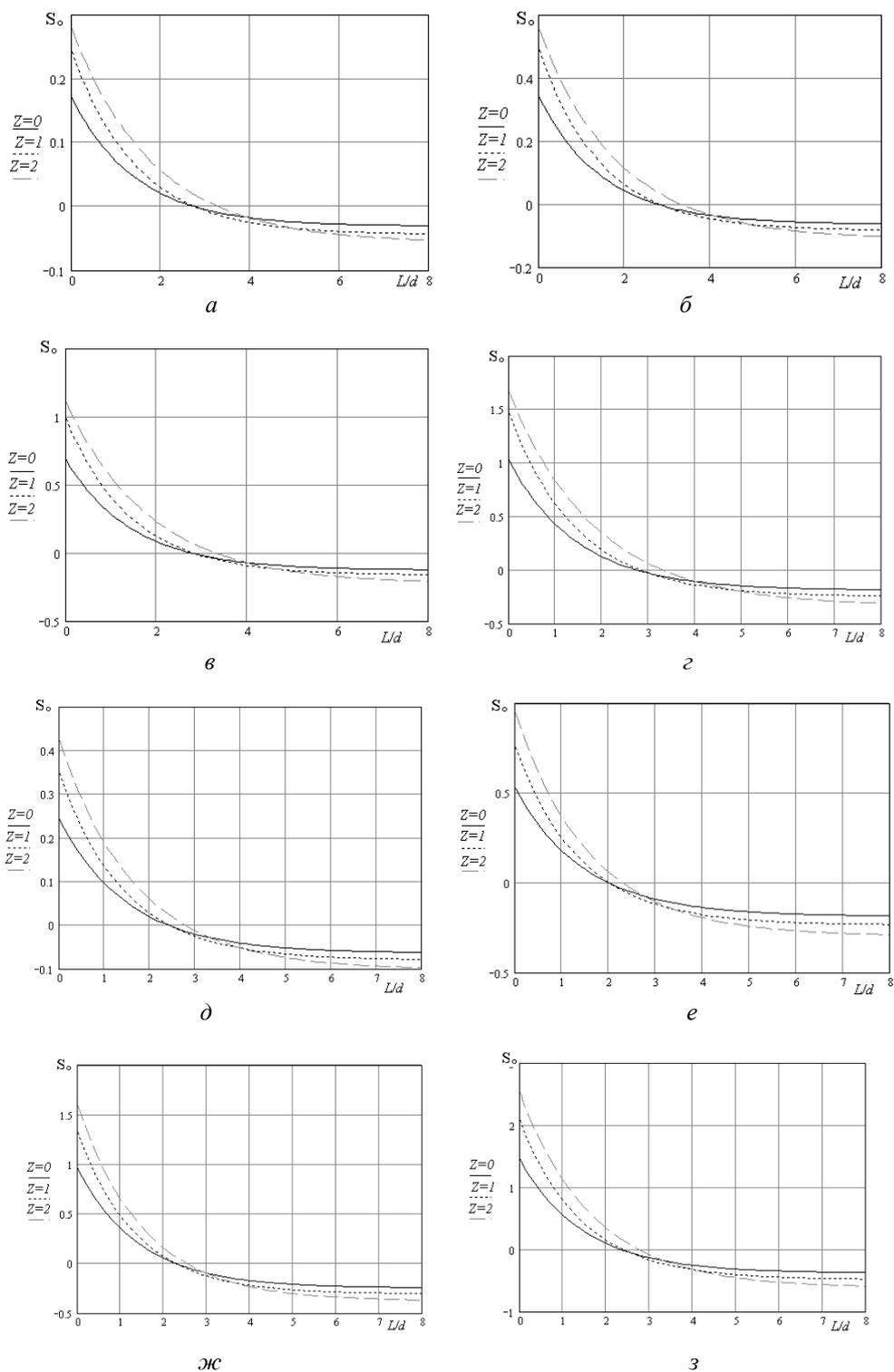


Рис. 3 (начало). Кривые вида $S_0=F(L/d_1)$ при $q_2 = 0,5q_1$; $q_2 = 1,0q_1$; $q_2 = 2,0q_1$; $q_2 = 3,0q_1$ и $d_2 = d_1$ (*a*; *б*; *в*; *г*); $d_2 = 2d_1$ (*д*; *е*; *ж*; *з*);

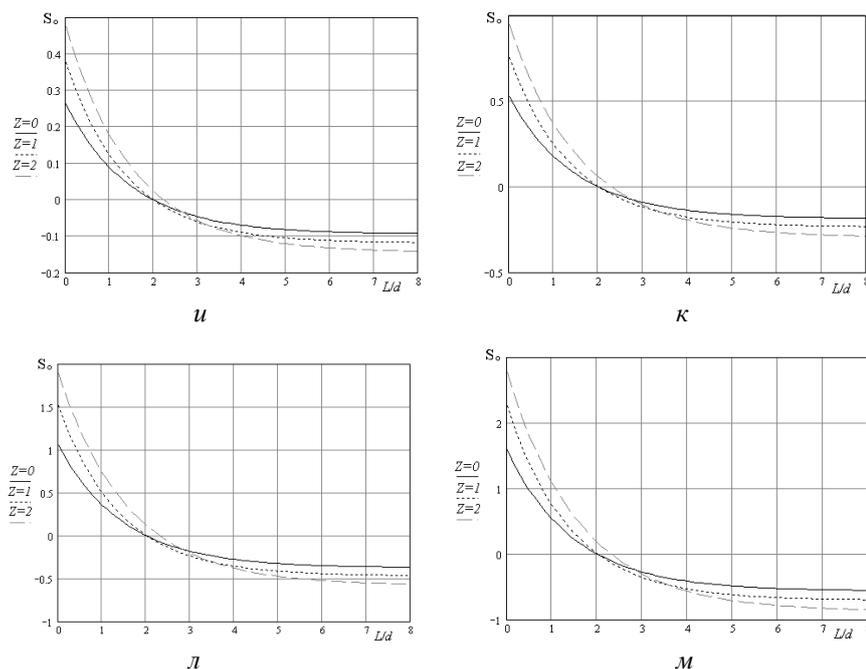


Рис. 3 (окончание). Кривые вида $S_0 = F(L/d_1)$ при $q_2 = 0,5q_1$; $q_2 = 1,0q_1$; $q_2 = 2,0q_1$; $q_2 = 3,0q_1$ и $d_2 = 3d_1$ (u ; k ; l ; m)

Выводы. 1. При любых сочетаниях расчетных параметров зависимость величины дополнительной относительной осадки существующего фундамента от расстояния до вновь возводимого сооружения не является линейной.

2. Если «возмущающий» фундамент находится на расстоянии $L > 2d_1$, то при любой его ширине и интенсивности воспринимаемой им нагрузки центр существующего фундамента будет испытывать подъем; при уменьшении L осадки существующего фундамента будут нарастать.

3. При величине L , примерно равной $1,5d_1$ и менее, «возмущающие» фундаменты будут оказывать на существующий фундамент практически одинаковое действие при условии, что воспринимаемые ими нагрузки одинаковы.

4. Получены графические зависимости и их аналитические аппроксимации, позволяющие вычислять дополнительные относительные осадки существующих фундаментов при рассмотренных в работе значениях расчетных параметров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Холмянский М.Л. Напряженное состояние грунта при действии периодической системы полосовых нагрузок // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2005. № 5. С. 2—6.
2. Федоровский В.Г. Предельное давление на ряд ленточных штампов и эффект «непродавливания» // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2006. № 3. С. 9—13.
3. Богомолов А.Н., Богомолова О.А., Якименко И.В. Повышение несущей способности основания как следствие использования составных ленточных фундаментов // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2010. Вып. 19(38). С. 5—11.
4. О взаимном влиянии параллельных незаглубленных ленточных фундаментов / А.Н. Богомолов, О.А. Богомолова, Я.В. Качурин, И.В. Якименко // Малоэтажное строительство: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Волгоград: ВолгГАСУ, 2009. С. 131—136.

5. Богомолов А.Н., Качурин Я.В., Богомолова О.А. Оценка взаимного влияния близ расположенных ленточных фундаментов // Наука и образование: архитектура, градостроительство и строительство : материалы Междунар. конф., 6—10 сентября 2010 г., г. Волгоград. Волгоград : ВолгГАСУ, 2010. С. 256—260.

6. Богомолов А.Н., Качурин Я.В., Богомолова О.А. Оценка дополнительных осадок ленточных фундаментов, вызываемых перегрузкой основания вновь возводимыми сооружениями // Наука и образование: архитектура, градостроительство и строительство : материалы Междунар. конф. Волгоград : ВолгГАСУ, 2010. С. 261—265.

7. Устойчивость (напряженно-деформированное состояние) : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009613499 от 30 июня 2009 г. / А.Н. Богомолов, О.А. Богомолова, М.Ю. Нестратов и др.

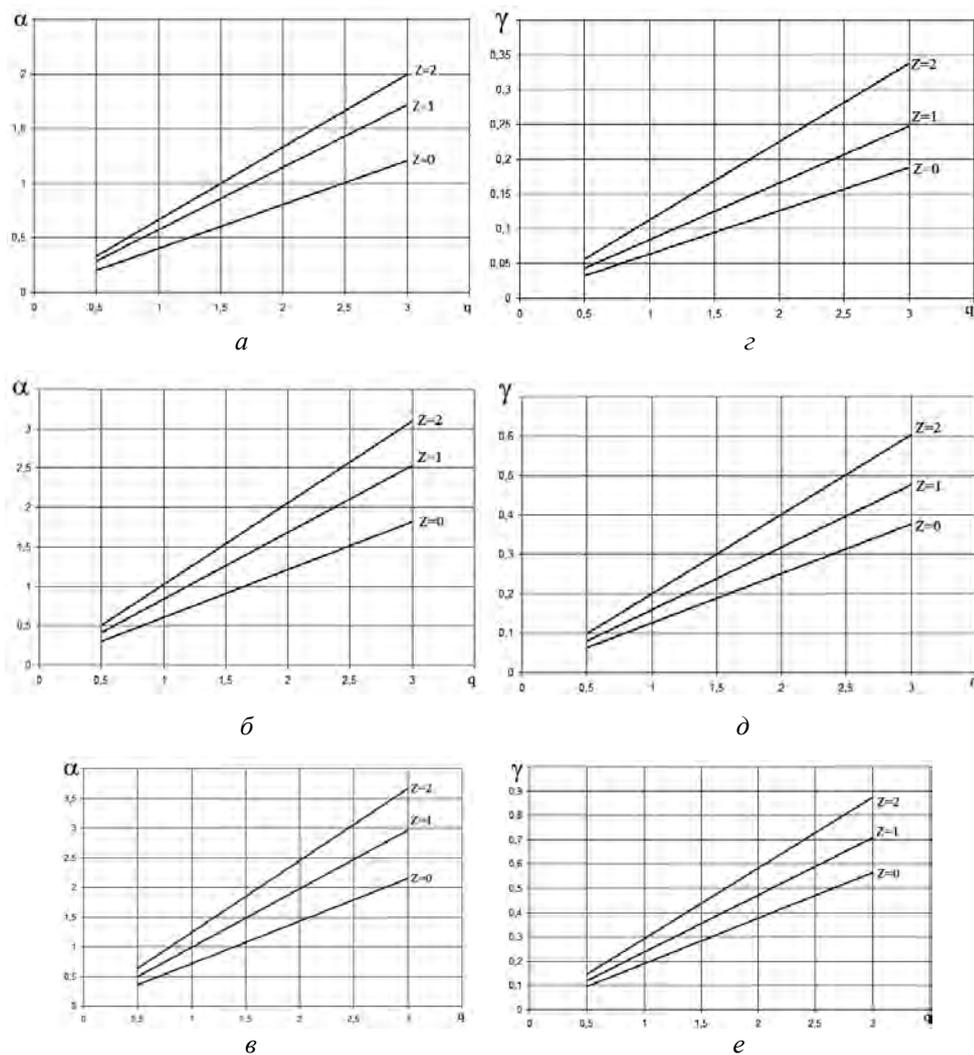


Рис. 4 (окончание). Графики для определения коэффициентов α и γ при $d_2 = d_1$ (а; з), $d_2 = 2d_1$ (б; д) и $d_2 = 3d_1$ (в, е)

1. Holmyansky M.L. Napryazhennoye sostoyaniye grunta pri deystvii periodicheskoy sistemy polosovykh nagruzok // Osnovaniya, fundamenti i mehanika gruntov. 2005. № 5. S. 2—6.

2. Fedorovsky V.G. Predel'noye davleniye na ryad lentochnykh shtampov i effect «neprodavlivaniya» // Osnovaniya, fundamenti i mehanika gruntov. 2006. № 3. S. 9—13.

3. *Bogomolov A.N., Bogomolova O.A., Yakimenko I.V.* Povysheniye nesushchey sposobnosti osnovaniya kak sledstviye ispol'zovaniya sostavnykh lentochnykh fundamentov // Vestnik Volgogr. gos. arhit.-stroit. un-ta. Ser.: Str-vo i arhit. 2010. Vyp. 19(38). S. 5—11.

4. O vzaimnom vliyani parallel'nykh nezaglublyonnykh lentochnykh fundamentov / A.N. Bogomolov, O.A. Bogomolova, Ya.V. Kachurin, I.V. Yakimenko // Maloetazhnoye stroitel'stvo : materially Mezhdunar. nauch.-praktich. konfer. Volgograd : VolgGASU, 2009. S. 131—136.

5. *Bogomolov A.N., Bogomolova O.A., Kachurin Ya.V.* Otsenka vzaimnogo vliyaniya bliz raspolzhenykh lentochnykh fundamentov // Nauka i obrazovaniye: Arhitectura, gradostroitel'stvo i stroitel'stvo : materially Mezhdunar. konfer., 6—10 sentyabrya 2010 g., g.Volgograd. Volgograd : VolgGASU, 2010. S. 256—261.

6. *Bogomolov A.N., Kachurin Ya.V., Bogomolova O.A.* Otsenka dopolnitel'nykh osadok lentochnykh fundamentov, vyzvannykh peregruzkoy osnovanika vnov' vozvodimymi sooruzheniyami // Nauka i obrazovaniye: arhitectura, gradostroitel'stvo i stroitel'stvo : materially Mezhdunar. konfer., 6—10 sentyabrya 2010 g., g.Volgograd. Volgograd : VolgGASU, 2010. S. 261—266.

7. Ustoychivost' (napryazhenno-deformirovannoye sostoyaniye) : svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM № 2009613499 ot 30 iyunya 2009 g. / A.N. Bogomolov, O.A. Bogomolova, M.Ju. Nestratov i dr.

© *Богомолов А.Н., Качурин Я.В., Богомолова О.А., Соловьев А.В., 2011*

*Поступила в редакцию
в феврале 2011 г.*

Ссылка для цитирования:

Оценка относительных осадок незаглубленных ленточных фундаментов, вызываемых новой застройкой / А.Н. Богомолов, Я.В. Качурин, О.А. Богомолова, А.В. Соловьев // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2011. Вып. 22 (41). С. 5—12.

УДК 624.131.22:631.432.33:624.15

А.Н. Богомолов, Ю.И. Олянский, С.И. Шиян, Е.В. Щекочихина, С.А. Чарыкова

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ САРМАТСКИХ ГЛИН В ОСНОВАНИЯХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

На примере набухающих глин Молдовы показано изменение ионно-солевого комплекса, агрегированности и дисперсности пород в результате их длительного взаимодействия с водой. Результаты исследований позволяют прогнозировать поведение глин в условиях техногенного обводнения.

К л ю ч е в ы е с л о в а: сарматская глина, выщелачивание, изменение свойств.

Changes of the ion-salt complex, aggregation and dispersion of the species as the result of prolonged interaction with water are presented on the examples swelling clays in Moldova. Research results are allowed to predict the behavior of clays under conditions of industrial watering.

К e y w o r d s: sarmatian clays, leaching, changes of the property.

Влияние длительного взаимодействия глинистых пород с водой на изменение их состава и свойств изучалось на примере образцов неогеновых глин междуречья Прут — Днестр — природной структуры с различными показателями степени дисперсности, минерального состава, ионно-солевого комплекса и типа структурных связей между грунтовыми частицами. Отличительные особенности изучаемых глин: слабая засоленность легкорастворимыми солями (< 0,3 %), высокая карбонатность (9...12 %) и пиритизированность (до 3 % и более), монтмориллонито-гидрослюдистый состав глинистой фракции. Для них характерно преобладание переходных и смешанных типов контактов между структурными элементами (по классификации В.И. Осипова [4]), а также значительная плотность (около 2,0 г/см³) и прочность. Глины в основном средне и сильнонабухающие.

В результате взаимодействия слабопроницаемых глинистых пород с водой в системе порода — вода устанавливается физико-химическое равновесие. Содержащиеся в породе соли переходят в водный раствор, и процесс дальнейшего растворения прекращается. С изменением установившегося равновесия в результате поступления в породу новых порций ненасыщенной солями воды процесс растворения возобновляется. В результате движения ионов в поровом растворе от мест с повышенной концентрацией поровых вод к местам с пониженной концентрацией осуществляется диффузионный солеперенос, обусловленный градиентом концентрации. Длительное взаимодействие породы с водой в условиях непрерывного водообмена приводит к диффузионному выщелачиванию породы, при котором из нее выносятся растворенные соли, происходят глубокие необратимые физико-химические процессы, обусловленные изменениями в минеральном составе дисперсной фракции, ионно-солевом комплексе, агрегированности и др. Происходит расколдование породы, сопровождаемое набуханием и разуплотнением, снижается прочность, изменяется деформационное поведение.

Изучение влияния длительного взаимодействия глинистых пород региона с водой на изменение их свойств выполнялось на примере образцов неогене-

новых глин с различными показателями степени дисперсности, минерального состава и состояния, ионно-солевого комплекса и типами структурных связей между грунтовыми частицами. Это позволяло определить основные закономерности изменения свойств слабозасоленных глинистых пород, какими являются сармат-меотические глины Молдавии, определить основные показатели состава и свойства, влияющие на характер устойчивости глин к длительному воздействию воды, и разработать типизацию глин по степени их устойчивости к техногенному обводнению.

Анализ характера изменчивости свойств глинистых пород в процессе выщелачивания в диффузионном приборе выполнен по следующим показателям: ионно-солевой комплекс, дисперсность, физические характеристики и состояние, механические свойства.

В связи с этим вся выборка была разделена по степени минерализации на 3 группы: менее 0,1; 0,1...0,2 и 0,2...0,4 г/л, — в пределах которых и анализировались данные выщелачивания. Результаты статистического анализа изменчивости отдельных показателей приведены в табл. 1.

Анализ выборочных совокупностей пород до и после выщелачивания по каждому из показателей выполнен с использованием параметрических критериев Стьюдента (t_p), Фишера (F_p) и критерия, учитывающего коэффициент вариации (H_p) при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

Минерализация пород до выщелачивания составляла 0,047...0,423 г/л. После выщелачивания неизменной оказалась только минерализация «слабоминерализованных» образцов ($< 0,1$ г/л), для которых все статистические параметрические критерии (t_p , F_p , H_p) меньше табличных (табл. 1). Для образцов с более высокой минерализацией наблюдается почти повсеместное ее уменьшение в среднем в 1,5...1,6 раза. Аналогичная зависимость характера выщелачивания от значения исходной минерализации наблюдается для катионов Ca^{+2} , Mg^{+2} . Содержание ионов K^+ , Na^+ , Cl^- , SO_4^{-2} во всех образцах снижается в 2,5...3,0 раза.

Несколько иной характер выщелачивания ионов Ca^{+2} и Mg^{+2} для образцов с минерализацией более 0,1 г/л. Содержание иона Ca^{+2} снижается при этом в среднем в 1,15...1,20 раза, а иона Mg^{+2} увеличивается в 1,20...1,36 раза. Исключение составляет ион HCO_3^- . Его содержание в процессе выщелачивания практически не изменяется ни в одной из групп образцов. Все расчетные значения параметрических критериев меньше табличных.

Таким образом, если до выщелачивания тип засоления глин определялся как хлоридно-сульфатно-кальциево-натриевый (для образцов с минерализацией менее 0,1 г/л) и хлоридно-сульфатно-натриево-кальциевый (для образцов с минерализацией более 0,1 г/л), то после выщелачивания он изменился на хлоридно-сульфатно-магниевый-кальциевый (для образцов с минерализацией до 0,1 г/л) и хлоридно-сульфатно-кальциево-магниевый (для образцов с минерализацией более 0,1 г/л).

Общее содержание карбонатов. Изменение карбонатности глин в процессе выщелачивания изучалось для 3 групп образцов в зависимости от исходной (природной) карбонатности: менее 5, 5...10, 10...20 %. Анализ данных показывает, что характер изменения карбонатности носит двойкий характер. В случае, когда общее содержание карбонатов в образце до выщелачивания невелико и

не превышает 5 %, длительное воздействие воды приводит к общему повышению их количества в среднем в 1,56 раз. В других случаях наблюдается снижение содержания карбонатов в среднем в 1,11...1,17 раз.

Содержание гипса в выщелоченных образцах глин определяется, с одной стороны, растворением и выносом его из породы, а с другой — реакцией по окислению пирита и продуктов его выветривания, протекающей в процессе выщелачивания [3]. Образовавшаяся серная кислота растворяет карбонаты, увеличивает подвижность железа, появляется и накапливается гипс. При этом может происходить разрушение 3-слойных пакетов монтмориллонита, растворение окислов железа, магния, алюминия и образование высокодисперсного аморфного кремнезема [7].

Содержание гипса в исходных образцах составило 0,02...0,42 %, а после выщелачивания — 0,03...0,60 %. Среднее содержание увеличилось в 1,5 раза. Наряду с этим в отдельных образцах глин, содержащих незначительное количество пирита, наблюдается обратная картина — уменьшение содержания гипса в 1,3...6,0 раза вследствие его выщелачивания. У некоторых образцов, не содержащих гипс в исходном состоянии, после выщелачивания его количество составило 0,08...0,37 %, что является наглядным примером образования вторичного гипса за счет окисления пирита.

Изменение содержания аморфного кремнезема в глинистых породах при выщелачивании может носить двоякий характер. В одних образцах его содержание увеличивается в 1,5...2,0 раза и более, в других во столько же раз уменьшается. Только в отдельных образцах его количество изменяется незначительно. В связи с тем, что изменение содержания аморфного кремнезема в глинах при длительном воздействии воды обуславливается в основном процессами окисления пирита с образованием серной кислоты и ее последующим воздействием на силикаты, была предпринята попытка объяснить характер выявленных изменений с указанных позиций.

Все образцы разделены на 2 группы в зависимости от поведения при выщелачивании гипса. В первую выборку вошли образцы наименее выветрелые, которые при выщелачивании дают увеличение гипса примерно в 4 раза; во вторую — образцы, не содержащие в исходном состоянии пирита и уменьшающие при выщелачивании содержание гипса в среднем в 2,5 раза. Анализ изменчивости содержания аморфного кремнезема по обоим выборкам показал, что ни в одной из них в ходе выщелачивания содержание аморфного кремнезема не изменилось. Таким образом, вывод авторов [7] о том, что образование аморфного кремнезема тесно связано с процессами окисления пирита [3], для изученного типа глин не подтверждается.

Общее содержание малоподвижных соединений *гуминовых кислот* в процессе выщелачивания практически не изменилось. Среднее содержание гумуса в выборке, состоящей из 80 определений, до выщелачивания составило 0,34, а после выщелачивания 0,40 %. Расчетные параметрические критерии меньше их табличных значений при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

Емкость поглощения, являющаяся функцией степени дисперсности породы, минерального состава и концентрации поровых вод, до выщелачивания, как правило, не превышала 24,0 мг-экв/100 г породы. После выщелачивания у отдельных образцов, преимущественно с коагуляционным типом структурных связей, наблюдается некоторое повышение емкости поглощения. У более агре-

гированных образцов данный показатель практически не изменился или даже наблюдалось его уменьшение. Для объективного анализа данных по выщелачиванию все образцы в зависимости от типа структурных связей (по классификации И.М. Горьковой [2]) разделены на 3 группы: коагуляционные, пластифицированно-коагуляционные, коагуляционно-цементационные. В пределах каждой выборки были оценены расчетные значения статистических параметрических критериев. Результаты показывают, что во всех выборках расчетные параметрические критерии меньше табличных (табл. 2). Таким образом, лабораторное выщелачивание образцов глин на протяжении 90...120 сут практически не изменило значения их емкости поглощения.

Анализ данных *состава обменных катионов* до и после выщелачивания показал, что практически во всех трех группах образцов (в зависимости от типа структурных связей) наблюдаются существенные изменения. До выщелачивания обменные катионы располагались в основном в следующий ряд: $\text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$ и $\text{Mg}^{+2} > \text{Ca}^{+2} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$. В процессе выщелачивания глинистых пород, содержащих в твердой фазе гипс, карбонаты кальция и магния, происходит изменение состава обменных катионов. В выщелоченных образцах за счет обменных реакций между катионами поровых вод и обменными катионами (из поровых вод поглощается ион Ca^{+2} , а в поровые воды переходит обменный Na^+) в среднем в 1,13...1,34 раза увеличилось содержание иона Ca^{+2} и в 2,96...3,78 раза уменьшилось содержание обменного Na^+ . Содержание обменного Mg^{+2} у большинства образцов увеличилось на 1...5 мг-экв/100 г породы и только у отдельных сильно выщелоченных образцов снизилось на 1...4 мг-экв/100 г пор. Катионы у большинства образцов расположились в ряд: $\text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2} > \text{Na} > \text{K}^+$ или $\text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2} > \text{K}^+ > \text{Na}^+$.

Таким образом, общий характер процесса изменения емкости поглощения и состава обменных катионов при выщелачивании сарматских глин Молдавии в целом соответствует выявленному Н.П. Затенацкой [3] для глин Северного Кавказа и других регионов.

На рис. 1 и 2 приведены графики изменения химического состава фильтрата в процессе выщелачивания образцов сарматских глин.

В случае выщелачивания слабо выветрелого «сильнозасоленного» обр. 1, содержащего в исходном состоянии включения пирита (рис. 1), наблюдается интенсивный вынос растворимых солей. Наиболее интенсивно это происходит в первые 40...45 сут, после чего концентрация ионов в воде не изменяется. Характерно, что со времени начала выщелачивания непосредственно увеличивается вынос только одного иона — HCO_3^- , обеспечивающий удаление из грунта карбонатов кальция и уменьшение общей карбонатности. Несмотря на интенсивное удаление из выщелачивающего образца глины сульфат-иона и карбонатов, общее содержание гипса в образце увеличивается. Вероятно, процессы окисления пирита с образованием гипса превалируют над процессами его растворения и выноса из образца.

При выщелачивании «слабозасоленного» обр. 114 (рис. 2) содержание всех катионов в фильтрате уменьшается на протяжении первых 40...45 сут, после чего начинает медленно, но неуклонно увеличиваться. Исключение составляет только катион Na^+ . После снижения почти до 0 через 50 сут после начала выщелачивания его содержание в фильтрате резко увеличилось и

достигло максимального значения через 100 сут от начала выщелачивания. Одновременно аналогичная картина имеет место и с содержанием в фильтрате иона SO_4^{-2} . Через 50 сут от начала выщелачивания его содержание в фильтрате начало увеличиваться и достигло своего максимума через 88 сут от начала выщелачивания. Таким образом, вследствие выщелачивания выветрелого, но «слабозасоленного» образца глины, содержащего в исходном состоянии значительное количество гипса (0,43 %), через 100 сут после выщелачивания его количество уменьшилось до 0,32 %. Вынос иона SO_4^{-2} и зафиксирован на рис. 2.

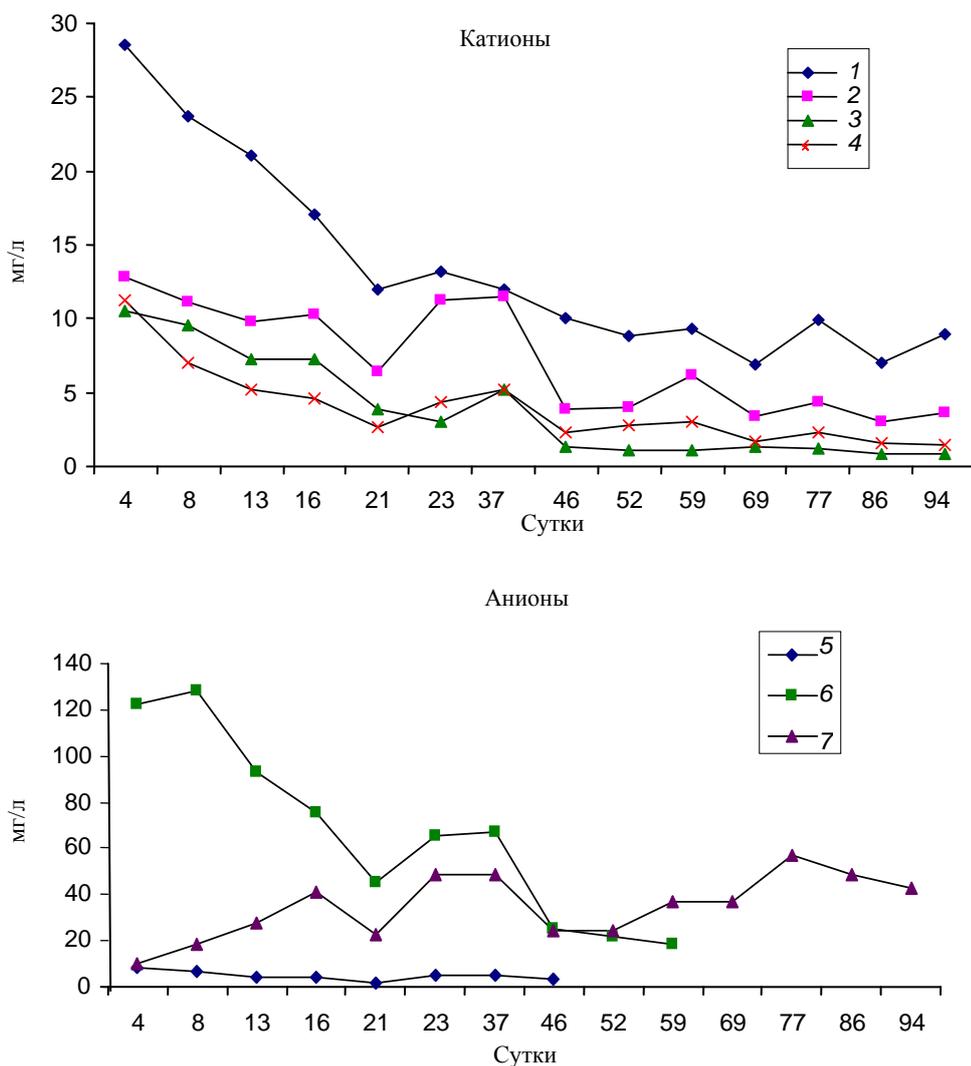


Рис. 1. Изменение химического состава фильтрата в процессе выщелачивания «сильно засоленных» глин (обр. № 1, сухой остаток 0,3775 г/100 г сух. пор.): 1 — Ca^{+2} , 2 — Mg^{+2} ; 3 — Na^+ , 4 — K^+ , 5 — Cl^- , 6 — SO_4^{-2} , 7 — HCO_3^-

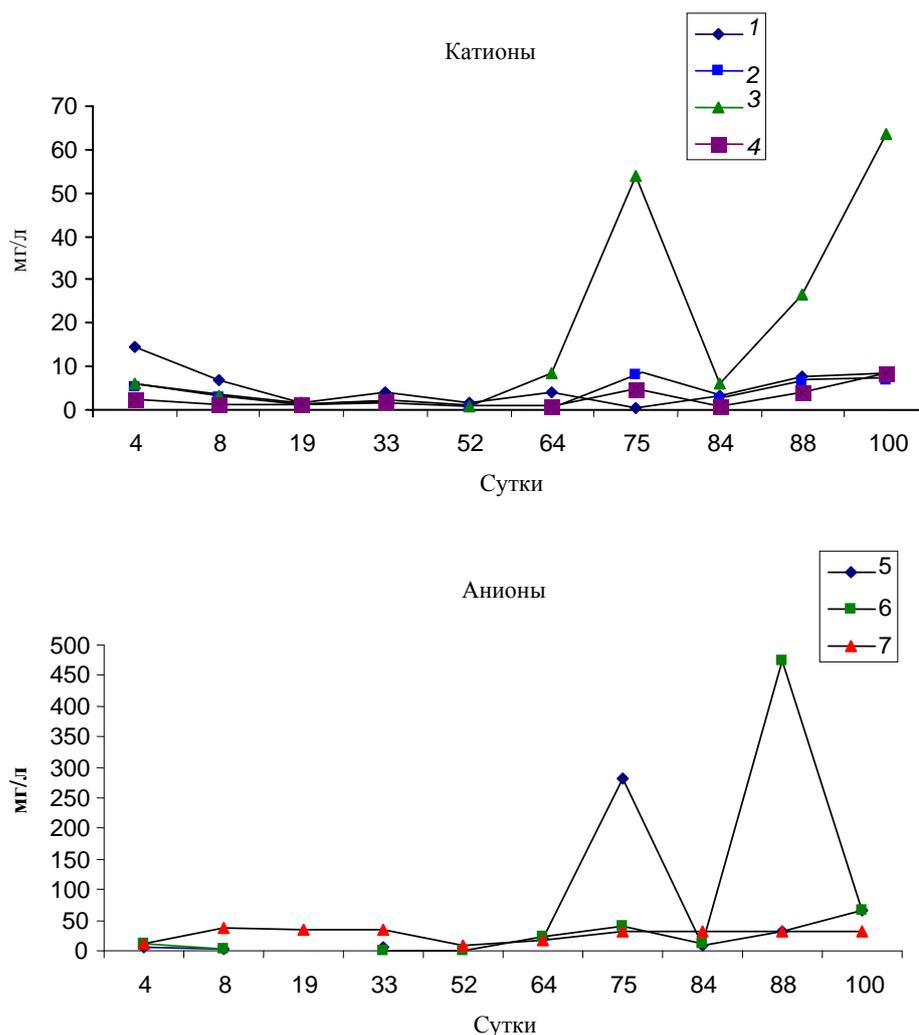


Рис. 2. Изменение химического состава фильтрата в процессе выщелачивания «слабо» засоленных глин (обр. № 114, сухой остаток 0,0098 г/100 гр сух. пор.): 1 — Ca²⁺; 2 — Mg²⁺; 3 — Na⁺, 4 — K⁺, 5 — Cl⁻, 6 — SO₄²⁻, 7 — HCO₃⁻

Дисперсность. Выщелачиванию в диффузионном приборе подвергались неветрелые образцы сарматских глин с различной степенью агрегированности от коагуляционных до смешанных коагуляционно-цементационных. Общее содержание фракций (микроагрегатный анализ) до выщелачивания составило: песчаной — 0,8...28,0, пылевой — 5,0...90,0, глинистой — 2,0...95,0 %; после выщелачивания соответственно: 2,0...43,0, 35,0...95,0 и 1,0...59,0 %. Достаточно отчетливо проявляется тенденция изменения дисперсности образцов при длительном взаимодействии с водой, заключающаяся в уменьшении песчаной и пылевой фракций и увеличении глинистой.

У образцов с пластифицированно-коагуляционным типом связей, увеличивающим содержание гипса за счет окисления пирита, после выщелачивания общее содержание глинистой фракции уменьшилось с 35,99...49,07 до

25,90...33,0 %, а пылевой увеличилось с 49,10...55,82 до 63,87...65,31 %. При этом во всех образцах наблюдается значительное уменьшение песчаной фракции. Для образцов с преимущественно пластифицированно-коагуляционным типом структурных связей и других, не увеличивающих при выщелачивании содержания гипса, изменение дисперсности носит несколько иной характер. У них наблюдается повышение содержания глинистой фракции (27,29...31,96 %) и уменьшение содержания пылевой фракции (67,42...58,65 %).

Для изучения влияния процессов окисления пирита на дисперсность глин все изученные образцы были разделены на 4 группы: с пластифицированно-коагуляционным типом структурных связей, увеличивающие (1-я гр.) и уменьшающие (2-я) при выщелачивании содержание гипса, и коагуляционно-цементационным типом структурных связей, увеличивающие (3-я) и уменьшающие (4-я) содержание гипса. Для образцов, увеличивающих содержание гипса (1-я гр.), зафиксировано повышение степени агрегированности как для частиц менее 0,001 мм, так и для частиц менее 0,005 мм. В отличие от них у образцов с коагуляционно-цементационным типом структурных связей (3-я и 4-я гр.) произошло снижение коэффициентов агрегированности примерно в 2 раза. И в том, и в другом случае происходят существенные изменения в крупных фракциях, преимущественно в сторону их уменьшения.

Образцы глин, не содержащие в исходном состоянии пирита и уменьшающие при выщелачивании содержание гипса, практически не изменили коэффициенты агрегированности.

Тем не менее здесь также наблюдается, как правило, уменьшение фракций песка и крупной пыли и увеличение фракции мелкой пыли.

Таким образом, во всех выщелоченных образцах произошло изменение степени дисперсности. У одних это обусловлено уменьшением содержания глинистой и пылевой фракций, у других — их повышением. Но во всех случаях наблюдалось значительное снижение содержания фракции песка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М. : Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
2. *Горькова И.М.* Физико-химические исследования дисперсных осадочных пород в строительных целях. М. : Стройиздат, 1975. 151 с.
3. *Затенацкая Н.П.* Закономерности формирования свойств засоленных глин. М. : Наука, 1985. 145 с.
4. *Монюшко А.М., Олянский Ю.И.* Инженерно-геологические особенности сармат-меотических глин Молдовы / Кишинев : Штиинца, 1991. 172 с.
5. *Олянский Ю.И.* Типизация сарматских глин по устойчивости к техногенному обводнению // Юбилейная научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, посвященная 70-летию строительного образования в Волгоградской области : тезисы докладов / Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. Волгоград, 2000. С. 140—141.
6. *Осипов В.И.* Природа прочностных и деформационных свойств глинистых пород. М. : Изд-во МГУ, 1979. 232 с.
7. *Овчаренко Ф.Д., Тарасевич Ю.Н., Белик Ф.А.* Влияние кислотной активности на структуру и адсорбционные свойства глинистых минералов // Коллоидный журнал. 1973. № 3. С. 467—470.
8. *Пахомов С.И., Монюшко А.М.* Инженерно-геологические аспекты техногенного изменения глин. М. : Наука, 1988. 119 с.

Т а б л и ц а 1

Сравнительная характеристика показателей засоленности неогеновых глин до и после выщелачивания в диффузионном приборе (для глин с исходной минерализацией менее 0,1 г/л)

Состав водно-растворимых солей, г / 100 г пор.	Сравнительные характеристики показателей					Параметрические критерии			
	X/X^1	S^1/S^1	S^2/S^2	V/V^1	Ошибка среднего	N/N^1	$t_p/t_{0,05}$	$F_p/F_{0,05}$	$H_p/H_{0,05}$
Минерализация	<u>0,080</u>	<u>0,015</u>	<u>0,00020</u>	<u>18,32</u>	<u>0,0030</u>	<u>26</u>	<u>0,54</u>	<u>1,45</u>	<u>0,78</u>
	0,082	0,018	0,00030	21,40	0,0040	25	2,02	2,00	1,96
$K^+ + Na^+$	<u>0,016</u>	<u>0,017</u>	<u>0,00030</u>	<u>104,77</u>	<u>0,0030</u>	<u>26</u>	<u>2,54</u>	<u>28,22</u>	<u>3,93</u>
	0,007	0,003	0,00001	43,08	0,0010	26	2,01	1,90	1,96
Ca^{+2}	<u>0,010</u>	<u>0,004</u>	<u>0,00002</u>	<u>41,62</u>	<u>0,0010</u>	<u>26</u>	<u>1,33</u>	<u>1,11</u>	<u>0,99</u>
	0,011	0,004	0,00002	34,25	0,0010	26	2,01	1,09	1,96
Mg^{+2}	<u>0,005</u>	<u>0,002</u>	<u>0,00001</u>	<u>40,97</u>	<u>0,0004</u>	<u>25</u>	<u>2,01</u>	<u>1,56</u>	<u>0,00</u>
	0,006	0,003	0,00001	40,93	0,0005	26	2,02	1,90	1,96
Cl^-	<u>0,008</u>	<u>0,002</u>	<u>0,00001</u>	<u>49,14</u>	<u>0,0008</u>	<u>24</u>	<u>0,64</u>	<u>3,47</u>	<u>1,96</u>
	0,008	0,008	0,00006	28,36	0,0004	26	2,01	1,90	2,56
SO_4^{-2}	<u>0,017</u>	<u>0,008</u>	<u>0,00006</u>	<u>44,11</u>	<u>0,0015</u>	<u>25</u>	<u>1,89</u>	<u>2,00</u>	<u>0,66</u>
	0,014	0,005	0,00003	38,66	0,0010	26	2,02	1,95	1,96
HCO_3^-	<u>0,051</u>	<u>0,018</u>	<u>0,00032</u>	<u>36,25</u>	<u>0,0036</u>	<u>26</u>	<u>0,17</u>	<u>1,03</u>	<u>0,01</u>
	0,050	0,018	0,00032	36,31	0,0035	26	2,01	1,90	1,96

Т а б л и ц а 2

Проверка различия между выборочными совокупностями показателей емкости поглощения и состава обменных катионов глинистых пород до (в числителе) и после (в знаменателе) выщелачивания. Образы с пластифицированно-коагуляционным типом структурных связей

Состав водно-растворимых солей, г/100 г пор.	Сравнительные характеристики показателей					Параметрические критерии			
	X/X^1	S^1/S^1	S^2/S^2	V/V^1	Ошибка среднего	N/N^1	$t_p/t_{0,05}$	$F_p/F_{0,05}$	$\frac{H_p}{H_{0,05}}$
Минерализация	<u>20,8611</u>	<u>5,3756</u>	<u>28,8971</u>	<u>25,7686</u>	<u>0,7841</u>	<u>47</u>	<u>0,06</u>	<u>1,01</u>	<u>0,02</u>
	20,7913	5,3433	28,5509	25,6999	0,7794	47	1,98	1,7	1,96
K^+	<u>0,3425</u>	<u>0,1369</u>	<u>0,0187</u>	<u>39,9610</u>	<u>0,0206</u>	<u>44</u>	<u>3,02</u>	<u>3,24</u>	<u>1,79</u>
	0,4715	0,2464	0,0607	52,2571	0,0359	47	1,98	1,7	1,96
Na^+	<u>1,8572</u>	<u>1,0637</u>	<u>1,1315</u>	<u>57,2745</u>	<u>0,1568</u>	<u>46</u>	<u>8,59</u>	<u>16,47</u>	<u>0,16</u>
	0,4685	0,2621	0,0687	55,9490	0,0382	47	1,98	1,7	1,96
Ca^{+2}	<u>8,9493</u>	<u>3,3912</u>	<u>11,5002</u>	<u>37,8934</u>	<u>0,5000</u>	<u>47</u>	<u>3,36</u>	<u>1,32</u>	<u>0,77</u>
	11,5091	3,8948	15,1695	33,8413	0,5681	47	1,98	1,7	1,96
Mg^{+2}	<u>8,0898</u>	<u>2,5631</u>	<u>6,5695</u>	<u>31,6836</u>	<u>0,3739</u>	<u>47</u>	<u>3,08</u>	<u>1,19</u>	<u>0,93</u>
	6,4784	2,3569	5,5550	36,3802	0,3553	44	1,98	1,7	2,56

Примечание. В числителе — показатели свойств до выщелачивания, в знаменателе — после выщелачивания; параметрические критерии: $t_p, t_{0,05}$ — Стьюдента; $F_p, F_{0,05}$ — Фишера; $H_p, H_{0,05}$ — критерий, учитывающий значения коэффициентов вариации.

1. *Arinyshkina E.V.* Rykovodstvo po khimicheskomy analizu pochv. M. : Izd-vo MGU, 1970. 487 s.
2. *Gorkova I.M.* Fiziko-khimicheskiye issledovaniya dispersnykh osadochnykh porod v stroitelnykh tselyakh. M. : Stroyizdat, 1975. 151 s.
3. *Zatenatskaya N.P.* Zakonomernosti formirovaniya svoystv zasolennykh glin. M. : Nayka, 1985. 145 s.
4. *Monyushko A.M., Olyanskiy Y.I.* Inzhenerno-geologicheskiye osobennosti sarmat-meoticheskikh glin Moldovy. Kishinev : Shtiintsa, 1991. 172 s.
5. *Olyanskiy Y.I.* Tipizatsiya sarmatskikh glin po ystoichivosti k tekhnogennomy obvodneniyu / Yubileinaya nauchno-technicheskaya konferentsiya professorsko-prepodavatel'skogo sostava, posvyashchennaya 70-letiyu stroitel'nogo obrazovaniya v Volgogradskoy oblasti : tezisy dokladov / Volgogr. gos. arkhит.-stroit. un-ta. Volgograd, 2000. S. 140—141.
6. *Osipov V.I.* Priroda prochnostnykh i deformatsionnykh svoystv glinistykh porod. M. : Izd-vo MGU, 1979. 232 s.
7. *Ovcharenko F.D., Tarasevich Y.N., Belik F.A.* Vliyaniye kislotnoy aktivnosti na strukturu i adsorbtsionnyye svoystva glinistykh mineralov // Kolloidnyy zhurnal. 1973. № 3. S. 467—470.
8. *Pakhomov S.I., Monyushko A.M.* Inzhenerno-geologicheskiye aspekty tekhnogennogo izmeneniya glin. M. : Nayka, 1988. 119 s.

© Богомолов А.Н., Олянский Ю.И., Шиян С.И.,
Щекочихина Е.В., Чарыкова С.А., 2011

Поступила в редакцию
в феврале 2011 г.

Ссылка для цитирования:

Инженерно-геологические особенности выщелачивания сарматских глин в основаниях инженерных сооружений / А.Н. Богомолов, Ю.И. Олянский, С.И. Шиян и др. // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 13—21.

УДК 624.04

А.В. Игнатьев, В.В. Габова

ПРИМЕНЕНИЕ СМЕШАННОЙ ФОРМЫ МКЭ К РАСЧЕТУ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ, СОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕМЕНТЫ С РЕЗКО РАЗЛИЧНЫМИ ЖЕСТКОСТЯМИ

Рассмотрен расчет стержневых систем, содержащих элементы с резко различными жесткостями, по смешанной форме МКЭ. Приведен пример расчета простейшей системы, состоящей из двух балок с различной изгибной жесткостью.

К л ю ч е в ы е с л о в а: стержневые системы, метод конечных элементов.

The calculation of bar systems containing elements with different stiffness sharply in fem mixed mode is considered. The calculation example of the simplest system consisting of two beams with different bending stiffness is given.

К e y w o r d s: bar systems, Finite Element Method.

Одним из основных недостатков в методе конечных элементов в перемещениях является учет смещения конечного элемента как жесткого целого. При таких смещениях не происходит деформирование конечного элемента и энергия его деформации равна нулю. Однако эти смещения входят в общую величину узловых перемещений разрешающей системы уравнений и их доля может быть очень большой в сравнении с перемещениями, вызывающими деформации конечного элемента. Особенно заметно это проявляется при наличии в конструкции элементов повышенной жесткости. В этом случае матрицу жесткости системы приходится составлять с очень большой степенью точности, с большим числом значащих цифр. Небольшая погрешность в округлении при вычислении элементов матрицы жесткости или обращении этой матрицы может полностью исказить решение уравнения и дать неправильный результат. В линейной алгебре такие матрицы называются плохо обусловленными.

Для преодоления этой проблемы используются различные приемы: подбор специальных аппроксимирующих функций для смещений конечного элемента [1], предобусловливание разрешающей системы уравнений [2], многосеточные методы [1] и т.д.

При расчете стержневых систем по методу конечных элементов в смешанной форме с использованием алгоритмов, изложенных в [3—5], эта проблема не возникает.

Для иллюстрации рассмотрим расчет простейшей системы, состоящей из двух балок с различной изгибной жесткостью [6, с. 273] (рис. 1), т.е. $\frac{E_2 I}{E_1 I} = k_1$

или $\frac{E_1 I}{E_2 I} = k_2$, где $k \geq 1$.

Примем для нее следующие исходные данные:

$$F_1 = 1 \text{ т}, F_2 = 0,5 \text{ т}, E_1 = 3 \cdot 10^6 \text{ т/м}^2,$$

размеры, м, прямоугольного сечения балки: $b = 0,15$, $h = 0,15$, $l = 4$, $a = 2$.

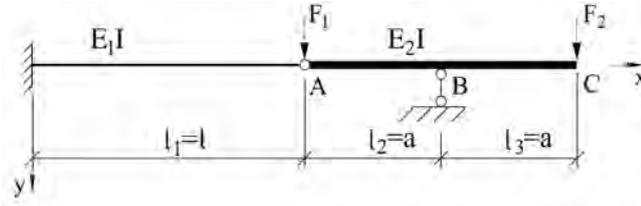


Рис. 1

Схема нумерации узлов и элементов приведена на рис. 2. Основная система смешанного метода представлена на рис. 3.

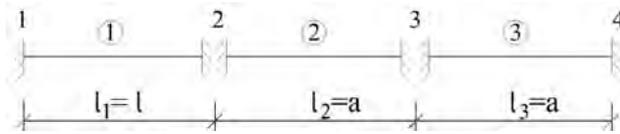


Рис. 2

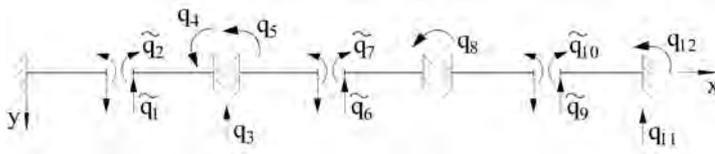


Рис. 3

Система разрешающих уравнений метода конечных элементов в смешанной форме для данного случая имеет вид:

- 1) $\Delta_1 = \delta_{1,1}\tilde{q}_1 + \delta_{1,2}\tilde{q}_2 + \tilde{\delta}_{1,3}q_3 + \tilde{\delta}_{1,4}q_4 = 0;$
- 2) $\Delta_2 = \delta_{2,1}\tilde{q}_1 + \delta_{2,2}\tilde{q}_2 + \tilde{\delta}_{2,3}q_3 + \tilde{\delta}_{2,4}q_4 = 0;$
- 3) $R_3 = \tilde{r}_{3,1}\tilde{q}_1 + \tilde{r}_{3,2}\tilde{q}_2 + r_{3,3}q_3 + r_{3,4}q_4 + r_{3,5}q_5 + \tilde{r}_{3,6}\tilde{q}_6 + \tilde{r}_{3,7}\tilde{q}_7 + F_1 = 0;$
- 4) $R_4 = \tilde{r}_{4,1}\tilde{q}_1 + \tilde{r}_{4,2}\tilde{q}_2 + r_{4,3}q_3 + r_{4,4}q_4 = 0;$
- 5) $R_5 = r_{5,3}q_3 + r_{5,5}q_5 + \tilde{r}_{5,6}\tilde{q}_6 + \tilde{r}_{5,7}\tilde{q}_7 = 0;$
- 6) $\Delta_6 = \tilde{\delta}_{6,3}q_3 + \tilde{\delta}_{6,5}q_5 + \delta_{6,6}\tilde{q}_6 + \delta_{6,7}\tilde{q}_7 + \tilde{\delta}_{6,8}q_8 = 0;$
- 7) $\Delta_7 = \tilde{\delta}_{7,3}q_3 + \tilde{\delta}_{7,5}q_5 + \delta_{7,6}\tilde{q}_6 + \delta_{7,7}\tilde{q}_7 + \tilde{\delta}_{7,8}q_8 = 0;$
- 8) $R_8 = \tilde{r}_{8,6}\tilde{q}_6 + \tilde{r}_{8,7}\tilde{q}_7 + r_{8,8}q_8 + \tilde{r}_{8,9}\tilde{q}_9 + \tilde{r}_{8,10}\tilde{q}_{10} = 0;$
- 9) $\Delta_9 = \tilde{\delta}_{9,8}q_8 + \tilde{\delta}_{9,9}q_9 + \delta_{9,10}\tilde{q}_{10} + \tilde{\delta}_{9,11}q_{11} + \tilde{\delta}_{9,12}q_{12} = 0;$
- 10) $\Delta_{10} = \tilde{\delta}_{10,8}q_8 + \tilde{\delta}_{10,9}q_9 + \delta_{10,10}\tilde{q}_{10} + \tilde{\delta}_{10,11}q_{11} + \tilde{\delta}_{10,12}q_{12} = 0;$
- 11) $R_{11} = \tilde{r}_{11,9}\tilde{q}_9 + \tilde{r}_{11,10}\tilde{q}_{10} + r_{11,11}q_{11} + r_{11,12}q_{12} + F_2 = 0;$
- 12) $R_{12} = \tilde{r}_{12,9}\tilde{q}_9 + \tilde{r}_{12,10}\tilde{q}_{10} + r_{12,11}q_{11} + r_{12,12}q_{12} = 0.$

$$\begin{aligned} \text{Здесь } \tilde{r}_{12,9} &= \frac{l_3}{2}, \tilde{r}_{12,10} = 1, \tilde{r}_{11,9} = -1, R_{11,F} = F_2, \tilde{\delta}_{10,8} = 1, \tilde{\delta}_{10,12} = -1, \\ \tilde{\delta}_{9,8} &= -1, \tilde{\delta}_{9,11} = 1, \tilde{\delta}_{9,12} = -\frac{l_3}{2}, \tilde{r}_{8,6} = \frac{l_2}{2}, \tilde{r}_{8,7} = 1, \tilde{r}_{8,9} = \frac{l_3}{2}, \tilde{r}_{8,10} = -1, \\ \tilde{\delta}_{7,5} &= 1, \tilde{\delta}_{7,8} = -1, \tilde{\delta}_{6,3} = -1, \tilde{\delta}_{6,5} = -\frac{l_2}{2}, \tilde{\delta}_{6,8} = -\frac{l_2}{2}, \tilde{r}_{5,6} = \frac{l_2}{2}, \tilde{r}_{5,7} = -1, \\ \tilde{r}_{4,1} &= \frac{l_1}{2}, \tilde{r}_{4,2} = 1, \tilde{r}_{3,1} = -1, \tilde{r}_{3,6} = 1, R_{3,F} = F_1, \delta_{2,2} = \frac{l_1}{EI_1}, \tilde{\delta}_{2,4} = -1, \\ \delta_{1,1} &= \frac{l_1^3}{12EI_1}, \tilde{\delta}_{1,3} = 1, \tilde{\delta}_{1,4} = -\frac{l_1}{2}. \end{aligned}$$

Решение этой системы уравнений при любых значениях $k \geq 1$ является устойчивым, так как матрица ее коэффициентов хорошо обусловлена.

В таблице приведены перемещения балки (см. рис. 1) для различных вариантов соотношения жесткостей.

w	k_2			k_1		
	$\frac{E_1 I}{E_2 I} = 10^3$	$\frac{E_1 I}{E_2 I} = 10^2$	$\frac{E_1 I}{E_2 I} = 10$	$\frac{E_2 I}{E_1 I} = 10^2$	$\frac{E_2 I}{E_1 I} = 10^3$	$\frac{E_2 I}{E_1 I} = \infty$
$w_A = q_3$	-0,08428	-0,08428	-0,08428	-0,08428	-0,08428	-0,08428
$\varphi_B = q_8$	-5,2253	-0,48461	-0,01053	0,04209	0,04213	0,04214
$w_C = q_{11}$	-20,9857	-2,02272	-0,12642	0,08407	0,08426	0,08427
$\varphi_C = q_{12}$	-13,1266	-1,27473	-0,08955	0,04201	0,04213	0,04213

Пр и м е ч а н и е. Результаты приведены в миллиметрах.

На рис. 4 представлена эпюра изгибающих моментов рассматриваемой балки.

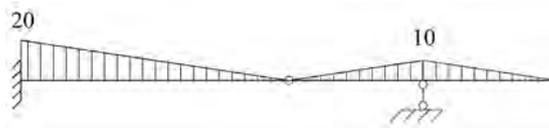


Рис. 4

Попытка произвести расчет с использованием МКЭ в форме метода перемещений при значении $k_1 = \frac{E_2 I}{E_1 I} > 10^6$ приводит к сбою из-за плохой обусловленности разрешающей системы уравнений.

Таким образом, показано, что использование МКЭ в смешанной форме позволяет производить расчет стержневых систем, содержащих элементы с резко различными жесткостями, без дополнительных вычислительных затрат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перельмутер А.В., Сливкер В.И. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа. Киев : Сталь, 2002. 197 с.

2. *Фиалко С.Ю.* Агрегатный многоуровневый метод решения конечно-элементных задач строительной механики : дисс. ... д-ра техн. наук / Киев. нац. ун-т стр-ва и архит. Киев, 2003. 283 с.

3. *Габова В.В., Игнатъев А.В.* Получение матрицы откликов стержневого конечного элемента плоской стержневой системы на основе смешанного вариационного принципа // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2009. Вып. 14 (33). С. 75—79.

4. *Игнатъев А.В., Габова В.В.* Алгоритм статического расчета плоских стержневых систем по методу конечных элементов в смешанной форме // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2007. Вып. 6 (23). С. 72—77.

5. *Игнатъев А.В., Габова В.В.* Алгоритм формирования глобальной матрицы откликов плоской стержневой системы // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2009. Вып. 14 (33). С. 71—74.

6. Строительная механика. Стержневые системы / А.Ф. Смирнов [и др.]. М. : Стройиздат, 1984. 512 с.

1. *Perelmuter A.V., Slivker V.I.* Raschetnyye modeli sooruzheniy i vozmozhnost' ikh analiza. Kiev : Stal', 2002. 197 s.

2. *Fialko S. Yu.* Agregatnyy mnogourovnevnyy metod resheniya konechno-elementnykh zadach stroitel'noy mekhaniki : diss. ... d-ra tekhn. nauk / Kievskiy nats. un-t str-va i arkhит. Kiev, 2003. 283 s.

3. *Gabova V.V., Ignatyev A.V.* Polucheniye matritsy otklikov sterzhnevoy konechnogo elementa ploskoy sterzhnevoy sistemy na osnove smeshannogo variatsionnogo printsipa // Vestnik Volgogr. gos. arkhит.-stroit. un-ta. Ser.: Str-vo i arkhит. 2009. Vyp. 14 (33). S. 75—79.

4. *Ignatyev A.V., Gabova V.V.* Algoritm staticheskogo rascheta ploskikh sterzhnevyykh sistem po metodu konechnykh elementov v smeshannoy forme // Vestnik Volgogr. gos. arkhит.-stroit. un-ta. Ser.: Estestv. nauki. 2007. Vyp. 6 (23). S. 72—77.

5. *Ignatyev A.V., Gabova V.V.* Algoritm formirovaniya globalnoy matritsy otklikov ploskoy sterzhnevoy sistemy // Vestnik Volgogr. gos. arkhит.-stroit. un-ta. Ser.: Str-vo i arkhит. 2009. Vyp. 14 (33). S. 71—74.

6. Stroitel'naya mekhanika. Sterzhnevyye sistemy / A.F. Smirnov [i dr.]. M. : Stroyizdat, 1984. 512 s.

© *Игнатъев А.В., Габова В.В., 2011*

*Поступила в редакцию
в апреле 2011 г.*

Ссылка при цитировании:

Игнатъев А.В., Габова В.В. Применение смешанной формы МКЭ к расчету стержневых систем, содержащих элементы с резко различными жесткостями // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2011. Вып. 22 (41). С. 22—25.

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

УДК 625.8:624.04

А.С. Конорев

**АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА
ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ УЧЕТА НАГРУЗОК
ОТ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ РАСЧЕТЕ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Рассмотрены характеристики грузового транспортного потока на автомобильных дорогах Российской Федерации. В ходе исследований определено процентное соотношение грузовых автомобилей с разной загрузкой в грузовом транспортном потоке. Определены средние осевые нагрузки для различных типов грузовых транспортных средств с различной загрузкой. Предложено коэффициент приведения разделять в зависимости от загрузки и конструктивной схемы грузового автомобиля.

К л ю ч е в ы е с л о в а: транспортный поток, осевые нагрузки, грузовые транспортные средства, дорожные конструкции.

Characteristics of a cargo traffic stream on highways of the Russian Federation are observed. The percentage ratio of lorries with different loading in the freight traffic stream is defined. Average axle loads for various types of commercial vehicles with various loading are defined. The reduction factor is divided depending on loading and the constructive scheme of the lorry.

K e y w o r d s: traffic stream, axle loads, commercial vehicle, road constructions.

Одним из основных способов обеспечения требуемой долговечности и надежности дорожных конструкций на стадии проектирования является обоснованный учет характеристик транспортного потока. Прогнозирование сроков службы и оценка остаточного ресурса дорожных конструкций также невозможны без всестороннего анализа закономерностей воздействия транспортных средств на конструкции.

Целью исследований, приведенных в настоящей статье, является совершенствование методики учета характеристик воздействия транспортного потока как на стадии проектирования дорожных конструкций, так и на стадии оценки их остаточного ресурса, которое возможно проводить по следующим направлениям:

совершенствование методики определения коэффициентов приведения к расчетной нагрузке различных марок автомобилей с учетом распределения нагрузок по осям транспортных средств;

совершенствование методики определения суммарного числа приложений расчетной нагрузки за срок службы конструкции путем уточнения значе-

ний статистического распределения загрузки грузовых автомобилей в транспортном потоке и оценки распределения нагрузки по осям транспортных средств с учетом их уровня загрузки.

Для выполнения указанной цели одной из поставленных задач являлся анализ следующих характеристик транспортного потока:

состав транспортного потока;

зависимости распределения загрузки грузовых автомобилей в составе транспортного потока;

зависимости распределения нагрузки для многоосных транспортных средств.

Для анализа характеристик транспортного потока использовались данные учета, выполняемого службами эксплуатации автомобильных дорог, а также данные, взятые с постов весового контроля на подъезде к городу Ейску и на автомагистрали М-4 «Дон» км 1103.

Если рассматривать состав транспортного потока на автомагистрали М-4 «Дон», то можно выделить следующие средние значения количества автомобилей от общего состава, %:

легковые автомобили — 60...75;

автобусы — 2...4;

грузовые автомобили — 25...38.

Состав транспортного потока может иметь существенные различия на всем протяжении автомобильной дороги, так, на км 242 автомобильной дороги М-4 «Дон» грузовые автомобили составляют около 35 % от общего числа транспортных средств, а на км 492 — менее 10 %.

Интенсивность движения также различна на участках автомобильной дороги. На рис. 1 приведена среднегодовая суточная интенсивность на автомобильной дороге М-4 «Дон» с указанием адреса ее учета.

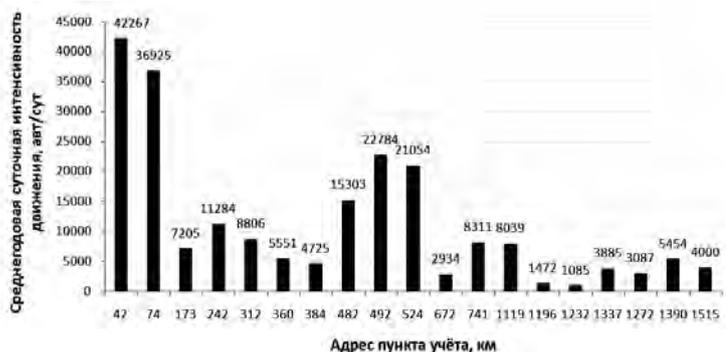


Рис. 1. Среднегодовая суточная интенсивность движения на автомобильной дороге М-4 «Дон» по данным на 2009 г. [1]

К сожалению, установить достаточно точные единые зависимости изменения интенсивности и состава движения в течение года невозможно, так как каждая автомобильная дорога имеет свои особенности формирования транспортного потока. Поэтому основой для практического определения характеристик транспортного потока являются материалы учета, выполняемого службами эксплуатации автомобильных дорог. Учет ведут с распределением автомобилей по группам: легкие грузовые (грузоподъемность до 2 т); средние

грузовые (от 2,1 до 5 т); тяжелые грузовые (от 5,1 до 8 т); очень тяжелые грузовые (более 8 т); автомобильные поезда (по соответствующим весовым категориям); легковые автомобили и автобусы. Недостатком данного учета является большая погрешность при замерах, что проявляется в большом проценте неопознанных транспортных средств. Помимо этого, материалы учета эксплуатационных служб учитывают грузоподъемность автомобилей, а не реальную полную и осевую нагрузку.

Учитывая, что наибольшее разрушающее воздействие на дорожные одежды оказывают грузовые автомобили, остановимся подробнее на составе грузового транспортного потока.

Анализируя тенденции развития автомобильного парка, можно привести следующие данные, характеризующие изменения состава движения грузового транспортного потока (рис. 2).

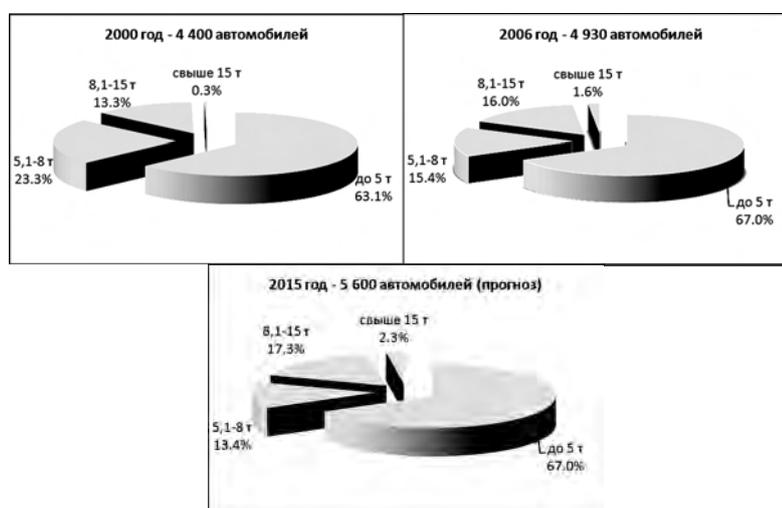


Рис. 2. Изменение структуры парка грузовых автомобилей по грузоподъемности [2]

В последние годы наблюдается значительное увеличение грузоподъемности и количества осей грузовых транспортных средств. Количество легких и средних грузовых автомобилей остается на предыдущем уровне или уменьшается, тогда как рост количества автопоездов и автомобилей большой грузоподъемности очевиден.

Для более детального изучения нагрузок от грузовых транспортных средств были рассмотрены данные, полученные с постов весового контроля на трассе М-4 «Дон» км 1103 и подъезде к г. Ейску. На рис. 3, 4 представлены транспортные грузовые потоки на данных участках.

Анализируя данные, полученные с поста весового контроля, расположенного на подъезде к г. Ейску (рис. 3), можно заключить, что наиболее распространенными многоосными транспортными средствами на данном участке являются пятиосный автомобиль в составе трехосного грузовика с двухосным прицепом и трехосный грузовик со сдвоенной задней осью. Анализ распределения нагрузки между осями пятиосного автомобиля показал, что наиболее загруженной является вторая ось, где достаточно часто (в 26 % случаев) наблюдаются нагрузки свыше 100 кН. Также как и на трассе М-4

«Дон», наиболее распространенными перегруженными транспортными средствами являются пятиосные автомобили различных конструктивных схем. На их долю приходится 47 % перегрузки.

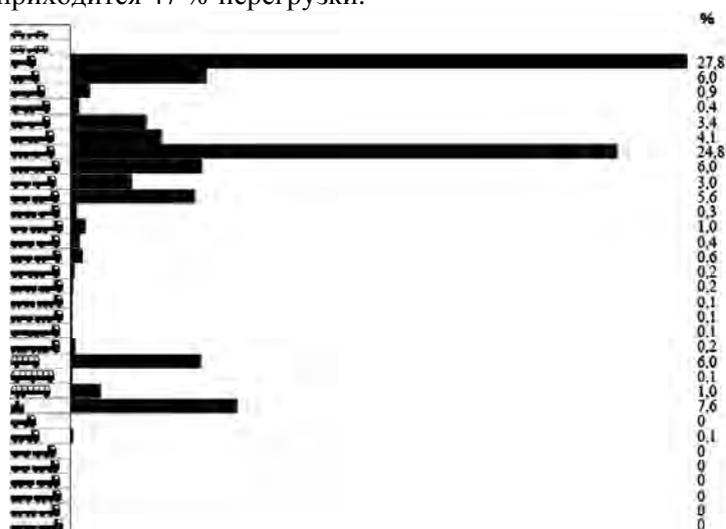


Рис. 3. Распределение транспортного потока по видам грузовых автомобилей на участке автомобильной дороги М-4 «Дон» км 1103 [3]



Рис. 4. Распределение транспортного потока по видам грузовых автомобилей на участке автомобильной дороги «подъезд к городу Ейску» [3]

Если выделить из всего потока транспортные средства с перегрузками, то 54 % из них приходится на пятиосные автомобили разных конструктивных схем (32 % — двухосный тягач с трехосным полуприцепом, 14 % — трехосный тягач с двухосным прицепом, 8 % — трехосный тягач с двухосным полуприцепом).

Так как движение грузовых транспортных средств напрямую связано с перевозкой груза, то весь поток грузовых автомобилей можно разделить на автомобили с номинальной нагрузкой, загруженные транспортные средства и ав-

томобили с нагрузкой, превышающей допустимую (рис. 5), причем величина загрузки автомобилей имеет схожее значение для всех участков наблюдения.

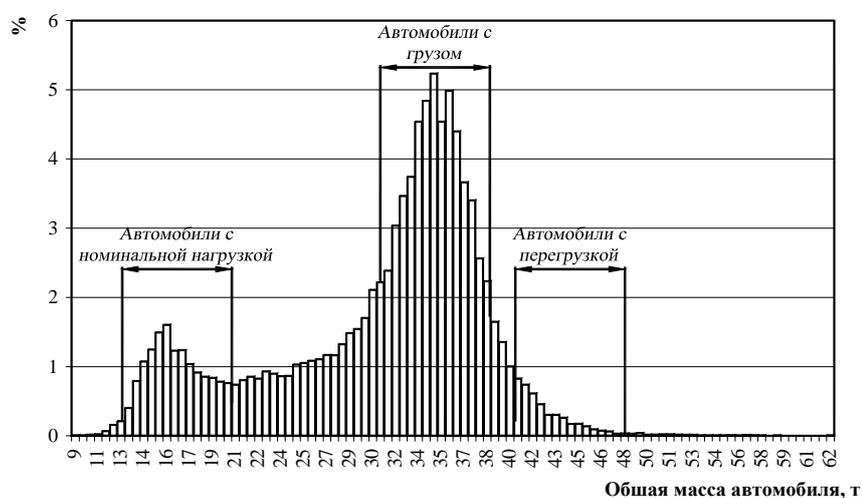


Рис. 5 Распределение общей массы двухосного тягача с трехосным полуприцепом

Данное статистическое распределение позволяет сделать предположение, что грузовые автомобили с определенной загрузкой движутся по дорогам РФ в следующем соотношении, %:

- автомобили с номинальной нагрузкой — 30;
- загруженные транспортные средства — 60;
- автомобили с нагрузкой, превышающей допустимую — 10.

Исходя из этого был проведен анализ распределения нагрузок по осям различных видов грузовых автомобилей по данным, полученным с постов весового контроля на подъезде к г. Ейску и на магистрали М-4 «Дон», км 1103. Были получены средние значения осевых нагрузок для различных конструктивных схем грузовых автомобилей (табл.).

Распределение нагрузок по осям различных видов грузовых автомобилей по данным, полученным с постов весового контроля на подъезде к г. Ейску и на магистрали М-4 «Дон» км 1103

Масса транспортного средства, т	Автомобиль		
	Двухосный грузовой автомобиль		
	1-я ось	2-я ось	
Номинальная	1,6	3,0	
С грузом	5,7	9,0	
С превышением	6,2	12,2	
Масса транспортного средства, т	Автомобиль		
	Трехосный грузовой автомобиль со двоянной задней осью		
	1-я ось	2-я ось	3-я ось
Номинальная	4,3	3,3	2,8
С грузом	7,6	7,9	7,5
С превышением	5,8	8,8	8,32

Окончание табл.

Двухосный тягач с двухосным прицепом						
	1-я ось	2-я ось	3-я ось	4-я ось		
Номинальная	3,0	2,0	1,8	1,7		
С грузом	5,7	8,0	7,0	6,0		
С превышением	6,7	12,5	7,6	8,0		
Двухосный тягач с трехосным прицепом						
	1-я ось	2-я ось	3-я ось	4-я ось	5-я ось	
Номинальная	4,5	4,3	2,2	3,7	3,6	
С грузом	7,0	8,7	5,5	6,4	6	
С превышением	6,8	11,1	6,5	7,0	7,1	
Трехосный тягач с двухосным прицепом						
	1-я ось	2-я ось	3-я ось	4-я ось	5-я ось	
Номинальная	4,3	3,1	3,2	2,4	3,3	
С грузом	6,2	7,4	7,7	7,3	7,8	
С превышением	5,2	8,6	8,9	8,4	8,7	
Трехосный тягач с трехосным прицепом						
	1-я ось	2-я ось	3-я ось	4-я ось	5-я ось	6-я ось
Номинальная	4,3	3,0	3,3	3,0	2,0	3,0
С грузом	6,5	7,3	7,8	6,0	6,2	5,9
С превышением	5,6	8,8	8,2	7,3	5,7	6,6
Двухосный тягач с полуприцепом						
	1-я ось	2-я ось	3-я ось			
Номинальная	1,7	2,1	1,5			
С грузом	5,7	8,0	6,3			
С превышением	7,0	10,2	7,7			
Двухосный тягач с двухосным полуприцепом						
	1-я ось	2-я ось	3-я ось	4-я ось		
Номинальная	3,8	4,1	2,6	2,7		
С грузом	6	10,0	7,5	7,5		
С превышением	6,5	11,3	7,2	8,8		
Трехосный тягач с полуприцепом						
	1-я ось	2-я ось	3-я ось	4-я ось		
Номинальная	4,1	2,7	3,4	2,2		
С грузом	6,4	5,6	6,2	5,2		
С превышением	5,5	8,5	7,3	6,9		
Трехосный тягач с двухосным полуприцепом						
	1-я ось	2-я ось	3-я ось	4-я ось	5-я ось	
Номинальная	4,2	2,7	3,3	2,7	2,7	
С грузом	6,0	6,8	6,6	6,3	7,8	
С превышением	5,4	8,0	8,5	7,3	8,3	
Масса транспортного средства, т	Автомобиль					
Трехосный тягач с трехосным полуприцепом						
	1-я ось	2-я ось	3-я ось	4-я ось	5-я ось	6-я ось
Номинальная	4,8	3	2,5	1,7	2,4	2,0
С грузом	4,5	6,0	6,3	6,3	6,4	6,1
С превышением	5,3	7,0	8,0	6,8	7,5	7,5

В соответствии с наблюдаемой загруженностью автомобилей (см. рис. 5) коэффициенты приведения предлагается рассчитывать для трех указанных групп автомобилей: с номинальным весом; автомобилей с грузом; автомобилей с перегрузом, а уже исходя из значений коэффициентов рассчитывать суммарное количество приложений расчетной нагрузки.

Выводы. 1. Весь поток грузовых транспортных средств в зависимости от загрузки можно разделить на 3 основных типа:

- транспортные средства с номинальной нагрузкой (без груза);
- с нагрузкой, не превышающей допустимого значения;
- с нагрузкой, превышающей допустимые значения.

2. Выявлено процентное соотношение автомобилей с различной загрузкой в составе транспортного потока.

3. Получены средние значения осевых нагрузок для различных конструктивных схем грузовых автомобилей.

4. Коэффициент приведения к расчетной нагрузке различных конструктивных схем грузовых автомобилей предлагается подразделять для указанных типов.

Требуются современные средства учета грузовых транспортных средств, а также системы учета нагрузок от данных транспортных средств для адекватного проектирования дорожных конструкций на территории РФ. При отсутствии данных средств необходимо определять состав грузового транспортного потока по различным конструктивным типам грузовых автомобилей и использовать вышеприведенные зависимости для определения суммарного количества приложений расчетной нагрузки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сборник по интенсивности и составу движения с оценкой динамики изменения параметров движения на автомобильных дорогах федерального значения за 2009 год // Федеральное дорожное агентство. М., 2010. 143 с.

2. Дорожное хозяйство России. Цифры и факты : справочно-иллюстрационный материал // Федеральное дорожное агентство. М., 2008. 400 с.

3. Разработка методики расчета и прогнозирования остаточного срока службы эксплуатируемых асфальтобетонных покрытий с учетом реальных режимов нагружения : отчет по теме НИОКР. Контракт № ОПО 47/219. Ростов-н/Д, 2009. 144 с.

1. Sbornik po intensivnosti i sostavu dvizheniya s otsenkoy dinamiki izmeneniya parametrov dvizheniya na avtomobil'nykh dorogakh federal'nogo znacheniya za 2009 god // Federal'noye dorozhnoye agentstvo. M., 2010. 143 s.

2. Dorozhnoye hozyaystvo Rossii. Tsifry i fakty : spravochno-illyustratsionnyy material // Federal'noye dorozhnoye agentstvo. M., 2008. 400 s.

3. Razrabotka metodiki rascheta i prognozirovaniya ostatochnogo sroka sluzhby ekspluatiruemykh asfal'tobetonykh pokrytiy s uchetom ryeal'nykh rezhimov nagruzheniya : otchet po teme NIOKR. Kontrakt № OPO 47/219. Rostov-n/D, 2009. 144 s.

© *Конорев А.С.*, 2011

*Поступила в редакцию
в марте 2011 г.*

Ссылка для цитирования:

Конорев А.С. Анализ характеристик транспортного потока для совершенствования методики учета нагрузок от транспортных средств при расчете дорожных конструкций // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 26—32.

УДК 625.72

С.Ю. Андронов, Н.А. Горнаев

ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОМОБИЛЯ В УСЛОВИЯХ СЛАБОГО УВЛАЖНЕНИЯ ДОЖДЕМ АСФАЛЬТОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Теоретически проанализирован и экспериментально исследован вопрос потери устойчивости автомобиля в условиях слабого увлажнения дождем асфальтовых покрытий. Определена несущая способность капель воды, находящихся между гидрофобными поверхностями асфальта и колеса автомобиля.

К л ю ч е в ы е с л о в а: потеря устойчивости автомобиля; кратковременный дождь; несущая способность капель воды.

The question of loss of the car's stability in conditions of the weak humidifying by the rain of asphalt coverings is theoretically analysed and experimentally investigated. Bearing ability of water's drops intervening hydrophobic surface of asphalt and car wheels is determined.

К e y w o r d s: buckling collapse of the car; rain shower; bearing ability of water's drops.

Одной из причин потери устойчивости автомобиля на дороге, как известно, является наличие на поверхности покрытия слоя воды. При определенной толщине водного слоя и высокой скорости движения возникает явление глиссирования (скольжения), автомобиль становится абсолютно неуправляемым, что приводит к тяжелым последствиям.

А.П. Васильев считает, что при глиссировании в пределах зоны контакта колес с покрытием слой воды остается ненарушенным, образуя сплошной водяной клин, обладающий подъемной силой, что исключает непосредственный контакт шин с покрытием [1]. Для легковых автомобилей с давлением в шине от 1,5 до 1,7 кгс/см² опасность скольжения возникает начиная со скорости 100 км/ч.

Однако анализ дорожно-транспортных происшествий показывает, что легковой автомобиль может потерять устойчивость на дороге в самом начале выпадения дождя или во время редкого кратковременного дождя, причем при скоростях движения меньше 100 км/ч. Обычно это объясняют образованием на покрытии из находящихся на нем пыли, песка, капель масла незаметного слоя грязи, действующего как смазка, обеспечивающая скольжение колес. При этом отмечается, что наиболее опасны первые капли дождя [2, 3]. Такие представления вызывают сомнения. Для осуществления скольжения на покрытии должен образоваться сплошной слой грязи определенной толщины и консистенции, для чего в ней должно быть достаточное содержание и равномерное распределение в объеме составляющих, прежде всего воды и пыли. Все это требует продолжительного времени.

В настоящей статье впервые делается попытка объяснить потерю устойчивости автомобиля в условиях слабого увлажнения дождем асфальтовых покрытий с привлечением представлений физической химии.

Применив скоростную видеосъемку в натуральных условиях и компьютерное моделирование, французские ученые показали, что дождевые капли за время падения изменяют свою форму и размеры [4]. Падая со скоростью до 10 м/с, капля диаметром 8 мм под действием сопротивления воздуха сначала приобретает плоскую форму, затем форму парашютного купола и распадается

ся в воздухе на более мелкие капли диаметром 4...2 мм. Капля диаметром 4 мм при сближении с твердой поверхностью «ударяется» об образующуюся под ней воздушную подушку и распадается на более мелкие капли (брызги) диаметром 2...0,02 мм, которые под действием поверхностного натяжения воды приобретают практически правильную шарообразную форму (глобулы) и сохраняют ее, находясь на гидрофобной поверхности асфальта.

На поверхности асфальтового покрытия в результате износа (истирания) образуется тонкий асфальтовый порошок. На дорогах II, III категорий в III, IV дорожно-климатических зонах на 1 м² асфальтового покрытия образуется от 1,5 до 8 кг асфальтового порошка в год [5]. Благодаря содержанию в асфальте абсолютно гидрофобного битума и гидрофильных минеральных составляющих зерна асфальтового порошка имеют гидрофобные и гидрофильные участки поверхности. После удара капли о покрытие образующиеся шарики воды, перекатываясь по поверхности асфальтового порошка, адгезируют его частицы гидрофильными поверхностями к воде, гидрофобными — во внешнюю среду (воздух). Частицы асфальтового порошка «бронируют» водные глобулы, препятствуя их коалесценции (рис. 1).



Рис. 1. Схема стабилизации водных глобул частицами асфальтового порошка

Экспериментально установлено, что, падая на поверхность асфальтового покрытия даже с высоты 1,2 м, капля воды диаметром 4 мм распадается на глобулы диаметром 1,5...0,5 мм, которые, перекатываясь по поверхности, стабилизируются частицами асфальтового порошка. Таким образом, в зависимости от интенсивности и продолжительности дождя на поверхности асфальтового покрытия образуются стабилизированные асфальтовым порошком отдельные водные глобулы (рис. 2) либо группы глобул (рис. 3), т.е. прямая водная эмульсия.

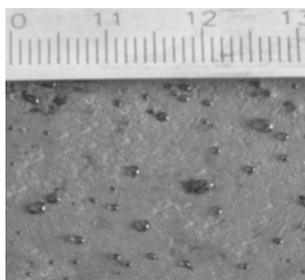


Рис. 2. Водные глобулы на поверхности асфальтового покрытия (цена деления шкалы линейки 1 мм)

При наезде колеса автомобиля на водные глобулы они препятствуют сближению и контакту колеса с асфальтом. Благодаря капиллярному давлению зажатые между несмазывающимися поверхностями асфальта и колеса автомобиля водные глобулы выполняют роль подшипника качения (по Френкелю) [6]. С ростом расплющивающего давления диаметр расплющенной водной глобулы растет медленно. Известно соотношение [6]:

$$D \approx F^{\frac{1}{4}} / 2, \quad (1)$$

где D — диаметр расплющенной глобулы, м; F — расплющивающая сила, Н.

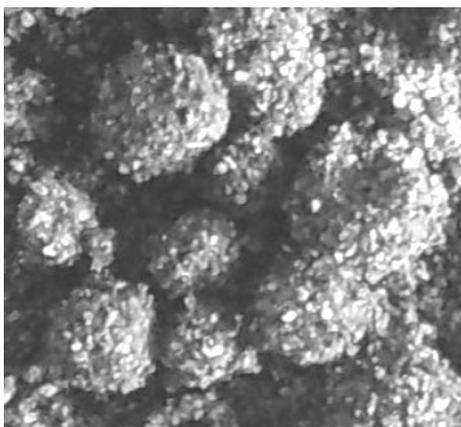


Рис. 3. Стабилизированные асфальтовым порошком водные глобулы (увеличено в 25 раз)

глобулы определяется из выражения

$$V = \frac{\pi D^3}{6}, \quad (2)$$

где D — диаметр глобулы на гидрофобной поверхности, м.

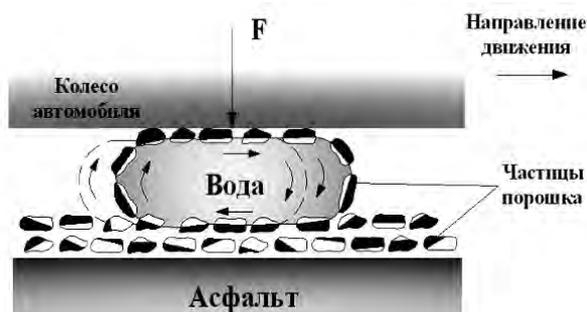


Рис. 4. Схема качения водной глобулы, зажатой между гидрофобными поверхностями асфальтового покрытия и колеса автомобиля

Объем расплющенной под нагрузкой глобулы не изменится (рис. 5, б), но ее форма будет близка к цилиндру (рис. 5, в). Объем расплющенной глобулы (цилиндрической формы) определяется из выражения

$$V_1 = \frac{h\pi d^2}{4}, \quad (3)$$

где d — диаметр расплющенной глобулы, м; h — высота расплющенной глобулы, м.

Поскольку объем расплющенной глобулы не изменяется (т.е. $V=V_1$), можно записать выражение для определения диаметра расплющенной глобулы:

$$d = \sqrt{\frac{2D^3}{3h}}. \quad (4)$$

На расплюснутую глобулу действует расплющивающее давление, определяемое из выражения

$$P = \frac{4F}{\pi d^2}, \quad (5)$$

где F — сила, расплющивающая глобулу, Н.

В расплюснутой глобуле возникает капиллярное (лапласовское) давление, определяемое из выражения [6]

$$P_{\text{л}} = \frac{2\sigma}{h}, \quad (6)$$

где σ — поверхностное натяжение воды, $\sigma = 72,7$ Н/м.

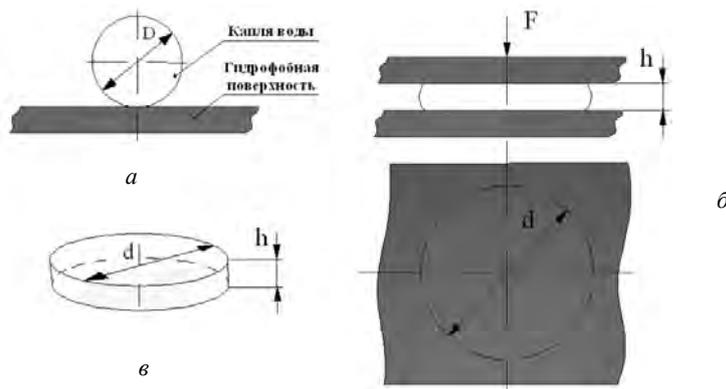


Рис. 5. Схема для определения несущей способности глобул воды при деформировании под нагрузкой: *a* — водная глобула на гидрофобной поверхности; *б* — водная глобула, расплюснутая между гидрофобными поверхностями; *в* — расплюснутая глобула цилиндрической формы

Несущая способность глобул при деформировании под нагрузкой определяется из выражения

$$m = \frac{F}{g}, \quad (7)$$

где g — ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с².

Поскольку расплющивающее водную глобулу давление уравновешивается капиллярным давлением (т.е. $P = P_{\text{л}}$), сила, расплющивающая глобулу, будет определяться из выражения

$$F = \frac{\pi d^2 \sigma}{2h}. \quad (8)$$

После подстановки выражения (8) в (7) с учетом (4) выражение для определения несущей способности водной глобулы, деформированной под нагрузкой, будет иметь вид

$$m = \frac{\sigma \pi D^3}{3gh^2}. \quad (9)$$

Результаты расчета несущей способности водных глобул, полученные из выражения (9), приведены в таблице, из которой видно, что несущая способность отдельных глобул воды увеличивается с уменьшением их диаметра.

*Несущая способность водных глобул и толщина расплющенной глобулы
в зависимости от ее исходного диаметра и расплющивающей нагрузки*

Исходный диаметр водной глобулы на гидрофобной поверхности асфальта, мм	Расплющивающая нагрузка, Н	Толщина сплющенной глобулы (расстояние между покрытием и колесом автомобиля) h , мкм	Несущая способность водной глобулы m , кг
2,0	14,7...6086,1	200...10	1,6...620,4
1,0	7,8...762,2	100...10	0,8...77,7
0,2	5,9...608,2	10...1	0,6...62,0

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что водные глобулы способны существенно снизить коэффициент сцепления колес автомобиля с асфальтовым покрытием, что может привести к потере устойчивости автомобиля, особенно на кривых в плане малых радиусов. Важно также отметить, что в рамках данной статьи расчет несущей способности водных глобул рассматривался в статических условиях. В динамике, когда катящееся с определенной скоростью колесо автомобиля наезжает на водные глобулы, напряжения, возникающие в воде, не успевают релаксировать, т.е. происходит своеобразное глиссирование колеса автомобиля по поверхности глобул, которые проявляют свойства твердого тела. Поэтому в динамических условиях несущая способность глобул возрастает пропорционально скорости движения автомобиля.

Предлагаемый механизм объяснения потери устойчивости автомобиля в условиях слабого увлажнения асфальтовых покрытий дождем предполагает дальнейшее более глубокое теоретическое обоснование и выполнение огромного объема экспериментальных исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Васильев А.П.* Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. М. : Транспорт, 1976. 175 с.
2. *Трейбал З.* Искусство вождения автомобиля. М. : Физкультура и спорт, 1960. 285 с.
3. *Ханников А.А.* Энциклопедия начинающего водителя. М. : Современная шк., 2006. 589 с.
4. *Barras C.* Myth of raindrop formation exploded // *New Scientist*. 2009. July. P. 161—165.
5. Ремонт и содержание автомобильных дорог : справочная энциклопедия дорожника : в 6 т. / А.П. Васильев, Э.В. Дингес, М.С. Коганзон и др. ; под ред. А.П. Васильева. М. : Информавтодор, 2004. Т. 2. 507 с.
6. *Гегузин Я.А.* Капля. М. : Наука, 1973. 160 с.

1. *Vasilyev A.P.* Sostoyaniye dorog i bezopasnost' dvizheniya avtomobiley v slozhnykh pogodnykh usloviyah. M. : Transport, 1976. 175 s.
2. *Treybal Z.* Iskusstvo vozhdeniya avtomobilya. M. : Fizkul'tura i sport, 1960. 285 s.
3. *Khannikov A.A.* Entsyclopediya nachinayushchego voditelya. M. : Sovremennaya shk., 2006. 589 s.
4. *Barras C.* Myth of raindrop formation exploded // *New Scientist*. 2009. July. P. 161—165.
5. *Remont i sodержaniye avtomobilnykh dorog : spravochnaya entsyklopediya dorozhnika : v 6 t. T. II / A.P. Vasilyev, E.V. Dinges, M.S. Koganzon i dr. ; pod red. A.P. Vasilyeva.* M. : Informavtodor, 2004. 507 s.
6. *Geguzin J.A.* Kaplya. M. : Nauka, 1973. 160 s.

© Андронов С.Ю., Горнаев Н.А., 2011

Поступила в редакцию в феврале 2011 г.

Ссылка для цитирования:

Андронов С.Ю., Горнаев Н.А. Потеря устойчивости автомобиля в условиях слабого увлажнения дождем асфальтовых покрытий // *Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архит.* 2011. Вып. 22(41). С. 33—37.

УДК 625.748.54

Н.Е. Кокодеева

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РАЗМЕЩЕНИЯ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ С УЧЕТОМ ПРИНЦИПОВ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Приведены основные положения Федерального закона Российской Федерации № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Предложен математический аппарат оценки вероятности распространения пожара по причине недостаточного расстояния от автозаправочных станций до объекта с использованием теории риска. Даны рекомендации по оптимальному расположению автозаправочных станций.

К л ю ч е в ы е с л о в а: автомобильная дорога, автозаправочная станция, теория риска, риск распространения пожара, пожарная безопасность.

Substantive provisions of the Federal law of the Russian Federation № 123-FL “Technical regulations about requirements of fire safety” are resulted. The mathematical apparatus of the estimation of the probability of the fire escalation because of insufficient distance from gasoline stations to the object with use of the theory of the risk is offered. Recommendations about an optimum arrangement of gasoline stations are given.

К e y w o r d s: highway, gasoline station, risk theory, fire escalation, fire safety.

В целях обеспечения выполнения закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании» на территории РФ вступил в силу с 01.05.2009 г. Федеральный закон РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Этот закон принят «в целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров, определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям, сооружениям и строениям, промышленным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения».

В ст. 2 данного закона приведены основные понятия:

пожарный риск — мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей;

допустимый пожарный риск — пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий;

индивидуальный пожарный риск — пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара;

социальный пожарный риск — степень опасности, ведущей к гибели группы людей в результате воздействия опасных факторов пожара;

производственные объекты — объекты промышленного и сельскохозяйственного назначения, в том числе склады, объекты инженерной и транспортной инфраструктуры (железнодорожного, автомобильного, речного, морского, воздушного и трубопроводного транспорта), объекты связи.

Согласно ст. 6 данного закона, объект защиты соответствует требованиям пожарной безопасности, если пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных ФЗ.

В ст. 93 закона приведены нормативные значения пожарного риска для производственных объектов:

1) величина индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях, строениях и на территориях производственных объектов не должна превышать одну миллионную в год;

2) для производственных объектов, на которых обеспечение величины индивидуального пожарного риска в одну миллионную в год невозможно в связи со спецификой функционирования технологических процессов, допускается увеличение индивидуального пожарного риска до одной десятичной в год;

3) величина индивидуального пожарного риска в результате воздействия опасных факторов пожара на производственном объекте для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта, не должна превышать одну стомиллионную в год;

4) величина социального пожарного риска воздействия опасных факторов пожара на производственном объекте для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта, не должна превышать одну десятичную в год.

Исходя из приведенных выше определений, к производственному объекту можно отнести и автозаправочные станции (АЗС). Ст. 71 ФЗ № 123 посвящена определению противопожарных расстояний от зданий, сооружений и строений автозаправочных станций до граничащих с ними объектов защиты.

АЗС является стационарным источником загрязнения атмосферы парами бензина, дизельного топлива и их составляющими: бензолом, ксилолом и т.п., а также продуктами сгорания моторного топлива: оксидом и диоксидом азота, оксидом углерода, диоксидом серы и т.п. В настоящее время возросло количество необоснованно размещенных и построенных автозаправочных станций. Как правило, размещение АЗС осуществляется без инженерно-технического сопровождения и без учета экономического сравнения вариантов, в результате ошибок они наносят большой вред окружающей среде. В связи с тем, что АЗС обычно располагают на примыканиях к автомобильным дорогам общего назначения, то задачи охраны окружающей среды следует решать комплексно, оценивая совместное воздействие их и автотранспорта на прилегающие территории.

Согласно ст. 71 Федерального закона противопожарные расстояния от автозаправочных станций моторного топлива до соседних объектов должны соответствовать требованиям, установленным в табл. 1.

Предлагается рассматривать АЗС как объект дорожной инфраструктуры и, в соответствии с Федеральными законами № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации», устанавливать риск распространения пожара по причине недостаточного расстояния от АЗС до объекта с использованием теоретико-вероятностного подхода, созданного научной школой профессора В.В. Столярова, который является руководителем научного направления «Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог по условию обеспечения безопасности движения с учетом теории риска» в Саратовском государственном техническом университете (СГТУ) [1].

Т а б л и ц а 1

*Противопожарные расстояния от автозаправочных станций бензина
и дизельного топлива до граничащих с ними объектов*

Наименования объектов, до которых определяются противопожарные расстояния	Противопожарные расстояния, м, от автозаправочных станций с резервуарами		
	подземными	наземными общей вместимостью, м ³	
		более 20	не более 20
Производственные, складские и административно-бытовые здания, сооружения и строения промышленных организаций	15	25	25
Лесные массивы: лиственных пород, хвойных и смешанных пород	10	15	12
	25	40	30
Жилые и общественные здания	25	50	40
Места массового пребывания людей	25	50	50
Индивидуальные гаражи и открытые стоянки для автомобилей	18	30	20
Торговые киоски	20	25	25
Автомобильные дороги общей сети (край проезжей части): I, II и III категорий	12	20	15
	IV и V категорий	9	9
Маршруты электрифицированного городского транспорта (до контактной сети)	15	20	20
Железные дороги общей сети (до подшвы насыпи или бровки выемки)	25	30	30
Очистные канализационные сооружения и насосные станции, не относящиеся к автозаправочным станциям	15	30	25
Технологические установки категорий АН, БН, ГН, здания и сооружения с наличием радиоактивных и вредных веществ I и II классов опасности	—	100	—
Склады лесных материалов, торфа, волокнистых горючих веществ, сена, соломы, а также участки открытого залегания торфа	20	40	30

Предлагаемое в данной статье понятие «риск распространения пожара по причине недостаточного расстояния от АЗС до объекта» (как опасность пожарного риска) является качественной инженерной характеристикой в системе координат поверхности Земли и имеет следующее математическое толкование:

$$r = \frac{N_{\text{пож}}}{N_{\text{общ}}}, \quad (1)$$

где r — вероятность нежелательного события, представляющая собой риск потенциальной опасности; $N_{\text{пож}}$ — количество возникших пожароопасных

ситуаций по причине недостаточного расстояния от АЗС до объекта; $N_{\text{общ}}$ — общее количество возможных опасных ситуаций на данной территории.

Используя теорию риска, вероятность распространения пожара по причине недостаточного расстояния от АЗС до объекта можно установить по зависимости

$$r = 0,5 - \Phi \left(\frac{L_{\Phi} - L_{\text{кр}}}{\sqrt{\sigma_{L_{\Phi}}^2 + \sigma_{L_{\text{кр}}}^2}} \right), \quad (2)$$

где L_{Φ} — фактическое среднее расстояние от АЗС до объекта, м; $\sigma_{L_{\Phi}}$ — среднее квадратическое отклонение фактического расстояния от АЗС до объекта, м; $L_{\text{кр}}$ — критическое расстояние от АЗС до объекта, при котором вероятность нежелательного последствия равна 50 %, м; $\sigma_{L_{\text{кр}}}$ — среднее квадратическое отклонение критического расстояния от АЗС до объекта, м; $\Phi(u)$ — функция Лапласа.

Показатели L_{Φ} и $\sigma_{L_{\Phi}}$ определяют в результате статистических расчетов по достаточному числу замеров n расстояний от АЗС до объекта L_i . Используя стандартный метод математической статистики, устанавливают среднее значение фактического расстояния от АЗС до объекта L_{Φ} и характеристики неоднородности: среднее квадратическое отклонение $\sigma_{L_{\Phi}}$ и коэффициент вариации $C_V^{L_{\Phi}}$:

$$L_{\Phi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i; \quad (3)$$

$$\sigma_{L_{\Phi}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_i - L_{\Phi})^2}; \quad (4)$$

$$C_V^{L_{\Phi}} = \frac{\sigma_{L_{\Phi}}}{L_{\Phi}}. \quad (5)$$

В результате проведения экспериментальных исследований установили, что коэффициент вариации фактического расстояния от АЗС до объекта $C_V^{L_{\Phi}}$ колеблется в основном от 0,10 до 0,15.

Среднее квадратическое отклонение критического расстояния от АЗС до объекта $\sigma_{L_{кр}}$ устанавливается по зависимости

$$\sigma_{L_{кр}} = C_V^{L_{кр}} L_{кр}, \quad (6)$$

где $C_V^{L_{кр}}$ — коэффициент вариации параметра $L_{кр}$.

При определении параметра $C_V^{L_{кр}}$ учитывали, что распространение пожара при критическом расстоянии от АЗС до объекта должно обладать той же однородностью исходных параметров, что и распространение пожара при фактическом расстоянии от АЗС до объекта, т.е.

$$C_V^{L_{кр}} = C_V^{L_{ф}}. \quad (7)$$

Критическое расстояние $L_{кр}$ устанавливается по формулам:

при $C_V^{L_{кр}} \neq 0,2$

$$L_{кр} = \frac{\sqrt{L_{доп}^2 + \left[25 \left(C_V^{L_{кр}} \right)^2 - 1 \right] \left(L_{доп} - 25 \sigma_{доп}^2 \right)} - L_{доп}}{25 \left(C_V^{L_{кр}} \right)^2 - 1}; \quad (8)$$

при $C_V^{L_{кр}} = 0,2$

$$L_{кр} = \frac{L_{доп}^2 - 25 \sigma_{доп}^2}{2 L_{доп}}, \quad (9)$$

где $L_{доп}$ — допустимое противопожарное расстояние, м, устанавливаемое по табл. 1; $\sigma_{доп}$ — среднее квадратическое отклонение допустимого противопожарного расстояния, м, определяемое по формуле

$$\sigma_{доп} = C_V^{L_{доп}} L_{доп}, \quad (10)$$

где $C_V^{L_{доп}}$ — коэффициент вариации допустимого противопожарного расстояния. В области строительства принято допускать $C_V^{L_{доп}} = 0,05$.

По предложенной выше методике выполним оценку риска распространения пожара по причине недостаточного расстояния от АЗС до объекта. При этом приведенные в ст. 71 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» противопожарные расстояния от автозаправочных

станций бензина и дизельного топлива до граничащих с ними объектов считаем установленными законодательно.

Рассмотрим случай, когда фактическое расстояние от АЗС до объекта $L_{\text{ф}}$ составляет 10 м. В качестве объекта примем автомобильную дорогу II категории. В соответствии с табл. 1 допустимое противопожарное расстояние $L_{\text{доп}}$ от автозаправочной станции с подземными резервуарами до данной дороги составляет 12 м. Коэффициент вариации фактического расстояния от АЗС до объекта $C_V^{L_{\text{ф}}}$ будем варьировать от 0,1 до 0,15. Результаты расчета сведем в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

$L_{\text{ф}}$	$C_V^{L_{\text{ф}}}$	$\sigma_{L_{\text{ф}}}$	$L_{\text{кр}}$	$C_V^{L_{\text{кр}}}$	$\sigma_{L_{\text{кр}}}$	$L_{\text{доп}}$	$C_V^{L_{\text{доп}}}$	$\sigma_{\text{доп}}$	r
10	0,1	1	7,28	0,1	0,73	12	0,05	0,6	0,014
	0,12	1,2	6,89	0,12	0,83				0,017
	0,15	1,5	6,36	0,15	0,95				0,02

Вывод: в результате недостаточного фактического противопожарного расстояния (10 м) от АЗС до автомобильной дороги II категории при допустимом противопожарном расстоянии, равном 12 м, получили риск распространения пожара на дорогу, равный $(1,4...2) \cdot 10^{-2}$. Рост вероятности распространения пожара на дорогу обусловлен ростом коэффициента вариации фактического расстояния от АЗС до объекта. Таким образом, получаем, что на данной автозаправочной станции существует от 14 до 20 возможных случаев распространения пожара на дорогу из 1000 потенциально опасных ситуаций при $C_V^{L_{\text{ф}}} = 0,1...0,15$.

В случае, если фактическое среднее расстояние от АЗС до объекта $L_{\text{ф}}$ будет соответствовать допустимому противопожарному расстоянию $L_{\text{доп}}$, при условии $C_V^{L_{\text{ф}}} = C_V^{L_{\text{доп}}} = 5,0 \%$ или 0,05, то получим величину риска менее значения $r = 1 \cdot 10^{-4}$. По международной шкале риска величина $r = 1 \cdot 10^{-4}$ и менее соответствует умеренному (на уровне допустимого) риску. Поэтому риск $r_{\text{доп}} = 1 \cdot 10^{-4}$ можно принять в качестве объективного (технического) риска в области строительства, который соответствует 85%-му уровню обеспеченности. Со временем, когда экономическое состояние страны улучшится, значение объективного риска следует уменьшить до величины $r = 1 \cdot 10^{-5}$.

Приведенный пример показал, что потенциально опасное состояние для окружающей среды возможно из-за недостаточного расстояния от АЗС до объекта. В этом случае риск распространения пожара на дорогу будет стремиться к единице. Поэтому для минимизации риска потенциальной опасности в качестве рекомендаций необходимо стремиться к выполнению двух условий: $L_{\text{ф}} = L_{\text{доп}}$ и $C_V^{L_{\text{ф}}} = C_V^{L_{\text{доп}}} \leq 5,0 \%$ или 0,05.

Для оптимального расположения АЗС можно рекомендовать проектировщикам и строителям автомобильных дорог использовать в своей деятельности такие информационные ресурсы, как базы данных фотографических изображений планеты Земля (поисковой системы GOOGLE). В настоящее время становятся популярными серверы спутниковых фото: maps.google.com, Google Earth, геопортал kosmosnimki.ru.

Исследована возможность применения информационного продукта поисковой системы GOOGLE (база данных фотографий земной поверхности из космоса) в качестве инструмента мониторинга и принятия решения о размещении АЗС как объектов дорожной инфраструктуры. В настоящее время на основе информации поисковой системы собрана база данных из нескольких тысяч участков автомобильных дорог с АЗС в разных частях света. Исследования проводились в рамках студенческих НИР на протяжении трех последних лет на кафедре СОД СГТУ.

При работе в данном программном модуле с сервером GOOGLE имеется возможность просматривать изображения объектов во всех частях света, виртуально изменять пространственное положение и ориентацию точки зрения: высоту, координату, угол наклона по отношению к горизонту. Имеется возможность проводить ориентировочные оценки координат положения объекта, сохранять просмотренную информацию в памяти своего компьютера.

На изображениях, полученных из космоса, вполне различимы объекты типа зданий и их элементов, автомобили, элементы транспортных сооружений, тени от них, морские волны и т.д. Программа отличается высоким уровнем интерактивности. Это повышает качество визуализации, дает возможность зрительно оценить ландшафт местности, определить предварительно оптимальную трассу и сформировать требования к размещению архитектурно-планировочных решений объектов дорожного сервиса.

Использование новых возможностей, связанных с анализом фотоизображений планеты Земля из космоса позволяет повысить эффективность разработки программ и проектов размещения объектов дорожной инфраструктуры и пересечений транспортных коридоров, уменьшить затраты государственного бюджета при реализации инвестиционных проектов строительства и реконструкции транспортных коридоров [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Столяров В.В.* Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска. Саратов : СГТУ, 1994. Ч. 1. 184 с., Ч. 2. 232 с.

2. Новые инструментальные средства изыскания и проектирования объектов транспортного строительства / А.В. Кочетков, Б.В. Ермолаева, А.В. Ермолаев, Б.А. Мырзахметов // Вестник СГТУ. 2010. № 1 (44). С. 189—194.

1. *Stolyarov, V.V.* Proektirovaniye avtomobil'nykh dorog s uchetom tyeorii riska. Saratov : SGTU, 1994. Ch. 1. 184 s., Ch. 2. 232 s.

2. Novyye instrumental'nyye sredstva izyskaniya i proektirovaniya ob'yektov transportnogo stroitel'stva / A.V. Kochetkov, B.V. Yermolayeva, A.V. Yermolayev, B.A. Myrzahmetov // Vestnik SGTU. 2010. № 1 (44). S. 189—194.

Поступила в редакцию в марте 2011 г.

© *Кокодеева Н.Е.*, 2011

Ссылка для цитирования:

Кокодеева Н.Е. Научные основы размещения автозаправочных станций с учетом принципов технического регулирования // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 38—44.

УДК 625.72:656.11

С.А. Плетминцев

**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ФОРМУЛЫ ТЕОРИИ РИСКА
ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА ОПЕРЕЖЕНИЯ БЫСТРОХОДНЫМИ
АВТОМОБИЛЯМИ ТИХОХОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ
НА ДЕСЯТИ- И ДВЕНАДЦАТИПОЛОСНЫХ АВТОМАГИСТРАЛЯХ**

Разработаны математические модели теории риска для существующих дорог с десятью и двенадцатью полосами движения. Определены значения ширины покрытия этих дорог при расчетных скоростях 100, 120 и 140 км/ч.

К л ю ч е в ы е с л о в а: автомагистрали с десятью и двенадцатью полосами движения, математические модели, теория риска, критическая ширина покрытия, расчетная скорость.

Mathematical models of the theory of risk to existing roads with ten and twelve lanes are developed. Values of width of a covering of these roads are defined at settlement speeds 100, 120 and 140 km/h.

К е y w o r d s: highways with ten and twelve lanes, mathematical models, theory of risk, critical width of a covering, settlement speed.

В настоящее время на подходах к мегаполисам и крупным городам все чаще прибегают к строительству автомагистралей с десятью и двенадцатью полосами движения. Такие решения применяют потому, что интенсивность транспортного потока на кольцевых дорогах и на въездах в крупные города в часы пик превышает пропускную способность восьмиполосных автомагистралей. Даже на автомагистралях с десятью полосами движения (например, на МКАД) в часы пик возникают заторы транспортных средств (или пробки). Поэтому все острее проявляет себя проблема развития и применения математических моделей теории риска к уже существующим дорогам и улицам с десятью и двенадцатью полосами движения.

Для анализа и оценки риска опережения быстроходными автомобилями тихоходных транспортных средств на автомагистралях с десятью и двенадцатью полосами движения применима формула вида

$$r = P(z > 0) = 1 - P(z < 0) = 1 - \int_{-\infty}^0 \left(\int_{-\infty}^{\infty} f(z - x_1) \cdot f(x_1) du \right) dv. \quad (1)$$

Решая внутренний интеграл формулы (1), при суммировании нормальных законов распределения по формуле свертки получаем

$$r = 1 - \int_{-\infty}^0 f(z) dz = 1 - \frac{1}{\sigma_z \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^0 e^{-\frac{(z-a)^2}{2\sigma_z^2}} dz, \quad (2)$$

где a — интервал между математическими ожиданиями нормально распределенных величин (в данном случае интервал между средним значением B_{cp} фактической ширины и значением критической ширины $B_{кр}$ покрытия, на котором риск столкновения автомобилей равен 50 %); $\sigma_z = \sigma_a = \sqrt{\sigma_{B_{cp}}^2 + \sigma_{B_{кр}}^2}$ — сред-

нее квадратическое отклонение суммарного распределения двух нормально распределенных величин (фактической и критической ширины покрытия).

Заменой переменной $u = (z - a) / \sigma_z$ при $a = 0$ и $dz = \sigma_z du$ получаем риск, или вероятность нежелательного события (вероятность столкновения), в виде

$$r = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-u^2/2} \cdot du = 1 - \Phi_u(u) = 1 - \Phi_u(z / \sigma_z). \quad (3)$$

Используя зависимость $\Phi_u(u) = 0,5 + \Phi(u)$ переходим от функции нормального распределения $\Phi_u(u)$ к табулированной функции Лапласа $\Phi(u)$ и получаем формулу теории риска в общем виде:

$$r = 1 - \Phi_u(z / \sigma_z) = 1 - [0,5 + \Phi(u)] = 0,5 - \Phi(z / \sigma_z). \quad (4)$$

При $z = a = B_{\text{ср}} - B_{\text{кр}}$ и $\sigma_a = \sqrt{\sigma_{B_{\text{ср}}}^2 + \sigma_{B_{\text{кр}}}^2}$ окончательно получаем

$$r = 0,5 - \Phi \left(\frac{B_{\text{ср}} - B_{\text{кр}}}{\sqrt{\sigma_{B_{\text{ср}}}^2 + \sigma_{B_{\text{кр}}}^2}} \right), \quad (5)$$

где r — риск столкновения автомобилей при опережении со сменой полос движения; $B_{\text{ср}}$ — среднее значение фактической ширины покрытия в одном направлении движения, в данном случае на десяти- или двенадцатиполосной автомагистрали, м; $B_{\text{кр}}$ — среднее значение критической ширины покрытия в одном направлении движения: на десяти- или двенадцатиполосной дороге, на которой риск опережения со сменой полос движения приводит к 50 % ДТП, м; $\sigma_{B_{\text{ср}}}$ — среднее квадратическое отклонение фактической ширины покрытия, или допуск на среднее квадратическое отклонение данной ширины покрытия, м; $\sigma_{B_{\text{кр}}}$ — среднее квадратическое отклонение критической ширины покрытия, м; $\Phi(u)$ — табулированная функция Лапласа в зависимости от переменной u .

Установим основные параметры ($B_{\text{кр}}$ и $\sigma_{B_{\text{кр}}}$) критического закона распределения для десяти- и двенадцатиполосных дорог как кинематические параметры, связанные со скоростью движения транспортных средств и их габаритными размерами.

В исследованиях [1, 2] было показано, что при смене полосы движения среднее квадратическое отклонение коридора рыскания, при котором риск опережения стремится к 50 %, описываются зависимостями:

для опережаемого автомобиля (движущегося без маневров):

$$\sigma_{B_{\text{кр}(1)}} = \frac{D_1 V_1}{600}, \quad (6)$$

для опережающего автомобиля (меняющего полосу движения):

$$\sigma_{B_{\text{кр}(2)}} = \frac{(D_2 + 3,6)V_2}{600}, \quad (7)$$

где D_1 и V_1 — соответственно длина, м, и скорость, м/с, опережаемого автомобиля; D_2 и V_2 — то же опережающего автомобиля.

Интервалы коридора рыскания, при котором риск опережения равен 50 %, определяют уравнениями:

для опережаемого автомобиля

$$\delta_{i(1)} = t_{\text{ср}} \sigma_{B_{\text{кр}(1)}} = \frac{DV}{400}; \quad (8)$$

для опережающего автомобиля

$$\delta_{i(2)} = t_{\text{ср}} \sigma_{B_{\text{кр}(2)}} = \frac{(D + 3,6)V}{400}, \quad (9)$$

где индекс i показывает порядковый номер автомобиля слева направо на соответствующих полосах дороги; индексы (1) и (2) указывают на то, что данный автомобиль опережаемый или опережающий.

Используя зависимости (8) и (9), можно составить формулы критической ширины покрытия. Решим эту задачу, задавшись какой-либо схемой опережения. Так, для десятиполосной магистрали можно рассмотреть следующую схему опережения, которая соответствует реальным и самым опасным перестроениям. По составу движения в этой схеме опережения должны присутствовать в одном поперечном створе легковой автомобиль и автопоезд. Присутствие легкового автомобиля обязательно потому, что хотя бы один из опережающих автомобилей должен двигаться с расчетной скоростью. Наличие автопоезда следует предусматривать на крайней правой полосе движения. На второй справа полосе десятиполосной автомагистрали следует учитывать движение туристического автобуса, потому что такой автобус имеет большие габариты и способен развить высокую скорость. Опаснее всего, когда автобус, маневрируя, опережает автопоезд. Пусть на средней полосе данного направления дороги движется пассажирский автомобиль повышенной вместимости (например, минивэн) или микроавтобус типа ГАЗ-3221 «Газель». Из-за «Газели» (минивэна), осуществляя маневр опережения, выезжает на вторую слева полосу легковой автомобиль, а по первой слева полосе со скоростью на 15 % выше расчетной движется полноразмерный джип.

Описанная схема соответствует реальным и самым опасным перестроениям на десятиполосных автомагистралях, когда в перестроении участвует сразу два транспортных средства. Короткая запись расчетной схемы слева направо следующая: джип + легковой (маневрирует) + минивэн + автобус (маневрирует) + автопоезд. Тогда основа расчетной формулы, составленная слева направо, будет иметь вид

$$B_{\text{кр}} = 2\delta_{1(1)} + \frac{a_1 + c_1}{2} + 2\delta_{2(2)} + a_2 + 2\delta_{3(1)} + a_3 + \\ + 2\delta_{4(2)} + a_4 + 2\delta_{5(1)} + \frac{a_5 + c_5}{2}, \quad (10)$$

где $2\delta_{1(1)} + \frac{a_1 + c_1}{2}$ — показатели джипа (полноразмерного внедорожника, кроссовера, пикапа), находящегося на крайней левой полосе дороги. Данный автомобиль движется со скоростью на 15 % выше расчетной, но он не маневрирует и поэтому не является опережающим; $2\delta_{2(2)} + a_2$ — показатели лег-

кового автомобиля, находящегося на второй полосе слева и маневрирующего (опережающего) в данном створе. Этот автомобиль находится на внутренней полосе автомагистрали, и поэтому в расчет входит только его ширина a_2 ; $2\delta_{3(1)} + a_3$ — показатели минивэна (или микроавтобуса «Газель»), находящегося на третьей полосе слева и не маневрирующего; $2\delta_{4(2)} + a_4$ — показатели автобуса, находящегося на четвертой полосе слева в результате маневра опережения со сменой полосы движения; $2\delta_{5(1)} + \frac{a_5 + c_5}{2}$ — показатели автопоезда, находящегося на пятой полосе слева и не маневрирующего. Это транспортное средство находится на крайней правой полосе автомагистрали, и поэтому в расчете участвует как ширина автопоезда, так и его колея.

Критическую ширину покрытия, на которой возникает 50 % ДТП, устанавливаем подстановкой формул (8) и (9) в основу расчетной формулы (10):

$$B_{\text{кр}} = \frac{D_1 V_1}{200} + \frac{a_1 + c_1}{2} + \frac{(D_2 + 3,6)V_2}{200} + a_2 + \frac{D_3 V_3}{200} + a_3 + \frac{(D_4 + 3,6)V_4}{200} + a_4 + \frac{D_5 V_5}{200} + \frac{a_5 + c_5}{2}, \quad (11)$$

где V_1 — скорость движения полноразмерного джипа, превышающая расчетную на 15 % (учитываем предсказуемое неправильное поведение водителя), м/с; V_2 — скорость движения легкового автомобиля (например, ГАЗ-3110 «Волга»), идущего при опережении с расчетной скоростью, м/с; V_3 — скорость движения пассажирского автомобиля повышенной вместимости (минивэна или микроавтобуса), так как этот автомобиль опережаемый, то его скорость меньше расчетной, м/с; V_4 — скорость движения автобуса, совершившего маневр смены полосы движения. Его скорость должна быть выше скорости автопоезда (вплоть до расчетной скорости), м/с; V_5 — скорость движения опережаемого автопоезда, м/с; D_1, D_2, D_3, D_4, D_5 — длины соответствующих транспортных средств, м; a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 — ширина транспортных средств, м; c_1, c_5 — колеи транспортных средств, находящихся на крайних полосах движения, м.

Среднее квадратическое отклонение критической ширины покрытия для десятиполосной автомагистрали (в одном направлении движения):

$$\sigma_{B_{\text{кр}}} = \sqrt{\sigma_{B_{\text{кр}1(1)}}^2 + \sigma_{B_{\text{кр}2(2)}}^2 + \sigma_{B_{\text{кр}3(1)}}^2 + \sigma_{B_{\text{кр}4(2)}}^2 + \sigma_{B_{\text{кр}5(1)}}^2}, \quad (12)$$

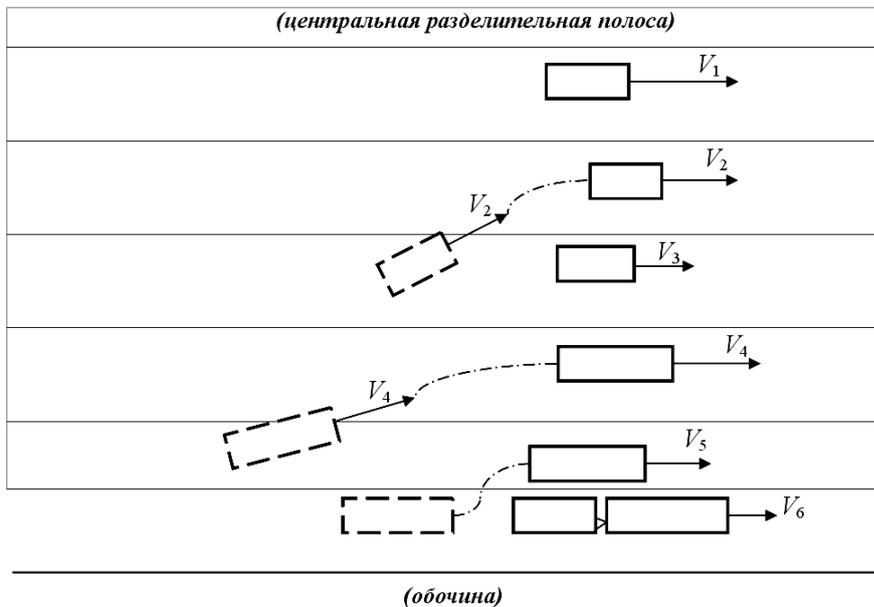
где индексы 1, 2, ..., 5 соответствуют порядковому номеру транспортного средства на поперечнике дороги слева направо; индексы (1) и (2) указывают на то, что данный автомобиль опережаемый или опережающий.

Подстановкой в выражение (12) формул (6) и (7) окончательно получаем:

$$\sigma_{B_{\text{кр}}} = \sqrt{\frac{(D_1 V_1)^2 + (D_2 + 3,6)^2 V_2^2 + (D_3 V_3)^2 + (D_4 + 3,6)^2 V_4^2 + (D_5 V_5)^2}{600}}. \quad (13)$$

Риск возникновения ДТП на десятиполосной автомагистрали определяем по формуле (5).

Для двенадцатиполосной автомагистрали принимаем следующую расчетную схему движения, составленную слева направо: джип + легковой (маневрирует) + минивэн + автобус (маневрирует) + средний грузовой автомобиль (маневрирует) + автопоезд (рис.).



Расчетная схема движения транспортных средств на двенадцатиполосной автомагистрали (в данном направлении дороги в одном створе маневрирует три автомобиля из шести транспортных средств; длины векторов скоростей пропорциональны скорости движения)

Критическую ширину покрытия устанавливаем по формуле

$$B_{\text{кр}} = \frac{D_1 V_1}{200} + \frac{a_1 + c_1}{2} + \frac{(D_2 + 3,6)V_2}{200} + a_2 + \frac{D_3 V_3}{200} + a_3 + \frac{(D_4 + 3,6)V_4}{200} + a_4 + \frac{(D_5 + 3,6)V_5}{200} + a_5 + \frac{D_6 V_6}{200} + \frac{a_6 + c_6}{2}, \quad (14)$$

где V_1 — скорость движения полноразмерного джипа, превышающая расчетную на 15 % (учитываем предсказуемое неправильное поведение водителя), м/с; V_2 — скорость движения легкового автомобиля (например, ГАЗ-3110 «Волга»). Данный автомобиль идет с опережением минивэна (или микроавтобуса), и поэтому его скорость можно принять равной расчетной, м/с; V_3 — скорость движения минивэна (или микроавтобуса). Так как этот автомобиль опережаемый, то его скорость должна быть меньше расчетной, м/с; V_4 — скорость движения автобуса, совершившего вынужденный маневр смены полосы движения на высокой скорости, м/с; V_5 — скорость движения маневрирующего грузового автомобиля, м/с; V_6 — скорость движения опережаемого автопоезда, м/с; $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6$ — длины соответствующих транспортных средств, м; $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$ — ширина транспортных средств, м; c_1, c_6 — колеи транспортных средств, находящихся на крайних полосах движения, м.

Среднее квадратическое отклонение критической ширины покрытия для двенадцатиполосной автомагистрали (в одном направлении движения) определяем по формуле

$$\sigma_{B_{кр}} = \left((D_1 V_1)^2 + (D_2 + 3,6)^2 V_2^2 + (D_3 V_3)^2 + (D_4 + 3,6)^2 V_4^2 + (D_5 + 3,6)^2 V_5^2 + (D_6 V_6)^2 \right)^{1/2} / 600. \quad (15)$$

Риск возникновения ДТП определяем по формуле (5).

Из результатов расчетов по данным математическим моделям следует, что современные нормативные требования к ширине покрытия позволяют обеспечивать допустимую величину риска $1 \cdot 10^{-4}$:

при расчетной скорости 27,8 м/с (100 км/ч) на покрытии с пятью полосами движения в одном направлении дороги при ширине полосы движения 3,5 м и ширине краевых полос: со стороны центральной разделительной полосы 1 м и со стороны обочины 0,5 м ($1 + 5 \cdot 3,5 + 0,5 = 19,0$ м);

при расчетной скорости 33,3 м/с (120 км/ч) на десяти- и двенадцатиполосных автомагистралях с соответствующими параметрами поперечников в одном направлении движения: $1 + 5 \cdot 3,75 + 0,75 = 20,5$ м и $1 + 6 \cdot 3,75 + 0,75 = 24,25$ м.

При расчетной скорости 38,9 м/с (140 км/ч) ни одно из нормированных покрытий с десятью и двенадцатью полосами движения не обеспечивает допустимую величину риска ($1 \cdot 10^{-4}$).

Выводы. При проектировании и строительстве автомагистралей можно применять ширину полосы движения 3,5 м при числе полос не более 5 (в одном направлении движения) и при расчетной скорости 27,8 м/с (100 км/ч).

Другими словами, ширина поперечного профиля с параметрами $1 + 5 \cdot 3,5 + 0,5 = 19,0$ м обеспечивает величину допустимого риска опережения ($1 \cdot 10^{-4}$). Строительство таких дорог даст существенную экономию капиталовложений. Однако при расчетной скорости 33,3 м/с (120 км/ч) ширина полосы движения на автомагистралях с десятью и двенадцатью полосами должна быть 3,75 м.

При расчетной скорости 38,9 м/с (140 км/ч) ширина покрытия в одном направлении движения должна быть не менее:

20,75 м на десятиполосной автомагистрали (при строительстве по схеме $1,0 + 5 \cdot 3,75 + 1,0$);

24,75 м на двенадцатиполосной автомагистрали (при реализации схемы $1,25 + 6 \cdot 3,75 + 1,0$).

В этих случаях риск столкновения на автомагистралях по формуле (5) составит:

на пяти полосах в одном направлении движения

$$r = 0,5 - \Phi \left(\frac{B_H - B_{кр}}{\sqrt{(\sigma_B^{доп})^2 + \sigma_{B_{кр}}^2}} \right) = 0,5 - \Phi \left(\frac{20,75 - 16,89}{\sqrt{0,06^2 + 1,02^2}} \right) = 0,5 - \Phi(3,78) = 0,5 - 0,49992 = 8 \cdot 10^{-5} \approx 1 \cdot 10^{-4};$$

на шести полосах в одном направлении движения

$$r = 0,5 - \Phi \left(\frac{B_n - B_{кр}}{\sqrt{(\sigma_B^{доп})^2 + \sigma_{B_{кр}}^2}} \right) = 0,5 - \Phi \left(\frac{20,75 - 20,68}{\sqrt{0,06^2 + 1,11^2}} \right) = 0,5 - \Phi(3,66) =$$

$$= 0,5 - 0,49987 = 1,3 \cdot 10^{-4} \approx 1 \cdot 10^{-4}.$$

П р и м е ч а н и е. Увеличение ширины покрытия можно выполнить не по схеме увеличения ширины краевых полос на центральной разделительной полосе и обочине, а по схеме увеличения ширины полос движения. Например, увеличив ширину полосы движения до величины 3,80 м, получаем те же значения риска при поперечных профилях покрытий: $1 + 5 \cdot 3,8 + 0,75 = 20,75$ и $1,20 + 6 \cdot 3,8 + 0,75 = 24,75$ м.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Столяров В.В.* Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска : в 2 ч. Саратов : СГТУ, 1994. Ч. 1. 184 с.; Ч. 2. 232 с.

2. *Столяров В.В.* Технический регламент «Проектирование автомобильных дорог» (Альтернативный проект) // Дороги. Инновации в строительстве. 2010. № 5. С. 28—30.

1. *Stolyarov V.V.* Proektirovaniye avtomobil'nykh dorog s uchetom teorii riska : v 2 ch. Saratov : SGTU, 1994. Ch. 1. 184 s; Ch. 2. 232 s.

2. *Stolyarov V.V.* Tehnicheskiy reglament «Proektirovaniye avtomobil'nykh dorog» (Al'ternativnyy proekt) // Dorogi. Innovatsii v stroitel'stve. 2010. № 5. S. 28—30.

© Плетминцев С.А., 2011

Поступила в редакцию
в апреле 2011 г.

Ссылка при цитировании:

Плетминцев С.А. Основные понятия и формулы теории риска для оценки риска опережения быстроходными автомобилями тихоходных транспортных средств на десяти- и двенадцатиполосных автомагистралях // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр.-во и архит. 2011. Вып. 22 (41). С. 45—51.

УДК 625.712.63

С.Г. Артёмова

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКИ ДВОРОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПАРКУЮЩИМИСЯ АВТОМОБИЛЯМИ

Рассмотрена актуальная проблема парковок автомобилей на городской территории. Предложена модель формирования загрузки дворовых территорий паркующимися автомобилями на основе натурных наблюдений в двух районах г. Волгограда. Данная модель позволяет рассчитать максимальное количество парковок на дворовых территориях, имеющих различные типы многоэтажной застройки.

К л ю ч е в ы е с л о в а: парковки автомобилей, дворовые территории.

The topical issue of automobile parkings on the urban area is considered. The formation model of yards peak load of park cars is proposed on the basis of observations in two districts of Volgograd. This model is allowed to calculate the saturation point of automobile parkings at the yards, with various types of multi-storey buildings.

К e y w o r d s: automobile parkings, yards.

По состоянию на 1 января 2011 года на каждую тысячу жителей России зарегистрировано 240 легковых автомобилей, т.е. автомобиль есть почти у каждого четвертого россиянина. Такие данные приводит аналитическое агентство «Автостат», подчеркивая, что годом ранее этот показатель равнялся 230 автомобилям. Уровень 300 автомобилей на каждую тысячу жителей давно преодолели автопарки таких городов, как Владивосток (566), Красноярск (384), Тюмень (374), Сургут (378), Москва (350), Нижневартовск (334).

Согласно исследованию Online Market Intelligence (ОМІ), проведенному в декабре 2010 г. специально для RB.ru [1], большинство (69,4 %) из опрошенных — 1247 человек по всей России считают, что отсутствие парковочных мест — самая большая проблема автомобилистов.

В проблему парковки автомобилей включаются и проблемы уборки дворовых проездов, улиц (нередки случаи, когда грейдеры, расчищающие улицы и проезды от снега, задевают припаркованные автомобили, а это уже аварийная ситуация), вывоза и уборки мусора, подъезда спецтранспорта (пожарных, бригад скорой медицинской помощи, вневедомственной охраны и т.п.), вопросы нашего благополучия и комфорта проживания.

Заставленный машинами двор — всегда дискомфорт для водителей и пешеходов, для экстренных служб это становится серьезным препятствием, в особенности для габаритной спецтехники МЧС: все чаще, прибывая по сигналу о возгорании, автоцистерны и автолестницы пожарных упираются в припаркованные легковые машины (рис. 1).

Для многих жителей российских городов недостаток парковочных мест в собственных дворах становится очень острой проблемой. К тому же часто места во дворе занимают те, кто в нем не живет. «Закрывать» двор можно, лишь физически ограничив доступ во двор установкой шлагбаума. Впрочем, самовольно ничего устанавливать нельзя: внутри двора нельзя просто так поставить шлагбаум. Это государственная земля общего пользования, поэтому ни один водитель не может взять и нанести на ней номера своей машины,

чтобы ставить ее потом в этом месте, или закрыть въезд. Городские земли — территория общего пользования. Открывать новые автостоянки или получать разрешение на расширение территории существующих необходимо на основе данных о потребности в парковочных местах на определенной городской территории, включающей дворы жилых домов. Подобных исследований либо не проводилось, либо они были ограничены решением схожих проблем для конкретной дворовой территории.



Рис. 1. Припаркованные автомобили блокируют проезд по дворовой территории (слева). Машина скорой помощи и пожарный автомобиль во дворе (справа)

Количество паркующихся во дворах автомобилей зависит от многих факторов и имеет свою динамику изменения во времени суток, причем максимальное их число приходится на ночное время. К факторам, влияющим на максимальное число паркующихся во дворах автомобилей, можно отнести: уровень автомобилизации города; наличие или отсутствие гаража у автовладельца; наличие или отсутствие автопарковки (и свободных мест на ней) в непосредственной близости от дома; наличие или отсутствие возможности парковки на дворовых проездах, зеленых зонах, тротуарах, детских игровых площадках; особенности конфигурации дворовой территории.



Рис. 2. Блок-схема основных факторов, влияющих на максимальную загрузку дворовых территорий паркующимися автомобилями

С целью разработки модели обеспечения максимального числа автомобилей парковочными местами на дворовой территории в зимний период 2010—2011 гг. были проведены наблюдения во дворах жилых домов в Ворошиловском и Центральном районах Волгограда. В обследование было включено 12 дворов различной конфигурации и 37 многоэтажных жилых домов.

Среди обследуемых жилых домов, образующих дворовую территорию, были выделены 4 основных типа многоэтажной застройки (рис. 3—6).



a

б

Рис. 3. Точечная застройка: *a* — ул. Елисеева, 19; *б* — ул. Кузнецкая, 36



A

б

Рис. 4. Линейная застройка: *a* — ул. Кузнецкая, 73; *б* — ул. Кузнецкая, 71А



Рис. 5. Полузамкнутая застройка (двор ул. Кузнецкая, 30, 32, 34, ул. Ардатовская, 16)



Рис. 6. Замкнутая застройка (двор ул. Кузнецкая, 24, 26, ул. Елисеева, 15, 15А, 15Б, 17, 17А)

На основе результатов исследования была получена зависимость максимального количества припаркованных автомобилей от числа квартир в домах, образующих рассматриваемую дворовую территорию (рис. 7).

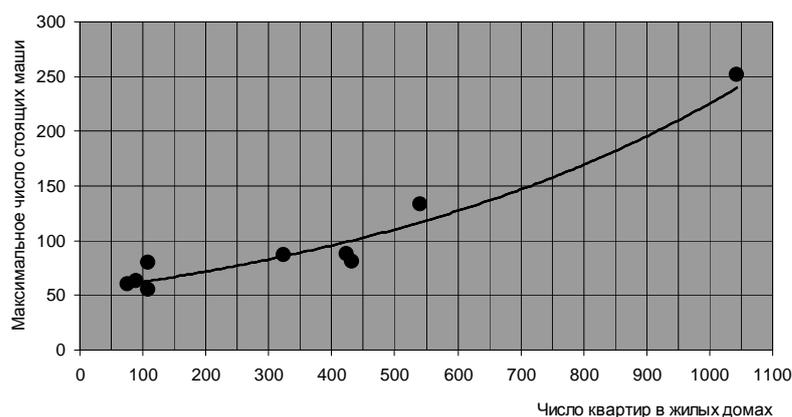


Рис. 7. Зависимость максимального количества припаркованных автомобилей от числа квартир в домах, образующую дворовую территорию

Максимальное расчетное количество автомобилей, паркующихся на дворовой территории, в зависимости от суммарного числа квартир можно получить по формуле

$$N^{\max} = me^{0,00001 \alpha k}, \quad (1)$$

где m — эмпирический коэффициент ($m = 54$); e — основание натурального логарифма, $e = 2,718$; α — уровень автомобилизации жителей города (на конец 2010 г. для Волгограда $\alpha = 199$ автомобилей на 1 000 жителей); k — суммарное число квартир в домах, относящихся к рассматриваемой дворовой территории.

Максимальное фактическое число автомобилей, паркующихся на дворовых территориях, с учетом особенностей планировки двора и типа застройки, можно получить по формуле

$$M_{\max} = \beta_1 \beta_2 \beta_3 N^{\max}, \quad (2)$$

где β_1 — коэффициент, учитывающий тип застройки и особенности планировки дворовой территории; β_2 — коэффициент, учитывающий отсутствие возможности парковки на дворовых проездах, т.е. $b \leq 3,5$ м (при ее наличии $\beta_2 = 1$); β_3 — коэффициент, учитывающий отсутствие возможности заезда на зеленую зону (при ее наличии $\beta_3 = 1$).

Величину коэффициента β_1 можно определить по выражению (3) на основе полученной зависимости этого коэффициента от числа квартир в домах рассматриваемой дворовой территории (рис. 8):

$$\beta_1 = 2,4233k^{-0,2076}. \quad (3)$$

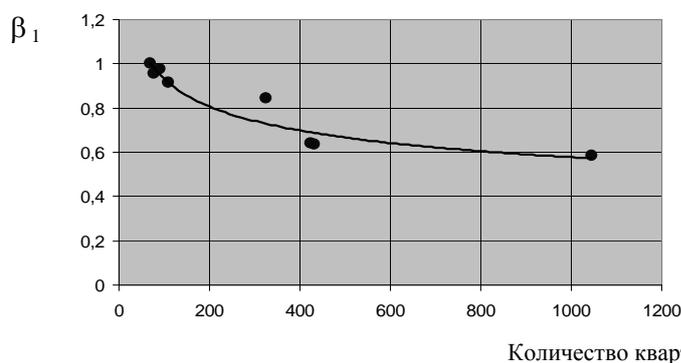


Рис. 8. Зависимость коэффициента β_1 от числа квартир в домах, образующих дворовую территорию

На основе наблюдений, проведенных в ночное время (00:00—04:00) во дворах, где нет возможности парковать автомобили на проездах (ширина проезда менее 3,5 м), было установлено максимальное количество паркуемых автомобилей (N_{ϕ}^{\max}) в зависимости от числа квартир в жилых домах, образующих дворовую территорию.

Величину коэффициента β_2 можно определить по выражению (4) на основе полученной зависимости этого коэффициента от числа квартир в домах рассматриваемой дворовой территории (рис. 9).

$$\beta_2 = 0,0606k^{0,4533}. \quad (4)$$

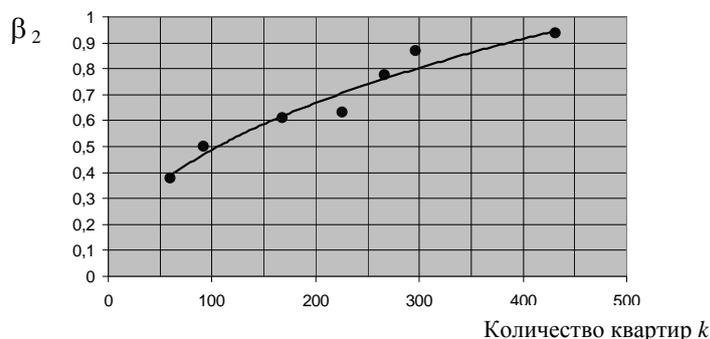


Рис. 9. Зависимость коэффициента β_2 от числа квартир в домах, образующих дворовую территорию

Во многих дворах имеются металлические, бетонные, деревянные ограждения, а в отдельных случаях бетонные блоки или кирпичные стенки, не позволяющие заезд автомобилей на зеленую зону или игровую площадку, что также уменьшает число автомобилей, паркующихся во дворах (рис. 10).



Рис. 10. Примеры ограждений, не допускающих парковку на зеленой зоне или игровой площадке

На основе наблюдений, проведенных в ночное время во дворах, где нет возможности парковать автомобили с полным или частичным заездом на зеленые зоны или детские площадки из-за металлических или бетонных ограждений, было установлено максимальное число паркующихся автомобилей в ночное время N_{ϕ}^{\max} в зависимости от числа квартир в жилых домах, образующих дворовую территорию. Это позволило получить коэффициент β_3 и его зависимость от числа квартир в домах рассматриваемой дворовой территории (рис. 11):

$$\beta_3 = 0,0176k^{0,6866}. \quad (5)$$

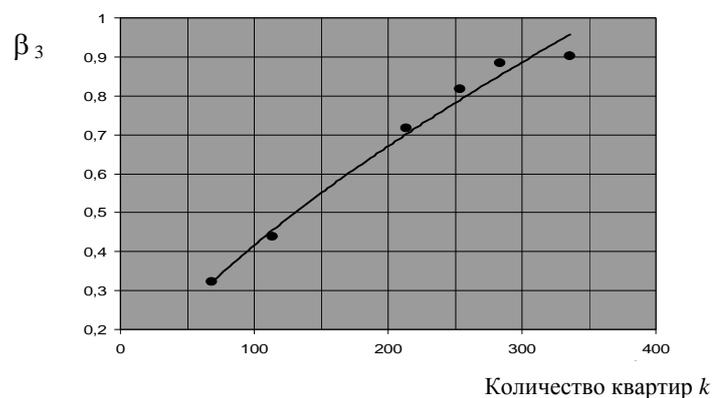


Рис. 11. Зависимость коэффициента β_3 от числа квартир в домах, образующих дворовую территорию

Произведение полученных коэффициентов может быть представлено в виде комплексного коэффициента β , учитывающего различные особенности планировки дворовых территорий:

$$\beta = \beta_1 \beta_2 \beta_3. \quad (6)$$

Таким образом, максимальное фактическое число автомобилей, паркующихся на дворовых территориях, с учетом особенностей планировки двора можно получить по формуле

$$M_{\max} = \beta N^{\max}. \quad (7)$$

С целью уточнения полученных результатов расчетов максимальной загрузки дворовых территорий линейной, полужамкнутой и замкнутой застройки были проведены дополнительные наблюдения. Было установлено, что 8...10 % автомобилей (от максимального числа припаркованных во дворе) паркуются вне дворовых территорий по внешнему контуру жилых домов. Поэтому при определении максимальной фактической загрузки автомобилями дворовых территорий этих типов застройки рекомендуется увеличивать полученные по формуле (7) данные в среднем на 9 %.

В результате круглогодичных наблюдений в период 2010—2011 гг. было установлено, что по сезонам года максимальное число паркующихся во дворах автомобилей изменяется с тенденцией роста от зимы к осени.

Ниже приведены значения коэффициента W сезонного изменения максимального фактического числа паркующихся во дворах автомобилей (M_{\max}).

Зима	1,000
Весна	1,048
Лето	1,066
Осень	1,080

Таким образом, модель максимальной загрузки автомобилями дворовых территорий (уравнение (2)) с учетом основных формирующих факторов будет иметь окончательный вид

$$M_{\max} = W\beta N^{\max}. \quad (8)$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Отсутствие парковок — главная автомобильная проблема крупных городов // RB.RU. Российский бизнес : сайт. Дата обращения: 15.04.11. Режим доступа: <http://www.rb.ru/>.

1. Otsutstviye parkovok — glavnaya avtomobil'naya problema krupnykh gorodov // RB.RU. Rossiyskiy biznes : sayt. Data obrashcheniya: 15.04.11. Rezhim dostupa: <http://www.rb.ru/>.

© Артёмова С.Г., 2011

Поступила в редакцию
в апреле 2011 г.

Ссылка при цитировании:

Артёмова С.Г. Модель формирования максимальной загрузки дворовых территорий паркующимися автомобилями // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архит. 2011. Вып. 22 (41). С. 52—58.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 691.32:620.191.33

В.А. Перфилов, В.И. Лепилов, М.О. Зубова, Д.Л. Неизвестный, У.В. Алаторцева

СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЛОКОВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Предложен способ приготовления бетонной смеси с предварительным совместным перемешиванием в переменном электромагнитном поле вяжущего, модифицирующей добавки и базальтовых волокон, с использованием в качестве ферромагнитных компонентов фибры стальной. Полученный фибробетон применен в качестве ограждающего элемента с повышенными теплозащитными свойствами.

К л ю ч е в ы е с л о в а: бетонная смесь, модифицирующая добавка, фибровые волокна, прочность, блоки, теплопроводность, фибробетон.

The way of preparation of the concrete mixture with the preliminary joint blending in the alternating electromagnetic field astringent, modifying agent and basalt fibers using steel fiber as ferromagnetic components is represented. The fibre concrete is obtained as the filler member with the increased heat-shielding properties.

К e y w o r d s: concrete mixture, modifying agent, fibrils, durability, heat conductivity, fibre concrete.

Для дорожного, мостового и аэродромного строительства, а также при изготовлении сборных и монолитных железобетонных изделий и ограждающих конструкций нашли применение бетонные смеси с использованием макроупрочнителей в виде стальных фибровых волокон. При этом по сравнению с обычными тяжелыми бетонами достигается значительное увеличение прочности на растяжение при изгибе. Однако введение в бетонную смесь дорогостоящей стальной фибры приводит к снижению удобоукладываемости и значительному повышению себестоимости изготовления изделий и конструкций из фибробетона.

Для более широкого внедрения фибробетонов, которые отвечали бы требованиям современного строительства, необходимо производить подбор оптимальных составов с минимальным расходом дорогостоящего макроупрочнителя, использовать различные модификаторы и совершенствовать технологию приготовления бетонной смеси.

В известном способе приготовления модифицированной сталефибробетонной смеси для дорожного и аэродромного строительства, изготовления и ремонта конструкций мостовых сооружений, включающем перемешивание в смесителе цемента, заполнителя, фибры стальной, добавки и воды затворе-

ния, предварительно осуществляют активацию в роторно-пульсационном аппарате воды затворения с полифункциональной добавкой и частью цемента и продукт указанной активации перемешивают с сухой смесью, полученной при последовательном введении в смеситель заполнителя, оставшегося цемента и фибры, а также используется модифицированная сталефибробетонная смесь, приготовленная по вышеуказанному способу, где в качестве заполнителя используют песок, щебень и песок, а в качестве фибры используют фибру стальную, фрезерованную из склябов [1]. Основными недостатками известного способа приготовления фибробетонной смеси являются низкая эффективность процесса перемешивания компонентов, большой расход дорогостоящей стальной фибры и невысокая прочность полученного сталефибробетона на сжатие и растяжение.

Задачей научных исследований является повышение эффективности процесса приготовления модифицированной бетонной смеси путем увеличения ее прочности на сжатие и растяжение при изгибе за счет использования компонентов, упрочняющих структуру фибробетона на макро- и микроуровнях.

При изготовлении фибробетонов в качестве вяжущего использовался портландцемент М 500 Себряковского цементного завода. В качестве крупного заполнителя применялся щебень из гранитных пород. Мелкий заполнитель представлен кварцевым песком Орловского карьера. Для повышения прочности и трещиностойкости фибробетона на макроуровне применялись стальные волокна-фибры «Миксарм» с конусообразными анкерами на концах на основе стальной проволоки, выпускаемой ОАО «Северсталь-метиз» по ТУ 1211-205-46854090-2005.

Для снижения расхода дорогостоящей стальной фибры дополнительно применялась дисперсная арматура в виде базальтового волокна диаметром 13...17 мкм и длиной 6...12 мм с прочностью на растяжение до 2000 МПа [2]. Количество вводимой дорогостоящей стальной фибры по сравнению с известным составом [1] сократили в 1,5 раза, а расход базальтовой фибры не превышал 1,2 кг/м³, что составляет не более 200 р. на 1 м³ смеси.

В качестве модифицирующей добавки использовали пластификатор «Д-11». Многофункциональная пластифицирующая добавка «Д-11» разработана в ООО НПП «Ирстройпрогресс» в соответствии с ТУ 574325-004-44628610-2006.

Способ приготовления предлагаемой модифицированной бетонной смеси заключается в следующем. Предварительно проводят перемешивание портландцемента, модифицирующей добавки и базальтовой фибры в линейно-индукционном вращателе (ЛИВ) в течение 8...10 мин, используя в качестве ферромагнитных компонентов фибру стальную «Миксарм». В камере линейно-индукционного вращателя осуществляется тщательное перемешивание и частичное диспергирование вяжущего и модифицирующей добавки с помощью вращающихся ферромагнитных частиц под действием переменного электромагнитного поля. В процессе перемешивания в электромагнитном поле тонкоизмельченные частицы портландцемента и модификатора адсорбируются на поверхности базальтовых и намагниченных металлических фибровых волокон, являющихся структурообразующим компонентом, что приводит к более эффективному пространственному распределению волокон и повышению реакционной способности смеси.

Полученную сухую смесь с равномерно распределенными стальными и базальтовыми волокнами, обладающую за счет электромагнитной обработки повышенной реакционной способностью, перемешивают в смесителе при последовательном введении заполнителей и воды затворения в течение 5...6 мин.

Для экспериментальной проверки предлагаемого способа приготовления модифицированной бетонной смеси и его влияния на прочность бетонов с применением стальных и базальтовых волокон подбор составов осуществляли по разработанной компьютерной программе ЭВМ [3].

Первый состав модифицированной бетонной смеси готовили с применением предварительной диспергации и перемешивания портландцемента, модификатора, базальтовой и стальной фибры в линейно-индукционном вращателе при последующем перемешивании в смесителе с добавлением заполнителя и воды затворения. Второй — контрольный состав модифицированной бетонной смеси готовили традиционным способом без применения предварительной диспергации, а именно последовательным перемешиванием в смесителе портландцемента, заполнителей, фибры стальной и базальтовой, воды затворения с модификатором.

Для определения влияния предлагаемого способа приготовления модифицированной бетонной смеси на механические свойства фибробетонов в сравнении с известным составом [1] готовили по стандартной методике образцы кубы размером 15×15×15 см и образцы-балочки размером 10×10×40 см, твердеющие в естественных условиях.

Анализ полученных данных показывает, что применение предварительной диспергации и перемешивания портландцемента, пластификатора, базальтовой и стальной фибры в линейно-индукционном вращателе способствует увеличению прочности на сжатие полученного фибробетона по сравнению с фибробетоном, приготовленным без предварительной диспергации, на 22 %, прочности на растяжение при изгибе — на 33 %. Прирост прочности предлагаемой модифицированной смеси при расходе портландцемента на 20 % меньше по сравнению с известным составом [1] составляет: на сжатие — 12 %, на растяжение при изгибе — 17 %.

В настоящее время строительной индустрией выпускается большое количество облегченных строительных материалов с повышенными теплозащитными свойствами. Согласно [4] минимальный размер отверстий составляет 10...12 мм. Согласно [5] коэффициент теплопроводности кладки из пустотелых кирпичей меньше, чем из полнотелых, на 25...40 %. В последнее время строительные фирмы предпочитают полнотелый кирпич, так как выигрыш от усиления теплозащитных свойств ограждающих конструкций при использовании пустотелого кирпича является незначительным и не приводит к уменьшению толщины стены. Повышение же расхода вяжущего раствора за счет его проваливания в полости приводит к значительному удорожанию работ. Кроме того, в воздушных прослойках толщиной 10...12 мм при значительном перепаде температур между наружным и внутренним воздухом в зимний период возникает конвективная теплопередача, что способствует увеличению потерь теплоты через ограждающие конструкции. Попыткам уменьшения и подавления конвективной теплопередачи посвящены многие работы и исследования [8]. Недостатком облегченных строительных изделий

для ограждающих конструкций являются также невысокие показатели прочности, водостойкости и морозостойкости, что требует использовать дополнительные конструктивные элементы.

В связи с этим предлагается использовать высокопрочный, водостойкий и морозоустойчивый фибробетонный блок пониженной теплопроводности, приготовленный по описанному выше способу, для изготовления ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Поставленную задачу предлагается решать путем устройства в корпусе фибробетонного блока системы параллельных воздушных прослоек, разделенных экранами из материала блока. Плоскость экранов расположена перпендикулярно направлению теплового потока. Толщина воздушной прослойки подбирается таким образом, чтобы в ней была полностью подавлена конвективная теплопередача и передача теплоты осуществлялась за счет теплопроводности воздуха при заданных интервалах температур [8].

Предлагаемый ограждающий элемент в виде блока стандартных размеров $20 \times 20 \times 40$ см с повышенными теплозащитными свойствами выполнен на основе фибробетона с использованием стальных и базальтовых волокон. В теле изделия выполняются воздушные прослойки в виде девяти сплошных воздушных экранов, расположенных на расстоянии 20 мм от боковых поверхностей, не доходящих до торцевых стенок изделия 20 мм и до ложковой поверхности 3...5 мм. Воздушные прослойки разделены экранами из материала блока толщиной 14,33 мм. В условиях монтажа ограждающей конструкции боковая поверхность блока должна располагаться перпендикулярно направлению теплового потока, а каждый последующий слой предлагаемых блоков укладывают открытой поверхностью вниз на свежесложенный цементно-песчаный раствор. Такой способ монтажа не позволяет раствору забиваться в воздушные прослойки и не приводит к его перерасходу. Образованная система замкнутых воздушных экранов также повышает теплозащитные и звукоизоляционные свойства ограждающей конструкции [8].

В зимний период времени наружные поверхности ограждающих конструкций зданий и сооружений подвергаются воздействию отрицательных температур, в то время как внутри помещения сохраняется положительная температура. Необходимо определить толщину воздушной прослойки для отрицательных температур, в которой отсутствует конвективная составляющая теплопередачи. Толщина воздушной прослойки определяется по известным критериальным уравнениям [6, 7]. Сначала проводится предварительный расчет зависимости коэффициентов эквивалентной теплопроводности воздушных прослоек от их толщины для температуры наружного воздуха -30 °С и перепада температуры Δt , равного 10 °С. Проведены аналогичные расчеты коэффициентов эквивалентной теплопроводности воздушных прослоек в зависимости от их толщины для температуры наружного воздуха -30 °С и перепадов температур Δt , равных $20, 30, 40, 50$ и 100 °С. По результатам расчетов построены зависимости коэффициента эквивалентной теплопроводности $\lambda_{\text{экв}}$, Вт/(м·К), воздушной прослойки от ее толщины δ , мм [8].

Расчет коэффициента эквивалентной теплопроводности кладки $\lambda_{\text{кл}}$ из фибробетонных блоков проводили с помощью расчетной схемы, приведенной в [8].

Для проведения расчетов использовали известные данные: $\lambda_{\text{фб}}$ — коэффициент теплопроводности фибробетона в сухом состоянии, Вт/(м·К); $\lambda_{\text{фб}} = 2,0$; $\lambda_{\text{ц.п}}$ — коэффициент теплопроводности цементно-песчанного раствора в сухом состоянии, Вт/(м·К), $\lambda_{\text{ц.п}} = 0,58$; $n_{\text{воз}}$ — количество воздушных прослоек, шт., $n_{\text{воз}} = 3 \dots 9$; $\delta_{\text{воз}}$ — толщина воздушных прослоек, м, $\delta_{\text{воз}} = 0,005$.

Аналогичные расчеты коэффициентов теплопроводности были проведены для экранированного фибробетонного блока как строительного элемента ($\lambda_{\text{экв.б}}$) и фибробетонного блока в кладке ($\lambda_{\text{экв.кл}}$) для количества воздушных экранов от 3 до 9 при их толщине 5 мм. При этом расстояние от крайних воздушных прослоек до краев блока остается постоянным, изменяются только толщина фибробетонных экранов и их количество. Полученные результаты приведены в таблице.

Значения коэффициентов теплопроводности предлагаемого экранированного фибробетонного блока

Количество воздушных прослоек толщиной 5 мм n , шт.	Эквивалентный коэффициент теплопроводности экранированного блока $\lambda_{\text{экв.б}}$, Вт/м·К	Эквивалентный коэффициент теплопроводности экранированного блока в кладке, $\lambda_{\text{экв.кл}}$, Вт/м·К
3	0,529	0,533
4	0,476	0,483
5	0,441	0,451
6	0,418	0,429
7	0,395	0,409
8	0,388	0,402
9	0,377	0,391

Анализируя результаты расчетов, приведенных в таблице, можно сделать вывод, что с увеличением количества воздушных экранов происходит уменьшение коэффициента теплопроводности экранированного блока. Наличие трех воздушных экранов в блоке уменьшает коэффициент теплопроводности в 3,5 раза, при экранировании девятью воздушными прослойками коэффициент теплопроводности уменьшается почти в 4,8 раза по сравнению с полнотелым фибробетонным блоком. Даже при трех воздушных экранах коэффициент теплопроводности предлагаемого фибробетонного блока $\lambda_{\text{ф.б}} = 0,529$ Вт/(м·К) соответствует коэффициенту теплопроводности четырнадцатипустотного силикатного кирпича $\lambda_{\text{с.к}} = 0,58$ Вт/(м·К), широко применяемого в жилищном и гражданском строительстве.

Таким образом, применение экранированных фибробетонных блоков (сборных панелей или монолитных стен) с применением стальных и базальтовых волокон позволит отказаться от использования дополнительных теплоизоляционных материалов. Значительно снизятся капитальные затраты на строительство и энергоресурсы [8].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Способ приготовления модифицированной сталефибробетонной смеси и модифицированная сталефибробетонная смесь : патент на изобретение / Е.А. Антропова, Б.А. Дробышевский, Б.Ф. Бялик, В.Н. Мазур. № 2214986, опубл. 27.10.2003 г.

2. *Перфилов В.А., Аткина А.В., Кусмарцева О.А.* Фибробетоны с высокодисперсными волокнистыми наполнителями // Малоэтажное строительство в рамках проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам России»: технологии и материалы, проблемы и перспективы развития в Волгоградской области : Междунар. науч.-практ. конф. Волгоград : ВолгГАСУ, 2009. С. 89—91.

3. Расчет фибробетона с нанодобавкой : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ / Перфилов В.А., Митяев С.П. № 2009612195, от 29.4.2009 г.

4. ГОСТ 530—95. Кирпич и камни керамические. Технические условия.

5. СНиП 23-02—2003. Тепловая защита зданий.

6. *Ковалевский В.И., Бойков Г.П.* Методы теплового расчета экранной изоляции. М. : Энергия, 1974. 200 с.

7. *Михеев М.А., Михеева И.М.* Основы теплопередачи. М. : Энергия, 1973. 320 с.

8. *Перфилов В.А., Лепилов В.И.* Керамзитобетонный блок с высокими теплозащитными свойствами // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия «Технические науки». 2008. № 6. С. 116—120.

1. Sposob prigotovleniya modificirovannoy stalefibrobetonnoy smesi i modificirovannaya stalefibrobetonnaya smes' : patent na izobreteniyе / E.A. Antropova, B.A. Drobyshevski, B.F. Byalik, V.N. Mazur. № 2214986, opubl. 27.10.2003 g.

2. *Perfilov V.A., Atkina A.V., Kusmarceva O.A.* Fibrobetony s vysokodispersnymi voloknistymi napolnitelyami // Maloetazhnoye stroitelstvo v ramkah proekta “Dostupnoye i komfortnoye zhilye grazhdanam Rossii”: tehnologii i materialy, problemy i perspektivy razvitiya v Volgogradskoy oblasti : Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Volgograd : VolgGASU, 2009. S. 89—91.

3. Raschet fibrobetona s nanodobavkoy : svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy EVM / *Perfilov V.A., Mityaev S.P.* № 2009612195, ot 29.04.2009 g.

4. ГОСТ 530—95 Кирпич и камни керамические. Технические условия.

5. СНиП 23-02—2003. Тепловая защита зданий.

6. *Kovalevskiy V.I., Boykov G.P.* Metody teplovogo rascheta ekrannoy izolyatsii. M. : Energiya, 1974. 200 s.

7. *Miheev M.A., Miheeva I.M.* Osnovy teploperedachi. M. : Energiya, 1973. 320 s.

8. *Perfilov V.A., Lepilov V.I.* Keramzitobetonnyy blok s vysokimi teplozashchitnymi svoystvami // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Seriya «Tekhnicheskiye nauki». 2008. № 6. S. 116—120.

© *Перфилов В.А., Лепилов В.И., Зубова М.О.,
Неизвестный Д.Л., Алаторцева У.В., 2011*

*Поступила в редакцию
в марте 2011 г.*

Ссылка для цитирования:

Способ приготовления модифицированной бетонной смеси для изготовления блоков ограждающих конструкций / В.А. Перфилов, В.И. Лепилов, М.О. Зубова и др. // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 59—64.

УДК 691.32:620.191.33

А.В. Котляревская, О.Н. Вольская, В.А. Перфилов, О.А. Кусмарцева

ВЛИЯНИЕ АКТИВИРОВАННОЙ ВОДЫ ЗАТВОРЕНИЯ И МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ПРОЧНОСТЬ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ

Дано описание модели нового метода активации воды затворения для цементных растворов и бетонов. Установлено влияние активированной воды затворения, модифицирующих добавок и фибровых волокон на прочность ячеистых бетонов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: активированная вода, модифицирующие добавки, фибра, прочность ячеистых бетонов.

The description of the model of the new method of the tempering water activation of tempering for cement grouts and concretes is given. The influence of the tempering activated water, modifying agents and fibrils on the durability of foamed concretes is stated.

К е у w o r d s: activated water, modifying agents, fiber, durability, foamed concretes.

С 1960-х гг. разрабатываются и апробируются различные методы воздействия на воду затворения для изменения ее собственной структуры и свойств, т.е. получения активированной воды. Активированной можно назвать любую субстанцию, в которой в результате внешних воздействий запас внутренней энергии оказывается неравновесным для данных значений температуры и давления. Таким образом, активация — это длительное существующее неравновесное состояние. В основе такого рода состояний лежит, по-видимому, изначальная способность материи к многовариантности структурирования в зависимости от физических и химических условий. Так, атомная структура молекулы определяется взаимным расположением ядер атомов, межъядерными расстояниями и валентными углами. Многие молекулы при температуре выше абсолютного нуля обладают бесконечным разнообразием атомных структур, обусловленным колебаниями атомных ядер и свободным вращением отдельных фрагментов молекул вокруг одинарных s-связей, которые образуются в результате перекрывания электронных орбит по линии, соединяющей ядра атомов. Классический пример бесконечного многообразия молекулярных структур можно продемонстрировать на модели вторичного и более высоких уровней организации нуклеопротеидов. То же самое можно отнести к воде: при внешних воздействиях диполь H_2O меняет форму за счет изменения валентного угла и межъядерных расстояний.

Методы получения активированной воды затворения можно условно разделить на несколько групп: физическое модифицирование (безреагентное), химическое модифицирование (реагентное) и их сочетание (комбинированное воздействие). Необходимо отметить, что в данном случае под физическим и химическим модифицированием понимается направленное регулирование параметров цементных систем, происходящее на стадии взаимодействия цемента с водой.

К физической активации воды относят следующие виды обработок: магнитная, электромагнитная, механическая, термическая, акустическая, плазменная, разрядно-импульсная, электрохимическая и др. Общими недостатка-

ми всех физических методов активации воды являются: трудность определения количественных параметров, характеризующих степень активации водной среды в производственных условиях; необходимость дооснащения технологических линий специальным оборудованием для активации воды; потребность в переработке технологических регламентов и пр.

Проведенный анализ использования химических модификаторов (добавок) в строительстве показывает, что наибольший удельный вес принадлежит пластификаторам и суперпластификаторам.

Вакуумный метод [1] получения активированной воды с помощью вакуумного дегазатора имеет низкие весовые показатели. Весь процесс выделения газов из воды начинается и заканчивается в главном элементе — вакуумной головке, которая работает как в ручном, так и в автоматическом режиме. В вакуумной головке происходит выделение газов, объясняемое непрерывным и одновременным протеканием процессов объемного вскипания газов и интенсивного дробления капель воды при движении в ограниченном объеме дегазатора. Процесс начинается при истечении струи из сопла, когда давление в струе уменьшается, а скорость существенно возрастает. Вокруг струи образуется кольцевая вакуумная зона, которая создает условия для получения в ней мгновенного объемного вскипания газов. Это способствует разрушению целостности струи и выделению агрессивных газов, фактически поток приобретает состояние газовой эмульсии. При этом образуется чрезвычайно большая поверхность мелко раздробленных капель воды (до 100 тыс. $\text{м}^3/\text{м}^3$), что является оптимальным условием для интенсивного перехода растворенных газов из воды в газовую среду. Десорбция газов из воды при указанных условиях становится весьма эффективной. Это способствует интенсификации процесса дегазации воды [1]. Срок хранения активированной воды не ограничен при герметично закрытой емкости.

Преимущества данного метода состоят в следующем:

- получение за доли секунд активированной воды со свойствами, увеличивающими продолжительность хранения до неограниченного срока;
- экологически безопасное звено в технологии приготовления бетонов;
- применение конструкций вакуумного дегазатора любой производительности;
- малая металлоемкость и простота устройства вакуумного дегазатора, позволяющая получить ощутимый экономический эффект;
- надежность при длительной эксплуатации с минимальными затратами;
- работа в автоматическом режиме.

Использование активированной воды в производстве бетона по предварительным данным дает экономию цемента до 15 %, возрастает прочность образцов при повышении удобоукладываемости смеси. Кроме того, замешанный на активированной воде раствор замерзает при более низкой температуре, что позволяет продолжать строительство и в сильные морозы.

Для экспериментальной проверки влияния активированной воды затворения и химических модификаторов на прочность ячеистых бетонов с различными видами фибровых волокон подбор составов осуществляли по разработанной компьютерной программе ЭВМ [2].

В качестве связующего использовался портландцемент М 500 Себряковского цементного завода. В качестве заполнителя применялся кварцевый пе-

сок с модулем крупности 1,8...2,0. Для повышения прочности (особенно на растяжение) ячеистых бетонов на микроуровне применялась дисперсная арматура в виде тончайшего строительного микроармирующего волокна (ВСМ) диаметром 20...50 мкм и длиной 3...18 мм с прочностью на разрыв до 500 МПа, производимого по ТУ 2272-006-13429727—2007, а также в виде базальтового волокна диаметром 13...17 мкм и длиной 6...12 мм с прочностью на растяжение до 2000 МПа [3].

Применение полимерных и базальтовых волокон-фибр способствует на стадии перемешивания образованию реологически однородной смеси с высокой пластичностью и нерасслаиваемостью. После затвердевания полученный фибропенобетон имеет пространственно армированную микроструктуру цементного камня, препятствующую образованию усадочных трещин.

Создание пористой структуры ячеистых бетонов осуществлялось путем применения пенообразователя ПБ-2000 в соответствии с ТУ 2481-185-05744685-01.

В качестве суперпластификатора использовалась поверхностно-активная добавка Sika ViscoCrete-3, представляющая собой водный раствор акриловых полимеров 30%-й концентрации, без содержания формальдегидов, плотностью 1,076 кг/л. Она удовлетворяет требованиям для суперпластификаторов ONORM EN 934-2. Добавка не содержит хлориды или другие вещества, вызывающие коррозию, поэтому может быть использована в железобетонных конструкциях. При введении указанного полимерного суперпластификатора происходит его адсорбция на поверхности частиц цемента, приводящая к эффекту межмолекулярного отталкивания цементных частиц и повышению подвижности смеси при снижении водоцементного отношения, что способствует последующему увеличению прочности затвердевшего ячеистого бетона.

В качестве пластификатора также использовали добавку «Полипласт СП-3» по ТУ 5870-006-58042865-05. Эта добавка относится к классу суперпластификаторов и обладает пластифицирующим-водоредуцирующим, снижающим водоцементное отношение, действием.

Для экспериментальной проверки сырьевой смеси, приготовленной предлагаемым способом, изготовили по стандартной методике образцы-балочки размером 40×40×160 мм, твердеющие в естественных условиях. Анализ полученных экспериментальных данных показал, что введение в сырьевую смесь, приготовленную с использованием активированной воды затвердения, дисперсной арматуры из полимерных волокон ВСМ, суперпластификатора Sika ViscoCrete-3 способствует увеличению, по сравнению с составом на обычной (неактивированной) воде, прочности на сжатие на 18,3 %, прочности на растяжение при изгибе на 22,8 %. В составах ячеистого бетона с использованием активированной воды затвердения, базальтовых фибровых волокон, а также химического модификатора в виде суперпластификатора «Полипласт СП-3» увеличение прочности на сжатие составило 25 %, прочности на растяжение при изгибе — 28,2 %.

Таким образом, использование комбинированной активации воды затвердения, включающей вакуумный метод и химический способ с применением суперпластификаторов Sika ViscoCrete-3 и «Полипласт СП-3», а также дисперсной арматуры из полимерных и базальтовых волокон способствует уве-

личению прочности ячеистых бетонов при улучшенной удобоукладываемости бетонной смеси.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Способ очистки воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения и устройства для его осуществления : патент на изобретение / *В.Г. Гамарник, О.Н. Вольская, Н.А. Запорожцева*. № 2282594, опубл. 27.08.2006 г.

2. Расчет фибробетона с нанодобавкой : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ / *В.А. Перфилов, С.П. Митяев*. № 2009612195, от 29.04.2009 г.

3. *Перфилов В.А., Аткина А.В., Кусмарцева О.А.* Фибробетоны с высокодисперсными волокнистыми наполнителями // Малоэтажное строительство в рамках проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам России»: технологии и материалы, проблемы и перспективы развития в Волгоградской области : Междунар. науч.-практ. конф. Волгоград : ВолгГАСУ, 2009, С. 89—91.

1. *Sposob ochistki vody dlya hozyastvenno-pit'yevogo vodosnabzheniya i ustroystva dlya ego osushchestvleniya* : patent na izobreteniyе / *V.G. Gamarnik, O.N. Vol'skaya, N.A. Zaporozhtseva*. № 2282594, opubl. 27.08.2006 g.

2. *Raschet fibrobetona s nanodobavkoy* : svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy EVM / *V.A. Perfilov, S.P. Mityaev*. № 2009612195, ot 29.04.2009 g.

3. *Perfilov V.A., Atkina A.V., Kusmarceva O.A.* Fibrobetony s vysokodispersnymi voloknistymi napolnitelyami // *Maloetazhnoye stroitelstvo v ramkah proekta "Dostupnoye i komfortnoye zhilye grazhdanam Rossii"*: tehnologii i materialy, problemy i perspektivy razvitiya v Volgogradskoy oblasti : Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Volgograd : VolgGASU, 2009. S. 89—91.

© *Котляревская А.В., Вольская О.Н.,
Перфилов В.А., Кусмарцева О.А., 2011*

*Поступила в редакцию
в марте 2011 г.*

Ссылка для цитирования:

Влияние активированной воды затворения и модифицирующих добавок на прочность ячеистых бетонов / *А.В. Котляревская, О.Н. Вольская, В.А. Перфилов, О.А. Кусмарцева* // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 65—68.

УДК 691.175.2

А.Д. Корнеев, П.В. Борков, А.А. Клышников, И.В. Папин**СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Рассматривается вопрос формирования структуры полимерных композитов. Представлена аналитическая модель наполненной полимерной системы. Предложена методика определения отдельных параметров защитных полимерных покрытий.

К л ю ч е в ы е с л о в а: полимерное покрытие, структурообразование, межфазный слой.

The authors consider the issue of structure formation of polymer composites. Presented an analytical model filled polymer system. The authors propose a method of determination of individual parameters of protective coatings.

К e y w o r d s: polymer coating, structure formation, interfacial layer.

Свойства защитных покрытий зависят от действия множества факторов. Это, прежде всего, физико-химические свойства смолы, ее количественный состав, количество и вид отвердителя, а также минералогические и физико-механические свойства наполнителя.

Экспериментальные исследования зависимости прочности полимерного связующего на основе эпоксидной смолы ЭД-20 и наполнителей из микрокремнезема и конвертерного шлака от полимеротвердого соотношения (П/Н) показали, что графически она представлена тремя участками (рис. 1).

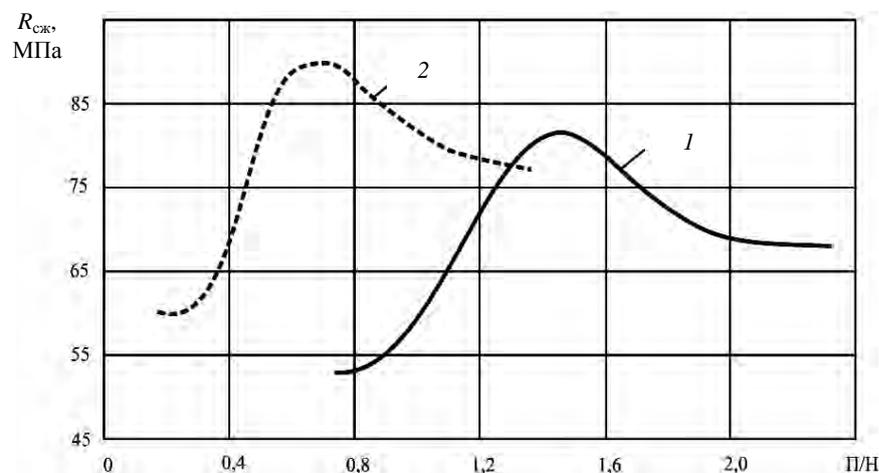


Рис. 1. Зависимость прочности полимерного связующего на основе эпоксидной смолы ЭД-20 и наполнителей из микрокремнезема и конвертерного шлака от полимеротвердого соотношения (П/Н): 1 — микрокремнезем; 2 — конвертерный шлак

Анализ полученных результатов показал, что механизм образования структуры эпоксидного связующего подчиняется основным законам коллоидной химии [1]. Как следует из этой работы, такая система, как эпоксидное связующее, относится к неустойчивым системам, в которых самопроизвольно протекают процессы укрупнения и разукрупнения частиц наполнителя.

Для термодинамически неустойчивых систем агрегативная устойчивость носит кинетический характер, и судить о ней можно по скорости процессов, вызываемых избытком поверхностной энергии. Кроме того, устойчивость зависит от свойств поверхностных слоев, окружающих частицы.

В соответствии с теорией Дерягина, Ландау, Фервея и Овербека суммарная энергия взаимодействия частиц $U(\delta)$ складывается из энергии притяжения $U_m(\delta)$ и энергии отталкивания $U_3(\delta)$.

Анализ графика зависимости суммарной энергии взаимодействия частиц (рис. 2) показывает, что положительная энергия отталкивания $U_3(\delta)$ с увеличением расстояния δ уменьшается по экспоненциальному закону, а отрицательная энергия притяжения $U_m(\delta)$ обратно пропорциональна квадрату расстояния. Поэтому на малых расстояниях между частицами преобладает энергия притяжения, так как экспонента убывает значительно быстрее, чем степенная функция. На средних расстояниях, наоборот, наблюдается преобладание сил электростатического отталкивания. Также на средних расстояниях существует оптимум, который представляет собой потенциальный барьер, препятствующий слипанию частиц.

Структурообразование защитного полимерного покрытия может быть представлено в виде последовательности процессов, происходящих в дисперсных системах. Процессы взаимодействия частиц в этих системах взаимосвязаны друг с другом и определяют устойчивость состояния системы. К агрегативно неустойчивым системам относится большинство дисперсных систем, обладающих избытком поверхностной энергии. В этих системах самопроизвольно протекают процессы укрупнения частиц, приводящие к снижению поверхностной энергии за счет уменьшения удельной поверхности. Укрупнение частиц представляет собой коагуляцию, заключающуюся в адгезионном взаимодействии частиц дисперсной фазы с макроповерхностями. При этом в концентрированных системах коагуляция может проявляться в образовании объемной структуры, в которой равномерно распределяется дисперсионная среда. В общем виде схема переходов жидких дисперсных систем в разные состояния может быть представлена в виде схемы, приведенной на рис. 3.

Устойчивая свобододисперсная система, в которой дисперсная фаза (в виде зародышей) равномерно распределена по всему объему и может обра-

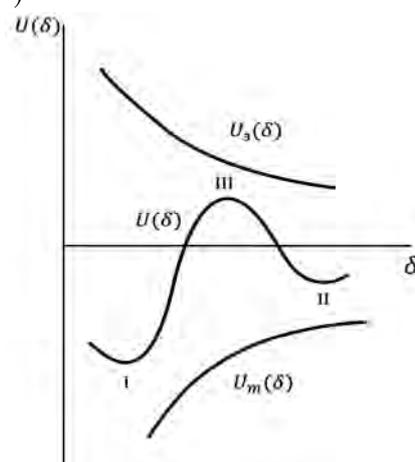


Рис. 2. Зависимость энергии электростатического отталкивания частиц $U_3(\delta)$, энергии молекулярного притяжения $U_m(\delta)$ и суммарной энергии взаимодействия частиц ($U(\delta) = U_3 + U_m$) от расстояния δ между ними: I — первая потенциальная яма; II — вторая (дальняя) потенциальная яма; III — потенциальный барьер

зовываться в результате конденсации 1 из истинного раствора. При этом потеря агрегативной устойчивости приводит к коагуляции 8. Первый этап этой коагуляции 3 состоит в сближении частиц дисперсной фазы и их взаимной фиксации на небольших расстояниях друг от друга с прослойками среды между ними. Это сближение частиц приводит к образованию флоккул (агрегаты из нескольких частиц, разделенные прослойками среды), или коагуляционных структур. Обратный процесс 5 образования свободно дисперсной системы из структурированной известен как процесс пептизации.

Более глубокий процесс коагуляции 6, 7 приводит к разрушению прослоек среды и непосредственному контакту частиц, в результате чего или образуются жесткие агрегаты из твердых частиц, или происходит полное слияние их в системах с жидкой или газообразной дисперсной фазой. В концентрированных системах образуются жесткие объемные конденсационные структуры твердых тел, которые можно снова превратить в свободно дисперсную систему только с помощью принудительного диспергирования.

Образующаяся вокруг частиц наполнителя полимерная прослойка состоит из трех слоев: межфазного, диффузионного и слоя смолы, не отличающегося по свойствам от свойств смолы в «объеме». Электромолекулярные силы, под воздействием которых образуются межфазный и диффузионные слои, создают большое давление на молекулы смолы, и поэтому при взаимодействии смолы с поверхностью наполнителей существенно уменьшается молекулярная подвижность их макромолекул. Это, в свою очередь, приводит к изменению структуры и свойств межфазного слоя, что проявляется в повышении плотности, вязкости и изменении релаксационных свойств полимерных защитных покрытий.

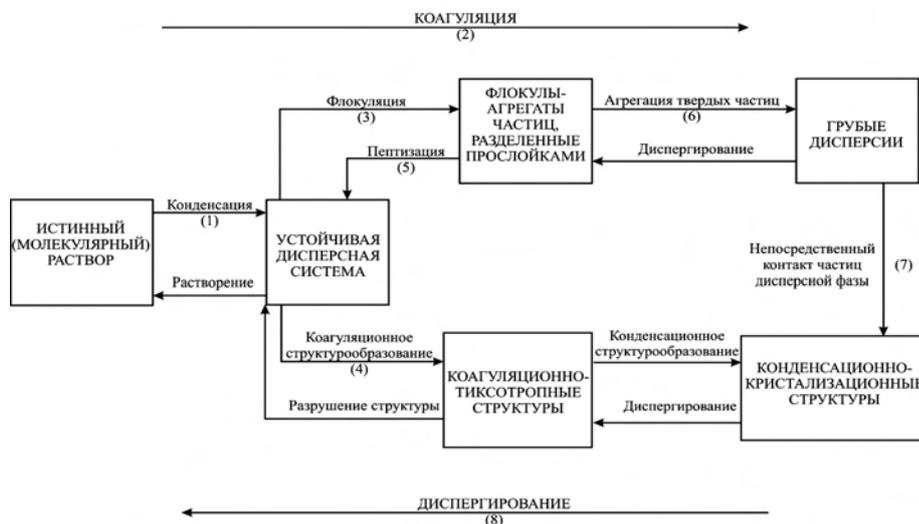


Рис. 3. Схема взаимосвязи процессов поверхностного взаимодействия в дисперсных системах

Первые несколько слоев молекул смолы, находящиеся непосредственно у самой поверхности частицы наполнителя, испытывают сильное притяжение. Под его действием они жестко ориентированы в определенном направ-

лении, вследствие чего свойства слоя из этих молекул приближаются к свойствам твердых тел.

Эти молекулы входят составной частью в полимерную прослойку и образуют межфазный слой или адгезионную пленку смолы.

Используя трехэлементную модель наполненной системы (смола, наполнитель, полимерная прослойка), можно аналитически установить отдельные ее параметры.

Если принять объем наполнителя в наполненной системе защитного покрытия за единицу, например 1 м^3 , то расход смолы в ней с учетом раздвижки зерен наполнителя определяется по формуле

$$V_c = P_n + m_n S_n \delta, \quad (1)$$

где P_n — пустотность наполнителя, м^3 ; m_n — масса 1 м^3 наполнителя, г; S_n — удельная поверхность наполнителя, $\text{м}^2/\text{г}$; δ — толщина межфазного слоя, м.

Раздвижка зерен наполнителя изменит его объем (1 м^3), который будет равен

$$V_n' = V_n + m_n S_n \delta. \quad (2)$$

Тогда объемная концентрация смолы в составе защитного покрытия определится из следующего выражения

$$C_v = \frac{P_n + m_n S_n \delta}{V_n + m_n S_n \delta}. \quad (3)$$

Решая уравнение (3) относительно δ , получили следующее выражение

$$\delta = \frac{C_v V_n - P_n}{m_n S_n (1 - C_v)}. \quad (4)$$

Уравнение (4) позволяет аналитически определять толщину межфазного слоя смолы вокруг наполнителя заданной удельной поверхности и пустотности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фролов А.Г. Курс коллоидной химии. М. : Альянс, 2004. С. 326—328.
2. Корнеев А.Д. Структурообразование полимерных связующих // Повышение долговечности бетонов транспортных сооружений : межвузов. сб. науч. тр. М. : МИИТ, 1982. С. 103—106.
3. Корнеев А.Д., Борков П.В. Прогнозирование долговечности полимерных композиционных материалов конструкционного назначения // Материалы научных трудов Третьих Воскресенских чтений «Полимеры в строительстве». Казань : Казанский ГАСУ, 2009.

1. Frolov A.G. Kurs kolloidnoy himii. M. : Al'yans, 2004. S. 326—328.
2. Korneyev A.D. Strukturoobrazovanie polymernykh svyazuyuschih / Povyshenie dolgovechnosti betonov transportnykh sooruzhenii : megvuz. sb. nauch. tr. M. : MIIT, 1982. S. 103—106.
3. Korneyev A.D., Borkov P.V. Prognozirovaniye dolgovechnosty kompozitsionnykh materialov konstruksionnogo naznacheniya // Materialy nauchnykh trudov Tret'yikh Voskresenskikh chteniy «Polymery v stroitel'stve». Kazan' : Kazanskiy GASU, 2009.

© Корнеев А.Д., Борков П.В., Клышников А.А., Папин И.В., 2011

Поступила в редакцию в марте 2011 г.

Ссылка для цитирования: Структурообразование защитных полимерных покрытий / А.Д. Корнеев, П.В. Борков, А.А. Клышников, И.В. Папин // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 69—72.

УДК 620.1:691.32

В.Т. Ерофеев, А.Д. Богатов, С.Н. Богатова, В.Ф. Смирнов, Е.А. Захарова

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЧЕТОМ ИХ СТАРЕНИЯ

Проведены исследования биологической стойкости некоторых материалов, используемых в строительной отрасли. Экспериментально показано, что стеклощелочное вяжущее и строительные растворы на основе жидкого стекла обладают повышенной устойчивостью в биологически агрессивных средах. Установлены потенциальные биодеструкторы, способные к заселению на поверхностях рассматриваемых материалов при их эксплуатации в воздушно-сухих условиях.

К л ю ч е в ы е с л о в а: бой стекла, цемент, эпоксидная смола, жидкое стекло, микроорганизмы, биологическое сопротивление, старение.

The researches biological firmness of materials used in building industry are given. Glass alkali bonding materials and building solutions on the basis of liquid glass are possessed the raised stability in biologically excited environments. The potential biodestructors able to stocking on surfaces of considered materials at their operation in air-dry conditions are established.

К е у w o r d s: broken glass, cement, epoxide pitch, liquid glass, microorganisms, biological resistance, deterioration.

В последние годы отмечается рост разнообразия и численности микроорганизмов, вызывающих биопоражение материалов и сооружений. Возросла агрессивность известных видов. Внедрение новых материалов в строительство лишь на первых порах способствует ограничению этого вида разрушения. Подсчитано, что ущерб, причиняемый объектам в результате биоповреждений, составляет многие десятки миллиардов долларов [1—4]. Процессы биоразрушений прогрессируют с каждым годом. Выборочное обследование зданий и сооружений в Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Владивостоке, Якутске, Саранске и в других городах показало, что большое их число поражено микроорганизмами многих видов [5, 6].

Биоповреждения материалов микроорганизмами известны очень давно. При этом опыт эксплуатации материалов конструкций, зданий и сооружений показывает, что из микроорганизмов наибольшее повреждающее воздействие оказывают мицелиальные грибы по сравнению с бактериями и актиномицетами. В умеренном климате грибы вызывают повреждения промышленных материалов во время их изготовления, когда производство сопряжено с высокой температурой и влажностью, а также при нарушении условий хранения и эксплуатации, транспортировке. В тропическом и субтропическом климате развитие грибов происходит более интенсивно, а, следовательно, ущерб, причиняемый грибами, значительнее.

Мицелиальные грибы повреждают практически все природные и многие синтетические материалы, а также стальные и железобетонные конструкции.

Развитие и жизнедеятельность микроорганизмов тесно связаны с условиями среды, в которой они обитают. Внешняя среда может стимулировать или подавлять рост биодеструкторов. Разрушения материалов грибами зависят от их состава. В первую очередь повреждаются материалы, содержащие питательные вещества для грибов.

Органические соединения, которые служат источниками питания для грибов, входят в состав многих строительных и промышленных материалов, что и является причиной их заселения грибами. Кроме того, источником органических веществ могут служить различного рода загрязнения, попадающие на материалы, которые по своему химическому составу не могут служить источниками энергии и углерода (металлы, полимеры и др.).

В табл. 1 приведены результаты исследований, показывающие сравнительные данные биологической стойкости различных видов вяжущих.

Т а б л и ц а 1

Биостойкость вяжущих после набора прочности

Материал	Метод 1	Метод 3	Результат
Стеклощелочное вяжущее	0	0 ($R^* = 45$ мм)	Фунгициден
Портландцементный камень	0	3	Грибостоек
Гипсовый камень	4	5	Негрибостоек
Отвержденная эпоксидная смола	2	5	Грибостоек
Строительные растворы на основе жидкого стекла	0	0 ($R = 8$ мм)	Фунгициден

* R — радиус зоны ингибирования роста грибов.

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что только образцы стеклощелочного вяжущего и строительного раствора на основе жидкого стекла обладают фунгицидными свойствами. Высокая биостойкость вяжущего на основе боя стекла, видимо, объясняется повышенным уровнем водородного показателя системы. У композитов на основе жидкого стекла такой же эффект объясняется тем, что в качестве отвердителя используется кремнефтористый натрий (20 мас. ч. на 100 мас. ч. жидкого стекла), который, как известно, обладает хорошим фунгицидным действием.

Далее была исследована биостойкость образцов материалов, приведенных в табл. 1, после выдерживания их в воздушно-сухих условиях в течение трех и девяти месяцев (табл. 2).

Полученные в ходе эксперимента результаты свидетельствуют о том, что происходит снижение биологической стойкости материалов. Образцы стеклощелочного вяжущего и строительного раствора на основе жидкого стекла сохраняют фунгицидность, однако с течением времени радиус зоны ингибирования роста грибов снижается до нуля (при испытаниях на фунгицидность зона вокруг образцов постепенно обростает). Что же касается образцов портландцементного камня, то они остаются грибостойкими. Образцы отвержденной эпоксидной смолы после выдерживания в течение 9 мес. в воздушно-сухих условиях становятся негрибостойкими.

С целью выявления потенциальных биодеструкторов вяжущих органического и неорганического происхождения после выдерживания в воздушно-сухих условиях были проведены исследования по определению видового состава микроорганизмов, заселяющих их. Задачей исследований являлось установление количества родов грибов из присутствующих в воздухе помещения, способных использовать вяжущие вещества в качестве источника питания, а также определение конкретных видов — представителей данного рода.

Т а б л и ц а 2

Результаты исследования биостойкости вяжущих после выдерживания
в воздушно-сухих условиях

Состав	Метод 1	Метод 3	Результат
<i>в течение 3 месяцев</i>			
Стеклощелочное вяжущее	0	0 (R=15 мм)	Фунгициден
Портландцементный камень	0	3	Грибостоек
Гипсовый камень	4	5	Негрибостоек
Отвержденная эпоксидная смола	2	5	Грибостоек
Строительные растворы на основе жидкого стекла	0	0 (R=15 мм)	Фунгициден
<i>в течение 9 месяцев</i>			
Стеклощелочное вяжущее	0	0	Фунгициден
Портландцементный камень	2	4	Грибостоек
Гипсовый камень	5	5	Негрибостоек
Отвержденная эпоксидная смола	4	5	Негрибостоек
Строительные растворы на основе жидкого стекла	0	0	Фунгициден
<i>в течение 12 месяцев</i>			
Стеклощелочное вяжущее	0	2	Грибостоек
Портландцементный камень	0	4	Грибостоек
Гипсовый камень	4	5	Негрибостоек
Отвержденная эпоксидная смола	4	5	Негрибостоек
Строительные растворы на основе жидкого стекла	0	0	Фунгициден

В процессе выполнения работы установлены роды и виды грибов, поселившихся на образцах материалов за время пребывания в воздушно-сухих условиях в течение 3, 9 и 12 мес. после набора марочной прочности. Видовой состав грибов приведен в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Видовой состав колоний грибов, заселяющих вяжущие, после выдерживания
в воздушно-сухих условиях

Наименование материала	Виды грибов	Общее количество видов грибов / количество родов
<i>в течение 3 месяцев</i>		
Стеклощелочное вяжущее	Грибов нет	0
Портландцементный камень	<i>Aspergillus ustus</i>	1/1
Гипсовый камень	<i>Aspergillus ustus, Penicillium nigricans, Mucor corticola, Chaetomium globosum, Verticillium nigrescens</i>	5/5
Отвержденная эпоксидная смола	<i>Aspergillus niger, Aspergillus ustus, Penicillium nigricans, Mucor corticola</i>	4/3
Строительные растворы на основе жидкого стекла	Грибов нет	0

Окончание табл. 3

Наименование материала	Виды грибов	Общее количество видов грибов / количество родов
<i>в течение 9 месяцев</i>		
Стеклощелочное вяжущее	<i>Aspergillus niger, Penicillium cyclopium, Penicillium claviforme, Penicillium notatum, Penicillium lanoso-griseum, Alternaria dianthi, Chaetomium globosum</i>	7/4
Портландцементный камень	<i>Aspergillus niger, Aspergillus oryzae, Alternaria alternata, Alternaria dianthi, Penicillium notatum, Penicillium chrysogenum, Penicillium lanosum, Penicillium urticae, Penicillium puberulum, Gliocladium roseum</i>	10/4
Гипсовый камень	<i>Aspergillus niger, Aspergillus oryzae, Aspergillus ustus, Aspergillus clavatus, Alternaria brassicae, Alternaria alternata, Cladosporium macrocarpum, Cladosporium elatum, Chaetomium globosum, Chaetomium dolichotrichum, Penicillium lanosum, Penicillium notatum, Penicillium nigricans</i>	13/5
Отвержденная эпоксидная смола	<i>Aspergillus niger, Aspergillus ustus, Penicillium lanosum, Penicillium notatum, Penicillium palitans, Penicillium urticae, Penicillium puberulum, Cladosporium macrocarpum, Mucor corticola, Mucor circinelloides</i>	10/4
Строительные растворы на основе жидкого стекла	<i>Aspergillus niger</i> , три колонии бактерий	1/1
<i>в течение 12 месяцев</i>		
Стеклощелочное вяжущее	<i>Aspergillus niger, Aspergillus ustus, Penicillium notatum, Penicillium claviforme, Penicillium cyclopium, Penicillium ochrochloron, Penicillium nigricans, Fusarium moniliforme, Cladosporium elatum</i>	9/4
Портландцементный камень	<i>Aspergillus niger, Aspergillus ustus, Alternaria brassicae, Cladosporium elatum</i>	4/3
Гипсовый камень	<i>Aspergillus niger, Aspergillus ustus, Aspergillus fumigatus, Aspergillus clavatus, Aspergillus oryzae, Penicillium notatum, Cladosporium elatum, Fusarium sambucinum, Chaetomium dolichotrichum, Mucor corticola, Mucor circinelloides, Alternaria brassicae</i>	12/7
Отвержденная эпоксидная смола	<i>Aspergillus niger, Aspergillus ustus, Aspergillus fumigatus, Aspergillus ruber, Penicillium notatum, Alternaria brassicae, Alternaria pluriseptata, Fusarium moniliforme, Cladosporium elatum</i>	9/5
Строительные растворы на основе жидкого стекла	<i>Aspergillus ustus, Aspergillus versicolor, Aspergillus fumigatus, Alternaria dianthi</i>	4/2

После выдерживания образцов в течение 3 мес. на портландцементном камне обнаружен 1 род гриба — *Aspergillus ustus*. На образцах гипсового камня — 5 родов грибов (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Chaetomium*, *Verticillium*) способных расти на их поверхности. На образцах отвержденной эпоксидной смолы обнаружено 3 рода грибов (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*). Что касается количества грибов, которые были обнаружены на поверхностях исследуемых составов после выдерживания в воздушно-сухих условиях в течение 9 мес., то оно во всех случаях увеличилось.

На стеклощелочном вяжущем и образцах строительного раствора на основе жидкого стекла при выдерживании в нормальных условиях в течение 3 мес. колонии грибов не обнаружены. После 9 мес. колонии грибов хотя и обнаружены, но их мало, развиваются они медленно и находятся в угнетенном состоянии. На данных составах грибы выросли на отпечатках с образцов и на среде рядом с образцами.

После 12 мес. выдерживания общее количество видов грибов, обнаруженных на поверхностях исследуемых образцов увеличилось. Следует отметить, что на поверхностях всех составов (кроме образцов строительного раствора на основе жидкого стекла) обнаружены несколько одинаковых видов грибов: *Aspergillus niger*, *Aspergillus ustus*, *Cladosporium elatum*.

Результаты проведенных экспериментов также подтвердили, что даже содержащиеся в воздухе помещений споры микроскопических грибов могут заселяться на поверхностях строительных материалов и изделий и использовать их или имеющиеся на них загрязнения в качестве питательного субстрата. Поселяясь на поверхности строительных материалов и конструкций, микроорганизмы наряду с разрушающим воздействием ухудшают экологическую ситуацию в зданиях и сооружениях (приводят к возникновению запаха плесени в помещениях и выделяют токсичные продукты, аллергены) [7, 8]. Развиваясь на материалах, грибы выделяют массу спор и различных продуктов жизнедеятельности, которые способны вызывать ряд серьезных заболеваний человека, прежде всего это микозы — поражения грибковой инфекцией (например, аспергиллез — заболевание, вызываемое грибами *Aspergillus*), которые очень трудно диагностируются и еще труднее лечатся. Также известно, что 50 % заболеваний бронхиальной астмой связано именно с поражением микромицетами. Они же вызывают пенициллез, часто сопровождающийся воспалением суставов и костей. Поэтому рост колоний грибов наносит вред не только строительным и промышленным материалам, но и людям, которые находятся с ними в контакте. Это еще раз подтверждает необходимость избирательного подхода при выборе строительных материалов в зависимости от конкретных условий эксплуатации и проведения профилактических мероприятий, предотвращающих или сводящих к минимуму вероятность заселения на них микроскопических организмов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование грибостойкости строительных материалов / М.С. Фельдман, И.В. Стручкова, В.Т. Ерофеев и др. // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. по биоповреждениям. Н. Новгород, 1991. С. 76—77.
2. Коваль Э.З., Сидоренко Л.П. Микодеструкторы промышленных материалов. Киев : Наукова думка, 1989. 192 с.
3. Биоповреждения / под ред. В.Д. Ильичева. М. : Высш. шк., 1987. 352 с.

4. *Грану Э.Б.* Предупреждение дефектов в строительных конструкциях. М. : Стройиздат, 1980. 215 с.
 5. Биологическое сопротивление материалов / В.И. Соломатов, В.Т. Ерофеев, В.Ф. Смирнов и др. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2001. 196 с.
 6. Защита зданий и сооружений от биоповреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина / под ред. П.Г. Комохова, В.Т. Ерофеева, Г.Е. Афиногенова. СПб. : Наука, 2010. 192 с.
 7. *Каравайко Г.И., Жеребятьева Т.В.* Бактериальная коррозия бетонов // Докл. АН СССР. 1989. Т. 306. № 2. С. 477—481.
 8. *Миракян М.Е.* Очерки по профессиональным грибковым заболеваниям. Ереван, 1981. 134 с.
1. Issledovaniye gribostoykosti stroitelnykh materialov / M.S. Feldman, I.V. Struchkova, V.T. Yerofeyev i dr. // Tez. dokl. IV Vsesoyuz. konf. po biopovrezhdeniyam. N. Novgorod, 1991. S. 76—77.
 2. *Koval E.Z., Sidorenko L.P.* Mikrodestruktory promyshlennykh materialov. Kiev : Naukova dumka, 1989. 192 s.
 3. Biopovrezhdeniya / pod. red. V.D. Ilyicheva. M. : Vyssh. shk., 1987. 352 s.
 4. *Granau E.B.* Preduprezhdeniye defektov v stroitelnykh konstruktsiyakh. M. : Stroyisdat, 1980. 215 s.
 5. Biologicheskoye soprotivleniye materialov / V.I. Solomатов, V.T. Yerofeyev, V.F. Smirnov i dr. Saransk : Isd-vo Mordov. un-ta, 2001. 196 s.
 6. Zashchita zdaniy i sooruzheniy ot biopovrezhdeniy biotsidnymi preparatami na osnove guanidina / pod. red. P.G. Komokhova, V.T. Yerofeyeva, G.E. Afinogenova. SPb. : Nauka, 2010. 192 s.
 7. *Karavayko G.I., Zheryatyeva T.V.* Bakterial'naya korroziya betonov // Dokl. AN SSSR. 1989. T. 306. № 2. S. 477—481.
 8. *Mirakyan M.E.* Ocherki po professional'nym gribkovym zabolevaniyam. Erevan, 1981. 134 s.

© *Ерофеев В.Т., Богатов А.Д., Богатова С.Н., Смирнов В.Ф., Захарова Е.А., 2011*

*Поступила в редакцию
в апреле 2011 г.*

Ссылка при цитировании:

Исследование биостойкости строительных материалов с учетом их старения / В.Т. Ерофеев, А.Д. Богатов, С.Н. Богатова и др. // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2011. Вып. 22 (41). С. 73—78.

УДК [691.544:666.972.162]:001.891.53

М.О. Коровкин, Н.А. Ерошкина

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОРЕДУЦИРУЮЩЕГО ЭФФЕКТА СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ В ГЛИНОЗЕМИСТЫХ ЦЕМЕНТАХ

Приведены результаты исследования водоредуцирующих эффектов при введении суперпластификаторов различных производителей в глиноземистые цементы ISTRА 40, Secar 51 и напрягающийся цемент НЦ-20. Выявлены зависимости эффективности добавок от их химической природы. Установлено, что водоредуцирующий эффект суперпластификатора не зависит от валового содержания оксида алюминия в глиноземистом цементе.

К л ю ч е в ы е с л о в а: суперпластификатор, глиноземистый цемент, водоредуцирующий эффект.

The research data of water-reducing effects of different manufacturer's superplasticizers in aluminous cements ISTRА 40, Secar 51 and stiffening cement NC-20 are shown. The dependences on the effectiveness of additives on their chemical nature are revealed. The fact is established that the water-reducing effect of superplasticizer is not dependent of the total content of alumina in the aluminous cement.

К е y w o r d s: superplasticizer, aluminous cement, water-reducing effect.

В отечественной стройиндустрии возрастает применение глиноземистого цемента совместно с гипсом в качестве расширяющегося компонента в ремонтно-отделочных смесях на основе портландцемента для снижения их усадки и водопроницаемости [1]. Использование суперпластификаторов (СП) на нафталинформальдегидной основе в таких цементах имеет низкую эффективность. Водоредуцирующий эффект СП в глиноземистых цементах ниже, чем в портландцементе, кроме того, пластифицирующий эффект снижается значительно быстрее [2]. Эта особенность глиноземистых цементов связана с тем, что алюминатные минералы имеют во много раз более высокую сорбционную способность по отношению к СП в сравнении с силикатными минералами, которые преобладают в портландцементном клинкере [3].

На российском рынке химических добавок представлено значительное число СП различной химической природы — это добавки на основе нафталинформальдегидных, меламинформальдегидных, поликарбоксилатных и других соединений. С учетом разнообразия представленных на рынке СП и глиноземистых цементов у производителей ремонтно-отделочных смесей могут возникать затруднения при выборе оптимального СП.

Исследования эффективности СП в глиноземистых цементах были проведены на трех вяжущих различных производителей: напрягающемся цементе НЦ-20 ОАО «Подольск-цемент», глиноземистых цементах ISTRА 40 фирмы «HeidelbergCement» (Германия) и Secar 51 фирмы «Lafarge Aluminates» (Франция). Содержание Al_2O_3 в Secar 51 составляет 51,5...53,5 [4], в ISTRА 40 — 39...42 [5] и в НЦ-20 — ориентировочно 9...20 %.

В качестве СП было исследовано 7 добавок, характеристики которых приведены в табл. 1. Дозировка добавок во всех опытах была принята 0,5 % от массы цемента.

Т а б л и ц а 1

Характеристика исследованных суперпластификаторов

Наименование СП	Химическая основа	Производитель	Рекомендуемая область применения
C-3	Нафталинсульфо- кислота	ОАО «Оргсин- тез», г. Новомос- ковск, Россия	Производство железобетонных изде- лий, бетонных полов и покрытий с вы- сокими эксплуатационными свойствами
Peramin SMF20	Полимерный сульфомеламин	Perstorp Construc- tion Chemicals Inc., Швеция	Самовыравнивающиеся смеси на осно- ве обычного и высокоалюминатного цемента, гипса
Sika Viscocrete 105P	Поликарбокиси- лат	Sika AG, Швейца- рия	Самовыравнивающиеся и самоуплот- няющиеся бетоны и растворы
Melment F10	Полимерный сульфомеламин	SKV Polymers GmbH, Германия	Самовыравнивающиеся полы и стяжки на основе портландцемента
Melflux PP100F	Модифициро- ванный поли- этиленгликоль		Самовыравнивающиеся полы и стяжки на основе портландцемента, глиноземи- стого цемента и гипса
Melflux PP200F			
Melflux PP1641F	Полиэфиркар- боксилат		

Исследования проводились на цементных суспензиях. В ходе экспери-
мента подбиралось водоцементное отношение суспензии без добавки и с до-
бавкой 0,5 % СП, необходимое для получения диаметра ее расплыва на стек-
ле 40 мм. Такой расплыв был принят, так как это наибольшая подвижность
цементной суспензии, в которой не наблюдалось водоотделение. Диаметр
расплыва определялся через 3 и 10 мин. Для определения расплыва использо-
вался цилиндрический вискозиметр диаметром 16 и высотой 20 мм.

Оценка эффективности СП проводилась по показателю водоредуци-
рующего эффекта, который рассчитывался по формуле $BP = 100 (V/C_n -$
 $- V/C_n)/V/C_n$, где V/C_n и V/C_n — водоцементное отношение непластифициро-
ванной и пластифицированной смеси соответственно.

Результаты подбора водоцементных отношений для получения равнопо-
движных суспензий цементов без добавки и с добавкой СП приводятся в
табл. 2, а результаты расчета водоредуцирующих эффектов — на рисунке.

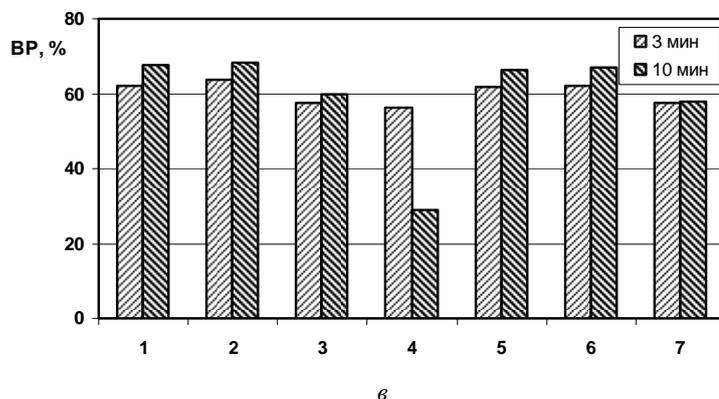
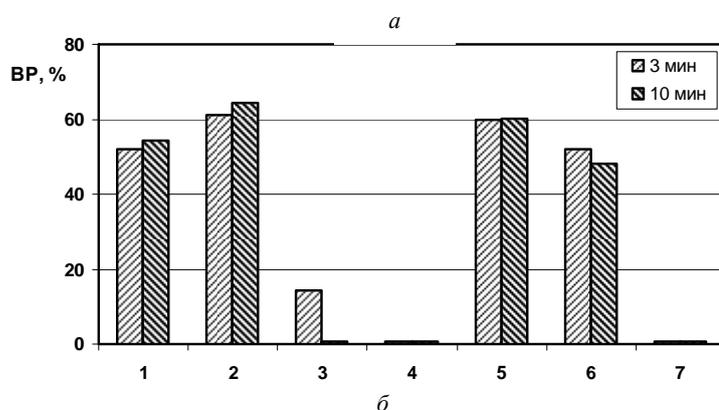
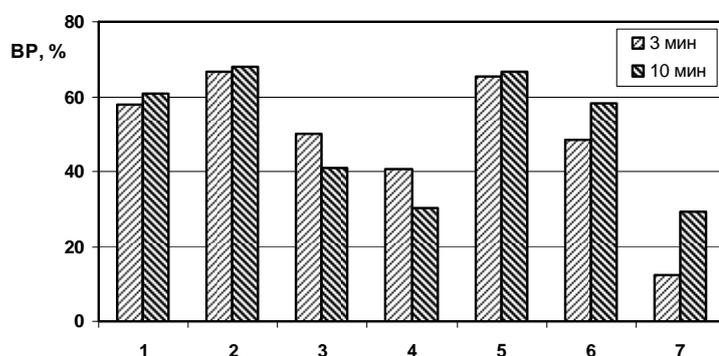
Т а б л и ц а 2

Водоцементные отношения суспензий для получения равных расплывов смеси

Добавка	НЦ-20		ISTRA 40		Secar 51	
	3 мин	10 мин	3 мин	10 мин	3 мин	10 мин
Без добавки	0,558	0,738	0,359	0,393	0,487	0,553
Melflux PP100F	0,234	0,289	0,172	0,180	0,185	0,180
Melflux 1641F	0,186	0,237	0,139	0,140	0,177	0,176
Peramin SMF20	0,279	0,435	0,308	0,519	0,207	0,223
C-3	0,332	0,515	0,633	—	0,214	0,394
Sika Viscocrete 105P	0,194	0,245	0,144	0,156	0,186	0,186
Melflux PP200F	0,288	0,308	0,173	0,204	0,185	0,183
Melment F10	0,490	0,522	0,378	—	0,207	0,234

Как видно из табл. 2 и рисунка, наибольший водоредуцирующий эффект
для всех исследованных цементов проявляется у группы добавок на поликар-

боксилатной и полиэтиленгликолевой основе (см. табл. 1): Melflux 1641F, Sika Viscocrete105 P, Melflux PP100F и Melflux PP200F.



Водоредуцирующие эффекты различных СП в цементах НЦ-20 (а), ISTRА 40 (б) и Secar 51 (в): 1 — Melflux PP100F; 2 — Melflux 1641F; 3 — Peramin SMF 20; 4 — С-3; 5 — Sika Viscocrete105 P; 6 — Melflux PP200F; 7 — Melment F10

Для второй группы СП — на сульфонафталиновой и сульфомеламиновой основе, а именно: С-3, Peramin SMF 20 и Melment F10 — водоредуцирующий эффект зависит от вяжущего: при использовании цемента НЦ-20 через 10 мин эффект для добавок этой группы ниже в 1,5...2 раза в сравнении с СП первой группы (см. рис.). Суспензия, приготовленная с применением цемента

ISTRA 40 и добавок второй группы, быстро теряет подвижность (см. табл. 2), что не позволяет использовать эти СП с цементом ISTRA 40. Водоредуцирующий эффект в цементе Secar 51 у добавок на сульфомеламиновой основе: Pegamin SMF20 и Melment F10 — при испытании смеси через 10 мин всего в 1,12 и 1,16 раза ниже, чем среднее значение этого показателя у СП первой группы. Для добавки С-3 снижение этого показателя намного значительнее — в 2,3 раза.

Сопоставление валового содержания оксида алюминия в цементах и водоредуцирующих эффектов СП показывает, что для большинства добавок нет прямой зависимости между этими величинами. Для цемента ISTRA 40 с промежуточным из трех исследованных вяжущих содержанием Al_2O_3 характерны наименьшие значения водоредуцирующих эффектов. Кроме того, в отличие от Secar 51 и НЦ-20, в цементе ISTRA 40 суперпластификаторы на сульфонафталиновой и сульфомеламиновой основе не действуют.

Проведенные исследования позволили установить, что в глиноземистом цементе Secar 51 водоредуцирующие эффекты СП на сульфомеламиновой основе сопоставимы с этими показателями у более дорогостоящих добавок на поликарбоксилатной основе. Для цемента ISTRA 40 эффективно применение только СП на поликарбоксилатной и полиэтиленгликолевой основе. В напрягающемся цементе НЦ-20 использование добавок на сульфонафталиновой и сульфомеламиновой основе возможно, если не требуется получения высоких пластифицирующих или водоредуцирующих эффектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Тейлор Х.* Химия цемента. М. : Мир, 1996. 560 с.
2. *Калашиников В.И., Коровкин М.О., Кондауров А.П.* Влияние суперпластификатора С-3 на свойства глиноземистого цемента // Вопросы планировки и застройки городов : материалы VII Междунар. конф., г. Пенза. Пенза : ПГАСА, 2000. С. 99—100.
3. *Рамачандран В., Фельдман Р., Бодуэн Дж.* Наука о бетоне. М. : Стройиздат, 1986. 278 с.
4. Огнеупорные цементы [Электронный ресурс]. URL: http://www.aliter.spb.ru/otdel_ogneupor_cement.html.
5. Глиноземистые цементы «ISTRA 40» и «ISTRA 50» фирмы «HeidelbergCement» (Германия) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.spsss.ru/catalog/welcoms/alumcement.html>.
1. *Taylor H.* Khimiya cementa. M. : Mir, 1996. 560 s.
2. *Kalashnikov V.I., Korovkin M.O., Kondaurov A.P.* Vliyaniye superplastifikatora S-3 na svoystva glinozemistogo tsementa // Voprosy planirovki i zastroyki gorodov : materialy VII Mezhdunar. konf., g. Penza. Penza : PGASA, 2000. S. 99—100.
3. *Ramachandran V., Fel'dman R., Boduehn G.* Nauka o betone. M. : Stroyizdat, 1986. 278 s.
4. Ogneupornyye tsementy [Elektronnyy resurs]. URL: http://www.aliter.spb.ru/otdel_ogneupor_cement.html.
5. Glinozemistyye cementy "ISTRA 40" i "ISTRA 50" firmy "HeidelbergCement" (Germaniya) [Elektronnyy resurs]. URL: http://www.aliter.spb.ru/otdel_ogneupor_cement.html.

© Коровкин М.О., Ерошкина Н.А., 2011

Поступила в редакцию
в апреле 2011 г.

Ссылка при цитировании:

Коровкин М.О., Ерошкина Н.А. Исследование водоредуцирующего эффекта суперпластификаторов в глиноземистых цементах // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 79—82.

УДК [666.951:622.362.5]:691.51

В.И. Логанина, О.А. Давыдова, Е.Е. Симонов

ВЛИЯНИЕ АКТИВАЦИИ ДИАТОМИТА НА СВОЙСТВА ИЗВЕСТКОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ¹

Приведены сведения о влиянии активации диатомита, заключающейся в совместном помоле диатомита и гидроксида натрия, а также в обработке диатомита золью кремниевой кислоты, на свойства известково-диатомовых составов. Показано изменение фазового состава активированного диатомита и известково-диатомовых композиций на его основе. Установлено увеличение прочности при сжатии составов на активированном диатомите.

К л ю ч е в ы е с л о в а: диатомит, активация, золь кремниевой кислоты, гидроксид натрия, прочность при сжатии.

Information on the effect of activation of diatomite, which is consisted in the intergrinding of diatomite and sodium hydroxide and in the processing of diatomite silica sol, on the properties of calcariferous and diatomaceous compositions are given. The change of the phase composition of the activated diatomite and calcariferous and diatomaceous compositions is showed on its basis. The increase in the compressive strength of the compositions on the activated diatomite is set.

К e y w o r d s: diatomite, activation, silica sol, sodium hydroxide, compressive strength.

В настоящее время при выполнении отделочных работ все большее предпочтение отдается сухим смесям. Эффективность применения сухих смесей во многом зависит от экономичного потребления всех ресурсов при производстве, в частности за счет широкого использования местного сырья. Поэтому перспективным направлением является изготовление сухих смесей с применением тонкомолотых дисперсных наполнителей на основе местных мягких и рыхлых пород.

Сырьевая база Поволжского региона позволяет наладить производство сухих смесей на основе диатомитов, имеющих обширное распространение на его территории. Это позволит не только рационально использовать минерально-сырьевую базу региона, но и значительно снизить себестоимость сухих смесей [1].

Диатомит, состоящий преимущественно из аморфного кремнезема, в тонкодисперсном состоянии в присутствии влаги взаимодействует с известковыми вяжущими, но прочность таких растворов при воздушно-сухом твердении невелика. Поэтому необходимо усилить взаимодействие диатомита с вяжущими, для чего следует повысить поверхностную активность наполнителя.

Увеличить активность диатомита можно путем специальной его активации, заключающейся в увеличении содержания аморфного кремнезема, а также в образовании соединений, способствующих в дальнейшем взаимодействию с минеральными вяжущими.

В работе применяли диатомит Инзенского месторождения, известь 2-го и 3-го сортов с активностью соответственно 84 и 72 %. Предварительными исследованиями установлено оптимальное соотношение известь : диатомит,

¹ Работа выполнялась в рамках госконтракта с Министерством образования и науки РФ № 13.G25.31.0092.

составляющее 1 : 4. Образцы формовались с водоизвестковым отношением В/И, равным 2,8 и 6,0, и твердели в воздушно-сухих условиях при температуре окружающего воздуха 18...20 °С и относительной влажности 60...70 %.

В качестве добавки, увеличивающей содержание аморфного кремнезема в диатомите, применяли золь кремниевой кислоты [2]. Технология введения золя предусматривала смешение молотого диатомита с удельной поверхностью $S_{уд} = 10983 \text{ см}^2/\text{см}^3$ с золом кремниевой кислоты в соотношении 1 : 1,1...1,5. Полученная суспензия выдерживалась в течение 1 ч, после чего высушивалась до постоянной массы и измельчалась до той же величины удельной поверхности. Кроме того, проводили щелочную активацию диатомита гидроксидом натрия в различных соотношениях. Выбор гидроксида натрия обусловлен возможностью образования при совместном помолу щелочных силикатов, способствующих в дальнейшем взаимодействию с известью.

Активацию диатомита проводили путем совместного помола в шаровых мельницах с гидроксидом натрия в различных соотношениях. Помол осуществлялся до величины удельной поверхности $S_{уд}$, составляющей $S_{уд} = 11248 \text{ см}^2/\text{см}^3$.

Химический состав диатомита определялся на спектрометре фирмы «Thermo Scientific» в НТЦ ООО «Диатомовый комбинат». В табл. 1 приведен химический состав диатомита в зависимости от вида активации.

Установлено, что содержание SiO_2 в модифицированном золом кремниевой кислоты диатомите увеличилось и составляет до 89,68 %. При щелочной активации диатомита содержание кремнезема составляет 49,08...72,21 %, что, очевидно, обусловлено дополнительным содержанием NaOH в структуре диатомита.

При рентгенофазовом анализе (РФА) установлено, что на рентгенограмме образцов, полученных совместным помолом диатомита и гидроксида натрия NaOH в соотношении 1 : 0,2, присутствуют дифракционные линии, нм, следующих соединений [3]:

кремнезем: 0,3349; 0,2966; 0,2364;

гидросиликаты натрия: 0,2555; 0,2449; 0,2364; 0,1815;

карбонат натрия: 0,1706; 0,1668; 0,1404.

Т а б л и ц а 1

Химический состав диатомита

Вид активации	Содержание оксидов, %					
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	MgO	Na_2O
	85,81	5,03	3,01	1,27	0,832	0,125
Щелочная гидроксидом натрия в соотношении 1:0,1	72,21	4,11	2,44	0,975	0,770	18,51
1:0,2	69,33	3,79	2,04	0,962	0,587	22,62
1:0,6	49,08	2,68	1,87	0,762	0,419	44,43
Золом кремниевой кислоты в соотношении 1:1,1	89,44	4,81	2,70	1,18	0,841	0,119
1:1,3	89,29	4,71	2,75	1,16	0,928	0,133
1:1,5	89,68	4,52	2,76	1,14	0,843	0,078

Рентгенограммы образцов диатомита, активизированного золев кремниевой кислоты, свидетельствуют о наличии кварца — d , нм: 0,3347; 0,2456; 0,2283; 0,1973.

Базовый состав известково-диатомовых образцов представлен интенсивными линиями 1,0059, 0,3353, 0,3042, 0,2456 нм, относящимися к кварцу, и менее интенсивными линиями 0,1797, 0,1685, 0,1542 нм, относящимися к гидросиликатам кальция. Кроме того, идентифицируются портландит (0,4902, 0,311, 0,2634 нм) и кальцит (0,2283, 0,1875 нм) (рис. 1, а).

При рентгенофазовом анализе установлено, что на рентгенограмме известково-диатомовых образцов с применением диатомита, активированного золев кремниевой кислоты, идентифицируются линии, относящиеся к гидросиликатам (0,4256, 0,3037, 0,1481 нм), однако по сравнению с контрольным составом (без активации диатомита) интенсивность пиков увеличена. Кроме того, уменьшается интенсивность пиков, относящихся к портландиту (0,2634, 0,1796, 0,1685 нм) (рис. 1, б).

На рентгенограмме образцов, полученных в возрасте 28 сут воздушно-сухого твердения известковых композиций с применением активированного 10% гидроксидом натрия NaOH диатомита, идентифицируются следующие соединения (рис. 1, в), нм:

кремнезем: 0,4246; 0,1541; 0,1370; 0,1251;
карбонат натрия: 0,2628; 0,2126; 0,1310;
гидросиликат кальция-натрия: 0,2277; 0,1925; 0,1198; 0,1483;
гидросиликаты кальция: 0,1794; 0,1684;
гидросиликаты гидрата натрия: 0,4452; 0,2767; 0,2374;
карбонат кальция: 0,2449; 0,1814;
портландит: 0,4902; 0,3110; 0,1448.

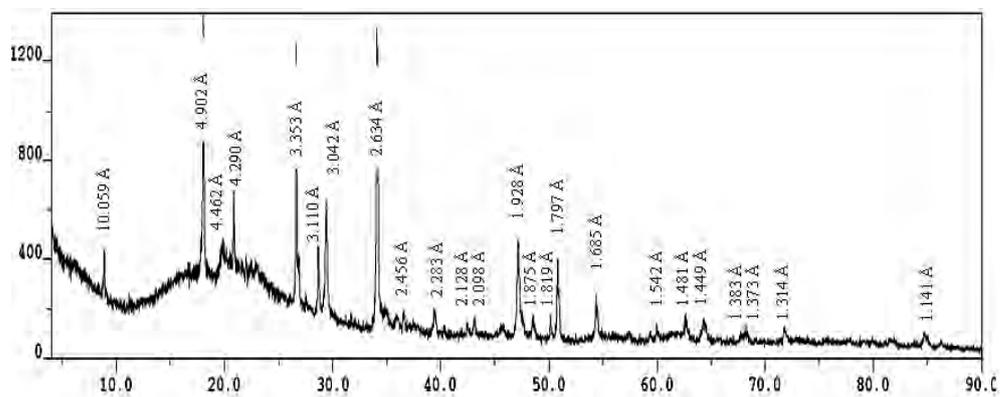
Анализ рентгенограмм образцов показывает, что степень закристаллизованности образцов невысокая. Интенсивность пиков, относящихся к гидросиликатам кальция, слабая.

Изменение фазового состава, несомненно, оказывает влияние на свойства известковых композитов. Так, прочность при сжатии образцов с активированным гидроксидом натрия диатомитом состава известь : диатомит = 1 : 4 при В/И = 2,8 в возрасте 28 сут в зависимости от соотношения составляет от 4,26 до 6,24 МПа, в то время как при сжатии контрольного образца — 1,6 МПа (табл. 2). Несмотря на более низкое содержание кремнезема (см. табл. 1), повышение прочности, на наш взгляд, обусловлено наличием в структуре гидросиликатов кальция-натрия и гидросиликатов гидрата натрия. Составы с применением диатомита, активированного золев кремниевой кислоты при соотношении диатомит: золь = 1:1,125, имеют несколько меньшую прочность в возрасте 28 сут, хотя в ранние сроки (7...14 сут) имеют достаточную прочность при сжатии, составляющую 2,28...2,76 МПа (табл. 2).

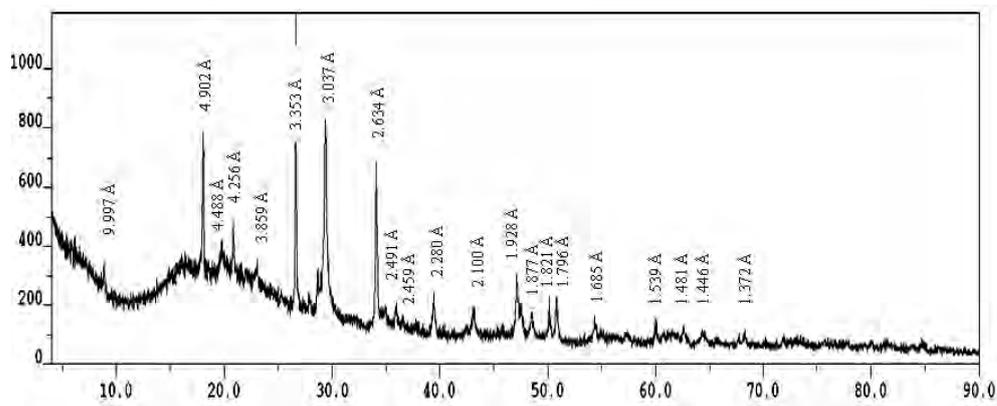
Составы с применением извести 2-го сорта имеют более высокую прочность при сжатии, несмотря на более высокое значение водоизвесткового отношения.

Анализ числовых значений прочности при сжатии свидетельствует, что модификация диатомита золев кремниевой кислоты, гидроксидом натрия способствует получению трещиностойких покрытий с прочностью при сжа-

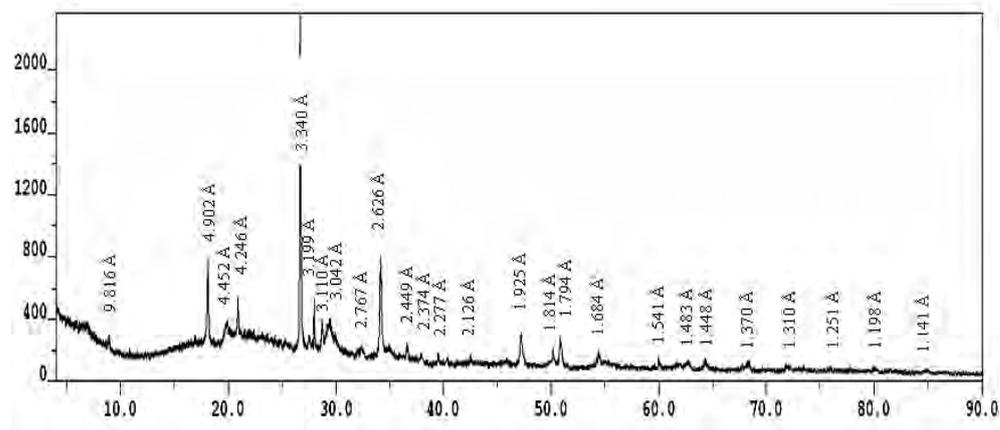
тии 2,5 МПа. В соответствии с DIN 18550 такие составы являются трещино-стойкими.



a



б



в

Рис. 1. Рентгенограмма известководиатомовых композитов

Т а б л и ц а 2

*Прочность при сжатии, МПа, известково-диатомовых композиций
в зависимости от вида активации диатомита*

Сорт известки	Водоизвестковое отношение, В/И	Состав	Возраст твердения, сут		
			7	14	28
3	2,8	Контрольный	1,23	1,35	1,6
3	2,8	Диатомит, активированный в соотношении диатомит : NaOH =1:0,6	1,3	1,98	4,26
3	2,8	Диатомит, активированный в соотношении диатомит : NaOH =1:0,2	1,57	2,64	6,24
2	2,8	Диатомит, активированный в соотношении диатомит : золь =1:1,125	2,28	2,76	3,12
2	6,0	Контрольный	1,3	1,52	1,82
2	6,0	Диатомит, активированный в соотношении диатомит : золь =1:1,1	2,76	2,76	2,88
2	6,0	Диатомит, активированный в соотношении диатомит : золь =1:1,3	2,82	2,88	3,72
2	6,0	Диатомит, активированный в соотношении диатомит : золь =1:1,5	3,12	3,36	3,92

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреева Н.П. Применение диатомовой земли в сухих строительных смесях // Строительные материалы. 2003. № 4. С. 17.
2. Логанина В.И., Давыдова О.А. Технологические свойства известковых отделочных составов с добавкой золя // Известия КазГАСУ. 2009. № 1 (11). С. 284—287.
3. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. М. : Высш. шк., 1981. 335 с.

1. Andreeva N.P. Primeneniye diatomovoy zemli v sukhikh stroitel'nykh smesyakh // Stroitel'nyye materialy. 2003. № 4. S. 17.
2. Loganina V.I, Davydova O.A. Tekhnologicheskiye svoistva izvestkovykh otdelochnykh sostavov s dobavkoy zoly // Izvestiya KazGasu. 2009. № 1(11). S. 284—287.
3. Gorshkov V.S., Timashev V.V., Savel'ev V.G. Metody fisiko-khimicheskogo analiza vyazhushikh veshestv. M. : Vysh. shk., 1981. 335 s.

© Логанина В.И., Давыдова О.А., Симонов Е.Е., 2011

Поступила в редакцию
в апреле 2011 г.

Ссылка при цитировании:

Логанина В.И., Давыдова О.А., Симонов Е.Е. Влияние активации диатомита на свойства известковых композиций // Вестник Волгogr. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2011. Вып. 22 (41). С. 83—87.

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА.
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

УДК 624: 001: 25

В.Г. Тишин

**РАЗРАБОТКА ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ И АНАЛИЗА РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ
ЗАДАЧИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ**

Основными причинами аварий на объектах экономики приняты: низкое качество проектно-изыскательских, строительных работ и работы по эксплуатации зданий и сооружений. За целевую функцию обеспечения безопасности объектов принята величина риска, включающая математическое ожидание ущерба по отношению к стоимости строительства объекта. Дан анализ подхода к обеспечению безопасности объектов экономики с учетом факторов, формирующих целевую функцию. В качестве критических параметров состояния объектов приняты предельные деформации, являющиеся границей риска.

К л ю ч е в ы е с л о в а: риск, безопасность объектов экономики, целевая функция, предельная деформация, граница риска.

Basic causes of failures on objects of economy are recognized: poor quality of design and exploration, building and construction works and work on operation of buildings and constructions. The risk magnitude including the expectation value of the damage in relation to cost of object's building is accepted as the criterion function of the object's safety. The analysis of approach concerning safety of economy's objects which is taking into account the factors forming criterion function is given. Limiting deformations which are the border of the risk are accepted as critical parameters of the object's condition.

К e y w o r d s: risk, border of the risk, criterion function, limiting deformations, safety of economy's objects.

В последнее время участились случаи аварий строительных объектов техноприродных систем (ТПС). Анализ сложившейся ситуации показывает, что эти аварии приходятся на так называемый «период приработки» [1]. В этот период комплексно обостряются опасности, связанные с недостатками проектирования системы в целом, конструкторскими недоработками и недостатками, связанными с реализацией строительного процесса.

Низкое качество производства работ при возведении зданий и сооружений является причиной свыше 50 % аварий. При этом около половины аварий происходит во время строительства объектов (что, как правило, в статистику аварий не попадает), а 20 % — на готовых, но по тем или иным причинам не сданных в эксплуатацию объектах.

Таким образом, основными причинами аварий являются: низкое качество строительно-монтажных работ; ошибки, допущенные в проектных реше-

ниях; неоправданная экономия материалов; низкая квалификация проектировщиков, производителей работ, авторского надзора и эксплуатационного технического персонала; неучтенные при проектировании нерегламентированные воздействия (стихийные бедствия и др.).

Причины, вызывающие деформации зданий и сооружений, могут быть трех видов:

- потеря общей устойчивости зданий (сооружений) и оснований;
- повреждение отдельных элементов и конструкций;
- накопление повреждений при износе.

Причины первого вида заключаются в несоблюдении норм проектирования, технических условий и правил производства работ при строительстве, которые вызывают деформации сооружения в целом.

Причины второго вида определяются преимущественно поставкой конструкций, изделий, полуфабрикатов и материалов, качество которых не соответствует требованиям государственных стандартов, и низким качеством монтажа конструктивных элементов сооружения, которые деформируются во время проведения строительных работ или при эксплуатации сооружения. Следует иметь в виду, что даже некоторые допускаемые строительными нормами отклонения могут привести к нежелательным последствиям. К таким отклонениям можно отнести даже незначительные отступления от проектных решений, требований строительных регламентов и государственных стандартов, снижающих качество объекта.

Причины третьего вида — накопление отклонений. Отдельные значительные отклонения от эксплуатационного регламента могут привести к разрушению отдельных конструкций и объекта в целом.

Увеличение числа аварий зданий и сооружений, вызванных дефектами строительства, проектирования, эксплуатации и экстремальными внешними воздействиями, требует глубокого анализа и принятия действенных мер, позволяющих сократить их количество или хотя бы облегчить последствия.

Несмотря на значительное количество документов, нормирующих проектирование (конструктивное и технологическое), нередко еще случаи нерасчетных ситуаций. Эти ситуации обусловлены различными причинами. Для того чтобы их предусмотреть и принять соответствующие меры (особенно на сложных и уникальных объектах), требуется проведение комплексной экспертизы безопасности (КЭБ) наряду с экспертизой экологической.

В процессе проведения экспертизы безопасности основное внимание должно уделяться анализу возможных сценариев формирования чрезвычайных ситуаций. В процессе реализации КЭБ необходимо провести:

- анализ факторов и источников, обуславливающих аварии природного и техногенного характера, схем и процессов протекания аварий, имевших место на объектах-аналогах;

- обоснование методов (физико-математических моделей расчетных схем и методов расчета), применяемых для оценки опасностей и прогнозирования развития аварийных ситуаций;

- оценку прогнозируемого риска для различных сценариев развития аварий и комплексной оценки рисков аварий в целом;

- определение возможных негативных последствий аварий с учетом их вероятности;

общую оценку безопасности на основе комплексного анализа результатов инженерных расчетов и оценок текущего состояния с использованием вероятностных методов или методов экспертных оценок.

Выбор рационального конструктивного варианта проектируемого или ремонтируемого объекта по критерию риска имеет смысл в том случае, если этот критерий неоднозначно реагирует на изменение зависимых аргументов в допустимых пределах.

Обобщающим аргументом меры риска, очевидно, можно представить затраты C_0 , идущие на строительство здания (сооружения), в том числе и на обеспечение его безопасности, и затраты C_1 , идущие на снижение ущерба в случае возникновения аварийной ситуации. При этом подходе вопрос управления риском следует рассмотреть как решение оптимизационной задачи распределения средств [2].

В качестве целевой функции в рассматриваемом случае принимаем величину риска в виде отношения прямых и косвенных затрат с учетом затрат на предотвращение ущерба к экономической полезности объекта:

$$R(C_0, C_1, t) = \frac{C_0 + Q(C_0, t) \int_0^t C_3(x) dx + \int_0^t C_1(x) dx}{S(t) + P(C_0, t) \mu \int_0^t C_p(x) dx} + \frac{Q(C_0, t) W(C_0, t) [M(t) - m(C_1, t)]}{S(t) + P(C_0, t) \mu \int_0^t C_p(x) dx}, \quad (1)$$

где C_0 — затраты на строительство; $C_1(t)$ — расходы на предотвращение ожидаемого ущерба; $C_3(t)$ — эксплуатационные расходы на момент t ; $\mu C_p(t)$ — доля прибыли, которую можно израсходовать на обеспечение безопасности объекта; $M(t)$ — потенциальный ущерб, наносимый окружающей среде, населению и экономике; $m(C_1, t)$ — стоимость предотвращенного ущерба; $Q(C_0, t)$ — вероятность возникновения аварии на объекте (ненадежность); $P(C_0, t)$ — вероятность безотказной работы объекта в течение времени t (надежность); $W(C_0, t)$ — вероятность нанесения ущерба $M(t)$ при аварии на момент t (период эксплуатации); $S(t) \geq (C_0) + C_3(t) + C_1(t)$ — необходимые затраты на строительство, эксплуатацию объекта, на ликвидацию последствий аварий, которые представляют инвестиционные затраты.

Суть рассматриваемой оптимизационной задачи сводится к нахождению оптимального соотношения между $C_1(t)$ и C_0 , которое составит минимум величины риска $R(C_0, C_1, t)$, с учетом времени эксплуатации t , надежности конструкций в зависимости от качества их изготовления и качества монтажа $Q(C_0, t)$.

Большинство аварий в строительстве принимается как относительный потенциальный экономический ущерб заказчика (инвестора) в результате следующих причин, связанных с качеством, на разных этапах жизненного цикла объекта экономики:

при инженерных изысканиях (недостаточно детальное изучение геоэкологических условий площадки строительства);

при проектировании (недостаточный учет отклонений при формировании нагрузок и воздействий, принимаемых в расчетах, и не учет особенностей эксплуатации этих объектов);

при изготовлении строительных конструкций в заводских и построечных условиях;

при монтаже на строительной площадке (низкое качество монтажа и других видов строительных работ);

при проектировании, строительстве и эксплуатации сооружения (неучет недостаточной квалификации специалистов).

Риск имеет право на количественную оценку только в том случае, если рассматривается стохастический процесс, и лицо, принимающее решение, имеет возможность выбора того или иного варианта принятия решения, в том числе и отказа от него.

Таким образом, в рассматриваемом контексте стохастичность процесса будет определяться вероятностью $Q(t, k)$ выхода одного или k -параметров за установленные пределы в течение времени t , отсчитываемого от начала строительства (функция ненадежности или уязвимости).

В условиях принятых допущений математическое ожидание дополнительных затрат на ремонт или замену конструкций определяется функцией

$$\check{C}_p(t, C_0, k) = Q(t, k)C_p(S_0, k), \quad (2)$$

где t — текущее время; k — допустимое число случаев выхода нарушения за установленные пределы при монтаже и по другим причинам; S_0 — предел (допуск) нарушения; $C_p(S_0, k)$ — стоимость ремонтно-восстановительных работ.

Рассмотрим вопросы качества проектирования, связанные с использованием совершенных и более достоверных методик. Обозначим через $P_M(C_M)$ вероятность того, что в ходе научных исследований и проектирования была использована новая расчетная система с высокой степенью достоверности $P_M(C_M) = 1$, степень ее совершенства зависит от количества средств C_M , выделенных на разработку проекта; $P_\Gamma(C_\Gamma)$ — достоверность инженерно-геологических изысканий площадки строительства, определяемых средствами C_Γ , выделяемыми на изыскательские работы; $P_C(C_C)$ — вероятность того, что строительно-монтажные работы выполнены в соответствии с проектной документацией. Значение этой вероятности зависит от средств C_C , выделенных на строительно-монтажные работы.

Таким образом, оценку затрат заказчика, определяемых недостаточным качеством работ по всем исполнителям объекта, от которых зависит живучесть строительной системы, можно записать:

$$C_0^* = C_M [1 - P_M(C_M)] + C_\Gamma [1 - P_\Gamma(C_\Gamma)] + C_C [1 - P_C(C_C)]. \quad (3)$$

Определим целевую функцию риска $\Phi^r(t, S_0, K)$ в виде количественной меры при фиксированных S_0 и K :

$$\begin{aligned} \Phi^r(t) &= \frac{C_0^* + \check{C}_p}{C_0 + C_p} = \\ &= \frac{C_M [1 - P_M(C_M)] + C_\Gamma [1 - P_\Gamma(C_\Gamma)] + C_C [1 - P_C(C_C)] + Q(t, k)C_p(S_0, k)}{C_0 + C_p}. \end{aligned} \quad (4)$$

Анализируя формулу (4), видим, что числитель ее представляет математическое ожидание ущерба, наносимого заказчику в результате реализации аварийной ситуации, а знаменатель — затраты на строительство и ремонтно-восстановительные работы.

Предположим, что инвестор располагает средствами в объеме $\sum C$, которые формируются следующим образом:

$$\sum C = C_0 + C_p = C_m + C_r + C_c. \quad (5)$$

С целью минимизации риска рассмотрим подход к оптимальному распределению $\sum C$ для конкретного параметра t — времени от начала строительства. При этом минимум функции $\Phi^r(t, C_m, C_r, C_c)$ можно записать:

$$\Phi^r(t, C_m^*, C_r^*, C_c^*) = \min \Phi^r(t, C_m, C_r, C_c), \quad (6)$$

где C_m^*, C_r^*, C_c^* — реальные затраты при конкретном значении t .

Проводя минимизацию затрат по формуле (6), необходимо помнить, что излишняя экономия на стадиях проектирования и строительства приводит к снижению качества сооружения, для реализации которого впоследствии потребуются значительные затраты на ремонтные работы, а в отдельных случаях и грозит потерей объекта.

Проанализируем функцию $Q(t)$, входящую в формулу (4), которая определяет вероятность возникновения аварийной ситуации в различные моменты периода эксплуатации объекта экономики.

Эта функция является функцией риска аварии — нанесения ущерба $\tilde{R}(t) = 1 - P(t)$, дополняющая $P(t)$ до единицы и характеризующая вероятность отказа (разрушения) конструкции, части объекта или всего объекта (уязвимость).

Опыт показывает, что после небольшого начального периода эксплуатации (приработки) функция надежности может быть описана в виде экспоненциального распределения [1]

$$P(t) = \exp(-\lambda_\tau t), \quad (7)$$

где t — текущее время эксплуатации; λ_τ — интенсивность отказов, равная вероятности того, что по истечении времени τ — нормативного ресурса авария произойдет в последующем малом отрезке времени.

На практике также выявлено, что после приработки функция λ_τ длительный период достаточно стабильна ($\lambda_\tau = \text{const}$).

Математическое ожидание нормативного срока службы здания (сооружения) — ресурса (или наработки на отказ) можно записать $Q_t = 1/\lambda_\tau$.

Функцию риска на период времени t можно записать в виде

$$\tilde{R}(t) = 1 - \exp(-\lambda_\tau t). \quad (8)$$

При функции надежности в виде (7) частота отказов в системе однотипных конструкций (поток случайных событий) соответствует дискретному распределению Пуассона:

$$\theta(N, \lambda_\tau) = \frac{\lambda_\tau^N}{N!} \exp(-\lambda_\tau); \quad N = 0, 1, 2, 3, \dots, \lambda_\tau > 0. \quad (9)$$

Согласно формуле (9) аварии на временном интервале $\tau(t, t+\tau)$ произойдут N раз с вероятностью $\theta(N, \lambda_\tau)$, а отсутствие аварийных ситуаций (отсутствие отказов) соответствует вероятности.

$$\theta(N, \lambda_\tau) = \exp(-\lambda_\tau). \quad (10)$$

Проанализируем подход к формированию отказов с привлечением модели, учитывающей некоторые физические процессы, полагая, что аварии на строящемся и эксплуатирующемся объекте могут возникнуть в результате накопления отдельных повреждений Y при достижении некоторого предельно допустимого состояния M .

Процесс накопления повреждений в основаниях и конструкциях, например, фиксируется функцией $\eta(t)$, а отказ наступает при условии $\eta(t) \geq M$ при числе элементарных повреждений, равных

$$Z = \frac{M}{Y}.$$

Для объектов с высокой однородностью начального (после строительства) качества, которое определяется жестким контролем состояния материалов и технологий строительства, что обычно реализуется при строительстве однотипных конструкций в одинаковых условиях, расчет вероятности отказа (аварий) при эксплуатации возможен с использованием модели монотонно стареющих систем, т.е. с накапливающимися повреждениями, на основе гамма-распределения времени T функционирования:

$$F(T) = \frac{1}{\Gamma(z)} \lambda^z T \exp(-\lambda T), \quad (11)$$

где $\Gamma(z)$ — гамма-функция; $\lambda = y^{-1} dM[\eta(t)]/dt$ — скорость износа.

Для целых значений z гамма-функцию запишем $\Gamma(z) = (z-1)!$; λ — средняя скорость износа, функция гамма-распределения имеет вид

$$\begin{aligned} \theta(N, \lambda_\tau) &= 1 - \sum_{k=0}^{z-1} \frac{(-\lambda T)^k}{k!} \exp(\lambda T) = \\ &= 1 - \exp(-\lambda T) \left[\frac{1 + \lambda T + (\lambda T)^2}{2!} + \dots + \frac{(\lambda T)^{z-1}}{(z-1)!} \right], \end{aligned} \quad (12)$$

при $z = 1$ выражение соответствует плотности экспоненциального распределения (мгновенный выход конструкции из строя при однократном повреждении).

Один из методов определения параметров λ и z основан на данных о времени безотказной работы τ_i для N однотипных объектов.

Прогноз аварийности объектов, эксплуатируемых после истечения срока службы, возможен и на основе распределения Вейбулла.

$$P(t) = \exp\left(-\lambda_\tau^\beta t\right) \text{ при } \beta > 0. \quad (13)$$

В случае обобщающего экспоненциального распределения $\beta=1$; здесь параметр β характеризует изменение интенсивности отказов, например за счет старения конструкций. Сложность практического применения формулы

(13) заключается в ограниченности данных по параметру β , что будет рассмотрено в других работах.

Параметр β характеризует повышение интенсивности отказов, например за счет старения конструкций зданий и сооружений, низкого качества монтажа и природных воздействий на объект в целом.

В заключение отметим, что критические параметры состояния ТПС — предельные деформации $S_{пр}$, которые являются границей риска.

Аварии на эксплуатируемом объекте экономики формируются в результате накопления числа повреждений как отдельных элементов при достижении ими некоторого предельного допустимого износа, так и системы в целом. Процесс накопления повреждений может фиксироваться функцией ухудшения параметров отдельных элементов, вызванного качеством изготовления, монтажа и режимом эксплуатации, а также достоверностью данных, используемых при проектировании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Тишин В.Г.* Обоснование применимости нечетких множеств при оценке и прогнозировании повреждений и степени риска эксплуатируемых зданий и сооружений // Вестник УлГТУ, 2003. № 3-4. С. 69—74.

2. *Альхименко А.И., Беляев Н.Д., Фомин Ю.Н.* Безопасность морских гидротехнических сооружений СПб : Лань, 2003. 288 с.

1. *Tishin V.G.* Obosnovaniye primenimosti nechetkikh mnozhestv pri otsenke i prognozirovaniy povrezhdeniy i stepeni riska ekspluatiruyemykh zdaniy i sooruzheniy // Vestnik UIGTU. 2003. № 3-4. S. 69—74.

2. *Al'khimenko A.I., Belyayev N.D., Fomin U.N.* Bezopasnost' morskikh gidrotekhnicheskikh sooruzheniy. Spb : Lan', 2003. 288 s.

© *Тишин В.Г.*, 2011

*Поступила в редакцию
в марте 2011 г.*

Ссылка для цитирования:

Тишин В.Г. Разработка целевой функции и анализа решения оптимизационной задачи по обеспечению безопасности объектов экономики // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 88—94.

УДК 699.841(05)

А.В. Масляев

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ ЛЮДЕЙ
ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ: О НЕСООТВЕТСТВИИ НОРМАТИВНОГО ДОКУМЕНТА
ПО СЕЙСМОЗАЩИТЕ ЗДАНИЙ ТРЕБОВАНИЯМ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА РФ
№ 384-ФЗ**

При сопоставлении выявлены значительные различия в соответствующих требованиях Федерального закона РФ № 384-ФЗ и нормативного документа СНиП II-7—81* по обеспечению сохранности жизни и здоровья людей при землетрясении. Предложена общая схема проектирования зданий в сейсмоопасных районах.

К л ю ч е в ы е с л о в а: Федеральный закон РФ, нормы проектирования, землетрясения, повторные толчки, жизнь и здоровье людей, сейсмозащита зданий.

By comparison considerable discrepancies are revealed in relevant requirements of the Federal law of the Russian Federation № 384-FL and the normative document Construction Norms & Regulations II-7—81* on the preservation of life and health of the people at the earthquake. The general schematic of the designing of buildings in earthquake-prone areas is offered.

К е у w o r d s: Federal law of the Russian Federation, norm of designing, earthquake, repeated pushes, life and health of the people, earthquake protection of buildings.

Главной целью Федерального закона РФ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» № 384-ФЗ (далее — ФЗ) является «защита жизни и здоровья граждан». По понятным причинам требование ФЗ относится прежде всего к сейсмостойким зданиям. Именно поэтому нормативный документ по проектированию сейсмостойких зданий [1] должен обеспечить выполнение в полном объеме всех требований вышеназванного ФЗ. Однако, сопоставляя ряд основных положений ФЗ с соответствующими положениями нормативного документа [1], автор находит в них серьезные различия. Как известно, проектирование сейсмостойкого здания по нормативному документу [1] начинается с определения категории его ответственности. Согласно ФЗ уровень ответственности зданий и сооружений определяют заказчик и генпроектировщик строго в соответствии с требованиями п. 26 ст. 2: «уровень ответственности — характеристика здания или сооружения, определяемая в соответствии с объемом экономических, социальных и экологических последствий его разрушения». Другими словами, уровень ответственности зданий и сооружений должен быть определен заказчиком и проектировщиком только расчетным путем. Так как от уровня ответственности здания зависит и степень его сейсмозащиты, при его определении специалисты, прежде всего, должны руководствоваться требованиями обеспечения жизни и здоровья людей при землетрясении. А это в нашей стране на сегодняшний день возможно только при условии наличия в нормативном документе по проектированию сейсмостойких зданий технических критериев, определяющих уровень их ответственности. Наличие таких критериев в нормативном документе требует и конституционная ответственность государства за сохранность жизни и здоровья людей в любой области их деятельности. Однако эту основную инженерную задачу по сейсмозащите зданий нормативный до-

кумент [1] при отсутствии в нем каких-либо положений для определения уровня их (зданий) ответственности поручает выполнить заказчику «по представлению генерального проектировщика». А так как повышение уровня (категории) ответственности зданий и сооружений влечет за собой значительное увеличение их сметной стоимости, никакой заказчик (особенно частный) в добровольном порядке делать это не будет.

Более того, Минрегион России в последней редакции нормативного документа [2] предложил слишком узкий перечень ответственных зданий, требующих повышения степени их сейсмостойкости. Например, непонятно, почему к зданиям повышенной ответственности проект документа [2] наряду с отдельными крупными сооружениями относит только высотные здания (75 м и более). Если при этом учесть тот факт, что в этой же редакции [2] запрещается возведение зданий из железобетонных конструкций выше 24 м, то получается, что в сейсмоопасных районах будут возводить только здания массового строительства, степень сейсмозащиты которых самая низкая по сравнению с ответственными зданиями. Перечень ответственных зданий и сооружений для сейсмоопасных районов в редакции [2] значительно сократился даже по сравнению с рекомендациями председателя Госстроя РФ в письме № АШ-1382/9 от 23.03.01 г. Но главным недостатком приведенного перечня ответственных зданий в редакции [2] является тот факт, что он противоречит вышеприведенному требованию ст. 2 ФЗ РФ о том, что уровень ответственности зданий должен обосновываться только расчетным путем.

Одной из важнейших стадий проектирования сейсмостойких зданий является определение сейсмичности строительной площадки. В ст. 15 ФЗ в отношении качества инженерных изысканий указывается: «Результаты инженерных изысканий должны быть достоверными и достаточными для установления проектных значений параметров и других проектных характеристик здания или сооружения, а также проектируемых мероприятий по обеспечению его безопасности». Но посмотрим, как это требование прописано в нормативном документе [1]. Так, специалистам хорошо известно, что характеристика сейсмичности строительной площадки должна содержать три параметра: амплитудный уровень (балл), частотный состав, длительность колебательного процесса грунтов. Однако зачастую на этой стадии вместо трех специалисты определяют только один параметр — балл сейсмичности, что грубо противоречит основам теории инженерной сейсмологии. К сожалению, такой слишком упрощенной (ошибочной) работе проектировщиков активно способствует ряд положений нормативного документа [1]. Так, в п. 1.4* этого документа имеет место такая неопределенная запись: «...в районах, для которых отсутствуют карты сейсмического микрорайонирования, допускается определять сейсмичность площадки строительства согласно табл. 1*». Но в этой формулировке отсутствует самое главное — указание, для каких категорий зданий действие этого положения допустимо. Поэтому данная формулировка разрушает основное содержание п. 1.3* нормативного документа [1] о различных правилах определения сейсмичности строительных площадок для объектов разной категории ответственности. Вышеуказанная формулировка была бы понятна многим специалистам, если бы запись содержала примерно следующую рекомендацию: «...допускается определять сейсмичность площадки строительства только для зданий массового строи-

тельства с числом людей до 50 чел. согласно табл. 1*». Например, о недопустимости использования данных табл. 1* для определения сейсмичности строительных площадок для ответственных зданий говорится в другом нормативном документе [3]. Так как в нормативной формулировке отсутствуют ограничения в использовании табл. 1* для ответственных зданий, проектировщики могут ее использовать и используют даже для определения сейсмичности строительных площадок жилых зданий высотой более 16 этажей.

Известно, что работу по сейсмическому микрорайонированию могут выполнять только инженеры-сейсмологи и эта работа требует немалых дополнительных денежных средств. К тому же для выполнения этой работы необходимо в каждом сейсмоопасном регионе разместить достаточное количество сейсмостанций. Другими словами, для профессионального выполнения работы по сейсмозащите зданий и жизни людей в сейсмоопасных районах России требуется предусмотреть значительные дополнительные денежные средства на проведение работ по сейсмическому микрорайонированию территорий многих городов в России. Такой порядок сейсмозащиты зданий принят во всех развитых странах. Например, на маленькой по размерам территории Японии размещены тысячи сейсмодатчиков. В нашей стране отношение к сейсмологии совершенно иное. На большей части сейсмоопасной территории России вообще отсутствует сейсмоаппаратура. В результате на этой территории объективно невозможно определить основные параметры сейсмического воздействия при землетрясении даже для объектов с особой ответственностью. Как известно, именно от этой работы сейсмологов во многом и зависит качество расчетов конструкций зданий.

Использование в настоящее время проектировщиками в расчетах зданий синтезированных акселерограмм, разработанных по данным записей приборов на «чужих» территориях, часто не соответствует требованиям региональных грунтовых условий. Реальные акселерограммы, в отличие от указанных синтезированных, могут иметь меняющиеся во времени параметры, которые могут быть наиболее опасными для зданий. Например, в окончании акселерограммы может значительно возрасти роль низкочастотных воздействий. В актуализированной редакции нормативного документа [2] в отношении использования проектировщиками данных табл. 1* для упрощенного определения сейсмичности строительной площадки записано: «...где не проводилось сейсмическое микрорайонирование, в виде исключения, допускается определять сейсмичность согласно табл. 1*». Но многие знают, что такие исключения в нашей стране могут повторяться часто. Без определения основных параметров сейсмического воздействия при землетрясении по результатам сейсмического микрорайонирования автоматически выпадает такая важнейшая стадия в проектировании сейсмостойких зданий, как оптимизация объемно-планировочных и конструктивных решений. Основным физическим смыслом этой работы проектировщика заключается в подборе такого конструктивного решения здания, чтобы его динамические характеристики резко отличались от динамических характеристик сейсмического воздействия. Всем известно, что при совпадении значений периода собственного колебания здания с периодом сейсмического воздействия проявляются резонансные явления в их конструкциях, что способствует резкому возрастанию нагрузок на конструкции, и они могут разрушиться. Именно поэтому специалисты знают, что без про-

фессионального определения характеристик сейсмического воздействия по результатам работы сейсмического микрорайонирования дальнейшее проектирование зданий теряет свой основной смысл. Так, в зависимости от конструктивного решения здания, его размеров в плане и по высоте проектировщики определяют период его собственного колебания, но в дальнейшем его значение не корректируют, так как не знают значения периода вероятного сейсмического воздействия.

Дальнейшее проектирование здания «вслепую» специалистам помогают осуществить соответствующие положения нормативного документа [1]. Так, например, амплитудный уровень сейсмического воздействия (в баллах) для строительной площадки проектировщик определяет по перечню населенных пунктов России и по геологическим данным табл. 1*, которая, как правило, дает только заниженные значения. Два других усредненных параметра сейсмического воздействия (частотный состав и длительность) проектировщику предоставляет документ [1] из графиков рис. 2. Но, согласно данным сейсмологов [4], значения коэффициента динамичности β в зависимости от периодов воздействий при нормативной длительности сейсмических воздействий примерно 5 с в этом нормативном документе занижены. Например, длительность сейсмического воздействия на территории г. Ленинакана при спитакском землетрясении 1988 г. была примерно 80 с. Поэтому выполненный расчет конструкций зданий при использовании заниженных нормативных характеристик сейсмического воздействия не может гарантировать сохранность конструкций и жизни людей при землетрясении.

Проблема заниженных значений отдельных расчетных параметров сейсмических воздействий в нормативном документе [1] особенно обострилась, когда примерно с конца XX в. на Земном шаре стали происходить катастрофические землетрясения с набором сильных повторных подземных толчков через первые минуты после основного толчка, когда люди еще не успели выйти на открытое безопасное пространство [5, 6]. Именно поэтому основная концепция нормативного документа [1], основанная на расчете зданий и сооружений на воздействие только одного «усеченного» сейсмического воздействия при условии получения ими предельных допустимых повреждений (3-й степени по шкале MSK-64), не может в полной мере отвечать обязательному требованию сохранения жизни и здоровья людей. Так, анализ последствий таких сильных землетрясений, как в 1988 г. спитакское в Армении, в 2006 г. на территории Корякского автономного округа (в результате был потерян ряд населенных пунктов), в 2007 г. невольское на Сахалине, в мае 2008 г. на территории Китая (погибло несколько десятков тысяч людей), однозначно свидетельствует о том, что основной вклад в разрушение зданий и сооружений, гибель людей внесли воздействия именно повторных сильных толчков.

Как говорилось выше, среди повторных сильных толчков при землетрясении опасными для жизни людей являются только те, которые происходят в моменты их эвакуации из зданий на открытое безопасное пространство. Например, известные ученые в области сейсмологии и сейсмостойкого строительства С.В. Поляков [7] и В.И. Уломов [8] в исследованиях причин разрушений зданий и гибели многих тысяч людей на территории г. Ленинакана при спитакском землетрясении 1988 г. основной причиной назвали воздейст-

вие повторного сильного толчка через 4 мин 20 с. Землетрясение на территории Китая 12 мая 2008 г. произошло в виде 7 сильных подземных толчков примерно в течение одного часа. При гаитянском землетрясении 2010 г. основной вклад в разрушение зданий и гибель многих тысяч людей внесли два первых сильных повторных толчка. О необходимости учета в расчетах сейсмостойких зданий и сооружений воздействий повторных сильных толчков говорится в п. 6. ст. 16 ФЗ: «При проектировании здания или сооружения повышенного уровня ответственности должна быть учтена также аварийная расчетная ситуация, имеющая малую вероятность возникновения и небольшую продолжительность, но являющаяся важной с точки зрения последствий достижения предельных состояний, которые могут возникнуть при этой ситуации».

Значительным недостатком нормативного документа [1], по мнению автора, является отсутствие в нем положений по сохранению здоровья людей при землетрясении. При этом ученые на сегодняшний день располагают достаточным объемом исследований, подтверждающих тот факт, что люди в сейсмостойких зданиях при сильном землетрясении получают тяжелую психическую травму (стресс), которая пробуждает «старые» или способствует возникновению «новых» болезней. Конечно, основная величина психической травмы у людей зависит прежде всего от интенсивности землетрясения. Однако по предварительным исследованиям ученых величина психической травмы у людей при землетрясении зависит также и от объемно-планировочных и конструктивных решений зданий.

Группа специалистов при участии автора проанализировала поведение примерно 3,5 тыс. людей в разных типах зданий при газлийском 1984 г., кайраккумском 1985 г. и кишиневском 1990 г. землетрясениях и сделала выводы, опубликованные в [9]. Только за счет выполнения проектировщиками определенных правил при выборе объемно-планировочных и конструктивных решений зданий можно сохранить здоровье примерно у 20...30 % населения. Известно, что многие сейсмостойкие здания возводятся главным образом для людей. Отсюда следует простой вывод, что существующий нормативный регламент проектирования сейсмостойких зданий на территории России без учета сохранения здоровья людей при землетрясении следует считать незавершенным. Более того, конечным результатом работы проектировщиков должен быть расчет потерь здоровья людей при землетрясении по каждому зданию в сейсмоопасных районах.

Нельзя также забывать о главнейшем правиле работы медицинской службы: как можно быстрее оказать помощь пострадавшим. Расчетные данные проектировщика должны передаваться медицинской службе соответствующего населенного пункта. Зная ожидаемые усредненные количественные показатели потерь здоровья людей в зданиях в случае землетрясения, медицинская служба сможет заранее подготовиться к этому событию и предоставить больным более качественную помощь.

Для иллюстрации общей последовательности проектирования сейсмостойких зданий для сохранения жизни и здоровья людей при землетрясении с учетом воздействий основного и первых повторных сильных толчков на рисунке приведена его общая схема.



Схема последовательности проектирования зданий с повышенной ответственностью для сейсмоопасных районов России с целью сохранения жизни и здоровья людей при землетрясении

Выводы. При сравнении соответствующих требований в Федеральном законе РФ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» № 384-ФЗ и нормативном документе СНИП II-7—81* «Строительство в сейсмических районах» выявлены следующие различия:

1) в нормативном документе, в отличие от ФЗ, отсутствует требование защиты здоровья людей в зданиях;

2) по ФЗ уровень ответственности зданий и сооружений должен определяться расчетным путем по строго установленной характеристике, а в нормативном документе — простым решением заказчика и генпроектировщика;

3) ФЗ предъявляет к инженерным изысканиям для зданий и сооружений требования достоверности и достаточности, а в нормативном документе допускается определять сейсмичность строительных площадок для зданий и сооружений по упрощенным геологическим данным;

4) в ФЗ для ответственных зданий и сооружений для случая маловероятного внешнего силового воздействия предусмотрена аварийная расчетная ситуация, а в нормативном документе в расчетной концепции отсутствует учет воздействий сильных повторных толчков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНИП II-7—81*. Строительство в сейсмических районах / Госстрой России. М., 2001.
2. СНИП 22-03—2009. Строительство в сейсмических районах : актуализированная редакция СНИП II-7—81* / Минрегион России. М., 2010.

3. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций. НП-031-01. М. : Госатомнадзор России, 2001.

4. Отзыв о проекте СНиП «Строительство в сейсмических районах»/ А.С. Алешин, Н.К. Капустян, Ф.Ф. Аптикаев, О.О. Эртелева // Сейсмостойкое стр-во. Безопасность сооружений. 2008. № 2. С. 26—27.

5. Габричидзе Г.К. Сейсмостойкое строительство на рубеже XXI века, уроки XX века, что дальше? // Сейсмостойкое стр-во. Безопасность сооружений. 2007. № 4. С. 19—21.

6. Масляев А.В. Сейсмостойкость зданий с учетом повторных сильных толчков при землетрясении // Жилищное стр-во. 2007. № 10. С. 20—21.

7. Поляков С.В. Особенности и уроки спитакского землетрясения // Жилищное стр-во. 1990. № 1. С. 14—17.

8. Уломов В.И. Землетрясение в Армении: стихия и ответственность // Архитектура и стр-во Узбекистана. 1989. № 12. С. 1—4.

9. Масляев А.В. Сейсмостойкость зданий и здоровье людей // Жилищное стр-во. 2007. № 5. С. 23—24.

1. SNIP II-7—81*. Seysmostoykoye stroitel'stvo v seysmicheskikh raionakh / Gosstroy Russii. M., 2001.

2. SNIP 22-03—2009. Seysmostoykoye stroitel'stvo v seysmicheskikh raionakh : aktualizirovannaya redaktsiya SNIP II-7—81* / Minregion Russii. M., 2010.

3. Normy proektirovaniya seysmostoykikh atomnykh stantsiy. NP-031-01. M. : Gosatomnadzor Russii, 2001.

4. Otzyv o proekte SNIP "Stroitel'stvo v seysmicheskikh raionakh" / A.S. Aleshin, N.K. Kapustyan, F.F. Aptikayev, O.O. Erteleva // Seysmostoykoye stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzheniy. 2008. № 2. S. 26—27.

5. Gabrichidze G.K. Seysmostoykoye stroitel'stvo na rubezhe XXI veka, uroki XX veka, chto dal'she? // Seismostoikoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzheniy. 2007. № 4. S. 19—21.

6. Maslyayev A.V. Seysmostoykost' zdaniy s uchetom povtornykh silnykh tolchkov pri zemletryaseni // Zhilishchnoye stroitel'stvo. 2007. № 10. S. 20—21.

7. Polyakov S.V. Osobennosti i uroki spitakskogo zemletryaseniya // Zhilishchnoye stroitel'stvo. 1990. № 1. S. 14—17.

8. Ulomov V.I. Zemletryaseniye v Armenii: stikhiya i otvetstvennost' // Arkhitektura i stroitel'stvo Uzbekistana. 1989. № 12. S. 1—4.

9. Maslyayev A.V. Seysmostoykost' zdaniy i zdorovye ludey // Zhilishchnoye stroitel'stvo. 2007. № 5. S. 23—24.

© Масляев А.В., 2011

Поступила в редакцию
в марте 2011 г.

Ссылка для цитирования:

Масляев А.В. Обеспечение сохранности жизни и здоровья людей при землетрясении: о несоответствии нормативного документа по сейсмозащите зданий требованиям Федерального закона РФ № 384-ФЗ // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 95—101.

**ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ,
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ**

УДК 628.92

В.С. Галуцк

**ОХРАННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Рассмотрены требования к охранному освещению, предложено использование для организации охранного освещения в строительстве светодиодных светильников с питанием от солнечной и ветровой энергии, обеспечивающее снижение затрат на покупную электроэнергию и расходов на эксплуатацию системы охранного освещения.

К л ю ч е в ы е с л о в а: охранное освещение, светодиодные светильники, солнечные батареи, ветротурбины, снижение затрат.

Claims on the security lighting are considered. Light-emitting-diode lamps self-feeding of solar and wind energy, providing cost savings to the purchase electricity and operational costs of the security lighting are proposed for the organization of the security lighting in the building.

K e y w o r d s: security lighting, light-emitting-diode lamps, solar batteries, cost savings.

В соответствии с требованиями нормативных документов охранное освещение должно предусматриваться вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время. Освещенность должна быть не менее 0,5 лк на уровне земли в горизонтальной плоскости или на уровне 0,5 м от земли на одной стороне вертикальной плоскости, перпендикулярной к линии границы [1].

Глубокие кризисные явления в энергетике приводят к постоянному росту тарифов на электроэнергию и, как следствие, к непрерывно возрастающим затратам строителей на обеспечение наружного освещения, в частности охранного освещения предприятий строительного комплекса. Высокая материалоемкость и низкая надежность традиционных систем охранного освещения существенно усложняют их монтаж и эксплуатацию.

Выход из сложившейся ситуации видится нам в полном отказе от использования сетевой электроэнергии в системах охранного освещения строительных объектов, территорий складирования строительных материалов, мест парковки строительной и специальной техники.

Отказ от использования сетевой электроэнергии аннулирует затраты строительных организаций на покупную электроэнергию для целей охранного освещения, делает ненужным строительство дорогостоящих питающих

электрических сетей, многократно снижает затраты на профилактическое обслуживание системы охранного освещения [2].

В то же время требуемая освещенность горизонтальной поверхности по нормам охранного освещения может быть обеспечена энергетически эффективными светодиодными светильниками наружной установки. Проведенные автором эксперименты показали, что при минимальной высоте установки 7 м светодиодного светильника широкой КСС и световым потоком 1000 лм светодиодная матрица электрической мощностью 6 Вт обеспечивает освещенность горизонтальной поверхности 0,5 лк. Столь малая потребляемая мощность осветительного прибора может быть обеспечена современными технологиями преобразования энергии окружающей среды, в частности использованием солнечной и ветровой энергии.

Автором статьи разработан светильник наружного охранного освещения, в котором питание светодиодов электроэнергией производится от двух возобновляемых источников энергии: путем преобразования энергии солнечного излучения на фотоэлектрических солнечных батареях и преобразования энергии ветрового потока ветротурбинами, а в качестве источника света применены светодиодные матрицы [3]. В одном корпусе светильника смонтированы: миниатюрная солнечная электростанция (генерация 2000 ч) и миниатюрная ветровая электростанция (генерация 3000 ч), так что общая генерация (5000 ч), даже с учетом перекрестного наложения (оцениваемого в 250 ч), полностью покрывает время работы светильника охранного освещения 3750 ч в год. Конструктивно светильник охранного освещения, использующий солнечную и ветровую энергию, представляет собой вертикальную опору высотой 7 м, на консольном рычаге которой размещается осветительная и электрогенерирующая часть (рис. 1).

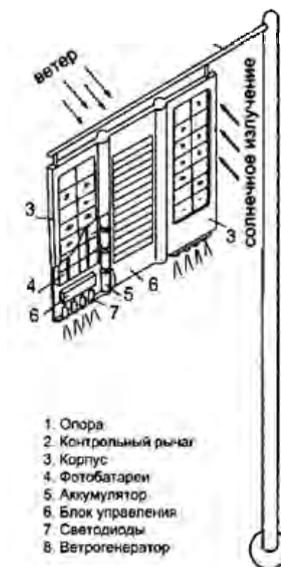


Рис. 1. Ветро-солнечный светильник охранного освещения

Электрогенерирующая часть светильника состоит из двух солнечных батарей SUN1, SUN2 и шести миниатюрных ветротурбин WIN1, WIN2, приводящих в действие электрогенераторы переменного тока со встроенными выпрямителями. Выработанная солнечными батареями и ветротурбинами электрическая энергия накапливается в аккумуляторах GB1 и GB2 и через блоки управления DA1 и DA2 подается на рабочие матрицы сверхъярких светодиодов белого света EL3-EL11 и EL12-20. Блоки управления DA1 и DA2 имеют фотореле «день-ночь» и датчик движения с радиусом действия 30 м для фиксации движения пешеходов, а также акустический (реагирующий на шум) датчик с радиусом действия 150 м для фиксации движения автотранспорта. Днем все светодиодные матрицы отключены от питания блокирующими фотореле «день-ночь». С наступлением сумерек, в темное время суток и до рас-

света светильник включен в охранном режиме, т.е. работают только дежурные, управляемые через свои фотореле «день-ночь» DL1 и DL2, светодиодные матрица EL1 и EL2, обеспечивающие освещенность 0,5 лк. При приближении пешехода или автомобиля к охраняемой зоне датчики движения блоков управления DA1 и DA2 подают импульсы на включение питания рабочих матриц и светильник вспыхивает на полную мощность, обеспечивая освещенность зоны до 10 лк и привлекая дополнительное внимание дежурного персонала к охраняемому объекту. Это позволяет настолько экономно расходовать энергию, запасенную в аккумуляторах, что фонарь может работать до 15 сут без подзарядки, т.е. без солнца и ветра. Круглосуточная и круглогодичная работа такой системы охранного освещения требует профилактического осмотра один раз в год, текущего ремонта с заменой аккумуляторов один раз в три года. Полный срок службы светильника оценивается в 30 лет. При этом отсутствуют затраты строителей на покупку электроэнергии для охранного освещения у энергосбытовых компаний.

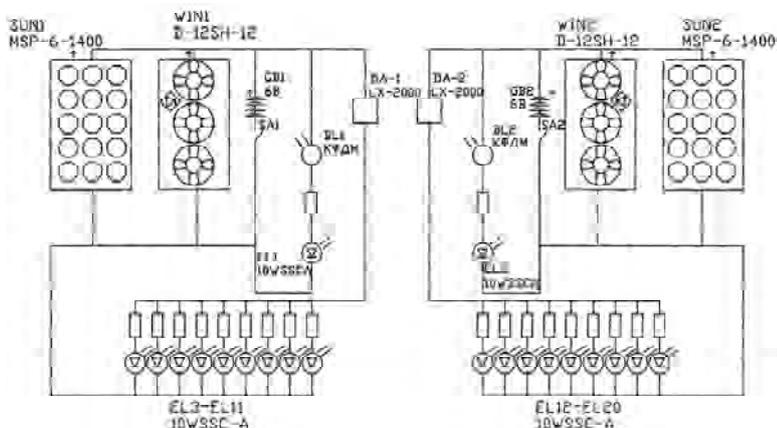


Рис. 2. Электрическая схема светильника охранного освещения

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 23-05—95. Естественное и искусственное освещение : введ. 02.08.1995. М. : Минстрой России, 1995. 23 с.
2. Галушак В.С., Сошинов А.Г., Угаров Г.Г. Сравнительный анализ систем уличного освещения с разными видами источников света // Инновационные технологии в обучении и производстве : матер. V Всеросс. науч.-практ. конф., Камышин, 4—6 декабря 2008 г. : в 3 т. / КТИ (филиал) ВолгГТУ [и др.]. Камышин, 2008. Т. 1. С. 168—171.
3. Уличный светильник с питанием от солнечной и ветровой энергии : патент России / В.С. Галушак. № 2283985 МПК F21S 9/02 с приоритетом от 09.04.2004.

1. SNIP 23-05—95. Yestestvennoye i iskusstvennoye osveshcheniye : vved. 02.08.1995. M. : Minstroy Russii, 1995. 23 s.

2. Galushchak V.S, Soshinov A.G. Sravnitel'nyy analiz system ulichnogo osveshcheniya s raznymi vidami istochnikov sveta // Innovatsionnyye tekhnologii v obuchenii i proizvodstve : mater. V Vseross. nauch.-prakt. konf., Kamyshin, 4—6 dekabrya 2008 g. : v 3 t. / KTI (filial) VolgGTU [i dr.]. Kamyshin, 2008. T. 1. P. 168—171.

3. Ulichnyy svetil'nik s pitaniyem ot solnechnoy i vetrovoy energii : patent Russii / V.S. Galushchak. № 2283985 MPK F21S 9/02 s prioritetom ot 09.04.2004.

Поступила в редакцию в марте 2011 г.

© Галушак В.С., 2011

Ссылка при цитировании: Галушак В.С. Охранное освещение объектов строительного комплекса с использованием возобновляемых источников энергии // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 102—104.

**МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.
ДОРОЖНЫЕ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ
МАШИНЫ**

УДК 621.869.44

В.В. Минин, М.В. Носков

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УНИВЕРСАЛЬНОГО МАЛОГАБАРИТНОГО
ПОГРУЗЧИКА С УЧЕТОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Предложен метод оценки эффективности технического уровня универсальных малогабаритных погрузчиков с бортовым поворотом на основе применения безразмерных критериев взаимосвязи его конструктивных и эксплуатационных параметров. Выявлена закономерность влияния точности оценки отдельного параметра на результирующую функцию.

К л ю ч е в ы е с л о в а: технический уровень, безразмерный критерий, малогабаритный погрузчик, точность расчета.

The estimating method the effectiveness of the engineering level of universal small size skid steer auto-loaders is proposed on the basis of dimensionless criterions for the relation of design and performance parameters. The pattern influence the accuracy of estimates the separate parameter on the resulting feature is identified.

К e y w o r d s: technical level, dimensionless criterion, small size auto-loader, computational accuracy.

Универсальные малогабаритные погрузчики с бортовым поворотом (УМП) изобретены и внедрены в практику выполнения транспортно-технологических операций с середины XX в.

Существенными недостатками, снижающими эффективность УМП, являются: короткобазовое шасси, ограничивающее грузоподъемность; высокая динамическая нагруженность машины; плохая управляемость машины на твердых скользких поверхностях; закопотированное пространство энергетической установки и гидropередач, снижающее теплообмен с окружающей средой; значительные затраты энергии и ресурсов на обеспечение бортового поворота.

Ведущие фирмы-изготовители постоянно совершенствуют конструктивные схемы и отдельные подсистемы машин, но варианта, решающего все вышеперечисленные недостатки, так и не найдено. Устраняются лишь отдельные недостатки конструкции.

Проектирование машин данного типа требует обеспечения точности и достоверности принятия значений основных параметров, которые в конечном счете определяют их эффективную эксплуатацию.

Значительное количество (около 70 наименований) дополнительного сменного рабочего оборудования циклического и непрерывного действия усложняет задачу определения приемлемого варианта сочетания конструктивных параметров, обеспечивающих приемлемые энергетические затраты при работе на разнородных по технологическим параметрам операциях. В связи с этим задача формирования критериев оценки эффективности важна на ранних стадиях проектирования, когда возможно менее затратное перепроектирование образца.

Ввиду сложности математического описания рабочих процессов, обеспечивающего необходимую точность расчетов, принята концепция выявления структуры модели на основе теории размерностей. При этом математическая постановка задачи не сводится к описанию в виде функциональных уравнений (обычно [1, 2] дифференциальных) и задачам линейного и нелинейного программирования. Формулировка системы ограничений и допущений при моделировании осложняется необходимостью учета детерминированных и стохастических рабочих процессов.



Рис. 1. Универсальный малогабаритный погрузчик «Соболь», разработка Сибирского федерального университета и Красноярского завода прицепной техники (г. Сосновоборск)

Для определения рациональных параметров УМП хорошо себя зарекомендовали статистические методы [3] и метод размерностей. Анализ размерностей конструктивных и эксплуатационных параметров, входящих в целевую функцию (критерий) оценки степени совершенства (эффективности), позволяет определить структуру модели в виде зависимости между безразмерными комбинациями, составленными из этих параметров [2].

Целью данной работы является разработка критериев для оценки эффективности и технического уровня УМП, обладающих свойством устойчивости по отношению к погрешностям исходных данных, а также способностью нивелирования этих погрешностей (робастности).

Многообразие методик расчетов параметров приводит к неоднозначной величине рассчитываемого параметра. По результатам статистического анализа (решение задачи получено с применением программного продукта Data Fit версии 9.0 фирмы Oakdale Engineering, где расчет коэффициентов уравнений

регрессии производился по методу наименьших квадратов) получены уравнения, приведенные на рис. 2, 3. Вид уравнения регрессии принимался по значениям минимума стандартной и относительной ошибок аппроксимации, а надежность полученных результатов — по значению коэффициента детерминации R^2 . Для исследования были приняты параметры моделей УМП, выпускаемых следующими фирмами-производителями: J I Case Company; Clark Equip. Co. (Bobcat); Davis Welding & Mfg. Co.; John Deere; Erickson Corp.; Ford; Gehl Co.; Hydra – Mac Inc.; International Harvester; Northwestern Motor Co.; Owatonna Mfg. Co.; Prime Mover Co.; Sperry New Holland; TCI Inc.; Thomas Equip. Ltd. Анализ зависимостей показывает, что для заданного значения эксплуатационной массы (силы тяжести) G грузоподъемная сила Z и установочная мощность двигателя N имеют как минимум 30%-й диапазон разброса значений.

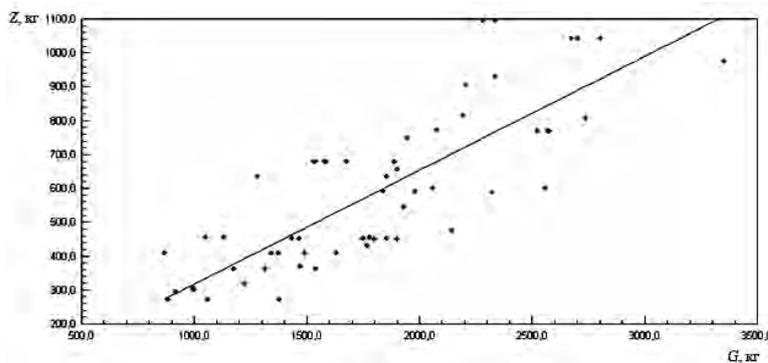


Рис. 2. Зависимость грузоподъемной силы Z от эксплуатационной массы (силы тяжести) G машины: $Z = 0,336G - 18391$; $R^2 = 0,6619$

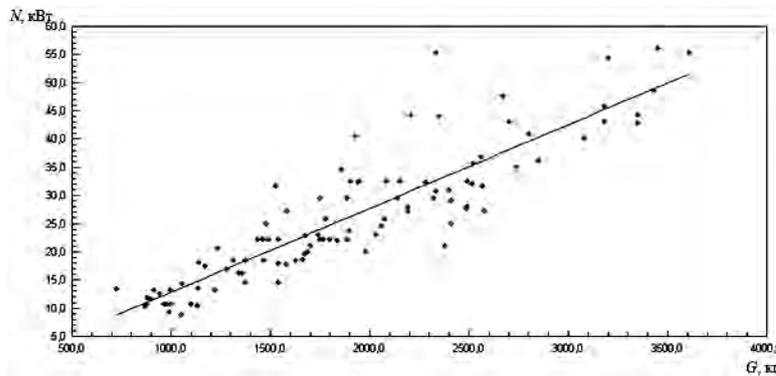


Рис. 3. Зависимость установочной мощности двигателя N от эксплуатационной массы (силы тяжести) G машины: $N = 0,015G + 2,02$; $R^2 = 0,7909$

Количественную оценку степени совершенства конструкции УМП рекомендуется проводить по критерию стоимости потерь полезной удельной работы в цикле машины $П_{СА}$, руб.·Дж/кг [4, 5]:

$$П_{СА} = \{CP + C_3(1 - P)\} NT_{ц} (1 - k_{ом}) (1 - \bar{\eta}) k_p / V_k \rho_p k_n,$$

где C — стоимость УМП и комплекта сменного рабочего оборудования, р.; P — вероятность безотказной работы машины; C_3 — стоимость эксплуатации

машины, р.; N — установочная мощность двигателя, кВт; $T_{ц}$ — время цикла, с; $k_{ом}$ — коэффициент отбора мощности на вспомогательное оборудование; $\bar{\eta}$ — математическое ожидание КПД на режиме работы; k_p — коэффициент разрыхления материала; V_k — вместимость ковша, м³; ρ — объемная масса разрабатываемого материала, кг/м³; $k_{н}$ — расчетный коэффициент наполнения ковша.

Авторами предлагается формулировка критерия через объемы выполняемых работ.

Универсальная машина со сменными рабочими органами выполняет различные технологические операции (разнородные по количественному показателю). Объемы этих работ могут выражаться различными единицами измерения. Принимая во внимание, что производительность универсальной машины на объекте с разнородными работами — это производимое в единицу времени количество работы (продукции), исчисляемое в единицах измерения объема работы по конечному (готовому) сооружению (строительному объекту), формула для расчета имеет вид [6]

$$Q_j = 1 / \sum_{j=1}^k \frac{\delta_j}{Q_{ij}}$$

где $\delta_j = V_j / V$ — доля отдельного j -го объема работ в общем объеме работ на объекте; Q_{ij} — производительность i -го рабочего оборудования при выполнении j -го вида работы, включая время замены данного оборудования на другое.

Эксплуатационная масса (сила тяжести) агрегатированного сменным рабочим оборудованием УМП определяется по формуле

$$G_T = G_б + G_{po},$$

где $G_б$ — масса (сила тяжести) базовой машины без рабочего органа; G_{po} — масса (сила тяжести) сменного рабочего оборудования.

Стоимость УМП со сменным рабочим органом определяют в виде суммы стоимостей базовой машины $C_б$ и сменного рабочего органа (оборудования) C_{po} : $C = C_б + C_{po}$.

С учетом вышесказанного критерий Π_{CA} примет вид

$$\Pi_{CA} = \{CP + C_3(1-P)\} N(1-k_{ом})(1-\bar{\eta}) \sum_{j=1}^k (\delta_j / Q_{ij}).$$

С учетом основных положений теории размерностей математическая модель на основе критерия стоимости потерь полезной удельной работы в цикле машины Π_{CA} записывается в виде

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}'(\Pi_{CA}, G, C, Q, A),$$

где A — удельная энергоемкость рабочего процесса, Н/м².

В результате математических преобразований определены функциональные связи в безразмерном виде

$$\pi_{CA} = \frac{AG^2}{Q^3} \sqrt{\frac{\Pi_{CA}}{C}}.$$

Направления повышения эффективности УМП определяются при условиях стремления критерия к своим предельным значениям с учетом ограничений, определяемых для конкретных условий эксплуатации:

$$\pi_{CA} \rightarrow \min \text{ при } \begin{cases} A - \text{const}; \\ G \rightarrow \min; \\ Q \rightarrow \max; \\ \Pi_{CA} \rightarrow \min; \\ C - \text{var}. \end{cases}$$

Данный критерий отражает актуальную проблему ресурсо- и энергосберегающих технологий при проектировании и эксплуатации УМП.

Для расчета абсолютной погрешности безразмерной критериальной функции используем следующую формулу [7]:

$$\Delta_x = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f \pi}{\partial x_i} \right)^2 \Delta_{x_i}^2},$$

где $f(\pi)$ — функция в виде безразмерного комплекса; x_i — значения i -го конструктивного параметра; Δ_{x_i} — погрешность вычисления значений i -го параметра. Тогда

$$\begin{aligned} \Delta_{\frac{AG^2}{Q^3} \sqrt{\frac{\Pi_{CA}}{C}}} = & \left(\left(\frac{G^2 \sqrt{\frac{\Pi_{CA}}{C}}}{Q^3} \right)^2 \Delta_A^2 + \left(\frac{3AG^2 \sqrt{\frac{\Pi_{CA}}{C}}}{Q^4} \right)^2 \Delta_Q^2 + \left(\frac{2AG \sqrt{\frac{\Pi_{CA}}{C}}}{Q^3} \right)^2 \Delta_G^2 + \right. \\ & \left. + \left(\frac{AG^2}{2CQ^3 \sqrt{\frac{\Pi_{CA}}{C}}} \right)^2 \Delta_{\Pi_{CA}}^2 + \left(-\frac{AG^2 \Pi_{CA}}{2C^2 Q^3 \sqrt{\frac{\Pi_{CA}}{C}}} \right)^2 \Delta_C^2 \right)^{\frac{1}{2}}. \end{aligned}$$

Установлено, что критерий π_{CA} на порядок менее чувствителен к погрешностям входящих в него конструктивных и технологических параметров (значениям погрешностей в определении производительности машины Δ_Q и удельной энергоемкости рабочего процесса Δ_A).

Рассматриваемый вопрос оценки эффективности и технического уровня с учетом влияния погрешностей параметров решен путем формирования критерия в безразмерном виде, отражающего физические процессы работы УМП, где погрешность определяется самой единицей измерения, а погрешность уравнения следует принимать с учетом результатов исследований, приведенных на рис. 4. Установлено, что критерии эффективности и оценки технического уровня являются устойчивыми по отношению к погрешностям исходных данных, а возможность нивелирования этих погрешностей и определяет направления совершенствования конструкций с учетом ресурсо- и энергосберегающих технологий при проектировании и эксплуатации.

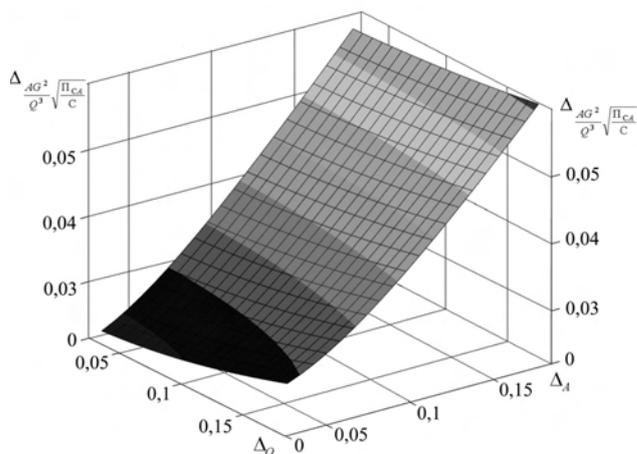


Рис. 4. Зависимость абсолютной погрешности безразмерного критерия $\pi_{СА}$ от погрешностей значений производительности машины Δ_Q и удельной энергоёмкости рабочего процесса Δ_A

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баловнев В.И. Многоцелевые дорожно-строительные и технологические машины. Омск-М. : Омский дом печати, 2006. 320 с.
 2. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике / под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. 496 с.
 3. Минин В.В. Методика выбора оптимизируемых параметров универсальных малогабаритных погрузчиков // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12 (33). № 1(2). Тем. вып. «Машиностроение». С. 449—452.
 4. Минин В.В., Мирзоян Г.С. Оптимизация параметров привода малогабаритных погрузчиков : монография. Красноярск : Изд-во Краснояр. ун-та, 1987. 160 с.
 5. Минин В.В., Павлов В.П. Оптимизация параметров гидропривода малогабаритных погрузчиков // Строительные и дорожные машины. 2010. № 7. С. 34—37.
 6. Попов В.Г. Оценка эффективности подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин. Череповец : Изд-во ЧГУ, 2005. 184 с.
 7. Зайдель А.Н. Погрешности измерений физических величин. Л. : Наука, 1985. 112 с.
1. Balovnev V.I. Mnogotsel'evyye dorozhno-stroitel'nyye i tehnologicheskiye mashiny. Omsk : Omskiy dom pechati, 2006. 320 s.
 2. Zarubin V.S. Matematicheskoye modelirovaniye v tehnikе / pod red. V.S. Zarubina, A.P. Krishchenko. M. : Izd-vo MGTU im. N. Je. Baumana, 2001. 496 s.
 3. Minin V.V. Metodika vybora optimiziruemykh parametrov universal'nykh malogabaritnykh pogruzchikov // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2010. T. 12 (33)/ № 1(2). Tem. vyp. «Mashinostroeni.e». S. 449—452.
 4. Minin V.V., Mirzojan G.S. Optimizatsiya parametrov privoda malogabaritnykh pogruzchikov : monografiya. Krasnoyarsk : Izd-vo Krasnoyar. un-ta, 1987. 160 s.
 5. Minin V.V., Pavlov V.P. Optimizatsiya parametrov gidroprivoda malogabaritnykh pogruzchikov // Stroitel'nyye i dorozhnyye mashiny. 2010. № 7. S. 34—37.
 6. Popov V.G. Otsenka effektivnosti pod'emno-transportnykh, stroitel'nykh i dorozhnykh mashin. Cherepovets : Izd-vo ChGU, 2005. 184 s.
 7. Zaydel' A.N. Pogreshnosti izmereniy fizicheskikh velichin. L. : Nauka, 1985. 112 s.

Поступила в редакцию в марте 2011 г.

© Минин В.В., Носков М.В., 2011

Ссылка для цитирования:

Минин В.В., Носков М.В. Исследование эффективности универсального малогабаритного погрузчика с учетом энергетических показателей // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 105—110.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 66.074.511

В.Г. Диденко, О.С. Власова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЕСПЫЛИВАНИЯ ГАЗА В ПЕНОДИНАМИЧЕСКОМ СЛОЕ ПОГЛОТИТЕЛЯ

Рассмотрена возможность использования имитационной модели для оценки эффективности обеспыливания газа в пенодинамическом слое поглотителя. Получены уравнения для решения проектных задач, позволяющие через функциональную зависимость поверхности контактных фаз в пенном слое определять режимные параметры работы вихреинжекционного пенного аппарата при заданной эффективности или заданных значениях концентраций извлекаемого компонента, а также уравнение, служащее основой решения эксплуатационных задач, позволяющее определять конечные концентрации аэрозольных частиц в очищенном газе при известных режимных параметрах работы аппарата. При этом оба уравнения могут использоваться для решения оптимизационных задач на любой стадии их постановки.

К л ю ч е в ы е с л о в а: поверхность контакта, динамическая пена, трубоэлектросварочный цех.

The workability the simulated model to evaluate the performance evaluation of the gas dust laying in the skim dynamic layer absorber is considered. The formula for the solving design problems is obtained. Clauses of the determine the general effectiveness, allowing the functional relation of the surface of contact phases in the foam blanket to determine operating parameters of the rotation injection foaming apparatus given efficiency or predetermined values for the extracted components, are got. The formula, which steams for solving operational problems, allowing determining the end concentrations of particulate matter in the cleaned gas by the well-known operating parameters of the apparatus is obtained. Both formulas are usable for solving optimization problems at any stage of their production.

К e y w o r d s: contact surface, dynamic foam, workshop on electric welding pipes.

Исследования, связанные с оценкой механизмов осаждения аэрозольных частиц в режимах формирования пузырьковых поверхностей контакта фаз [1, 2], показывают, что уже в области реализации закона Стокса применительно к обычным условиям работы барботажных и пенных аппаратов доминирующим является механизм инерционного осаждения [3].

Отличительным признаком вихреинжекционного формирования является интенсивная поперечная пульсация пузырьков газа при их движении через пенный слой. Характер и динамика этих пульсаций вполне позволяют применить для ее характеристики положения турбулентной теории Л. Прандтля [4].

Из этого следует, что механизм инерционного осаждения мелкодисперсных частиц, устойчиво сохраняющих траекторию своего движения, опреде-

ляет проявление турбулентных пульсаций, тем самым и характеризуемый критерием Стокса инерционно-турбулентный механизм.

Согласно формализованной схеме при вихреинжекционном формировании динамической пены характерным условием циркуляции жидкой фазы при прямоточном режиме контакта фаз в пенодинамическом слое является непрерывное поступление в зону контакта чистой жидкости, концентрация осаждаемого аэрозоля в которой $C''_ж = 0$. В соответствии с этим для переноса аэрозольных частиц из газовой фазы можно записать

$$m_a = \kappa_c \Delta C F_p, \quad (1)$$

где m_a — масса аэрозоля, улавливаемого за 1 с в объеме пены с рабочей поверхностью F_p , м², г; κ_c — коэффициент пропорциональности, имеющий размерность коэффициента переноса, обусловленного разностью ΔC , $\frac{\text{г}}{\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \Delta C} = 1$; ΔC — формализованная движущая сила процесса, характеризующая средней разностью концентраций пыли в газе и в условиях формального равновесия.

Согласно проведенному ранее анализу, на бесконечно малом участке межфазной поверхности dF_p в направлении поступательного движения газа в камере инжектора концентрация частиц аэрозоля в его потоке C_a уменьшается на величину dC_a . Отсюда дифференциальное уравнение переноса имеет вид

$$dm = -GdC_a = \kappa_c(C_a - C_{ap})dF_p. \quad (2)$$

С учетом принятого выше условия, что частицы аэрозоля осаждаются только на свободную поверхность жидкости, имеем для случая, аналогичного быстротекущей реакции ($C_{ap} = 0$),

$$F_p = F_0 \text{ и } \Delta C = C_a - C_{ap} = C_a.$$

На основании этого уравнение (2) принимает вид

$$-GdC_a = \kappa_c C_a dF_0 = \kappa_c C_a \left(1 - \frac{C''_ж}{C_{жF}} \right) dF. \quad (3)$$

Очевидно, что для заданных режимных условий процесса разделения аэрозоля величина $C''_ж$ постоянна и определяется из уравнения материального баланса

$$G(C'_a - C''_a) = WC''_ж, \quad (4)$$

где G — расход газа через камеру инжектора, кг/с; C'_a — начальная концентрация аэрозоля в очищенном газе, г/кг; C''_a — конечная концентрация аэрозоля в очищаемом газе, г/кг; W — расход жидкости, кг/с; $C''_ж$ — концентрация осаждаемого аэрозоля в отводимой жидкости, равная концентрации аэрозоля в удерживаемой жидкости, г/кг.

Учитывая, что для заданного режима $C''_ж = \text{const}$, а для каждого вида аэрозоля $C_{жF} = \text{const}$, из уравнения (3) имеем

$$-G \int_{C'_a}^{C''_a} \frac{dC_a}{C_a} = \kappa_c \left(1 - \frac{C_{ж}}{C_{жF}} \right) \int_0^F dF.$$

После интегрирования получаем

$$-G \ln \frac{C'_a}{C''_a} = \kappa_c \left(1 - \frac{C_{ж}}{C_{жF}} \right) \int_0^F dF.$$

Подставляя в данное уравнение значение $C''_ж$ из (4), имеем

$$G \ln \frac{C'_a}{C''_a} = \kappa_c \left[\frac{G(C'_a - C''_a)}{WC_{жF}} - 1 \right] F. \quad (5)$$

Умножив обе части (5) на $(C'_a - C''_a)$, получим выражение

$$G(C'_a - C''_a) \ln \frac{C'_a}{C''_a} = \kappa_c \left[\frac{G(C'_a - C''_a)}{WC_{жF}} - 1 \right] (C'_a - C''_a),$$

в котором $G(C'_a - C''_a) = m_a$. Отсюда следует

$$m_a = \kappa_c \left[\frac{G(C'_a - C''_a)}{WC_{жF}} - 1 \right] \frac{C'_a - C''_a}{\ln(C'_a / C''_a)} F. \quad (6)$$

В полученном выражении соотношение $\frac{C'_a - C''_a}{\ln(C'_a / C''_a)}$ является средней движущей силой процесса переноса аэрозоля. Таким образом, $\kappa_c \left[\frac{G(C'_a - C''_a)}{WC_{жF}} - 1 \right]$ представляет собой аналог коэффициента переноса κ ,

$$\frac{\Gamma}{m^2 \cdot c \cdot \Delta C = 1},$$

$$\kappa = \kappa_c \left[\frac{G(C'_a - C''_a)}{WC_{жF}} - 1 \right]. \quad (7)$$

Следовательно, в результате проведенного анализа для условий рассматриваемого процесса может быть записана известная форма уравнения переноса

$$m_a = \kappa_c \Delta C F_p = G(C'_a - C''_a). \quad (8)$$

Полученное выражение позволяет перейти к определению общей эффективности процесса осаждения аэрозольных частиц в вихреинжекционном пенном слое η . Так как

$$m_a = G(C'_a - C''_a) = \kappa \frac{C'_a - C''_a}{\ln(C'_a / C''_a)} F,$$

МОЖНО ПОКАЗАТЬ, ЧТО

$$\ln \frac{C'_a}{C''_a} = \frac{\kappa F}{G},$$

ИЛИ

$$\frac{C''_a}{C'_a} = e^{-\frac{\kappa F}{G}}, \text{ т.е. } 1 - \frac{C''_a}{C'_a} = 1 - e^{-\frac{\kappa F}{G}}.$$

На основании этого

$$\eta = \frac{G(C'_a - C''_a)}{GC'_a} = 1 - \frac{C''_a}{C'_a} = 1 - e^{-\frac{\kappa F}{G}}, \quad (9)$$

а также

$$C''_a = C'_a e^{-\frac{\kappa F}{G}}. \quad (10)$$

Уравнение (9) является основой решения проектных задач, так как позволяет через функциональную зависимость F определять режимные параметры работы вихреинжекционного пенного аппарата при заданной эффективности η или заданных значениях C'_a и C''_a . Уравнение (10) служит основой решения эксплуатационных задач, позволяя определять конечные концентрации аэрозольных частиц в очищенном газе C''_a при известных режимных параметрах работы аппарата (через F). При этом оба уравнения могут использоваться для решения оптимизационных задач на любой стадии их постановки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Богатых С.А.* Циклонно-пенный контактный аппарат для обработки воздуха в установках кондиционирования. Судостроение, 1961. 224 с.
2. Расчеты химико-технологических процессов / И.П. Мухленов, А.Ф. Туболкин, Э.Я. Тарат и др. Л.: Химия, 1976. 300 с.
3. *Кутателадзе С.С., Стрыкович М.А.* Гидродинамика газожидкостных систем. М.: Энергия, 1976. 296 с.
4. *Прандтль Л.* Гидромеханика. М.: Изд-во ИЛ, 1951. 575 с.

1. *Bogatih S.A.* Tsiklonno-pennyy kontaktnyy apparat dlya obrabotki vozdukha v ustanovkakh konditsionirvaniya. Sudostroeniye, 1961. 224 s.
2. Raschety himiko-tehnologicheskikh protsessov / I.P. Mukhlenov, A.F. Tubolkin, I.Y. Tarat i dr. L.: Himiya, 1976. 300 s.
3. *Kutateladze S.C., Strikovich M.A.* Gidrodinamika gazozhidkostnykh system. M.: Energiya, 1976. 296 s.
4. *Prandtl L.* Gidromekhanika. M.: Izd-vo IL, 1951. 575 s.

© Диденко В.Г., Власова О.С., 2011

Поступила в редакцию в марте 2011 г.

Ссылка для цитирования:

Диденко В.Г., Власова О.С. Использование имитационной модели для оценки эффективности обеспыливания газа в пенидинамическом слое поглотителя // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 111—114.

УДК 621.6.05

*Н.Н. Осипова***СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

Рассмотрена целесообразность применения централизованных и децентрализованных систем автономного газоснабжения в зависимости от характеристики объектов снабжения газовой смесью и структуры застройки населенного пункта. Приводятся результаты исследований по оптимальному функционированию централизованных систем автономного газоснабжения на базе газовой смеси.

К л ю ч е в ы е с л о в а: автономное газоснабжение, газовая смесь, затраты в системе газоснабжения.

The applicability of host-based and hostless systems of the autonomous gas supply is considered depending on controlled plant characteristics of the supply the gas-air mixture and the structure of the settlement building. Research results on the optimum performance of host-based systems of independent gas-supply based on air-gas mixtures are given.

К е у w o r d s: independent gas-supply, air-gas mixture, costs in the gas-supply system.

Перспективное развитие газификации территории России приводит к увеличению доли природного сетевого газа в общем балансе энергоснабжения страны [1]. При этом существует часть областей, в которых на данный момент уровень газификации природным газом незначителен: Иркутская, Кемеровская, Томская, Новосибирская области и т.д. (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Уровень газификации территориальных образований РФ (выборочно) [2]

Административно-территориальное образование	Уровень газификации, %		
	природным и сжиженным газом	природным газом	сжиженным газом
Иркутская область	22,6	8,0	14,6
Кемеровская область	15,3	1,8	13,5
Новосибирская область	37,7	1,2	36,5
Томская область	41,3	3,2	38,1
Читинская область	53,9	0	53,9
Республика Алтай	67,1	0	67,1
Республика Карелия	57	0,4	56,6
Республика Саха (Якутия)	30,1	19	11,1

Газификация природным газом данных территорий будет иметь продолжительный характер, а темпы жилищного строительства населенных пунктов с индивидуальной застройкой, в том числе и коттеджных поселков, постоянно растут. Альтернативой природного газа для покрытия всех коммунально-бытовых нужд потребителей в этом случае может служить сжиженный углеводородный газ (СУГ). Для максимальной адаптации систем газоснабжения коттеджных поселков на базе сжиженного углеводородного газа к последующему переводу на природный газ используют автономные системы газоснабжения на базе смесей паров СУГ и воздуха. В этом случае газовое оборудование не требует переналадки при переходе с газовой смеси на

природный газ и распределительные газопроводы населенного пункта полностью удовлетворяют природному газу.

Как правило, автономное газоснабжение потребителей осуществляется по схеме: групповая резервуарная установка СУГ, испарительная установка СУГ, смесительная установка паров СУГ с воздухом, распределительные газовые сети и потребитель (централизованная система газоснабжения) (рис. 1).

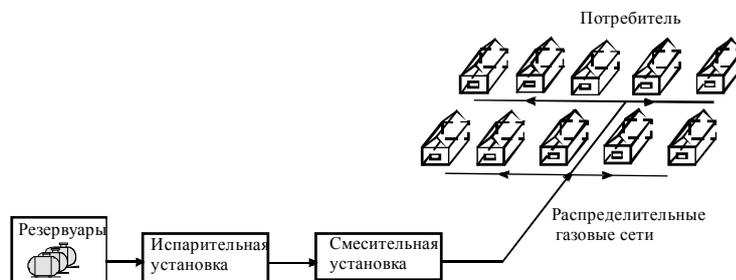


Рис. 1. Схема автономного газоснабжения потребителей газозвоздушной смесью

Для адекватной оценки предлагаемого проектного решения по автономному газоснабжению населенных пунктов с индивидуальной застройкой (коттеджных поселков) газозвоздушными смесями необходимо учитывать ряд определяющих факторов: количество зданий n , газифицируемых от одной резервуарной установки (в индивидуальном здании размещается одна квартира), плотность населения на газоснабжаемой территории q , структуру застройки населенных пунктов (многорядная и двухрядная), вид газоиспользующего оборудования зданий и режимы его эксплуатации, климатические характеристики района эксплуатации газоснабжаемых зданий и уровень их тепловой защиты.

В целях оптимизации систем автономного газоснабжения были проведены технико-экономические исследования.

В качестве целевой функции задачи использовались удельные (на одно газоснабжаемое здание) интегральные затраты в систему централизованного газоснабжения:

$$Z_{ц}(n) = \frac{Z_{гру}(n)}{n} + \frac{Z_{ргс}(n)}{n}, \quad (1)$$

где $Z_{гру}$ — удельные интегральные затраты в сооружение и эксплуатацию групповой резервуарной установки сжиженного углеводородного газа с огневым испарителем и смесительной установкой, р./(\text{год}\cdot\text{зд}) [3]; $Z_{ргс}$ — удельные интегральные затраты в распределительные газовые сети, р./(\text{год}\cdot\text{зд}).

В свою очередь, удельные интегральные затраты в распределительные газовые сети $Z_{ргс}$ определяются плотностью населения на газоснабжаемой территории q и количеством зданий n , снабжаемых газом от групповой резервуарной установки [4]:

$$\frac{Z_{ргс}}{n} = f(q;n). \quad (2)$$

В целях численной реализации предложенной экономико-математической модели были проведены соответствующие расчеты. В расчетах использовались следующие исходные данные и предпосылки:

в качестве источника автономного газоснабжения принята групповая резервуарная установка с подземными вертикальными резервуарами, оснащенная огневым испарителем СУГ;

уличные распределительные газовые сети — тупиковые, выполнены из стальных газопроводов с подземной прокладкой;

в качестве расчетных моделей застройки населенного пункта приняты два полярных варианта: многорядная застройка, характерная для поселков с компактной планировкой, и двухрядная (с застройкой зданиями вдоль улиц и проездов), характерная для поселков с разбросанной планировкой;

плотность населения газоснабжаемой территории q варьировала в пределах $(0,6...7,5) \cdot 10^{-3}$ чел./м² (площадь приусадебных участков от 400 до 5 000 м²), при среднем коэффициенте заселенности зданий $S = 3$ чел./зд;

характеристика объектов газоснабжения:

индивидуальные многоквартирные здания с существующим уровнем теплозащиты (общая площадь 81 м²). Газовое оборудование: газовые плиты, газовые отопительные печи периодического действия (тип 1);

индивидуальные многоквартирные здания с повышенным уровнем теплозащиты (общая площадь 81 м²). Газовое оборудование: газовые плиты, газовые отопительные печи (котлы) непрерывного действия (тип 2);

индивидуальные многоквартирные здания с повышенным уровнем теплозащиты (общая площадь 162 м²). Газовое оборудование: газовые плиты, водонагреватели и отопительные котлы непрерывного действия (тип 3);

уровень теплозащиты ограждающих конструкций зданий: существующий, в соответствии с нормативными санитарно-гигиеническими требованиями, и повышенный, в соответствии с нормативными требованиями к энергосбережению [5].

В результате детальной проработки целевой функции (1) с учетом выражения (2) и последующей обработки численных результатов на ЭВМ были получены аппроксимирующие уравнения для определения затрат в систему газоснабжения в зависимости от ранее приведенных определяющих факторов задачи (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Расчетные зависимости для определения удельных интегральных затрат $Z_{ц}(n)$ в систему автономного газоснабжения

Характеристика объектов газоснабжения	При структуре застройки населенного пункта	
	многорядной	двухрядной
Тип 1	$24205n^{-0,73} + 178q^{-0,53}n^{0,14}$	$24205n^{-0,73} + 156q^{-0,54}n^{0,18}$
Тип 2	$24205n^{-0,73} + 209q^{-0,51}n^{0,11}$	$24205n^{-0,73} + 186q^{-0,52}n^{0,13}$
Тип 3	$24205n^{-0,73} + 189q^{-0,53}n^{0,18}$	$24205n^{-0,73} + 176,9q^{-0,53}n^{0,15}$

Оптимальное функционирование автономных систем газоснабжения отвечает условию

$$\frac{dZ_{ц}}{dn} = 0, \quad (3)$$

откуда $n = n_{opt}$.

Результаты расчетов по определению оптимального количества зданий в населенном пункте (коттеджном поселке), подключаемых к автономной системе снабжения газозвоздушной смесью на базе групповых резервуарных установок, приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Оптимальное количество зданий $n_{орб}$, подключаемых к автономной системе газоснабжения, при снабжении потребителей газозвоздушной смесью

Плотность населения на газифицируемой территории $q \cdot 10^{-3}$, чел./м ²	При застройке населенного пункта	
	многорядной	двухрядной
Тип 1		
0,6	36	28
2,5	64	40
7,5	120	75
Тип 2		
0,6	50	36
2,5	121	84
7,5	228	150
Тип 3		
0,6	51	36
2,5	124	80
7,5	195	154

В то же время наряду с централизованными системами возможно устройство индивидуальных автономных (децентрализованных) систем газоснабжения. В этом случае снабжение газозвоздушной смесью будет осуществляться по схеме: индивидуальная резервуарная установка, испарительная установка СУГ; смесительная установка паров сжиженного углеводородного газа с воздухом и потребитель.

В целях выявления рациональной области применения централизованных и децентрализованных автономных систем газоснабжения населенных пунктов были проведены соответствующие исследования.

В качестве целевых функций задачи приняты удельные (на одно газоснабжаемое здание) интегральные затраты по соответствующим системам газоснабжения.

Задача решалась методом «критических точек», путем численной реализации уравнения вида

$$Z_{ц}^{\min}(q) = Z_{дц}, \quad (4)$$

где $Z_{ц}^{\min}$ — минимальные удельные интегральные затраты в систему автономного централизованного газоснабжения в условиях оптимального количества зданий, подключаемых к групповой резервуарной установке СУГ, р./(год·зд); $Z_{дц}$ — удельные интегральные затраты в систему децентрализованного автономного газоснабжения на базе индивидуальных резервуарных установок СУГ, р./(год·зд).

Поскольку затраты в дворовые и внутридомовые газовые сети по сравниваемым вариантам систем газоснабжения одинаковы, при расчете составляющих уравнения (4) используется принцип «нетто». Затраты по централизованным системам автономного газоснабжения определяются по комплексу:

групповые резервуарные установки, испаритель СУГ, смесительная установка и уличные распределительные газовые сети. Затраты по децентрализованным системам включают в себя: затраты в индивидуальную резервуарную установку, испаритель СУГ и смесительную установку.

Преобразование выражения (4) в зависимости от управляющих параметров позволило получить зависимости для определения критической плотности населения на газоснабжаемой территории $q_{кр}$, обуславливающей равенство затрат по сравниваемым системам автономного газоснабжения при двухрядной и многорядной застройке населенного пункта и используемом газовом оборудовании у потребителя:

газовые плиты, газовые отопительные печи периодического действия:

$$q_{кр}^{дв} = 5,6 \cdot 10^6 Z_{дц}^{-2,38}; \quad (5)$$

$$q_{кр}^{мн} = 1,85 \cdot 10^6 Z_{дц}^{-2,25}; \quad (6)$$

газовые плиты, газовые отопительные печи (котлы) непрерывного действия:

$$q_{кр}^{дв} = 2,03 \cdot 10^6 Z_{дц}^{-2,27}; \quad (7)$$

$$q_{кр}^{мн} = 1,7 \cdot 10^6 Z_{дц}^{-2,27}; \quad (8)$$

газовые плиты, водонагреватели и отопительные котлы непрерывного действия:

$$q_{кр}^{дв} = 2,3 \cdot 10^6 Z_{дц}^{-2,27}; \quad (9)$$

$$q_{кр}^{мн} = 11,6 \cdot 10^6 Z_{дц}^{-2,43}. \quad (10)$$

Анализ расчетных затрат $Z_{ц}^{\min}$ и $Z_{дц}$ показывает, что в области $q < q_{кр}$ имеет место соотношение $Z_{ц}^{\min} > Z_{дц}$, а в области $q > q_{кр}$ имеет место соотношение $Z_{ц}^{\min} < Z_{дц}$.

Таким образом, в области $q < q_{кр}$ целесообразно применение децентрализованных систем, а в области $q > q_{кр}$ целесообразно применение централизованных систем автономного газоснабжения. Результаты исследований по определению рациональной области применения указанных систем автономного газоснабжения приведены в табл. 4.

Как видно из табл. 4, рациональная область применения систем децентрализованного автономного газоснабжения зависит от вида застройки населенного пункта и характеристики объектов газоснабжения, определяемой видом газоиспользующего оборудования, установленного у потребителя.

С учетом погрешности вычисления затрат допустимый диапазон изменения критической плотности населения на газоснабжаемой территории может быть принят в следующих пределах [6]:

для многорядной застройки населенного пункта от $0,2 \cdot 10^{-3}$ до $0,27 \cdot 10^{-3}$ чел./м² (площадь приусадебного участка $(15 \dots 11) \cdot 10^3$ м²);

двухрядной застройки населенного пункта от $0,17 \cdot 10^{-3}$ до $0,24 \cdot 10^{-3}$ чел./м² (площадь приусадебного участка $(18 \dots 12,5) \cdot 10^3$ м²).

Т а б л и ц а 4

Выбор рациональной области применения централизованных и децентрализованных систем автономного газоснабжения

Характеристика объектов газоснабжения	Критическая плотность населения на газоснабжаемой территории $q_{кр} \cdot 10^{-3}$, чел./м ² , при застройке населенного пункта	
	многорядной	двухрядной
Тип 1	0,26	0,23
Тип 2	0,21	0,18
Тип 3	0,25	0,21

Как показывают проведенные исследования, минимальные вложения в автономные системы газоснабжения на базе газоздушных смесей наблюдаются при оптимальном количестве подключаемых зданий. В то же время индивидуальные (децентрализованные) системы автономного газоснабжения могут конкурировать с централизованными системами в случае значительных площадей приусадебных территорий домовладений от $11 \cdot 10^3$ м² и более, что является маловероятным в реальной практике планировки населенных пунктов (коттеджных поселков). Таким образом, наиболее целесообразной является централизованная система автономного газоснабжения на базе газоздушных смесей с учетом оптимального функционирования, рекомендуемого автором.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Программа газификации регионов Российской Федерации на 2011 год : утв. правлением Газпрома 24.12.2010. М. : Газпром, 2010.
2. Технический паспорт газового хозяйства Российской Федерации по состоянию на 01.01.2007 г. / ОАО Росгазификация. Саратов : Гипрониигаз, 2007. 84 с.
3. *Осипова Н.Н.* К определению удельных приведенных затрат в групповые резервуарные установки, оборудованные установками для производства пропан-бутановых смесей с воздухом // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газоэнергоснабжения : межвуз. науч. сб. Саратов : СГТУ, 2009. С. 84—87.
4. *Осипова Н.Н.* К выбору оптимальной централизации резервуарных систем снабжения сжиженным газом // Приволжский научный журнал. 2009. № 4. С. 74—79.
5. СНиП 23-02—2003. Тепловая защита зданий : утв. постанов. Госстроя России от 26.06.2003 г. № 113 / Госстрой России. М. : ФГУП ЦПП, 2004. 27 с.
6. *Курицын Б.Н., Осипова Н.Н.* Техничко-экономическая оптимизация систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Саратов : СГТУ, 2008. 78 с.

1. Programma gazifikatsii regionov Rossiyskoy Federatsii na 2011 god : utv. pravleniyem Gazproma 24.12.2010. M. : Gazprom, 2010.
2. Tekhnicheskij passport gazovogo hozyaystva Rossiyskoy Federatsii po sostoyaniyu na 01.01.2007 g / ОАО "Rosgazifikatsiya". Saratov : Giproniigaz, 2007. 84 s.
3. *Osipova N.N.* K opredeleniyu udelnykh privedennykh zatrat v gruppovyie rezervuarnyye ustanovki, oborudovannyye ustanovkami dlya proizvodstva propan-butanovykh smesey s vozduhom // Nauchno-tehnicheskiye problemy sovershenstvovaniya i razvitiya sistem gazoenergostonabzheniya : mezhvuz. nauch. sb. Saratov : SGTU, 2009. S. 84—87.
4. *Osipova N.N.* K vyboru optimalnoy tsentralizatsii rezervuarnykh sistem snabzheniya szhizhennym gazom // Privolzhskiy nauchnyy zhurnal. 2009. № 4. S. 74—79.
5. SNiP 23.02.2003 Teplovaya zashchita zdaniy : utv. postan. Gosstroya Rossii 26.06.2003 g. № 113 / Gosstroy Rossii. M. : FGUP TSPP, 2004. 27 s.
6. *Kuritsyn B.N., Osipova N.N.* Tehnico-economiceskaya optimizatsiya sistem otopleniya, ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdyha. Saratov : SGTU, 2008. 78 s.

Поступила в редакцию в апреле 2011 г.

© *Osipova N.N.*, 2011

Ссылка при цитировании: *Осипова Н.Н.* Системы автономного газоснабжения населенных пунктов // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2011. Вып. 22 (41). С. 115—120.

УДК 621.644.01

О.Н. Медведева

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Разработана экономико-математическая модель одноступенчатых систем газоснабжения сельских поселков, отличительной особенностью которой является обобщенная постановка задачи в рамках технологического комплекса: сети среднего (высокого) давления — ШГРП — сети низкого давления — потребитель. Выявлены удельные (на одну газифицируемую квартиру) приведенные затраты в сооружение и эксплуатацию систем газоснабжения в условиях их оптимального функционирования.

К л ю ч е в ы е с л о в а: распределительная система газоснабжения, оптимизация, приведенные затраты.

The economic and mathematical model of simple gas-supply systems in villages is developed. The property is the generalized statement of problem as part of the technological complex: middle (heavy) pressure networks — gas-distributing plant — low pressure networks — consumer. Specific (one consumable apartment) present costs of construction and gas-supply systems operation in conditions their optimum performance are identified.

К e y w o r d s: distribution gas-supply system, optimization, present costs.

Важнейшим потребителем природного газа является жилищно-коммунальный сектор страны, на долю которого приходится 15,63 % потребляемого газа. В настоящее время природным газом пользуется около 90 млн жителей России. Общее количество газифицированных квартир и домовладений превышает 30 млн. Построено и находится в эксплуатации свыше 40 тыс. км газопроводов-отводов и 594 тыс. км газораспределительных сетей. Только системы газораспределения, входящие в сферу деятельности ОАО «Газпромрегионгаз», представляют мощнейший производственный комплекс с общей протяженностью сетей 445 тыс. км и объемом транспортирования газа 157 млрд м³ в год. В настоящее время уровень газификации населения Российской Федерации составляет 68 %, в т. ч.: в городах — 70 %, в сельской местности — 42 % при ежегодном приросте газифицированных квартир в размере от 2 до 4 %.

Если уровень газификации населения Европейской части страны достаточно высок и достигает от 75 до 80 % и более, то газификация Сибири и Дальнего Востока находится на уровне от 30 до 35 %. Поскольку указанные регионы имеют стратегическое значение для развития страны в XXI в. в энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2020 г. [1] поставлена и успешно решается задача по формированию и развитию в указанных регионах новых крупных центров газодобычи и выходу России на рынки газа в Азиатско-Тихоокеанском регионе, а также создания в Восточной Сибири единой системы добычи, транспортирования газа и газоснабжения. Несмотря на широкие масштабы газификации страны, уровень газоснабжения сельского населения не отвечает современным требованиям и потенциальным возможностям Единой системы газоснабжения.

Более половины сельского населения страны не охвачено сетевым природным газом. Газоснабжение квартир сводится к использованию баллонного

сжиженного газа. Последний реализуется только на нужды пищевого приготовления, в то время как остальные бытовые и хозяйственные нужды (отопление, горячее водоснабжение), а также промышленные нужды покрываются твердым и жидким топливом.

В этой связи стратегическая задача, поставленная Президентом РФ и закреплённая Федеральным законом № 122-ФЗ по газоснабжению Российской Федерации [2], предусматривающая широкую газификацию сельских поселков на базе сетевого природного газа, является приоритетным направлением развития газовой промышленности в целом и ее газораспределительной отрасли в частности.

Разработка методов оптимизации систем централизованного и децентрализованного газоснабжения является актуальной задачей, что объясняется высокими темпами развития этой отрасли энергетики. Непрерывный рост масштабов и уровня централизации систем, усложнение их структуры выдвинули на первый план системные задачи расчета и оптимизации, определяющие экономическую эффективность и надежность систем газоснабжения.

По оптимизации систем газоснабжения выполнено значительное количество работ как в нашей стране, так и за рубежом. Обеспечение оптимальности функционирования разрабатываемых объектов, разрешение возникающих противоречий нашло отражение в трудах отечественных и зарубежных ученых О. Моргенштерна, Д. Хедли, Л.А. Мелентьева, В.А. Смирнова, Д.Б. Баясанова, Е.И. Берхмана, А.А. Ионина, А.М. Левина и др. Полученные авторами решения и разработанные на их основе рекомендации отличаются постановкой задачи, полнотой учета определяющих факторов, алгоритмами ее реализации и часто носят весьма противоречивый характер. Следует отметить также, что известные решения привязаны к городским населенным пунктам с квартальной планировкой и многоэтажной застройкой и совершенно неприменимы к сельским поселкам, характерными особенностями которых являются широкое разнообразие планировки и преимущественная застройка малоэтажными (одноквартирными) жилыми зданиями. Отрицательным моментом является и тот факт, что рекомендации разработаны, как правило, на базе газовой техники 60—70-х гг. прошлого столетия и поэтому не могут быть востребованы в полном объеме в современной газовой практике.

Анализ литературных источников выявил расчетные зависимости, наиболее адекватно отражающие механизм функционирования поселковых систем газоснабжения. Последние были приняты в качестве научной подосновы к последующей реализации задачи диссертационных исследований.

Для определения оптимальных размеров централизации систем газоснабжения природным газом используется минимум удельных (на одну газифицируемую квартиру) приведенных затрат, р./(год· кв.), по комплексу:

сети высокого (среднего) давления $Z_{с/д}$

ШГРП $Z_{шгрп}$;

сети низкого давления $Z_{н/д}$

$$\frac{Z}{n} = \frac{1}{n} [Z_{с/д}(n) + Z_{шгрп}(n) + Z_{н/д}(n)] = \min , \quad (1)$$

где n — количество квартир, снабжаемых газом от одного ШГРП, кв.

Двухступенчатые системы газоснабжения (рис. 1, 2) предусматривают кроме дворовых и внутридомовых газопроводов разветвленные уличные сети низкого давления.

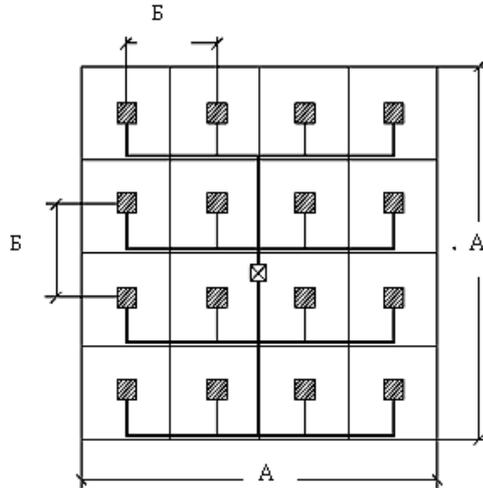


Рис. 1. Расчетная схема газовой сети низкого давления: \boxtimes — ШГРП; ■ — жилое здание; А — размеры жилого массива, газоснабжаемого от одного ШГРП; В — размер приусадебного участка, приходящегося на одно здание

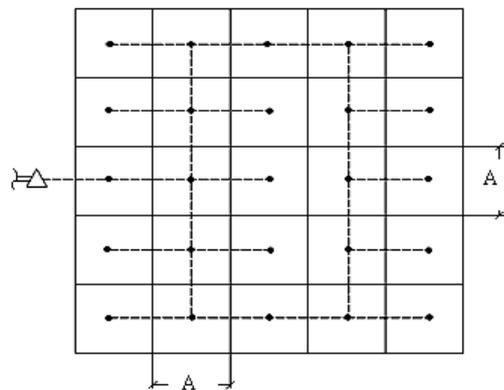


Рис. 2. Расчетная схема газовой сети среднего давления: \triangle — головной ГРП; \bullet — ШГРП; А — размеры жилого массива, газоснабжаемого от одного ШГРП

Удельные приведенные затраты в газовые сети низкого давления включают в себя следующую цепочку затрат:

$$Z_{\text{нд}}^{\text{гс}} = Z_{\text{гм}}(n; \Delta P_{\text{гм}}) + Z_{\text{отв}}(n; \Delta P_{\text{отв}}) + Z_{\text{вг}}(\Delta P_{\text{вг}}), \quad (2)$$

где $Z_{\text{гм}}, Z_{\text{отв}}, Z_{\text{вг}}$ — удельные приведенные затраты в головную магистраль уличных газораспределительных сетей, в ответвления от головной магистрали, в дворовые и внутридомовые газопроводы, р./ (год · кв.), определяются по

[3]; $\Delta P_{\text{ГМ}}, \Delta P_{\text{Отв}}, \Delta P_{\text{ВГ}}$ — потери давления на соответствующих участках газораспределительной сети, Па.

Для нахождения оптимальной централизации поселковых систем газоснабжения наиболее целесообразным представляется применение метода вариантных расчетов.

Задаваясь рядом значений управляющего параметра $n_1, n_2, \dots, n_i, \dots, n_n$, вычисляем соответствующие значения целевой функции $Z_{\text{дгс},1}; Z_{\text{дгс},2}; \dots; Z_{\text{дгс},i}; \dots; Z_{\text{дгс},n}$. Минимальному значению целевой функции $Z_{\text{дгс},\text{min}}$ соответствует оптимальное количество квартир (зданий) n_{opt} , подключаемых к одной газорегуляторной установке.

В целях численной реализации экономико-математической модели двухступенчатых систем газоснабжения были проведены соответствующие расчеты. Рекомендуемые значения оптимальной централизации поселковых систем газоснабжения на базе шкафных газорегуляторных установок приведены в табл. 1 [4].

Оптимальная централизация поселковых систем газоснабжения, кв.

Плотность населения q , чел/м ²	Застройка поселков			
	Многорядная		Одно- или двухрядная (ленточная)	
	Оптимальное значение централизации n_{opt}	Допустимый интервал значений централизации	Оптимальное значение централизации n_{opt}	Допустимый интервал значений централизации
Усадебные здания с существующим уровнем теплозащиты. Газовое оборудование: газовые плиты, газовые отопительные печи периодического действия				
$0,6 \cdot 10^{-3}$	80	65...105	7	5...9
$2,5 \cdot 10^{-3}$	100	83...132	10	8...13
$7,5 \cdot 10^{-3}$	120	97...155	12	10...16
Усадебные здания с повышенным уровнем теплозащиты. Газовое оборудование: газовые плиты, газовые отопительные печи (котлы) непрерывного действия. Коттеджные здания с повышенным уровнем теплозащиты. Газовое оборудование: газовые плиты, газовые водонагреватели, газовые котлы непрерывного действия				
$0,6 \cdot 10^{-3}$	120	95...155	8	6...10
$2,5 \cdot 10^{-3}$	150	120...182	11	9...14
$7,5 \cdot 10^{-3}$	170	137...238	15	12...20

Приведенные значения коррелируют с результатами других исследователей и вместе с тем более адекватно отражают конкретные особенности функционирования поселковых систем газоснабжения с учетом многообразия системообразующих связей и факторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года. М. : Минтопэнерго РФ, 2000. 441 с.
2. Федеральный Закон «О газоснабжении в Российской Федерации» № 122-ФЗ от 31 марта 1999 года : принят Гос. думой 12 марта 1999 г., одобрен Советом Федерации 17 марта 1999 г. // Российская газета. 1999. 8 апреля; Собрание законодательства Рос. Федерации. 1999. 5 апреля. № 14. Ст. 1667.

3. Курицын Б.Н., Медведева О.Н. Оптимизация распределительных систем газоснабжения малых населенных пунктов // Инженерные системы, АВОК — Северо-Запад. 2006. № 3. С. 36—40.

4. СТО 03321549—005. Выбор параметров систем газоснабжения сельских населенных пунктов на базе природного и сжиженного углеводородного газов / Б.Н. Курицын, О.Н. Медведева. Саратов : ОАО «Гипрониигаз», 2010. 17 с.

1. Energeticheskaya strategiya Rossii na period do 2020 goda. М. : Mintopenergo RF, 2000. 441 с.

2. Federalnyy zakon “O gazosnabzhenii v Rossiyskoy Federatsii” №122-FZ ot 31 marta 1999 goda : prinayt Gos. dumoy 12 marta 1999 g., odobren Sovetom Federatsii 17 marta 1999 g. // Rossiyskaya gazeta. 1999. 8 aprelya; Sobraniye zakonodatelstv Ros. Federatsii. 1999. 5 aprelya. № 14. S. 1667.

3. Kuritsyn B.N., Medvedeva O.N. Optimizatsiya raspredelitelnykh system gazosnabzheniya malyykh naseleennykh punktov // Inzhenernyye sistemy, Avok — Severo-Zapad. 2006. № 3. S. 36—40.

4. СТО 03321549—005 Vybora parametrov system gazosnabzheniya selskikh naseleennykh punktov na baze prirodnogo i szhizhennogo uglevodorodnogo gazov / B.N. Kuritsyn, O.N. Medvedeva. Saratov : ОАО “Giproniigaz”, 2010. 17 s.

© Медведева О.Н., 2011

*Поступила в редакцию
в апреле 2011 г.*

Ссылка при цитировании:

Медведева О.Н. Обоснование рациональных систем газоснабжения // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 121—125.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 628.113(282)(470.45):556.535.6

И.А. Полозова, В.Ф. Желтобрюхов

ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА ПРОМЫШЛЕННОГО ВОДОЗАБОРА НА МАЛОЙ РЕКЕ МЕДВЕДИЦЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ С ЦЕЛЬЮ ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ЕГО ЗАЩИТЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАНОСОВ

Рассмотрены и проанализированы гидрометеорологические, физико-географические, геоморфологические и рельефные условия района промышленного водозабора на р. Медведице для его защиты от отложения наносов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: водозабор, водопотребление, наносы, Медведица, гидрометеорологические условия, геоморфология, рельеф, физико-географические условия, эксплуатация водозабора.

Hydrometeorological, physiographic, geomorphological and salient conditions of industrial water-intake zone on the Medvediza River are considered and analyzed with the object of protecting from accretion.

K e y w o r d s: water-intake structure, water consumption, drifts, Medvediza River, hydrometeorological conditions, geomorphology, relief, physiographic conditions, running of the water inlet.

Водозаборное сооружение для водоснабжения г. Михайловки Волгоградской области и промышленного предприятия ОАО «Себряковцемент», построенное в 1953 г., расположено в пределах правобережной пойменной террасы р. Медведицы в двух километрах к юго-востоку от окраины города. С момента эксплуатации водозабора возникли проблемы, связанные с неустойчивостью русла в створе водозабора в результате его плановых и глубинных деформаций, следствием которых является занесение водоприемного устройства водозабора наносами. Для выбора наиболее эффективного метода защиты водозаборного сооружения от воздействия наносов, а также для обеспечения бесперебойности подачи воды населению г. Михайловки нами были рассмотрены и проанализированы физико-географические и гидрометеорологические условия в районе водозабора.

Выполненная в мае 2009 г. топографическая съемка участка р. Медведицы в районе водозаборных сооружений показывает, что рельеф участка осложнен песчаными валами, потяжинами, а также искусственными выемками грунта [1]. Отметки поверхности земли изменяются от 70,6 до 76,06 м. Участок охватывает территорию речной излучины, отметки уреза воды 70,6...70,92 м, отметки дна русловой части около 69,65...70,92 м.

Климатические характеристики района размещения водозабора [2] приведены на диаграмме (рис. 1).

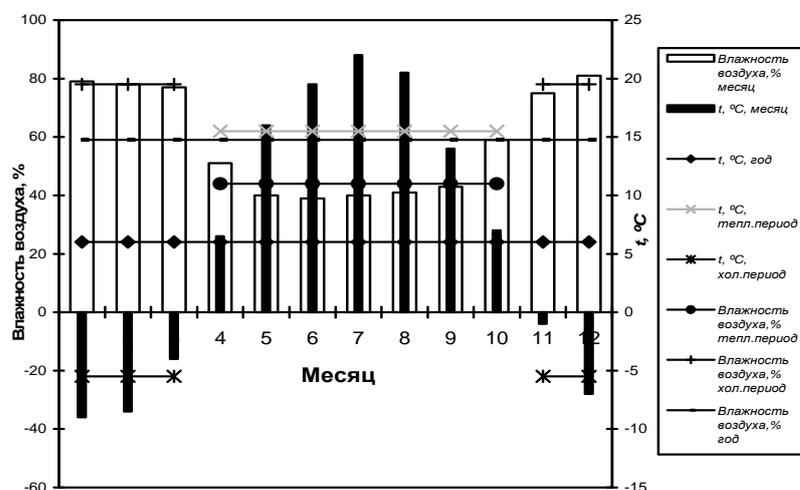


Рис. 1

Рассматриваемая территория характеризуется засушливым континентальным климатом с преобладанием в летний период восточных, юго-восточных ветров, переходящих в отдельные годы в суховеи. Среднегодовая амплитуда температур колеблется в пределах $32\text{ }^{\circ}\text{C}$, а абсолютная максимальная и минимальная $70\text{...}80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Осадков выпадает мало и распределены они неравномерно как по сезонам года, так и в многолетнем плане. Велика испаряемость, в летнее время она превышает количество выпадающих осадков, поэтому летний сезон характеризуется засушливостью.

Ниже приводится характеристика климата по отдельным элементам.

Температура воздуха является одним из основных элементов, обуславливающих климат. Наиболее холодным месяцем является январь. Абсолютный минимум температур ($-39\text{ }^{\circ}\text{C}$) наблюдается в январе. Абсолютный максимум температур ($41\text{...}42\text{ }^{\circ}\text{C}$) наблюдается в июле — августе.

Начало зимних синоптических процессов связано с вторжением воздуха из Арктики. Затоки воздуха с Атлантики, Средиземного и Черного морей приносят на территорию бассейна оттепели, значительные осадки, гололеды и метели. На термический режим воздуха, помимо основных факторов: атмосферной циркуляции и радиационного режима — оказывают влияние местные факторы: мезо- и микрорельеф, растительность, почва, близость водоемов, застройка территорий. Благодаря их воздействию температурные условия могут существенно меняться на расстоянии сотен метров, а иногда и нескольких километров.

Эти особенности температурного режима наиболее проявляются в годовом ходе средней месячной температуры воздуха, которая представлена в табл. 1. Температура воздуха средняя за год составляет $6,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Начало устойчивых морозов в среднем совпадает с датой перехода средней суточной температуры через $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наиболее холодными месяцами яв-

ляются декабрь и январь. Март можно считать первым весенним месяцем. От марта к апрелю среднемесячная температура воздуха повышается на 10...12 °С. В течение апреля — мая происходит переход температур воздуха через 0 и 5 °С. В этот период наблюдается перестройка термического режима и переход к летнему типу. Наиболее теплым месяцем является июль. Лето жаркое, сухое. Переход температуры воздуха через 0 °С происходит в среднем во второй декаде ноября, а весной — во второй декаде марта. Таким образом, длительность холодного периода составляет около 130 дней. Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 135 сут.

Глубина промерзания почвы средняя из максимальных за зиму 73 см, наибольшая из максимальных 126 см. Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов согласно [3] составляет 1,2 м.

Количество атмосферных осадков является одним из основных показателей, определяющих водный режим территории.

Среднее количество осадков по месяцам приведено в табл. 1. Среднегодовое количество осадков по г. Михайловка составляет 431 мм.

Таблица 1

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI—III	IV—X	Год
Средняя месячная и годовая температура воздуха t , °С														
-8,8	-8,4	-3,7	7,0	15,6	19,7	22,2	20,7	14,0	6,7	-0,8	-6,6			6,3
Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха, %														
79	77	74	51	40	39	40	41	43	59	75	81			58
Среднее количество осадков, приведенное к показаниям осадкомера, мм														
30	26	30	30	39	53	48	43	30	34	34	34	154	277	431
Среднее количество осадков с поправками к показаниям осадкомера, мм														
48	43	43	34	43	58	52	47	34	39	46	51	231	307	538

Годовое количество осадков различной обеспеченности приведено в табл. 2. Во внутригодовом распределении осадков наблюдается закономерное увеличение их в весенне-летние месяцы и уменьшение зимой. В многолетнем плане также отмечается значительное отклонение от нормы. В очень засушливые годы выпадает осадков на 55...65 % меньше нормы, во влажные годы на 20...40 % больше нормы.

Таблица 2

Количество осадков, мм, при обеспеченности, %												
Средняя	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	
431	616	558	511	475	448	425	424	370	338	297	259	

Сведения о наступлении основных фаз снежного покрова даны в табл. 3. Снежный покров появляется в среднем в середине ноября — начале декабря. Первый снег обычно стает с возвратом тепла. Устойчивый снежный покров образуется в конце декабря. Средняя высота снежного покрова 8...10 см.

Преобладающими направлениями ветров в холодный период года являются юго-восточные и восточные. В теплое время года возрастает повторяемость западных ветров, приносящих прохладный и влажный воздух, а также

дут сухие и жаркие юго-восточные и восточные ветры. Ветры летнего периода неустойчивые по направлениям, скорость их наименьшая в году.

Т а б л и ц а 3

Число дней со снегом	Дата											
	появления снежного покрова			образования снежного покрова			разрушения устойчивого снежного покрова			схода снежного покрова		
	Самая ранняя	Средняя	Самая поздняя	Самая ранняя	Средняя	Самая поздняя	Самая ранняя	Средняя	Самая поздняя	Самая ранняя	Средняя	Самая поздняя
107	12/10	13/11	8/12	24/12	18/12	—	—	22/03	14/04	06/03	01/04	15/04

Наиболее сильные штормовые ветры наблюдаются в феврале — марте. В табл. 4 приведены данные повторяемости направлений ветра, штилей, а также среднемесячная скорость ветра. Восточные ветры в зимнее время создают очень суровую холодную погоду, часто сопровождаемую снежными бурями. В летнее время они становятся сухими и жаркими, образуя пыльные бури. Западные ветры зимой обычно приводят к оттепелям, они приносят наибольшее количество осадков. Сильные ветры ($V \geq 15$ м/с) чаще всего бывают в марте — мае. В среднем за год бывает 20...40 дней с сильными ветрами.

Т а б л и ц а 4

Месяц	Повторяемость, %, направлений ветра									Средняя скорость, м/с
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль	
I	10	10	13	17	15	14	12	9	14	3,5
II	8	10	16	21	15	13	9	8	13	3,8
III	11	12	14	14	13	14	12	10	13	3,8
IV	12	14	16	17	11	11	10	9	14	3,6
V	13	15	13	13	10	11	12	13	15	3,6
VI	18	18	11	8	9	10	12	14	17	3,2
VII	18	17	10	5	8	9	15	18	20	2,9
VIII	14	16	12	10	9	10	12	17	23	2,7
IX	12	11	7	11	14	12	16	17	24	2,7
X	12	12	8	12	13	13	16	14	21	3,0
XI	8	11	18	17	13	13	10	10	16	3,3
XII	7	8	16	20	14	14	12	9	14	3,6
Год	12	13	13	14	12	12	12	12	17	3,3

Влажность воздуха играет большую роль в формировании осадков. Данные о влажности приведены в табл. 1. В холодную часть года относительная влажность не опускается ниже 70 % и имеет сглаженный суточный ход. В теплый период (апрель — октябрь) дневная относительная влажность резко снижается (до 40...60 %). Число засушливых дней с влажностью ниже 30 % в этот период составляет 50...60. Норма годового испарения с водной поверхности (по Зайкову) составляет 825 мм.

Источниками питания р. Медведицы в основном являются талые снеговые воды, несмотря на то что наибольшее количество осадков выпадает летом. Последние не оказывают существенного влияния на поверхностный сток вследствие большой сухости почв в летнее время и значительного испарения.

Зимнее снегонакопление обеспечивает обильную отдачу воды, формирующую в случае сильного промерзания почвы (закупорки ее пор льдом) достаточно высокое и продолжительное весеннее половодье, в течение которого проходит преобладающая часть годового стока. В отдельные же теплые зимы со слабым промерзанием почвы объем стока весеннего половодья значительно уменьшается.

Подъем воды на р. Медведице обычно начинается за 5...10 дней до вскрытия. Начало половодья в среднем относится ко второй половине февраля. Максимальные уровни чаще наблюдаются в конце марта — начале апреля, спад половодья — в конце марта, первой-второй декадах апреля.

Летом, чаще всего к июлю, на р. Медведице устанавливается устойчивая межень с низкими уровнями воды. Общий фон межени изредка нарушается 2-3 небольшими и кратковременными (2...5 дней) дождевыми паводками. Наиболее низкие уровни во время летней межени приходятся на август — сентябрь. Продолжительность межени составляет 80...120 дней. Зимняя межень устанавливается в начале декабря. Продолжительность ее от 60...70 до 120...130 дней.

Годовой ход температуры воды в реке согласуется с годовым ходом температуры воздуха. Значения среднемесячной температуры воды в р. Медведице за период с 2005 по 2010 гг. по водпосту Арчединская приведены на графике (рис. 2).

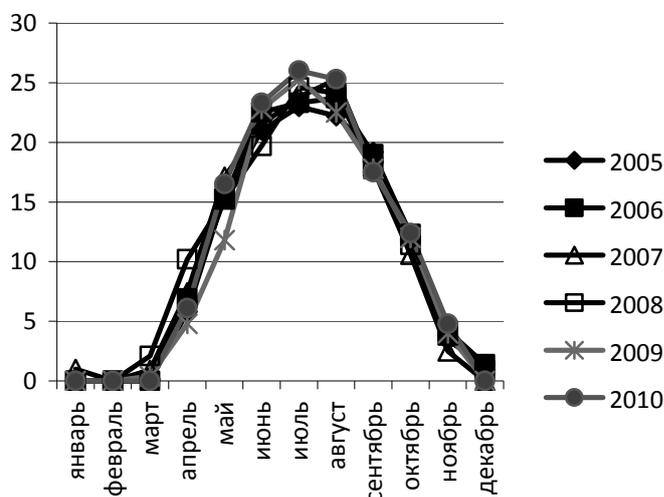


Рис. 2

Весенний устойчивый переход температуры воды через $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ наблюдается в среднем в первой-второй декадах марта. С конца марта к началу апреля происходит постепенный рост температуры воды, достигающий к концу первой декады апреля $4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$; во второй декаде этого месяца температура воды

повышается до 7,7 °С, а в третьей декаде — до 10,7 °С. Обычно от марта к апрелю вода становится теплее на 6...7 °С. Наиболее интенсивно температура воды растет в мае до 15...17 °С. В августе происходит слабое понижение температуры на 0,5...1,0 °С. После этого наблюдается равномерное охлаждение воды с интенсивностью 6...7 °С от месяца к месяцу. В ноябре температура воды составляет 4...5 °С, в декабре около 0...0,5 °С.

На р. Медведице с ноября образуется ледостав, которому предшествует более или менее длительный период замерзания. Первые ледовые явления появляются обычно в первой декаде ноября. Между первыми ледовыми явлениями и установлением ледостава проходит 10...12 дней. Ледостав длится около 120 дней. Вскрытие реки происходит во второй декаде марта.

В геоморфологическом отношении исследуемый участок в районе водозабора располагается в пределах аллювиально-аккумулятивной равнины долины р. Медведицы, общая ширина которой вблизи г. Михайловки около 8 км. В долине — две террасы: пойменная общей шириной до 5 км, расположенная по обоим берегам реки, и I надпойменная шириной до 3 км, занимающая преимущественно правобережье р. Медведицы и отделенная от поймы уступом высотой около 3...9 м.

I надпойменная терраса характеризуется плоским рельефом с общим уклоном в сторону реки. Абсолютные отметки поверхности 74...90 м. Поверхность террасы осложнена ложбинами временного стока, лиманообразными понижениями, а также присутствуют золотые формы рельефа — полузакрепленные песчаные бугры.

Пойменная терраса имеет ровную поверхность с абсолютными отметками 71...79 м, является залесенной, с многочисленными озерами и старицами, заболоченными понижениями.

Исследуемый участок расположен в пределах одного геоморфологического элемента — пойменной террасы р. Медведицы.

Опыт эксплуатации водозаборных сооружений свидетельствует о том, что бесперебойность забора воды, безусловно, напрямую зависит от местных природных условий конкретного участка водотока, а также от возможности их последующего нарушения. Условия прилегающих к водозабору участков реки обычно индивидуальны и формируются целым рядом характеристик и процессов и включают в себя сложные взаимно обусловленные топографические, геологические, метеорологические, гидрологические, гидробиологические и другие факторы [4]. Таким образом, проведенный анализ физико-географических, гидрометеорологических, геоморфологических и рельефных характеристик участка расположения проблемного водозаборного сооружения дает возможность перейти к изучению гидрологии реки Медведицы для выбора эффективного метода защиты рассматриваемого водозаборного сооружения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Полозова И.А., Ошкин М.И., Желтобрюхов В.Ф. Предотвращение загрязнений промышленного водозабора с целью качественного водоснабжения для хозяйственно-бытовых и промышленных нужд // Актуальные проблемы современной науки и образования : материалы Всероссий. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Уфа, 2010. С. 54—58.
2. Проект «Ежегодные эксплуатационные расчистки русла реки Медведицы в районе водозабора ОАО «Себряковцемент» : в 5 т. / Волгогр. регион. обществ. науч. организация «Экологическая академия». Волгоград, 2009.

3. СНиП 23-01—99. Строительная климатология. М. : Госстрой России, 2000.
4. *Полозова И.А., Желтобрюхов В.Ф.* Исследование геологического строения, гидрогеологических условий и физико-механических свойств грунта речного дна реки Медведицы Волгоградской области в районе промышленного водозабора // Теория и практика современной науки : материалы III науч.-практ. конф., 29—30 июля 2010 г. // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2010. № 8/август (т. 2). С. 28—32.
1. *Полозова И.А., Ошкин М.И., Желтобрюхов В.Ф.* Predotvrashcheniye zagryazneniy promyshlennogo vodozabора s tselyu kachestvennogo vodosnabzheniya dlya hосyaystvenno-bytovykh i promyshlennykh nuzhd // Aktualnyye problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya : materialy Vseross. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiyem. Ufa, 2010. S. 54—58.
2. Проект “Ezhegodnyye ekspluatatsionnyye raschistki rusla reki Medveditsy v rayone vodozabора ОАО “Sebryakovtsement” : v 5 t. / Volgogr. region. obshchestv. nauch. organisatsiya “Ekologicheskaya akademiya”. Volgograd, 2009.
3. СНиП 23-01—99. Stroitel'naya klimatologiya. M. : Gosstroy Rossii, 2000.
4. *Полозова И.А., Желтобрюхов В.Ф.* Issledovaniye geologicheskogo stroyeniya, gidrogeologicheskikh usloviy i phisiko-mekhanicheskikh svoystv grunta rechnogo dna reki Medveditsy Volgogradskoy oblasti v rayone promyshlennogo vodozabора // Teoriya i praktika sovremennoy nauki : materialy III nauch.-prakt. konf., 29—30 iyulya 2010 g. // Aktual'nyye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2010. № 8/avgust (t. 2). S. 28—32.

© *Полозова И.А., Желтобрюхов В.Ф.*, 2011

*Поступила в редакцию
в марте 2011 г.*

Ссылка для цитирования:

Полозова И.А., Желтобрюхов В.Ф. Изучение гидрометеорологических и физико-географических условий района промышленного водозабора на малой реке Медведице Волгоградской области с целью выбора эффективного метода его защиты от воздействия наносов // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 126—132.

УДК 628.16.067.3

Т.М. Мягкая, Е.В. Пустовалов

НОВЫЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ЗАГРУЗКИ СКОРЫХ ФИЛЬТРОВ НА ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Рассмотрена актуальная задача замены традиционного кварцевого песка в скорых фильтрах очистных водопроводных сооружений на новые ресурсосберегающие фильтрующие материалы. Приведены качественные характеристики «Гидроантрацит-А», АПТ-1 и МФО-47 и результаты исследований их применения для очистки поверхностных и подземных вод.

К л ю ч е в ы е с л о в а: питьевая вода, фильтрующие материалы, скорые фильтры, соединения железа и марганца.

The relevant objective of the customary high-silica sand substitution in high capacity filters of treatment water-retaining constructions for new resource-saving filtering materials is considered. The descriptive adjectives "Gidroantratsit-A", APT-1 and MFO-47 and the research data their use for treatment of surface and subterranean waters are given.

К e y w o r d s: pure water, filtering materials, high capacity filters, iron and manganese compounds.

На территории РФ источниками централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения являются поверхностные и подземные воды. Доля поверхностных вод в общем объеме водопотребления составляет 65...70, подземных — 30...35 %. В традиционных технологических схемах водопроводных очистных сооружений (ВОС) в качестве первой ступени очистки применяются горизонтальные и вертикальные отстойники, осветлители коридорного типа со слоем взвешенного осадка. Эти сооружения в условиях очистки маломутных вод, что характерно для ВОС г. Волгограда, работают недостаточно эффективно. В качестве второй ступени очистки воды применяются скорые фильтры (СФ), на которые приходится вся нагрузка в процессе подготовки воды для питьевых целей. СФ бывают с однослойной загрузкой из кварцевого песка или дробленого керамзита и двухслойной загрузкой, состоящей из кварцевого песка и дробленого керамзита или антрацита. Основным фильтрующим материалом (ФМ) на ВОС г. Волгограда является кварцевый песок. Этот ФМ, подготовленный природой в карьерах нашего города, обладает высокими физико-химическими свойствами, но имеет низкую пористость, недостаточную удельную поверхность в единице объема, форму зерен, близкую к форме шара, что затрудняет прилипание загрязнений, находящихся в очищаемой воде.

В последние годы на некоторых ВОС в СФ с двухслойной загрузкой стали применять новый ресурсосберегающий ФМ «Гидроантрацит-А», полученный по специальной технологии из антрацита. Первый слой загрузки таких фильтров состоит из кварцевого песка диаметром зерен 0,5...1,2 мм, высота слоя 0,7...0,8 м; второй слой — из ФМ «Гидроантрацит-А» фракцией 0,8...2,0 мм, высота слоя 0,4...0,5 м. По литературным источникам «Гидроантрацит-А» отвечает требованиям по качеству, предъявляемым к ФМ, обладает более высокой грязеемкостью, хорошей механической прочностью и высокой химической стойкостью. К несомненным преимуществам ФМ «Гидро-

антрацит-А» относятся: увеличение фильтроцикла до 48 ч, возрастание скорости фильтрования до 10 м/ч, уменьшение дозы коагулянта и флокулянта на 25...30 %, уменьшение количества промывной воды и времени промывки на 30...40 %. Благодаря повышенным показателям механической прочности по истираемости и измельчаемости не происходит разрушение его фракции, что исключает необходимость ежегодной досыпки.

В табл. 1 приведена примерная характеристика фильтра с двухслойной загрузкой (песок + «Гидроантрацит-А»).

Т а б л и ц а 1

Характеристика фильтра с двухслойной загрузкой

Показатель	Величина
Высота загрузки	Песок 0,7 м + «Гидроантрацит-А» 0,5 м
Интенсивность промывки, л/с·м ²	10
Время промывки, мин	10
Фильтроцикл, ч	24...48
Производительность, м ³ /ч	150
Скорость фильтрования, м/ч	10

«Гидроантрацит-А» может применяться в открытых безнапорных и напорных СФ с водо-воздушной и водной промывкой для очистки воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

В связи с необходимостью повышения эффективности очистки воды не только на хозяйственно-питьевые, но и на производственные нужды, нами были проведены исследования очистки воды после охлаждения алюминиевых слитков действующего металлургического завода [1]. За основу был принят метод фильтрования с использованием угольного сорбента «Гидроантрацит-А» и кварцевого песка с предварительным коагулированием и отстаиванием производственной воды. Отвод воды после охлаждения слитков в систему оборотного водоснабжения завода без очистки способствует снижению теплопередачи теплообменного оборудования из-за отложения в них карбонатов и других солей, загрязнению механическими и органическими примесями движущихся частей насосов, ускоряет процесс развития бактерий и биообрастания внутренних поверхностей арматуры. Большой ущерб заводу наносят также процессы коррозии трубопроводов и разрушения конструктивных материалов градирен.

Исследования показали, что очистка производственной воды после охлаждения слитков перед сбросом в систему оборотного водоснабжения может быть осуществлена методом фильтрования с предварительным коагулированием и отстаиванием. СФ с двухслойной загрузкой («Гидроантрацит-А» + кварцевый песок) обеспечивает наилучшую степень очистки производственной воды. Средняя эффективность очистки на этом фильтре составляла по показателям: взвешенные вещества — 87,48, нефтепродукты — 81,75, жиры — 77,78, фториды — 93,47 %, что выше значений средней эффективности очистки на фильтре с однослойной песчаной загрузкой на 11,27, 15,9, 17,21 и 2,03 % соответственно.

В настоящее время «Гидроантрацит-А» используется в качестве ФМ на промышленных предприятиях ОАО «Череповецкий Азот», ОАО «Север-

сталь», на предприятиях энергетики ОАО «Мосэнерго», ОАО «Ярэнерго», ОАО «Курская АЭС», на ВОС городов Ярославль, Иваново и Кострома.

В современных условиях в связи с загрязнениями окружающей среды актуальным является поиск материалов, обеспечивающих качественную очистку подземной воды от соединений железа и марганца. Согласно [2] и Всемирной организации здравоохранения содержание железа в питьевой воде не должно превышать 0,3, марганца — 0,1 мг/дм³.

Сотрудниками ЗАО «Академия перспективных технологий» с участием Российского научного центра «Курчатовский институт» разработан ресурсосберегающий каталитический ФМ нового поколения АПТ-1 для удаления железа и марганца из подземных вод с предварительной упрощенной аэрацией. АПТ-1 обладает каталитической активностью в реакциях окисления двухвалентного железа и марганца растворенными в воде окислителями: кислородом воздуха $4\text{Fe}^{2+} + 8\text{HCO}_3^- + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 8\text{CO}_2$, а также озоном, гипохлоритом натрия, перманганатом калия. АПТ-1 эффективно удаляет растворенные в подземной воде двухвалентное железо с концентрацией до 15 мг/дм³ и марганец с концентрацией до 2 мг/дм³ и высоким содержанием углекислоты. Авторы [3] указывают, что АПТ-1 не требует регенерации, не чувствителен к остаточному хлору, удаляет из воды дополнительно сероводород, не слеживается, не теряет активности при истирании, так как его химический и фазовый состав одинаков по всему объему зерен. Рекомендуемые условия эксплуатации: максимальная рабочая температура до 120 °С; рабочий диапазон рН — 5,5...10; скорость фильтрации — 5...20 м/ч; высота слоя — 1000...1500 мм; скорость обратной промывки с воздухом — 25...30 м/ч; время обратной промывки — 10...20 мин; регенерация не проводится.

Для очистки подземной воды территорий, где интенсивно ведется добыча нефти и газа, разработан способ обработки ФМ для СФ модифицирующими реагентами, содержащими соединения марганца различной валентности, которые позволяют получить на поверхности загрузки комплекс оксидных соединений марганца. Загрузка получила название МФО-47.

МФО-47 предназначен для очистки воды от железа и марганца, а также обеспечивает эффективное задержание взвешенных веществ. Растворенные в воде соединения двухвалентного железа и марганца окисляются на поверхности зерен МФО-47. Разработка и производство загрузки МФО-47 принадлежит компании ООО «МФО-Компоненты», которая входит в холдинг «МФО-Сибирь». По данным авторов разработки, МФО-47 [4] обладает высокой эффективностью удаления соединений железа и марганца, прочностью, долгим сроком службы при широком диапазоне температур. При этом не требуется его регенерация поваренной солью и перманганатом калия.

МФО-47 может использоваться в качестве ФМ на муниципальных ВОС, станциях водоподготовки промышленных предприятий, котельных и других объектах хозяйственной деятельности, а также в системах очистки воды, устанавливаемых в городских квартирах и загородных домах.

Используя загрузку МФО-47, мы провели исследования очистки подземной воды от соединений железа и марганца. Исследования проводились на лабораторной установке, в состав которой входили три хроматографические колонки, загруженные МФО-47. В качестве поддерживающего слоя исполь-

зовался керамзит. В лабораторную установку перед фильтрующими колонками были включены емкости для предварительной упрощенной аэрации подземной воды. Для исследований использовалась вода трех подземных скважин (№ 1, 2, 3) одного населенного пункта Волгоградской области. Время аэрации составляло 3 мин, скорость фильтрования — 10 м/ч. В исходной и фильтрованной воде определялись рН, содержание железа и марганца. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2
Результаты исследований очистки подземной воды

№ опыта	Определяемый параметр	Скважина						Эффективность очистки, %, воды из скважин		
		1		2		3		1	2	3
		Исходная вода	Очищенная вода	Исходная вода	Очищенная вода	Исходная вода	Очищенная вода			
1	рН	7,3	7,0	7,4	7,2	6,9	7,0	—	—	—
	Fe, мг/дм ³	3,72	0,11	409	0,09	5,36	0,11	97,04	98,16	97,94
	Mn, мг/дм ³	0,21	0,02	0,38	0,07	0,36	0,07	90,48	81,58	80,55
2	рН	6,7	6,8	7,2	7,2	6,8	7,0	—	—	—
	Fe, мг/дм ³	5,54	0,12	4,1	0,1	4,7	0,12	97,83	97,56	97,45
	Mn, мг/дм ³	0,28	0,06	0,4	0,05	0,31	0,09	78,57	87,50	70,97
3	рН	7,0	7,3	6,9	7,1	7,1	6,9	—	—	—
	Fe, мг/дм ³	6,23	0,14	5,34	0,09	5,68	0,15	97,75	98,31	97,36
	Mn, мг/дм ³	0,32	0,02	0,45	0,08	0,36	0,04	93,75	82,22	88,88
4	рН	6,7	6,8	7,0	7,1	6,9	6,9	—	—	—
	Fe, мг/дм ³	4,16	0,15	4,83	0,12	3,84	0,07	96,40	97,52	98,18
	Mn, мг/дм ³	0,65	0,07	0,88	0,09	0,45	0,08	89,23	89,77	82,23

Исследования показали, что для очистки подземной воды от соединений железа и марганца методом фильтрования с предварительной упрощенной аэрацией можно использовать энергосберегающий фильтрующий материал МФО-47. Концентрация соединений железа и марганца в подземной воде снижается с 3,72...6,23 до 0,09...0,15 и с 0,21...0,88 до 0,02...0,09 мг/дм³ соответственно, что отвечает требованиям [2]. Эффективность очистки составила: по железу — 96,40...98,3, по марганцу — 70,97...93,75 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мягкая Т.М., Пустовалов Е.В. К вопросу интенсификации работы скорых фильтров на водопроводных очистных сооружениях // Малоэтажное строительство в рамках Национального проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам России»: Технология и материалы,

проблемы и перспективы развития в Волгоградской области : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 15—16 декабря 2009 г., Волгоград / Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. Волгоград : ВолгГАСУ, 2009. 486 с.

2. СанПиН 2.1.4.1074—01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества : санитарные правила и нормы. М. : ИИЦ Госкомсанэпиднадзора России, 2001. 111 с.

3. Техничко-коммерческое предложение. Ресурсосберегающие загрузки для фильтрации питьевой воды г. Курска. Производительность 135 тыс. м³/сут / ЗАО Компания «Амазон», Академия перспективных технологий, Волгогр. представительство. Волгоград, 2008.

4. Пат. РФ № 2275335. Фильтрующий материал для очистки воды от марганца и железа, способ его получения и способ очистки воды от марганца и железа / Губайдулина Т.А., Почуев Н.А. Оpubл. 2006, БИ № 12.

1. *Myagkaya T.M., Pustovalov E.V.* K voprosu intensifikatsii raboty skorykh fil'trov na vodoprovodnykh ochestnykh sooruzheniyakh // Maloetazhnoye stroitel'stvo v ramkakh Natsional'nogo proekta «Dostupnoye i komfortnoye zhil'ye grazhdanam Rossii»: Tehnologiya i materialy, problemy i perspektivy razvitiya v Volgogradskoy oblasti : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 15—16 dekabrya 2009 g., Volgograd / Volgogr. gos. arhit.-stroit. un-t. Volgograd : VolgGASU, 2009. 486 s.

2. SanPiN 2.1.4.1074—01. Pit'yevaya voda. Gigienicheskiye trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pit'yevogo vodosnabzheniya. Kontrol' kachestva : sanitarnye pravila i normy. M. : ITs Goskomsanepidnadzora Rossii, 2001. 111 s.

3. Tekhniko-kommercheskoye predlozheniye. Resursoberegayushchiye zagruzki dlya fil'tratsii pit'yevoy vody g. Kurska. Proizvoditel'nost' 135 tys. m³/sut / ZAO Kompaniya "Amazon", Akademiya perspektivnykh tekhnologiy, Volgogr. predstavitel'stvo. Volgograd, 2008.

4. Patent RF № 2275335. Filtruyushchiy material dlya ochestki vody ot margantsa i zheleza, sposob ego polucheniya i sposob ochestki vody ot margantsa i zheleza / Gubaydulina T.A., Pochuev N.A. Opubl. 2006, BI № 12.

© Мякая Т.М., Пустовалов Е.В., 2011

*Поступила в редакцию
в апреле 2011 г.*

Ссылка при цитировании:

Мякая Т.М., Пустовалов Е.В. Новые ресурсосберегающие загрузки скорых фильтров на водопроводных очистных сооружениях // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 133—137.

**ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ
И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ.
АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

УДК 72.036

А.А. Махнин

**ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ Г. РЫБИНСКА
В КОНЦЕ 1950-х—1980-х гг.**

Приведен анализ основных градостроительных тенденций г. Рыбинска Ярославской области второй половины XX в. с учетом внеархитектурных факторов, влиявших на эти процессы. Актуальность данной проблемы обусловлена определением путей дальнейшего архитектурно-градостроительного развития города в русле преемственности. Преемственности сопутствуют два аспекта: традиции и новации, формирующие архитектуру. Архитектурно-градостроительная концепция развития города определялась генеральным планом города Рыбинска. Только в СССР была такая система принятия генеральных планов, аналогов которой не было на Западе, но в итоге создавался лишь черновик жилой среды, и, несмотря на принятие генерального плана, в архитектуре и градостроительстве намечается ряд проблем.

К л ю ч е в ы е с л о в а: технологизм; утилитаризм; генеральный план; проект охранных зон; постмодернизм.

The topicality of the present problem is determined by defining ways of further architectural and urban-planning development of the city in terms of continuity. Tradition and innovation that form architecture is contributed of the continuity. The architectural and urban-planning development of Rybinsk was determined by a general plan. This system of the adoption of general plans is existed only within the Soviet Union without an analogue in the West. However, only the draft of the living environment and the number of problems in the architecture and urban development that is occurred notwithstanding the adoption of the general plan are discussed.

К e y w o r d s: technologism; utilitarianism; general plan; protection zones project; post-modernism.

В конце 1950-х гг. роль собственно архитектуры значительно изменилась. При определенном внешнем сходстве зданий построек 1960-х гг. с конструктивистскими зданиями и сооружениями досталинского периода или зарубежным опытом в формах «интернационального стиля» место творческих исканий в этот период занял принципиально бесстрастный и упрощенный «утилитаризм», или «технологизм» (термин А.В. Иконникова [1]), ставивший главной задачей всемерную экономию средств.

В августе 1965 г. на рассмотрение городского градостроительного совета был вынесен новый генеральный план Рыбинска, разработанный планировочной мастерской № 4 «Ленгипрогора» (руководитель мастерской А. Синявер, главный архитектор проекта В.П. Мухин).

Отчасти новый план повторял идеи, заложенные всего девять лет назад его предшественником в генеральном плане 1956 г. Да и странно было бы отрицать важность того, как будет выглядеть город с Волги, появятся ли зеленые зоны и набережные. Вместе с тем изменились принципы формирования новых кварталов: вместо постановки зданий по периметру вновь возвращались варианты «свободной застройки»: строчная, диагональная. Предусматривалось объединение новых кварталов в микрорайоны с набором необходимых учреждений: школ, магазинов, домов быта.

Составлению нового плана предшествовали разработка и анализ пяти вариантов «Схемы расселения города Рыбинска». Из них был выбран «обеспечивающий наилучшие условия проживания и наиболее благоприятное расположение жилья по отношению к основным центрам трудового тяготения». Он во многом развивал черты генерального плана 1956 г., нацеленного на соединение разрозненных частей города. Так, в новом проекте было предложено строительство второго моста через Волгу, который стал бы кратчайшим путем между новыми районами Веретья на правом берегу и поселка Волжский на левом.

Пожалуй, впервые при разработке генерального плана Рыбинска акцент был сделан на соображения безопасности, соблюдении санитарных и экологических норм. Хотя новый план и предусматривал рост населения города до 300 тысяч, а в отдаленной перспективе до 350 тысяч человек, в нем оговаривалось прекращение строительства в городе новых заводов. Много внимания было уделено благоустройству города, организации санитарных зон вокруг предприятий.

Предполагался перенос на окраины города и за его пределы целого ряда заводов и фабрик: завода «Свобода», кондитерской фабрики, электротехнического, пластмассового, асфальтового, кровельного заводов, завода очковой оптики, мясокомбината.

Учитывал план и соседство с огромным водохранилищем. Хотя в 1964 г. после некоторых колебаний Госстрой СССР снял наложенные было ограничения на новое строительство в старой части города без предварительного возведения защитных дамб вдоль берега, психологическое воздействие старых рекомендаций осталось. В результате основная масса застройки центральной части города восточнее улицы Пушкина в перспективе подлежала сносу, а территория — озеленению.

Впрочем, бережно экономя каждый метр жилплощади, составители плана не торопились со сносом. Они даже считали возможным сохранять внутри зоны многоэтажной застройки старые деревянные здания «с постепенным устройством на их месте внутримикрорайонных садов».

А в январе 1966 г. градостроительный совет постановил включить в разработку проекта реконструкцию и застройку жилых кварталов восточнее улицы Пушкина, а также включить в комплекс застройки капитально отремонтированные наиболее значимые здания.

Создание облика города продолжалось в процессе разработки и обсуждения проектов детальной планировки. Так, в октябре 1970 г. «Проект детальной планировки Центрального района г. Рыбинска», разработанный опять же «Ленгипрогором» (главный архитектор проекта Г.Я. Бишко) в 1969 г., был рассмотрен на заседании Научно-технического совета Госстроя РСФСР.

Авторами проекта особое внимание уделялось созданию силуэта застройки центральной части со стороны Волги «с учетом многоплановой, глубинной композиции центра и раскрытия его на реку». На набережной, которую намечалось сделать пешеходной зоной, должны были расположиться Дворец спорта на 4000 зрителей, Дворец пионеров.

Район планировался с расчетной численностью населения 108 тысяч человек. Проектировщики исходили из того, что он застроен в основном старыми домами с износом 50...60 %, вопрос об исторической ценности которых их не интересовал.

По этажности новое жилищное строительство распределялось следующим образом: 5-этажные дома должны были составить 17, 9-этажные — 72, 12-этажные и выше — 11 %. При этом предусматривалась возможность максимального сохранения существующей сети улиц с учетом нового характера застройки.

Вместе с тем этот проект впервые предусматривал «организацию охранных зон и зон регулирования застройки памятников архитектуры XVIII—XIX вв., находящихся под государственной охраной». Более того, при обсуждении проекта в Госстрое было отмечено, что «сложность решения вопроса формирования застройки центра г. Рыбинска в условиях реконструкции сложившейся застройки с частой сеткой улиц и значительным количеством жилых домов, пригодных к эксплуатации, требуют дальнейшей доработки проекта с учетом детализации и более тщательной проработки отдельных проектных решений».

Именно в эти годы вопрос изменения облика части города, застроенной в дореволюционный период, перешел из области теории в практическую сферу. В начале 1960-х гг. типовые пятиэтажки массово перешагнули границу старого города (улица Свободы), расположившись на территории западнее улицы Кирова, занятой до этого преимущественно деревянной застройкой.

За этим исключением новые дома в 1960-х гг. лишь изредка внедрялись в застройку исторического центра (ул. Гоголя, 2, 1963 г.), не меняя принципиально его облика. Однако в это же время было принято решение о реконструкции многих зданий старого города с благой целью — дать людям новую жилплощадь, однако в 1960-х гг. реконструкция велась так же, как и новое строительство, т.е. без малейшей оглядки на собственно архитектуру.

В Рыбинске идея строительства нового города на месте старого продолжала существовать вплоть до 1970-х г., однако наиболее серьезной попыткой ее проведения в жизнь стали осуществленные в конце 1950—1960-х гг. надстройка ряда старых зданий одним-двумя этажами и постройка ряда типовых пятиэтажек. Значительно активнее их строительство развернулось на окраинах старой части города в бывших деревянных кварталах. Впоследствии в 1970—1980-х гг. они были дополнены массовой застройкой 9...12-этажными домами, вплотную подошедшими к территории охранных зон старого города.

Двухэтажные здания не просто превращались в трех- и даже четырехэтажные. Чаще всего это сопровождалось изменением высоты этажей (двухэтажный купеческий особняк требовалось чуть-чуть надстроить, чтобы получить три этажа стандартной высоты), влекущим за собой тотальную перебивку оконных проемов. Впрочем, форма проемов обычно все равно изменялась, подгоняясь под стандартные размеры рам и дверей; несоответствующий де-

кор при этом обычно срубался. В результате в городе появилось несколько десятков обезличенных построек, покрытых гладкой штукатуркой. Как правило, они располагались на заметных местах; по мнению их создателей, вероятно, привнося свою лепту в осовременивание облика города.

К середине 1960-х гг. «хрущевки» выполнили свою роль по снятию остроты жилищной проблемы, а осмысление опыта их массового строительства привело к тому, что на 4-м Всесоюзном съезде советских архитекторов в 1965 г. критиковалось однообразие массовой жилой застройки, говорилось о необходимости повысить роль и ответственность архитектора в современном строительстве, наладить целостную связь художников и архитекторов в создании целостных ансамблей городов.

На съезде говорилось также о необходимости уделить большее внимание синтезу архитектуры и изобразительного искусства, которое должно было «очеловечить» однообразно-стерильные стены, выявить необходимые акценты. В приветствии съезду зодчих от ЦК КПСС выражалась уверенность, что синтез искусств «будет способствовать усилению идейно-воспитательной роли архитектуры в жизни народа» [2].

Это изменение архитектурной стратегии сказалось на облике Рыбинска. Идеи о строительстве зданий повышенной этажности отразились и в генеральном плане 1965 г., впервые предполагавшем их массовое строительство. Сотрудник ГАЯО И. Кочуев отмечает, что планом предполагалось застроить «12-этажными высотками [участок] (вставка моя. — А.М.) вдоль Волги от улицы Пушкина до Речного вокзала» [3]. Однако в то время в правобережной части Рыбинска появилось лишь два 12-этажных дома: пр. Ленина, 141 (1967 г.), ставший первым домом такой этажности на территории Ярославской области, и ул. Кольцова, 3 (1969 г.). Их пластины из розового кирпича, поставленные перпендикулярно главным магистралям города, отметили тогдашнюю границу между старой и новой застройкой. Пара девятиэтажек появилась на волжском берегу в начале улицы Свободы (дома № 2, 4, 1966 г.).

Наибольшей градостроительной удачей уже начала 1970-х гг. следует признать новый микрорайон поселка Волжский, расположенный на левом берегу реки. Чередование приземистых лент пятиэтажек с тремя 12-этажными башнями (Набережная Космонавтов, дома № 23, 27, 49) создало выразительный силуэт, ясно читающийся как с Волги, так и с противоположного берега и до сих пор определяющий облик значительно разросшегося с тех пор района.

Впрочем, следует отметить, что вплоть до середины 1970-х гг. в городе активно продолжали возводиться и дома ранних серий. На этот процесс, помимо сложностей перестройки на выпуск новых деталей городского домостроительного комбината, оказали свое влияние и чисто финансовые проблемы. Морально устаревшие пятиэтажки возводили мощные предприятия, не имевшие достаточного количества средств на строительство; moreover, и крупные заводы стремились построить для своих сотрудников максимальное количество дешевых квартир.

Новыми веяниями в области синтеза искусств отмечено здание плавательного бассейна с запоминающейся декоративной отделкой. Он был построен в 1967—1968 гг. по типовому проекту, разработанному ЦНИИЭП зданий культуры, спорта и управления имени Б.С. Мезенцева. Выразительность

присуща и самому объему здания с волнообразными (или напоминающими стилизованного кита) очертаниями перекрытия, однако она была дополнительно усилена декоративными элементами: изящными ажурным панно с изображением резвящихся дельфинов на боковом фасаде и огромным витражом, изображающим пловца, на главном фасаде. Первоначально перед зданием был устроен декоративный «сухой бассейн», из которого возвышались стела с выложенными мозаикой картинами морских глубин. К сожалению, «сухой бассейн» оказался крайне недолговечен, да и вся эта небезынттересная отделка не пережила ремонтов конца XX века.

Следует отметить использование при строительстве новых зданий полиграфического техникума (ул. Расплетина, 47; архит. М.И. Амелин, Павлова, РКОИ «Ярославгражданпроект», 1969—1970 гг.) и технического училища № 1 (ул. Свободы) монументальных панно, выполненных в технике сграффито и значительно оживляющих облик стандартных построек.

В 1964—1965 гг. институтом «Ленгипрогор» был разработан генеральный план Рыбинска, который был утвержден решением Ярославского облисполкома № 993 от 1 ноября 1965 г. В 1976—1977 гг. этот план корректируется. В 1977 г. в Рыбинске сотрудниками того же проектного института был разработан новый генеральный план развития города. Проект планировки и застройки города Рыбинска разработан архитектурно-планировочной мастерской № 4. Руководитель мастерской А. Синявер, главный архитектор проекта Г. Бишко, руководитель инженерных разделов Е. Шеховцова, архитекторы И. Свиридова, главный архитектор города Рыбинска В. Богородицкий и др.

Два года спустя тем же институтом «Ленгипрогор» был выполнен и проект детальной планировки Центрального района города. Оба они были утверждены областным и городским руководством в 1979 г.

Как явствует из пояснительной записки генерального плана 1977 г., «за прошедшие 12 лет в городе произошли большие изменения. Не совсем так, как предполагалось, изменилась экономическая база города, иначе происходило развитие градостроительных кадров, в связи с чем проектная численность населения оказалась несколько завышенной. В разрез с генеральным планом началось строительство некоторых промышленных и жилых районов. Значительно окрепла строительная база города и по объемам строительства и по соотношению этажности. Необходимость корректуры генерального плана редакции 1965 года была вызвана перечисленными выше обстоятельствами» [4].

В то же время именно здесь были сделаны первые предложения по организации в исторической части города охранных зон, которые должны были сохранить не отдельные памятники архитектуры, а несколько кварталов застройки XIX столетия.

Так, институтом «Ленгипрогор» составлены также «Схемы охранных зон и зоны регулирования застройки памятников истории и культуры Рыбинска» по заказу областного отдела культуры. Специалисты института выявили памятники истории и культуры, изучили исторические планы города и определили основные предпосылки для разработки схемы охранных зон.

Одна из основных проблем, которую решали сотрудники института, заключалась в том, что для города характерно бессистемное размещение промышленных предприятий и складских территорий, которые вклиниваются в

жилую застройку, закрывая выходы жилых территорий к Волге. Также необходимо было создать санитарно-защитные зоны вокруг этих территорий.

Специалисты института «Ленгипрогор» обозначили цифрами многие проектируемые и реконструируемые жилые районы, но в народе такое обозначение не прижилось, и жилые районы унаследовали свои исторические имена от располагавшейся здесь слободы, название которой зачастую говорит о роде занятий (например, Скоморохова гора) или о географической принадлежности местности (например, Шекснинский район). Впрочем, в пояснительной записке генерального плана в описании существующей архитектурно-планировочной ситуации многим жилым районам даются исторические названия.

По генеральному плану выделяется пять крупных городских районов, которые делятся на более мелкие жилые образования, или жилые районы. Это Центральный район, включающий в себя жилые районы 1–1А и Скоморохову гору, Южный район, включающий районы Мариевка, Зачеремушный и Запахомовский, Западный район (Веретье), Шекснинский район, Заволжский район. Кроме этих пяти планировочных районов в городе существует два жилых образования, территориально мало связанных с другими жилыми районами. Это район, объединивший поселки Переборы и Балобеново, и жилой район Копаево.

Одним из недостатков генерального плана 1977 г., названных А.В. Рябушиным, А.С. Щенковым и Т.В. Виноградовой — авторами проекта охранных зон памятников истории и культуры Рыбинска, выполненного ВНИИТАГ в 1989 г. и утвержденного в 1990 г., является то, что практически в любом месте исторической части города можно было построить высокое здание [5]. Многоэтажное и высотное строительство в центре исторической части города или на границе центра и периферии не регламентируется этим генеральным планом. С точки зрения идей контекстуализма такой подход, не учитывающий контекст среды, является серьезной ошибкой. Как замечает М.Г. Бархин, затрагивая проблему контекстуальности в архитектуре, «старые маленькие городки были идиллически прекрасны» [6], но такая идиллия долго сохраняться не может. С позиций 70-х гг. XX в. казалось, что город должен превратиться в индустриальный гигант.

На периферии города были построены крупные жилые районы, большинство из них — по проектам, разработанным специалистами «Ленгипрогора» под руководством Г.Я. Бишко [7].

В итоге сложилась типовая жилая застройка, в контексте эпохи в реальности невозможно было отойти от тех типовых проектов, которые разрабатывались в нескольких центральных, зональных и республиканских институтах СССР. Говорить в этой связи о диалоге с традицией не приходится. Как таковой диалог в Рыбинске практически отсутствует. Новые здания и кварталы, находящиеся подчас в двух шагах от старых построек, поставлены так, что абсолютно не взаимодействуют со старым окружением.

Привязкой типовых проектов занимались, как правило, местные проектные институты. Единственным актом свободного творчества было расположение типовых домов в том или ином абстрактном геометрическом порядке.

Так, застройку жилого района Скоморохова гора проектировали специалисты ЦНИИЭП жилища (г. Москва), а привязывали жилые дома архитекторы рыбинского филиала проектного института «Ярославгражданпроект». Оказа-

лось, что в жилом районе нет общественно-торгового центра. Спроектировано в Москве было только жилье, было не понятно, где люди могли бы купить себе товары первой необходимости, не говоря уж о проведении досуга.

Одна из задач, возникших перед архитекторами института «Ярославгражданпроект», заключалась в том, чтобы включить в жилую ткань района общественные здания. В этом жилом районе архитекторы спроектировали пять общественных зданий. Это дом торговли, включавший промтоварный и продовольственный магазины, детская поликлиника, почта, комбинат бытового обслуживания и аптека, встроенная в жилое здание.

Аптека была встроена в каскадный жилой дом (ул. Фурманова, 9) (1984 г.), названный так потому, что фасад здания напоминает каскад. Высокая (16 этажей) центральная часть дома и ниспадающие крылья здания по 9 этажей поддерживают этот образ. Несколько квартир на первом этаже жилого дома, спроектированного ЦНИИЭП жилища, были вынуты, и вместо них рыбинскими архитекторами была вычерчена на плане аптека.

Взгляд останавливается на абстрактном орнаменте, выложенном на фасаде дома, из красного керамического кирпича. Основная причина появления подобного орнамента, который можно увидеть на многих советских типовых домах, заключается в следующем. Типовое здание из серого силикатного кирпича смотрелось скучно, а штукатурить многоэтажное здание с последующей окраской было очень дорого, но при этом хотелось дать хоть какое-то цветовое решение дома. И выход был найден в облицовке скучного серого фасада красным керамическим кирпичом.

Цветовое решение дома делали рыбинские архитекторы института «Ярославгражданпроект» Н.А. Лосев, В.Г. Семенов и др. Итак, этот узор своим появлением обязан, с одной стороны, бедности и недостаточности денежных средств, выделяемых на строительство, с другой стороны, желанию архитекторов, пусть и дешевыми средствами, проявить свои творческие амбиции, зажатые в рамки типового строительства, в-третьих, используемый здесь прием схож с подходами неовернакулярной архитектуры и принципом «декорированного сарая» Роберта Вентури. Неовернакуляр — одно из направлений архитектуры постмодернизма, где дешевыми средствами скрывается убогость архитектуры, хотя авторы находки в то время еще ничего не знали о постмодернизме.

Так в 1970-х гг. получили свое второе рождение после второй половины XIX в. «кирпичные вышивки». Орнаменты из красного кирпича, вызывающие ассоциации с северной народной вышивкой «росписью», не требовали дополнительных расходов, но свидетельствовали о желании придать типовому технологизму зданий некую индивидуальность, очеловеченность. Из кирпича строились в основном дома повышенной этажности, массово появившиеся южнее улицы Герцена. Правда, первые из них имели достаточно элементарный облик равномерно перфорированных окнами грандиозных по размеру параллелепипедов. Если в облик зданий, выходящих непосредственно на красную линию ул. Герцена, вносило определенное разнообразие сплошное остекление расположенных в их первых этажах магазинов и ресторана «Рябинушка», то бесконечное однообразие одинаковых окон в зданиях общежитий на улице Кирова производит удручающее впечатление, лишь отчасти сглаживаемое расположенной между ними бетонной стелой с мозаичным портретом В.И. Ленина.

Другим примером введения в застройку объекта, способного придать своеобразию набору типовых зданий, является расположенный в районе Скоморохова гора комплекс с поставленным на постамент самолетом модели Ту-104, двигатели для которого выпускались Рыбинским моторостроительным заводом. Появление этого акцента среди типовых однообразных многоэтажек было во многом обязано инициативе главного архитектора города Рыбинска В.В. Богородицкого. Впрочем, Скоморохова гора застраивалась, начиная со второй половины 1970-х гг., и здесь в основном уже применялись здания следующего поколения.

«В настоящее время между Центральным научно-исследовательским институтом экспериментального проектирования жилищ и моторостроительным заводом заключен договор о социалистическом содружестве по созданию жилого района «Скоморохова гора»... Строительство первого жилого комплекса в жилом районе «Скоморохова гора» рассчитано на 1978–1979 годы», — писал главный архитектор города Рыбинска В.В. Богородицкий [8].

Четырех-пятиэтажный жилой дом на пр. Ленина, 45 (ныне ул. Крестовая) (архитектор Н.А. Лосев, «Ярославгражданпроект», 1988 г.) на первый взгляд мало чем поступился в своей современности: здание имеет стандартные размеры окон, высоту этажей. Однако мерные выступы его оштукатуренных фасадов, чередование высоких и более низких частей не только улучшают пластические характеристики дома, но и скрадывают его истинный размер, значительно превышающий габариты своих соседей по кварталу. Многочисленные ниши и раскреповки, внося некоторое разнообразие в трактовку оконных проемов разных этажей, воспринимаются и как намек на якобы сложную историю здания. В 1988 г. проект этого здания был удостоен диплома Союза архитекторов СССР на XIII Всесоюзном смотре лучших архитектурных произведений. Если облик данной постройки отличается лаконичностью, а его декоративные элементы сводятся к немногочисленным нишам, филенкам и редким намекам на руст, то в более поздних работах того же автора количество элементов, напоминающих об архитектуре прошлого, значительно больше.

Так, в 1988—1989 гг. им было предпринято изменение проекта фасадов для типового крупнопанельного здания школы № 1, которая должна была быть построена на месте уже снесенного квартала по улице Радищева. Фасады построенной школы завершены элементами, вызывающими ассоциации с фигурными бровками, фронтонами и щипцами. Используя разные формы ниш и несложных наличников, архитектор стремится создать иллюзию разнообразия форм стандартных оконных проемов.

Если при переработке проекта школы архитектор был жестко связан типовыми крупнопанельными конструкциями, то при проектировании лабораторного корпуса КБ «Алгоритм» (ул. Крестовая, 54, 1989 г.) он был более свободен и изобретателен, насколько это допускало проектирование четырехэтажного здания на месте сразу трех двухэтажных домов середины XIX в.. Здание привязано по высоте к сохранившимся угловым постройкам квартала (одна из которых надстроена в 1960-е гг.), а его фасад, зрительно расчлененный двумя ризалитами, намеренно стремится играть роль тактичного архитектурного заполнения между ними. Архитектурный декор, более богатый, чем в здании школы, тем не менее имеет с последним большое сходство. Его

условный модернизированный характер зримо доказывает, что перед нами не памятник архитектуры, а контекстуалистская стилизация.

Одно из общественных зданий в Центральном районе, которое выделяется на фоне типовой застройки, — Дом юного техника по ул. Крестовой, 133а (1985 г.). Архитектор — Н.А. Лосев. Архитектурное решение здания воспроизводит идеи, реализованные ранее в других городах. В СССР в Минске, в районе «Восток-II», было найдено интересное решение, основанное на контрастном противопоставлении жилых зданий, расположенных торцами к улице, и объединяющего их одноэтажного корпуса магазинов. Модные массовые повторения шеренг высоких жилых домов с объединяющим их низким, длинным, формирующим фронт этой улицы остекленным этажом, расчертили новые районы Советского Союза [6, с. 181].

Кроме того, в общественном здании Рыбинска прослеживается другое решение, найденное задолго до его постройки. Выразительное завершение крупного общественного здания мощной плитой-карнизом с большим вылетом было осуществлено в Алма-Ате во Дворце им. Ленина, этот мотив повторен в здании театра в г. Владимире. Как замечает по этому поводу М.Г. Бархин, «понравилось в каком-то первом проекте (условно, конечно, первом, если не считать произведений Корбюзье, Маекавы и других корбюзьеанцев) покрытие сооружений мощным карнизом, высотой в полный этаж (зрительно выглядящем вовсе не карнизом, а тяжелой плитой), скажем, в бесспорно хорошем здании Дворца культуры в Алма-Ате, — как и этот прием стал беспощадно эксплуатироваться» [6, с. 181].

В Рыбинске в состав единого комплекса входят три многоэтажных жилых дома, объединенные протяженным низким корпусом. Здесь расположены Дом юных техников, междугородный переговорный пункт, магазин и кафе «Океан», узел связи, сберкасса. Низкий протяженный корпус формирует фронт улицы Кирова. Корпус представляет собой вытянутый длинный одноэтажный объем и два двухэтажных объема, поставленных между многоэтажными жилыми домами. Два этих объема имеют двухчастное деление фасадов. На две части фасад делит мощный карниз, зрительно воспринимающийся массивным. Хотя карниз выполнен из металлического каркаса, к которому крепится алюминиевый профиль, но, тем не менее, он создает впечатление тяжеловесности. Многочисленные массивные столбы, пилоны ритмически разделяют стеклянный фасад зданий. Эти столбы не несут никакой нагрузки, представляют собой кирпичные простенки и играют лишь декоративную роль. Всю нагрузку несут железобетонные колонны. В этом корпусе во многом благодаря стараниям архитектора удалось осуществить конструктивную сетку 6 на 9 метров, что является большим успехом при малых финансовых возможностях, и большой шаг колонн как нельзя лучше подходит для общественных зданий с их просторными холлами, вестибюлями и залами.

Присвоение Рыбинску в 1986 г. статуса исторического города во многом изменило отношение к старой застройке. В конце 1980-х — начале 1990-х гг. деятельность по изучению и попыткам сохранения архитектурного наследия города приняла планомерный характер. В 1989 г. ВНИИТАГ подготовил новый проект зон охраны памятников истории и культуры города (архит. А.С. Щенков, Т.В. Виноградова и др.). Сами того не подозревая, специалисты ВНИИТАГа работали в русле идей постмодернизма, а именно в единствен-

ном, что в нем есть ценного, — в направлении контекстуализма. Основываясь на этой работе, в 1991 г. Рыбинский комплексный отдел института «Ярослав-гражданпроект» разработал проект детальной планировки и реконструкции исторического центра, предусматривающий максимальное сохранение архитектурного наследия: как значимых памятников, так и фоновой застройки, и даже воссоздание некоторых утраченных градостроительных доминант (колокольня Казанского прихода).

В 1991 г. при администрации города была создана Дирекция по историческому центру (руководитель — архит. Н.А. Лосев), которая должна была организовать и контролировать всю деятельность по сохранению, реконструкции и развитию историко-архитектурного наследия города.

С 1989 по 1996 г. были разработаны и согласованы проекты реконструкции 20 исторических кварталов (из 44), составлены исторические справки на 22 квартала. К сожалению, наступившие перемены оставили значительную часть этих проектов нереализованными.

Архитектурно-градостроительное развитие города Рыбинска советского периода прослеживается, так же как и в предыдущие периоды, в соотношении таких противоположных тенденций, как традиции и новации, и их доминировании в различные этапы советской архитектуры.

В период массовой индустриальной архитектуры новации присутствуют как на уровне взламывания контекста, так и на уровне приемов архитектуры. В Рыбинске новаторское и одновременно варварское изменение архитектурной среды не приобрело больших масштабов по сравнению с соседним городом — областным центром Ярославлем, и здесь имели место новые вкрапления в сложившуюся среду. Таким новым архитектурным ансамблем, имплантированным в историческую среду, стал ансамбль площади Дерунова. Целый ряд общественных зданий, в которых в полной мере можно было воплотить новые приемы архитектуры, в отличие от жилых зданий, где используемый арсенал возможностей архитектора был беден, широко представлен в Рыбинске.

Внешнее оформление зданий и сооружений отражает нормы социальной репрезентативности того или иного этапа формирования и развития советской архитектуры. В советский период заказчиком архитектуры была государственная власть, при этом ориентированность архитектуры была на интересы разных социальных групп, основной из которых были рабочие. Подтверждением тому служат рабочие поселки и дома для рабочих в Рыбинске, построенные лаконично в направлении конструктивизма, и новые микрорайоны, возникшие для обеспечения жильем рабочих, но уже на новом этапе развития советской архитектуры конца 1950—1980-х гг.

Одна из причин резкого поворота к массовой индустриальной архитектуре объясняется также озабоченностью правительства решением социальных программ по обеспечению населения, большинство которого ютилось в бараках и коммуналках, своим жильем. Кроме того, развитие промышленности требовало быстрого возведения жилья для рабочих, занятых на производстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Иконников А.В.* Архитектура XX века. Утопии и реальность : в 2 т. М. : Прогресс-Традиция, 2002. Т. 2. С. 69.
2. 4-й Всесоюзный съезд архитекторов, Москва, 27—29 октября 1965 г. : сокращенный стенографический отчет. М. : Стройиздат, 1967. С. 4.

3. *Кочуев И.* О генеральных планах Рыбинска: Из истории рыбинского градостроения // Анфас-профиль. 2007. 9 августа. С. 38—39.
 4. Генеральный план города Рыбинска. Пояснительная записка / К. Нелюбин, Р. Широков, А. Синявер и др. Л., 1977 // Архив Управления архитектуры и градостроительства города Рыбинска.
 5. *Рябушин А.В., Щенков А.С., Виноградова Т.В.* Рыбинск. Историко-архитектурный опорный план. Проект зон охраны памятников истории и культуры города. Пояснительная записка. М., 1989 // Архив Управления архитектуры и градостроительства города Рыбинска.
 6. *Бархин М.Г.* Архитектура и город : проблемы развития советского зодчества. М. : Наука, 1979. С. 72.
 7. *Савельев Ю.Р.* Санкт-Петербург и Рыбинск — 300 лет общей истории // Зодчий. 21 век. 2003. Май — июнь. С. 75.
 8. *Богородицкий В.В.* Город недалекого будущего // Рыбинская правда. 1975. 14 июня. С. 2.
-
1. *Ikonnikov A.V.* Arkhitektura XX veka. Utopii i realnost : v 2 t. M. : Progress-Traditsiya, 2002. T. 2. S. 69.
 2. 4-у Vsesousnyy s'yezd arkhitektorov, Moskva, 27—29 oktyabrya 1965 g. : sokraschenny stenograficheskiy otchet. M. : Stroyizdat, 1967. S. 4.
 3. *Kochuev I.* O generalnykh planakh Rybinska: Is istorii rybinskogo gradostroyeniya // Anfas-profil'. 2007. 9 avgusta. S. 38—39.
 4. Generalniy plan goroda Rybinska. Poyasnitelnaya zapiska / K. Nelubin, R. Shirokov, A. Sinyaver. L., 1977 // Arkhiv Upravleniya arkhitekturi i gradostroitelstva goroda Rybinska.
 5. *Ryabushin A.V., Schenkov A.S., Vinogradova T.V.* Rybinsk. Istoriko-arkhitekturnyy oporny plan. Proekt zon okhrany pamyatnikov istorii i kultury goroda. Poyasnitelnaya zapiska. M., 1989 // Arkhiv. Upravleniya arkhitekturi i gradostroitelstva goroda Rybinska.
 6. *Barkhin M.G.* Arkhitektura i gorod : problemy razvitiya sovetskogo zodchestva. M. : Nauka, 1979. S. 72.
 7. *Savelyev U.R.* Sankt-Peterburg i Rybinsk — 300 let obshchey istorii // Zodchiy. 21 vek. 2003. May — Iun. S. 75.
 8. *Bogoroditskiy V.V.* Gorod nedalekogo budushchego // Rybinskaya pravda. 1975. 14 iunya. S. 2.

© Махнин А.А., 2011

Поступила в редакцию
в апреле 2011 г.

Ссылка при цитировании:

Махнин А.А. Формирование и развитие архитектурной среды г. Рыбинска в конце 1950-х — 1980-х гг. // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2011. Вып. 22 (41). С. 138—148.

УДК 72.03(470.61)

А.Г. Токарев

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО РОСТОВА-НА-ДОНУ В 1930-е гг.: ОТ РЕГУЛЯРНОЙ ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ К СОВЕТСКОМУ ГОРОДУ

Приведен анализ градостроительного развития Ростова-на-Дону в 1930-е гг. Интерес к этому периоду объясняется уникальностью происходивших социальных процессов переустройства всего общества, что находило реализацию в архитектуре и градостроительстве. Актуальность проведенного исследования обосновывается невозможностью решения вопросов реконструкции исторической среды города без целостного всестороннего изучения его истории, закономерностей формирования и развития.

Основные классицистические принципы, получившие распространение в советском градостроительстве, нашли отражение в проектах планировки Ростова-на-Дону. Реализация этих принципов была естественной для регулярной планировочной структуры исторического центра города.

К л ю ч е в ы е с л о в а: регулярный город, советское градостроительство, ансамбль.

The analysis of the urban development in Rostov-on-Don in 1930's is given. The interest in this period is downed to the uniqueness of the social process occurring rebuilding everybody that were implemented in the architecture and town planning. The actuality of the research is proved the impossibility of the solution of reconstruction problems of the historical environment of the city without taking a holistic comprehensive study of its history, patterns of the formation and development.

Basic classical principles developed in Soviet city-planning were reflected in planning projects of Rostov-on-Don. The fulfillment of these principles was quite natural for regular planning structure of Rostov historical center.

К e y w o r d s: regular city, Soviet city-planning, ensemble.

В начале 1930-х гг. в советской архитектуре и градостроительстве произошел поворот к освоению классического наследия, что в полной мере отразилось на градостроительном развитии Ростова-на-Дону — крупнейшего города юга страны.

Возникновение г. Ростова-на-Дону находилось в тесной связи с ходом общеисторических процессов, происходивших в государстве и русском градостроительстве XVIII — первой трети XIX вв. Формирование пространственно-планировочной структуры Ростова-на-Дону происходило в период активной реализации в русском градостроительстве регулярных принципов.

Образованная в 1749 г. на южной границе России Темерницкая таможня, а затем (1761 г.) регулярная крепость св. Димитрия Ростовского в XIX в. эволюционировала в торговый город Ростов-на-Дону. При этом город развивался в рамках зафиксированной регулярной планировочной структуры вплоть до 1920-х гг.

Градостроительная традиция периода XVIII—XIX вв. актуализировалась в 1930-е гг. В этот период основополагающей становится идея города как единого ансамбля. В градостроительных работах, развернувшихся на основе генеральных планов, решались проблемы единства структуры города, архитектурного ансамбля, образного начала в формообразовании. На основе такого подхода разрабатывается целый комплекс мероприятий по упорядочению и реконструкции планировочной структуры существующих городов. Идеи генерального плана Москвы 1935 г. оказали решающее влияние на все совет-

ское градостроительство. В.Н. Семеновым были выдвинуты принципы архитектурно-пространственной организации социалистического города:

1. План строится по двум пересекающимся осям, из которых одна непременно развивается сильнее. Это — принципы классики.

2. Лицо городу дают ведущие ансамбли — основной и локальные центры, главнейшие магистрали. Их не должно быть много, но они должны быть как можно сильнее в пространственном и качественном отношении.

Основной центр требует более сложной композиции, его лучше делать в виде группы площадей. Его формы статичны.

Локальные центры динамичны. Этим подчеркивается их подчиненная роль...

Основной архитектурный мотив советского города — не отдельное здание, а группа их, ансамбль.

Каждое здание должно быть подчинено идее ансамбля, в который оно входит.

3. Основная масса города — жилая. Она строится не по земельным участкам, а по архитектурным приемам и социалистической организованности; прием — ансамбль.

4. Магистрали динамичны. Они должны давать нарастание впечатления к локальному и основным центрам, подчеркивая важность последнего. Главнейшая задача в построении архитектуры улицы — уйти от улицы-коридора путем раскрытия пространства и взаимодействия с внутриквартальной застройкой (карманы, курдонеры, аркады и т.д.).

5. На основе ансамбля как высшей формы общественной архитектуры надо строить новые и реконструировать старые города [1, 2].

Таким образом, к середине 1930-х гг. в советской градостроительной практике город вновь (как и в период регулярного градостроительства) начинает пониматься как единое целое, в котором ведущей становится тема ансамбля. От главного к второстепенному, от центра города с главной магистралью к системе подчиненных центров и до уровня здания и его пластического решения — все складывалось в строгую иерархию, все подчинялось идее ансамбля [3; 4]. Иерархия вновь, как и в период XVIII — первой трети XIX вв., становится одним из основополагающих принципов, распространяющихся на все пространственные уровни и на все элементы городской системы.

В планировочной структуре города главное внимание уделялось его центру — общественной зоне. Обязательным становится соподчинение всех частей города в последовательности от центра к периферии. В иерархических отношениях находилась не только система городских пространств, но и композиционная система ансамблей и отдельных зданий. Кроме площадей особое внимание уделялось формированию городских магистралей — другой важнейшей составляющей городской структуры. Целостность структуры улиц должна была обеспечивать городская застройка. Соответственно кардинально меняются и сами принципы организации жилого квартала. В публикациях середины 1930-х гг. отмечалось, что «скучная однообразная застройка параллельными рядами сменяется застройкой по периметру, с созданием достаточно свободных и хорошо организованных внутриквартальных пространств, озелененных и благоустроенных» [5, с. 5].

Изменения направленности советской архитектуры и градостроительства отразились в материалах Ростовского городского совета, в предварительной проработке второй пятилетки 1933—1937 гг., опубликованной в конце 1932 г., где рассматривались основные вопросы развития территории города, а также его архитектурного оформления. В этом документе указывалось на необходимость архитектурно-планировочного оформления Ростова. Большое внимание уделялось необходимости формирования фасада города со стороны реки. «Город должен получить фасад по реке, т.к. сейчас вид Ростова с Дона просто безобразен: мелкие здания уродуют город, а крупные, в большинстве стоят задворками к Дону. По фронту реки надо поставить 30—40 новых архитектурно оформленных зданий. К реке должен быть дан выход от краевого Дома Советов и нового театра. Архитектурного оформления требует въезд в Ростов со стороны существующего вокзала... На протяжении ближайших лет город должен иметь ряд новых площадей и художественно исполненных памятников» [6, с. 66].

С 1930 г. генеральная схема планировки Ростова разрабатывается Д.Е. Шибаевым [7, с. 175]. В проекте планировки Ростова 1932 г. основное развитие города предусматривалось в западном направлении с созданием крупнейшего промышленного района. Жилые массивы предполагалось создать и на других окраинах города. Значительное жилищное строительство должно было развернуться и в центральной части города за счет постройки новых крупных зданий, а также надстройки существующих [6].

Дальнейшие проектные работы 1933—1936 гг. по планировке Ростова являлись развитием выбранных приоритетов. В 1935—1936 гг. под руководством инженера-архитектора А.К. Кривошеева разрабатывается проект генерального плана Ростова [8, с. 12—16; 9]. В основе схема планировки была разработана к 1934 г. Как видно из документов, основное территориальное развитие города по-прежнему планировалось в западном направлении. Предполагалось соединить станицы Верхне- и Нижне-Гниловскую с Красным городом садом, Ленгородком и Олимпиадовкой в огромный жилой район, где концентрируется и большинство будущих предприятий. Развитие город получал и в северном направлении, а также планировался небольшой район на запад от Сельмаша.

Основным жилым массивом оставался существующий город, и на его реконструкцию направлялись основные усилия планировщиков. Первоочередными мероприятиями реконструкции центра стали надстройка существующих зданий и замена крупными домами малоэтажной застройки [8, с. 15; 9].

Самое непосредственное влияние на проекты планировки Ростова 1930-х гг. оказали градостроительные принципы генерального плана Москвы 1935 г. В частности это отразилось на разрабатываемом в том же году под руководством А. Кривошеева проекте планировки и реконструкции Ростова.

Большое значение в проекте уделялось усилению значения реки и зеленых насаждений в структуре города — характерный принцип города классицизма. Город «поворачивался лицом к реке». «Река, как и в Москве, будет центральным местом сосредоточения людских масс, ее надо полностью сделать доступной всему населению города» [9]. Правый берег Дона задумывался как большой природный бульвар на всем протяжении города. Набережная правого берега должна была соединиться с огромным массивом — парком культуры и отдыха на левом берегу Дона.

Улицы города дифференцировались на магистрали движения, жилые и «парадно-архитектурные». Основными осями города являлись улица Энгельса и Ворошиловский проспект. Улица Энгельса, нуждавшаяся «в значительном архитектурном обогащении», в первую очередь подлежала реконструкции. По ее оси создавалась развитая система площадей как основных архитектурно-художественных ансамблей Ростова. В связи с этим предусматривалось как создание новых, так и реконструкция существующих площадей. В системе городского ансамбля ведущую роль играли Театральная площадь и площадь Дома Советов, а также площадь Ленина, от которой предполагалось провести новый проспект к Базарной площади, и Покровская площадь, где должна была разместиться библиотека. Существующий ипподром реконструировался под главную площадь для демонстраций, на которой проектировался Дом Красной армии и флота, а на север от него — стадион [8, с. 15; 9].

Особое внимание уделялось архитектурно-пространственной организации и оформлению города, для чего предполагалось создать систему пространственных ориентиров городского значения [9]. Силуэт города формировался развитой системой вертикалей крупных монументальных зданий. В высотном отношении застройка должна была постепенно возрасти от периферии к историческому центру города — улице Энгельса.

Весь комплекс планировочных мероприятий направлялся на создание единого городского ансамбля.

Спустя год после разработки генплана А.К. Кривошеева, в мае 1937 г., планировочные работы были переданы 2-й Архитектурно-планировочной мастерской Наркомхоза РСФСР, руководимой В.Н. Семеновым [2, с. 120—121; 10].

Весной 1938 г. проект планировки был представлен В.Н. Семеновым на конференции Союза архитекторов. Некоторые основополагающие предложения в проектах, разработанных 2-й мастерской и А.К. Кривошеевым, совпали.

Проект планировки города был рассчитан на 10—15 лет. Основные градостроительные мероприятия затронули зону исторического центра. Реконструкции подлежали главные магистрали города: улицы Энгельса, Горького, Пушкинская, проспекты Буденновский и Ворошиловский. Главной магистралью по-прежнему выступала улица Энгельса, которая получала свое продолжение в реконструируемой 1-й Советской улице. По этой главной оси города развивалась система площадей. Значительно расширилась площадь Ленина: напротив Городского сада предполагалось выстроить здание Ростовского городского совета. На площади Кирова (Бывшей Покровской) предполагалось выстроить огромное, во весь квартал, здание театра или библиотеки. На противоположной стороне также проектировались общественные здания. Оформлению подлежала и площадь Советов [10].

Кроме реконструкции центральной части города предусматривалось развитие города в западном, северном и восточном направлениях.

Градостроительные мероприятия по реконструкции и развитию Ростова в 1930-е гг. не ограничивались проектной деятельностью. Некоторые из основных градостроительных задач были частично решены в предвоенный период.

Продолжалось, как и в 1920-е гг., активное освоение индивидуальной жилой застройкой окраин города: в поселке Северном, Орджоникидзе, Новом городе и других районах.

Первоочередные меры были направлены на реконструкцию центра города. Первостепенное значение центра находило отражение в застройке его площадей и основных магистралей. Основные магистрали: улица Энгельса и Буденновский проспект застраивались наиболее крупными общественными и жилыми зданиями. Существующая малоэтажная застройка на магистральных улицах изменялась путем широко развернувшейся надстройки.

Улица Энгельса (бывшая Большая Садовая) в 1930-е гг. оставалась главной магистралью города, являющейся одновременно и протяженным центром с системой ранее сложившихся и вновь созданных площадей. В 1930-е гг. одновременно со строительством драматического театра им. М. Горького образовалась новая площадь, соединившая не только два разрозненных градостроительных образования (Ростов и Нахичевань), но и две их магистрали. На главной административной площади города вместо снесенного собора Александра Невского строился Краевой Дом Советов. На месте бывшего Покровского базара и снесенной Покровской церкви был разбит сквер и установлен памятник С.М. Кирову (1939, скульптор Виленский, архитектор В.В. Баринов). Таким образом, протяженный линейный центр, сформировавшийся в Ростове в XIX в., не только сохранил, но и развил свою барочно-классицистическую структуру [8, с. 15].

Значительной реконструкции подвергся Буденновский проспект. За период 1920—1930-х гг. здесь было выстроено несколько крупных жилых комплексов, крупнейшая в городе гостиница «Ростов», многие здания были надстроены. Все это в конечном итоге значительно увеличило масштаб проспекта, придало целостность структуре второй по значению магистрали города.

В 1930-е гг. происходят кардинальные изменения в системе вертикалей города. В Ростове в дореволюционный период сформировалась развитая система вертикалей культовых зданий. Значительная часть церквей в этот период была снесена, и их место как узловых элементов городской структуры должны были занять крупные общественные здания, оформив при этом «фасад» города. Эту задачу не удалось решить в предвоенный период.

Таким образом, основные классицистические принципы, получившие распространение в советском градостроительстве 1930-х гг., находили реализацию в проектах планировки Ростова-на-Дону. Реализация этих принципов была естественной для регулярной планировочной структуры исторического центра Ростова, сложившейся в период XVIII—XIX вв.

Намеченные градостроительные мероприятия были прерваны войной. Многие из предложенных проектных предложений легли в основу генерального плана послевоенного восстановления Ростова 1945 г., также разработанного под руководством В.Н. Семенова. Отличительная особенность этого проекта — целенаправленное сохранение структуры исторического центра города с преемственным развитием заложенных в XVIII—XIX вв. планировочных принципов.

Планировочная структура крепости св. Димитрия Ростовского и Ростова-на-Дону формировалась на основе единого градостроительного метода, не только позволившего свободно развиваться городу в рамках зафиксированной схемы в течение всего XIX в., но и оказавшего существенное влияние на процессы формирования городского центра в первой половине XX в.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Семенов В.Н.* Вопросы планировки // Академия архитектуры. 1935. № 4.
 2. *Белоусов В.Н., Смирнова О.В.* В.Н. Семенов. М. : Стройиздат, 1980.
 3. *Лавров В.* Вопросы архитектурно-планировочного ансамбля // Архитектура СССР. 1935. № 5.
 4. Итоги всесоюзного творческого совещания архитекторов // Архитектура СССР. 1935. № 7.
 5. *Дедюхин В.А.* Год работы // Архитектура СССР. 1934. № 9.
 6. Ростов во второй пятилетке 1933—1937 (материалы предварительной проработки второй пятилетки). Ростов-на-Дону : Изд. Горсовета, 1932.
 7. *Есаулов Г.В., Черницина В.А.* Архитектурная летопись Ростова-на-Дону. Ростов-на-Дону, 1999.
 8. *Кривошеев А.К.* Реконструкция Ростова-на-Дону (основы планировки) // Социалистический город. 1936. № 5.
 9. *Кривошеев А.К.* Реконструкция столицы края // Молот. 1935. 6 августа, № 4253.
 10. Планировка Ростова // Молот. 1938. 9 мая, № 5081.
1. *Semenov V.N.* Voprosy planirovki // Akademiya arkhitektury. 1935. № 4.
 2. *Belousov V.N., Smirnova O.V.* V.N. Semenov. M. : Stroyizdat, 1980.
 3. *Lavrov V.* Voprosy arkhitekturno-planirovochnogo ansamblya // Arkhitektura SSSR. 1935. № 5.
 4. Itogi vsesouznoho tvorcheskogo soveshcanya arkhitektorov // Arkhitektura SSSR. 1935. № 7.
 5. *Dedukhin V.A.* God raboty // Arkhitektura SSSR. 1934. № 9.
 6. Rostov vo vtoroy pyatiletke 1933—1937 (materialy predvaritel'noy prorabotki vtoroy pyatiletki). Rostov-na-Donu : Izd. Gorsoveta, 1932.
 7. *Esaulov G.V., Chernitsyna V.A.* Arkhitekturnaya letopis' Rostova-na-Donu. Rostov-na-Donu, 1999.
 8. *Krivosheev A.K.* Rekonstruktsiya Rostova-na-Donu (osnovy planirovki) // Sotsialisticheskiy gorod. 1936. № 5.
 9. *Krivosheev A.K.* Rekonstruktsiya stolitsy kraya // Molot. 1935. 6 avgusta, № 4253.
 10. Planirovka Rostova // Molot. 1938. 9 maya, № 5081.

© Токарев А.Г., 2011

Поступила в редакцию
в апреле 2011 г.

Ссылка при цитировании:

Токарев А.Г. Градостроительство Ростова-на-Дону в 1930-е гг.: от регулярной планировочной структуры к советскому городу // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архит. 2011. Вып. 22 (41). С. 149—154.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА. ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА

УДК 712.4.01

С.А. Матовников, Н.Г. Матовникова

СОЗДАНИЕ КОМФОРТНОЙ МУЛЬТИСЕНСОРНОЙ СРЕДЫ КАК АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОГО ПАРКОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Современная философия проектирования и строительства городского парка или сада требует более продуманного и осмысленного подхода к тем возможностям по организации комфортной мультисенсорной среды, которые предоставляет проектировщикам многовековой и современный мировой опыт зеленого строительства, а также передовые технологии. Изложены основные приемы организации комфортной сенсорной среды и приведены примеры проектирования садов и парков с учетом формирования в них различных сенсорных сред.

К л ю ч е в ы е с л о в а: комфортная сенсорная среда, философия паркостроительства, паркотерапия, ароматерапия.

The modern philosophy of city park or garden design and construction is required the more deliberate and thoughtful treatment of the opportunities for the organization comfortable multisensory environment that are provided designers of centuries-long and modern global experience of the amenity planting and also the high technology. The basic techniques of the organization comfortable sensory environment are set out. Examples of designing gardens and parks are taken with account of the formation of these different sensory environments.

К e y w o r d s: comfortable sensory environment, philosophy of city park construction, city park therapy, aromatherapy.

Сегодня подсчитано, что более 50 % населения планеты живет в городах и городских поселениях. Эти значительные сообщества создают как большие проблемы, так и большие возможности для экологически целенаправленных действий. Для того чтобы сделать город более стабильным и здоровым, проектирование и эксплуатация городских зданий, городских территорий, а также образ жизни и сознание жителей городов должны быть повернуты в сторону стабильного мышления [1]. Одним из проявлений такого мышления является забота горожанина о своем здоровье и здоровье своих близких. Немаловажное значение для реализации этих потребностей традиционно имеют городские парки и сады.

Однако необходимо отметить, что современное российское городское зеленое строительство зачастую мало использует новейшие разработки наших и зарубежных ученых в области прогрессивных технологий проектирования городских парков и садов. Сама философия проектирования и производства отечественного городского зеленого строительства кажется остановившейся и закостеневшей.

Одним из направлений ландшафтного строительства, активно развивающихся в последнее десятилетие у нас в стране и за рубежом, можно считать явление садо- и паркотерапии, которое корнями уходит в восточную традицию паркового строительства. В основном для этого используется технология создания комфортной для человека мультисенсорной среды городского парка или сада.

Известно, что сенсорные системы, или органы чувств (в старой, более известной терминологии), обеспечивают организм информацией об окружающем мире и внутреннем состоянии самого организма. По существу, органы чувств способны воспринимать и преобразовывать сигналы трех модальностей: электромагнитные поля в видимой (зрение) и инфракрасной (температурная чувствительность) областях спектра; механические возмущения — звуковые волны (слух), силу тяжести (гравитационная и вестибулярная чувствительность), механическое давление (осязание); химические сигналы — обнаружение веществ в жидкой фазе (вкус) и в газовой фазе (обоняние) [2].

Среду с большим разнообразием элементов в окружающем пространстве называют комфортной визуальной средой. Наличие кривых линий разной толщины и контрастности, острых углов в виде вершин и заострений, образующих силуэт, разнообразие цветовой гаммы, сгущение и разрежение видимых элементов и разная их удаленность являются характерными ее чертами. В ней все механизмы зрения работают в оптимальном режиме. Таким образом, комфортная визуальная среда создает благоприятные условия для проявления физиологических механизмов зрения. Совершенно очевидно, что грамотно организованная искусственная среда должна в максимально возможной степени приближаться к естественной [3].

Сенсорная среда является мощным инструментом для расширения мировоззрения, сенсорного и познавательного развития, проведения психологических консультаций, способствует нормализации психического состояния у здоровых и больных людей [4].

Сенсорную среду можно разделить на две функциональные зоны. Первая — зона релаксации — создает атмосферу безопасности и спокойствия. Вторая — зона активации — привлекает, стимулирует и поддерживает внимание, создает радостную атмосферу праздника, здесь все направлено на стимуляцию исследовательского интереса и двигательной активности.

Некоторые специалисты придерживаются следующего деления сенсорной среды на блоки, в зависимости от чувств, на которые они воздействуют. Зрительная и звуковая среда: приглушенные, спокойные звуки, тишина и медленно меняющиеся расплывчатые световые эффекты — действуют на человека успокаивающе и расслабляюще. Яркие светооптические и звуковые эффекты привлекают и поддерживают внимание, используются для зрительной и слуховой стимуляции, стимуляции двигательной активности и исследовательского интереса. Тактильная среда позволяет освоить новые ощущения и развить тактильную чувствительность, учит различать свойства предметов и улучшает зрительно-моторную координацию. Среда запахов — в основе лечения запахами (ароматерапии) лежит принцип воздействия на организм человека натуральных эфирных масел, которые применялись для лечения и профилактики заболеваний с древнейших времен. Практически все натуральные эфирные масла обладают ярко выраженными бактерицидными,

антисептическими, антивирусными и противовоспалительными свойствами, положительно действуют на нервную систему, психоэмоциональное состояние, стимулируют процессы саморегуляции и иммунитета, улучшают работу всех систем организма.

Таким образом, сенсорная среда — это организованная особым образом окружающая среда, состоящая из множества различного рода стимуляторов, которые воздействуют на органы зрения, слуха, обоняния, осязания и вестибулярные рецепторы, создают ощущение покоя, умиротворенности. Пребывание в комфортной сенсорной среде способствует улучшению эмоционального состояния, снижению беспокойства и агрессивности, снятию нервного возбуждения и тревожности, нормализации сна, активизации мозговой деятельности и ускорению восстановительных процессов после заболеваний. Сенсорная среда может использоваться для релаксации детей с невротическими и психосоматическими расстройствами, а также для стимуляции различных функций организма (слуха, зрения, осязания, обоняния, двигательных функций, речи) у детей с ДЦП, психическими нарушениями, ЗПР [4].

Возможно создание мультисенсорной среды с определенной тематической направленностью (воссоздание атмосферы пещеры, экзотической хижины-беседки, красочного и сказочного парка). При этом используется комплексное воздействие на все органы чувств (рис. 1).



Рис. 1. Примеры создания мультисенсорной среды с определенной тематической направленностью

Современная философия проектирования городского парка или сада требует более продуманного и осмысленного подхода к тем возможностям по организации комфортной мультисенсорной среды, которые предоставляет

нам многовековой и современный мировой опыт зеленого строительства. Рассматривая с этой точки зрения примеры проектирования садов и парков на Востоке, мы можем обнаружить более тонкий, философский подход к этой проблеме. Так, например, в китайском саду каждый элемент гармонично обустроенного пространства несет в себе глубокий смысл и символическое значение. Японский сад предполагает создание модели устройства мира, где каждая стихия имеет свое место и предназначение. Мавританский стиль (мусульманский сад) привносит ощущение спокойствия и неги: нежное журчание фонтанов, экзотические ароматы трав и цветов, мелодичное пение птиц и расслабляющая прохлада [5].

Сегодня все большую популярность в ландшафтном проектировании приобретают так называемые ароматические сады. Ароматический сад — это, прежде всего, участок земли, засаженный растениями (как правило, лекарственными), обладающими пахучими листьями, и специфическими травами, имеющими сильный стойкий аромат (рис. 2, 3). Типичные растения для ароматического сада: мята, Melissa, ромашка, шалфей, дягель, душица, тимьян, ясменник, календула. Часто используются деревья и кустарники: можжевельник, жимолость, ракитник.



Рис. 2. Ароматический сад в Турции



Рис. 3. Лавандовые сады Италии

Помимо чисто эстетических свойств, все эти растения обладают еще и практическими терапевтическими качествами: лаванда, душица и валериана успокаивают; мята тонизирует; ромашка и шалфей снимают воспаления; настурция и календула отпугивают мух и комаров.

Еще одним интересным примером нетрадиционного взгляда на проектирование садов и парков является международный фестиваль садов во Франции «Шомон-сюр-Луар» (Festival international des jardins de Chaumont-sur-Loire), который проводится с 1992 г. и является престижной площадкой для показа самых инновационных идей в ландшафтном строительстве и дизайне. Разнообразие, креативность и качество проектов способствовали созданию высочайшей международной репутации этого мероприятия, ставшего непременным местом представления работ нового поколения ландшафтных дизайнеров, архитекторов, декораторов и садовников [6].

За весь период существования фестиваля было разбито более 500 садов и парков — прототипов садов будущего. Преимущество его в том, что все желающие могут свободно посещать и наблюдать данное мероприятие в период с середины апреля до середины октября. Каждый год на призамковой территории дворца Шомон ландшафтные мастера, художники, архитекторы, сценографы и садоводы разбивают около 30 садов и парков на заданную тему, которые оценивает специально отобранное жюри. Здесь демонстрируются инновационные технологии, свежие идеи, открываются новые имена. В парке проводится фестиваль кино под открытым небом. Замок и экспозиция подсвечиваются с использованием светодиодных технологий [7].

Рассмотрим несколько примеров разных парковых экспозиций, показанных на этом фестивале, которые могут дать представление о возможном спектре разнообразных вариантов для создания нетрадиционной мультисенсорной среды современного городского парка.

Французский проект представлен архитектором и театральным сценографом (рис. 4). Идея — взаимодействие, сосуществование материй. Это движущиеся объекты-скульптуры, цветы, растения и свет, который меняет наше восприятие объектов. Свет полный, отсутствующий или изменяющийся с появлением теней [7].



Рис. 4

Сад «Из темной воды в белую высь» выражает глубочайшее почтение и уважение в адрес творения голландского художника-математика Эшера под названием «Небо и вода» (рис. 5) и воссоздает его смысл при помощи двухцветных поэтических лугов, которые взаимно изменяются благодаря хорошо изученному плану насаждения от черного к белому. Рассредоточенные по периметру сада кресла позволяют посетителям проникнуться плавными и прогрессирующими переходами цвета.



Рис. 5

Авторы другого проекта (рис. 6) считают, что лицевая сторона — это зеленый цвет, цвет природы, обратная сторона — красный цвет, который реже встречается в природе. Посетителям предлагается, двигаясь вперед, начиная с зеленого цвета, через разнообразие растений увидеть разнообразие красного цвета. Это сад, в котором используются как красные камни, галька, так и красные декоративные цветы и овощи [7].



Рис. 6

Автор парковой экспозиции (рис. 7), восхищенный живописью, используя свой опыт и интересовавшую его технику дзен, которая предполагает всматривание и наслаждение, полученное от созерцания, воплотил их в своей красочной экспозиции. Посетители могут присесть на деревянный помост, который имитирует зрительный зал, и, не торопясь, насладиться яркостью красок. Также сад-картина в соответствии с сезоном меняет цветовую палитру, что вносит определенное разнообразие.



Рис. 7

Сад «Головояд» (Высшая национальная школа архитектуры, г. Париж) предлагает индивидуальный красочный эксперимент (рис. 8). Цветные фильтры в форме шаров располагаются на уровне человеческого роста, приглашая таким образом посетителей просунуть в них голову. Тогда белый сад становится ярким и красочным, но для этого требуется непосредственное участие самих гостей, которых каждый из шаров уносит в незабываемое космическое путешествие [7].



Рис. 8

Сад-сооружение на рис. 9 (автор — ландшафтный дизайнер Одиль Дедко) представляет собой имитацию пространства, которая затягивает посетителя в физическую виртуальность, он походит на диковинный кабинет, только на этот раз с внешней стороны. Будет идти дождь, стоять хорошая или пасмурная погода, тучи и солнце, отражаясь в зеркалах, будут усиливать эти эффекты и придавать им динамичность. Являясь, по сути, зеркалами, границы темных металлизированных пластин придают периметру сада овальную форму. При отсутствии углов они отражают и увеличивают силу искаженных рефлексий, поглощая их в черном цвете. Граница зеркал при входе создает своего рода ширму, которая словно погружает посетителя в черный калейдоскоп [7].



Рис. 9

Незабываемое впечатление производит долина туманов (рис. 10). В прошлом это хранилище для льда (глубокий овраг), над которым перекинут деревянный мостик, под ним 20-метровый водный каскад. Богатая растительность и система туманообразования создают эффект тропического пейзажа [7].

В апреле 2011 г. российские дизайнеры впервые приняли участие в международном фестивале садов в Шомон-сюр-Луар, экспозиция попала в финал этого престижного мероприятия. В этом году тема фестиваля — «Биоразнообразие» — поддержание разнообразия и баланса видов растений и животных в природных сообществах и городских ландшафтах. Двадцатый, юбилейный фестиваль открылся 22 апреля и продлится до октября 2011 г.

Российские специалисты разработали принципиально новый подход к обустройству окружающего пространства, технология получила название «Умный сад». Суть идеи — формирование модульного дизайнерского пространства, основанного на блочной системе геопластики, и создание в нем условий существования растений и животных. Это позволит относительно небольшими усилиями создавать замкнутые «экозоны», которые смогут функционировать даже в нетипичных климатических условиях окружающей среды [6].



Рис. 10. Долина туманов в Шомон-сюр-Луар

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шмелёв С., Шмелёва И. Стабильный город: проблемы междисциплинарных исследований // Международный журнал стабильного развития. 2009. № 12. С. 23.
2. Варфоломеев С.Д., Евдокимов Ю.М., Островский М.А. Сенсорная биология, сенсорные технологии и создание новых органов чувств человека // Вестник Российской академии наук. 2000. Т. 70, № 2. С. 99—108.
3. Филлин В.А. Видеоэкология. М. : ТАСС-Реклама, 1997. С. 317.
4. Казанский Ю. Волшебный мир сенсорной комнаты. Режим доступа: <http://www.sensroom.ru/index.php>.
5. Горохов В.А., Луниц Л.Б. Парки мира. М. : Стройиздат, 1985. С. 328.
6. Фестиваль садов в Шомон-сюр-Луар. Режим доступа: <http://www.nastinsad.ru/news/341/>.
7. Волкова С. Фестиваль садов в Шомон-сюр-Луар. Режим доступа: <http://primrose.com.ua/articles/64/>.
1. Shmelev S., Shmeleva I. Stabil'nyy gorod: problemy mezhdistsiplinarnykh issledovaniy // Mezhdunarodnyy zhurnal stabil'nogo razvitiya. 2009. № 12. S. 23.
2. Varfolomeev S.D., Evdokimov Yu.M., Ostrovskiy M.A. Sensornaya biologiya, sensoryye tekhnologii i sozdaniye novykh organov chuvstv cheloveka // Vestnik Rossiyskoy akademii nauk. 2000. T. 70, № 2. S. 99—108.
3. Filin V.A. Videoekologiya. M. : TASS-Reklama, 1997. S. 317.

4. *Kazanskiy Yu.* Volshebnyy mir sensornoy komnaty. Rezhim dostupa: <http://www.sensroom.ru/index.php>.
5. *Gorokhov V.A., Lunts L.B.* Parki mira. M. : Stroyizdat, 1985. S. 328.
6. Festival' sadov v Shomon-syur-Luar. Rezhim dostupa: <http://www.nastinsad.ru/news/341/>.
7. *Volkova S.* Festival' sadov v Shomon-syur-Luar. Rezhim dostupa: <http://primrose.com.ua/articles/64/>.

© *Матовников С.А., Матовникова Н.Г., 2011*

*Поступила в редакцию
в мае 2011 г.*

Ссылка при цитировании:

Матовников С.А., Матовникова Н.Г. Создание комфортной мультисенсорной среды как актуальная проблема современного паркового строительства // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архит. 2011. Вып. 22(41). С. 155—164.

НАШИ АВТОРЫ

- Алаторцева Ульяна Владимировна**
Alatortseva Ulyana Vladimirovna
ассистент кафедры нефтегазовых сооружений ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru.
Assistant of oil and gas facilities department, VSUACE
- Андронов Сергей Юрьевич**
Andronov Sergei Yurevich
ассистент кафедры строительства дорог и организации движения, Саратовский государственный технический университет, 410054, Саратов, Политехническая, 77, atomic08@yandex.ru.
Assistant of roads construction and traffic engineering department, Saratov State Technical University
- Артемова Светлана Георгиевна**
Artemova Svetlana Georgiyevna
старший преподаватель кафедры строительства и эксплуатации транспортных сооружений, ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru.
Senior lecturer of construction and operation of transport works department, VSUACE
- Богатов Андрей Дмитриевич**
Bogatov Andrei Dmitriyevich
канд. техн. наук, доцент, зам. декана по научной работе архитектурно-строительного факультета, Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, 430005, Р. Мордовия, г. Саранск, ул. Советская, 24, bogatovad@mail.ru.
Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Vice-dean for Research of architecture and construction faculty, N.P. Ogarev Mordovian State University
- Богатова Светлана Николаевна**
Bogatova Svetlana Nikolaevna
канд. техн. наук, доц. кафедры экономики и управления в строительстве, Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, 430005, Р. Мордовия, г. Саранск, ул. Советская, 24, bogatovad@mail.ru.
Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of economics and management in the construction, N.P. Ogarev Mordovian State University
- Богомолов Александр Николаевич**
Bogomolov Aleksandr Nikolayevich
д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой гидротехнических и земляных сооружений, проректор по научной работе ВолгГАСУ, (8442) 96-99-54, banzaritcyn@mail.ru.
Doctor of Engineering Science, professor, Department Chairman of hydraulic and earthwork structures, Vice-Rector for Scientific Research, VSUACE
- Богомолова Оксана Александровна**
Bogomolova Oksana Aleksandrovna
канд. техн. наук, доц. кафедры прикладной математики и вычислительной техники, ВолгГАСУ, (8442)96-99-45, boazaritcyn@mail.ru.
Candidate of Science (Engineering), assistant professor of application mathematics and computer science department, VSUACE
- Борков Павел Валерьевич**
Borkov Pavel Valerevich
канд. техн. наук, доц., доц. кафедры строительных материалов, Липецкий государственный технический университет, 8-905-688-90-02, borkovpv@mail.ru.
Candidate of Science (Engineering), assistant professor, assistant professor of building materials department, Lipetsk State Technical University
- Власова Оксана Сергеевна**
Vlasova Oksana Sergeevna
ст. преподаватель кафедры пожарной безопасности и гражданской защиты ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru.
Senior lecturer of fire security and civil protection department, VSUACE
- Вольская Ольга Николаевна**
Volskaya Olga Nikolayevna
канд. техн. наук, доц. кафедры гидротехнических и земляных сооружений ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru.
Candidate of Science (Engineering), assistant professor of hydraulic and earthwork structures department, VSUACE
- Габова Виктория Викторовна**
Gabova Viktoriya Viktorovna
инженер-программист кафедры строительной механики ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, gabovavv@yandex.ru.
Software Engineer of structural analysis department, VSUACE
- Галушак Валерий Степанович**
Galushchak Valerii Stepanovich
ст. преподаватель кафедры электроснабжения промышленных предприятий, Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, 403874, Камышин, Ленина, 6а, оф. А-2.22, galushyak@mail.ru.
Senior lecturer of industrial power supply department, Kamyslin Technological Institute (branch) of Volgograd State Technical University
- Горнаев Николай Алексеевич**
Gornayev Nikolai Alekseyevich
канд. техн. наук, доц., проф. кафедры строительства дорог и организации движения, Саратовский государственный технический университет, 410054, Саратов, Политехническая, 77, atomic08@yandex.ru.
Candidate of Science (Engineering), assistant professor, professor of roads construction and traffic engineering department, Saratov State Technical University
- Давыдова Ольга Александровна**
Davydova Olga Aleksandrovna
старший преподаватель, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 440028, Пенза, Титова, 28, oda@mail.ru.
Senior lecturer, Penza State University of Architecture and Construction
- Диденко Василий Григорьевич**
Didenko Vasilii Grigorevich
д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой отопления, вентиляции, экологической и пожарной безопасности, ВолгГАСУ, (8442) 96-98-19; info@vgasu.ru.
Doctor of Engineering Science, professor, Department Chairman of heating, ventilation, ecological and fire security, VSUACE
- Ерофеев Владимир Трофимович**
Yerofeyev Vladimir Trofimovich
член-корреспондент Российской академии архитектуры и строительных наук, д-р техн. наук, профессор, декан архитектурно-строительного факультета, Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, 430005, Р. Мордовия, г. Саранск, ул. Советская, 24, fac-build@adm.mrsu.ru.
Associate member of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Engineering Science, Professor, Dean of architecture and construction faculty, N.P. Ogarev Mordovian State University
- Ерошкина Надежда Александровна**
Eroshkina Nadezhda Aleksandrovna
соискатель, старший лаборант кафедры технологии бетонов, керамики и вяжущих, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 440028, г. Пенза, ул. Г. Титова, д. 28, n_eroshkina@mail.ru.
Researcher, Senior laboratory assistant, department Technology concrete, ceramics and binding materials, Penza State University of Architecture and Construction, Russia, 440028, Penza, 28, G. Titov St.

- Желтобрюхов Владимир Федорович**
Zheltobryukhov Vladimir Fedorovich
д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности, Волгоградский государственный технический университет, z_vl_f@mail.ru.
Doctor of Engineering Science, professor, Department Chairman of industrial ecology and vital functions safety, Volgograd State Technical University
- Захарова Елена Александровна**
Zakharova Yelena Alexandrovna
научный сотрудник, ННГУ им. Н.И. Лобачевского, г. Н. Новгород, ул. Бежтотова, д. 43, protectfun@mail.ru.
Research scientist, N.I. Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod
- Зубова Мария Олеговна**
Zubova Mariya Olegovna
аспирант кафедры нефтегазовых сооружений ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru.
Post-graduate student of oil and gas constructions department, VSUACE
- Игнатьев Александр Владимирович**
Ignatyev Aleksandr Vladimirovich
канд. техн. наук, доц., зав кафедрой прикладной математики и вычислительной техники ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, alignat@gmail.com.
Candidate of Science (Engineering), assistant professor, Department Chairman of Applied Mathematics and Computer Science, VSUACE
- Качурин Яков Владимирович**
Kachurin Yakov Vladimirovich
аспирант кафедры гидротехнических и земляных сооружений ВолгГАСУ, (8442)96-98-87, info@vgasu.ru.
Post-graduate student of hydraulic and earthwork structures department, VSUACE
- Клышников Андрей Андреевич**
Klyshnikov Andrei Andreyevich
аспирант кафедры строительных материалов, Липецкий государственный технический университет, 8-4742-32-80-82, kaf-st@stu.lipetsk.ru.
Post-graduate student of building materials, Lipetsk State Technical University
- Кокодеева Наталия Евсегнеевна**
Kokodeyeva Nataliya Evsegneyevna
канд. техн. наук, доц., доц. кафедры строительства дорог и организации движения, Саратовский государственный технический университет, 410054, Саратов, Политехническая, 77, natali_1974_1111@mail.ru.
Candidate of Science (Engineering), assistant professor, assistant professor of roads construction and traffic engineering department, Saratov State Technical University
- Конорев Александр Сергеевич**
Konorev Aleksandr Sergeevich
ассистент кафедры автомобильных дорог, Ростовский государственный строительный университет, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, dortransnii@mail.ru.
Assistant of highways department, Rostov State Building University
- Корнеев Александр Дмитриевич**
Korneyev Aleksandr Dmitriyevich
д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой строительных материалов, Липецкий государственный технический университет, 8-4742-32-80-82, kaf-st@stu.lipetsk.ru.
Doctor of Engineering Science, professor, Department Chairman of building materials, Lipetsk State Technical University
- Коровкин Марк Олимпиевич**
Korovkin Mark Olimpievich
старший преподаватель, соискатель кафедры технологии бетонов, керамики и вяжущих, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 440028, г. Пенза, ул. Г. Титова, д. 28, m_korovkin@mail.ru.
Senior lecturer and researcher, department Technology concrete, ceramics and binding materials, Penza State University of Architecture and Construction, Russia, 440028, Penza, 28, G. Titov St.
- Котляревская Алена Валерьевна**
Kotlyarevskaya Alyona Valerevna
специалист по учебно-методической работе учебно-методического управления дополнительного профессионального образования ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru.
Educational and methodical work of educational and methodical management of further vocational education specialist, VSUACE
- Кусмарцева Олеся Александровна**
Kusmartseva Olesya Aleksandrovna
преподаватель кафедры строительных материалов и специальных технологий ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru.
Lecturer of building materials and special processes department, VSUACE
- Лепилов Владимир Ильич**
Lepilov Vladimir Ilich
канд. техн. наук, заведующий лабораторией кафедры энергоснабжения и теплотехники ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru.
Candidate of Science (Engineering), laboratory chief of utility power and combust-ing engineering department, VSUACE
- Логанина Валентина Ивановна**
Loganina Valentina Ivanovna
д-р техн. наук, проф., Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 440028, Пенза, Титова, 28, loganin@mail.ru.
Doctor of Engineering Science, Professor, Penza State University of Architecture and Construction
- Масляев Александр Викторович**
Maslyayev Aleksandr Viktorovich
канд. техн. наук, научно-исследовательская сейсмологическая лаборатория, ВолгГАСУ, (8442) 97-49-64, maslaev@mail.ru, victor3705@mail.ru.
Candidate of Science (Engineering), scientific seismological laboratory, VSUACE
- Матовников Сергей Алексеевич**
Matovnikov Sergei Alexeyevich
почетный архитектор РФ, кандидат архитектуры, доц., проректор по стратегическому планированию, развитию и дополнительному профессиональному образованию, зав. кафедрой дизайна и монументально-декоративного искусства ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru.
Honorary architect of the Russian Federation, Candidate of Architecture, Associate Professor, Vice-Rector for strategic project, development and further vocational education, Department Chairman of design and monumental and decorative art, VSUACE
- Матовникова Наталья Геннадьевна**
Matovnikova Natalya Gennadevna
канд. геогр. наук, доц. кафедры основ архитектурного проектирования, рисунка, живописи, скульптуры ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru.
Candidate of Geography, Assistant Professor of architectural engineering, drawing, painting, sculpture foundations department, VSUACE
- Махнин Антон Александрович**
Makhnin Anton Aleksandrovich
архитектор, ООО «Промтехнал», г. Ярославль, anmkhnin@mail.ru.
Architect, LLC "Promtekhhall"

- Медведева Оксана Николаевна**
Medvedeva Oksana Nikolayevna
канд. техн. наук, доц., заместитель директора Строительно-архитектурно-дорожного института по научно-инновационной деятельности, Саратовский государственный технический университет, доц. кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, medvedeva-on@mail.ru.
Candidate of Science (Engineering), associate professor, vice director for scientific and innovation activity of Construction, Architecture and Transport Institute, Saratov State Technical University, associate professor of warm and gas feed and ventilation department
- Минин Виталий Васильевич**
Minin Vitali Vasilevich
канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой транспортных и технологических машин, Сибирский Федеральный университет, 660074 г. Красноярск, Киренского, 26, mininV@rambler.ru.
Candidate of Science (Engineering), associate professor, Department Chairman of transport and production machines, Siberian Federal University
- Мягкая Таисия Михайловна**
Myagkaya Taisiya Mikhaylovna
канд. техн. наук, доц. кафедры водоснабжения и водоотведения ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru.
Candidate of Science (Engineering), assistant professor of water supply and disposal, VSUACE
- Неизвестный Дмитрий Леонидович**
Neizvestny Dmitri Leonidovich
аспирант кафедры нефтегазовых сооружений ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru.
Post-graduate student of oil and gas facilities department, VSUACE
- Носков Михаил Валерианович**
Noskov Mikhail Valerianovich
д-р физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой прикладной математики и компьютерной безопасности, Сибирский федеральный университет, 660074 г. Красноярск, Киренского, 26, mvnoskov@yandex.ru
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, Department Chairman of application mathematics and computer security, Siberian Federal University
- Олянский Юрий Иванович**
Olyanski Yuri Ivanovich
д-р геол.-минерал. наук, доц., проф. кафедры гидротехнических и земляных сооружений ВолгГАСУ, 400074, Волгоград, Академическая, 1, Olyanskii@mail.ru.
Doctor of Geological and Mineral Sciences, associate professor, professor of hydraulic and earthwork structures department, VSUACE
- Осипова Наталия Николаевна**
Osipova Nataliya Nikolayevna
канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Саратовский государственный технический университет, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, osnat75@mail.ru.
Candidate of Science (Engineering), associate professor of warm and gas feed and ventilation department, Saratov State Technical University
- Папин Игорь Васильевич**
Papin Igor Vasilevich
соискатель кафедры строительных материалов, Липецкий государственный технический университет, 8-4742-32-80-82, kaf-st@stu.lipetsk.ru.
Degree-seeking student of building materials department, Lipetsk State Technical University
- Перфилов Владимир Александрович**
Perfilov Vladimir Aleksandrovich
д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой нефтегазовых сооружений ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru.
Doctor of Engineering Science, professor, Department Chairman of oil and gas facilities department, VSUACE
- Плетинцев Сергей Алексеевич**
Pletintsev Sergei Alekseyevich
аспирант, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 440028, Пенза, Титова, 28, pelm@list.ru.
Post-graduate student, Penza State University of Architecture and Construction
- Полозова Ирина Анатольевна**
Polozova Irina Anatolevna
ст. преподаватель кафедры компьютерного инжиниринга и международных образовательных программ ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, polozova.irina@mail.ru.
Senior lecturer of computing engineering and international education department, VSUACE
- Пустовалов Евгений Владимирович**
Pustovalov Evgeni Vladimirovich
ассистент кафедры водоснабжения и водоотведения ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru.
Assistant of water supply and disposal, VSUACE
- Симонов Евгений Евгеньевич**
Simonov Evgeni Evgenevich
аспирант, Пензенский государственный университета архитектуры и строительства, 440028, Пенза, Титова, 28, oda@mail.ru.
Post-graduate student, Penza State University of Architecture and Construction
- Смирнов Василий Филиппович**
Smirnov Vasili Filippovich
д-р биол. наук, проф., ННГУ им. Н.И. Лобачевского, (831) 4170593, protectfun@mail.ru.
Doctor of Biological Sciences, Professor, N.I. Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod
- Соловьев Александр Владимирович**
Solovev Aleksandr Vladimirovich
аспирант кафедры гидротехнических и земляных сооружений, ВолгГАСУ, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, 8-8442-96-98-87, info@vgasu.ru.
Post-graduate student of hydraulic and earthwork structures department, VSUACE
- Тишин Валерий Григорьевич**
Tishin Valeri Grigorevich
канд. техн. наук, доц., зам. генерального директора, НИПИ «УльяновскСтройПроект», 432700, Ульяновск, Советская, 5, tishin-vg@mail.ru.
Candidate of Science (Engineering), associate professor, assistant general director, UlyanovskStroiProyekt
- Токарев Артур Георгиевич**
Tokarev Arthur Georgievich
канд. архит., доцент кафедры основ архитектурного и художественного проектирования, Институт архитектуры и искусств Южного федерального университета (ИАрХИ ЮФУ), Россия, 344082, Ростов-на-Дону, пр. Буденновский, 39, tokarev69@inbox.ru.
Ph.D in Architecture, assistant professor of chair of Architectural and artistic design basics, Institute of Architecture and Arts, Southern Federal University, Russia, 344082, Rostov-on-Don, Budennovsky Avenue, 39
- Чарыкова Светлана Анатольевна**
Charykova Svetlana Anatolevna
специалист по учебно-методической работе отдела аспирантуры и докторантуры, ВолгГАСУ, 400074, Волгоград, Академическая, 1, weta.07@list.ru.
Educational and methodical work of postgraduate centre and doctorate department specialist, VSUACE

Шиян Станислав Иванович
Shiyan Stanislav Ivanovich

канд. техн. наук, докторант кафедры гидротехнических и земляных сооружений, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, banzaritcyn@mail.ru. Candidate of Science (Engineering), postdoctoral student of hydraulic and earthwork structures department, VSUACE

Щекочихина Евгения Викторовна
Shchekochikhina Yevgeniya Viktorovna

ассистент кафедры гидротехнических и земляных сооружений ВолгГАСУ, 400074, Волгоград, Академическая, 1, ev_shapirina@mail.ru. Assistant of hydraulic and earthwork structures department, VSUACE

Примечание. С авторами статей — аспирантами, докторантами и сотрудниками ВолгГАСУ — можно связаться по e-mail: info@vgasu.ru (в теме письма указать наименование структурного подразделения, фамилию и инициалы адресата).

ОТ РЕДКОЛЛЕГИИ

«Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета» со второго полугодия 2007 г. временно 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 доктора и кандидата наук, утвержденный ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.

Библиографические сведения о публикациях в журнале и пристатейные списки литературы представлены в **Российском индексе научного цитирования (РИНЦ)** на сайте Научной электронной библиотеки www.elibrary.ru.

«Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия «Строительство и архитектура» входит в базу данных **Ulrich's Periodicals Directory** американского издательства Bowker, являющуюся самой крупной базой, описывающей мировой поток сериальных (периодических и продолжающихся) изданий. Активно используется научными учреждениями для анализа мирового потока сериальных изданий.

Серия включена в базу данных **DOAJ — Directory of Open Access Journals** (Директория журналов открытого доступа) научной библиотеки университета г. Лунд (Швеция), www.doaj.org, обеспечивающую открытый доступ к полнотекстовым материалам научных и академических журналов на различных языках, поддерживающих систему контроля качества публикуемых статей.

Требования к оформлению статей и сопроводительных материалов. Статью необходимо представить на электронном носителе и в распечатанном виде (2 экз.) в сопровождении заполненного автором **лицензионного договора** (2 экз.) и акта передачи произведения (2 экз.) (скачать бланки по адресу http://www.vgasu.ru/rus/publishing/rio_vestnik_prop.php), **анкеты** согласия автора на доступ к его персональным данным неограниченного круга лиц (скачать бланк там же), **выписки из протокола** заседания кафедры и одной **рецензии**. К статьям прилагается экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати. Все сопроводительные документы представляются на бумажных носителях в оригинале.

В **отдельном файле помещаются сведения об авторах** на русском и английском языках, а также кириллицей и латиницей в полном соответствии с данными в заполненном бланке **анкеты** (см. выше): 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.

В статье приводятся: **индекс УДК**; на **русском и английском языках: фамилия и инициалы автора, заглавие, аннотация** (на русском языке до 500 знаков, на английском — от 500 знаков до целой страницы), **ключевые слова**. Текст статьи заверяется личной подписью автора (соавторов).

Объем статьи — от 3 до 7 с. установленного формата «Вестника» (см. ниже), включая название, аннотации, ключевые слова, 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*, а также *рисунки*, созданные в *Corel Draw 12* или *AutoCAD 2006* и сохраненные в оригинальном формате, дополнительно 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).

Пристатейные *библиографические списки* размещаются после основного текста статьи.

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 (запрещается использовать ссылки-сноски для указания источников). В библиографическую запись включаются только основные элементы библиографического описания (ГОСТ 7.0.5–2008). Разделительные знаки «тире» между областями опускаются. Шрифт Times New Roman (Сур) № 9 (9 пунктов). Язык библиографических записей соответствует языку описываемых источников.

Библиографический список приводится *дважды*. Во втором варианте все русскоязычные библиографические записи приводятся *на латинице*, записи на других языках просто повторяются.

Авторы статей несут всю полноту ответственности за содержание статей и за сам факт их публикации. Редакция журнала не несет никакой ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, нанесенный публикацией статьи. Редакция исходит из того, что, *в соответствии с законодательством в части авторского права, автор, направляя статью в редакцию, полностью соглашается с условиями редакции и, следовательно, только сам лично несет ответственность за использование в тексте статьи материалов третьих лиц и соблюдение их авторских прав*. Все права автора и вся полнота его ответственности сохраняются и после публикации статьи в журнале.

Порядок рецензирования. Статьи обсуждаются редколлегией, рецензии, поступившие в сопроводительных материалах, учитываются. Статьи могут быть направлены редакцией на дополнительную внутреннюю или внешнюю экспертизу (рецензирование) и опубликованы только при положительном заключении. Имена авторов и рецензентов друг другу не сообщаются. Копия заключения предоставляется автору.

Статьи, не отвечающие изложенным требованиям, редколлегией не принимаются. Материалы, не принятые к опубликованию, авторам не высылаются.

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, плата за публикацию статей с аспирантов не взимается.

КОМПЛЕКТОВАНИЕ ОЧЕРЕДНОГО НОМЕРА ЗАВЕРШАЕТСЯ ЗА 3 МЕСЯЦА ДО ПЛАНИРУЕМОГО ВЫХОДА В СВЕТ.

Примерный график выпуска серии «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»

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. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда в строительстве. Инновации в строительном производстве, интенсификация, энергосбережение и энергоэффективность. 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 *Издательская деятельность / Научные журналы / Вестник Волгоградского государственного архитектурно-*

строительного университета (сразу после подписания выпуска в печать на сайте публикуются титул и содержание; через месяц со дня выхода очередного номера из печати на сайте размещается его полнотекстовый файл).

Статьи направлять по адресу: 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, ком. Б-314а. Редакция «Вестника ВолгГАСУ». Тел. (8442)-96-98-46. E-mail: info@vgasu.ru (для В.И. Воробьева).

Уточнить условия публикации статей и приобретения очередного номера журнала можно по тел. (8442)-96-98-46 у ответственного секретаря редсовета журнала **Владимира Ивановича Воробьева**.

За консультацией по вопросам подготовки авторского оригинала статьи к печати обращаться по адресу: 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, ком. В-210, редакционно-издательский отдел ВолгГАСУ. Тел. (8442)-96-98-28. E-mail: gorachevaov@mail.ru.

Вниманию читателей и авторов!

«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 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 доктора и кандидата наук, утвержденный ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.
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**, Международным центром ISSN, ISSN **1994-0351**, перерегистрирован ФГУП НТЦ «Информрегистр», свидетельство № **444 от 20.10.10**, номер гос. рег. **0421100065** (на 2011 г.), включен в базу РИНЦ (www.elibrary.ru).

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

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

По вопросам публикации статей в научно-теоретическом журнале
«**СОЦИОЛОГИЯ ГОРОДА**»
обращаться к гл. редактору Б.А. Навроцкому по тел. 8-8442-96-99-25.
Подписаться на журнал можно по каталогу «Пресса России», подписной индекс **29507**
и по Интернет-каталогу на сайте агентства «Книга-Сервис», подписной индекс **E 29507**.
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 доктора и кандидата наук, утвержденный ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.
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**, Международным центром ISSN, ISSN **1994-0351**, включен в базу РИНЦ (www.elibrary.ru).
Подробная информация о журнале на сайте ВолгГАСУ по адресу: www.vgasu.ru
в разделе Издательская деятельность / Научные журналы.