

Научно-практический сетевой журнал  
Выходит 2 раза в год

Учредитель и издатель  
Пензенский государственный  
университет архитектуры  
и строительства

Главная редакция:  
Ю.П. Скачков (главный редактор)  
А.М. Данилов (заместитель  
главного редактора)  
И.А. Гарькина (ответственный  
секретарь)

Адрес редакции:  
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28,  
ПГУАС  
Тел/факс 8412 420501  
E-mail: regas@pguas.ru  
fmatem@pguas.ru  
www.vestnikpguas.ru

Редакторы: М.А. Сухова,  
В.С. Кулакова,

Дизайн обложки Л.А. Васин

Компьютерная верстка  
Н.А. Сазонова

Перевод О.В. Гринцова

Журнал зарегистрирован  
в Федеральной службе по надзору  
в сфере связи, информационных  
технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации  
Эл. № ФС77-61513 от 24 апреля 2015 г.

Авторы опубликованных материалов  
несут ответственность за достоверность  
приведенных сведений, точность данных  
по цитируемой литературе и за исполь-  
зование в статьях данных, не подлежа-  
щих открытой публикации.  
Редакция может опубликовать статьи  
в порядке обсуждения, не разделяя точку  
зрения автора.

© Авторы публикаций, 2015  
© ПГУАС, 2015

# ВЕСТНИК ПГУАС: СТРОИТЕЛЬСТВО, НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ 1(1)/2015 Содержание

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА..... 5

**Ерофеев В.Т., Максимова И.Н., Макридин  
Н.И., Скачков Ю.П.**  
ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ  
И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
КОНСТРУКЦИОННОГО КЕРАМЗИТОБЕТОНА  
ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ  
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ..... 5

**Максимова И.Н., Ерофеев В.Т., Макридин  
Н.И., Полубарова Ю.В.**  
ДЕФОРМАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ  
КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВИА  
ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ  
СИЛОВОМ НАГРУЖЕНИИ ..... 10

**Фокин Г.А., Гуськов А.С.**  
ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННОЙ МЕТОД  
МОНИТОРИНГА ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНА..... 17

**Ерошкина Н.А., Тымчук Е.И.**  
ВОДОСТОЙКОСТЬ И ГИГРОСКОПИЧЕСКИЕ  
СВОЙСТВА ГЕОПОЛИМЕРНЫХ ВЯЖУЩИХ. 21

**Ерошкина Н.А., Тымчук Е.И.**  
СВОЙСТВА ГЕОПОЛИМЕРНЫХ ВЯЖУЩИХ  
НА ОСНОВЕ ДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ  
ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ БАЗАЛЬТА ..... 25

**Коровкин М.О., Калашников В.И.,  
Уразова А.А.**  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ЦЕМЕНТНОГО  
ТЕСТА С ПОМОЩЬЮ ШАРИКОВОГО  
ВИСКОЗИМЕТРА ..... 29

**Кочеткова М.В., Щеглова А.С.**  
РАЦИОНАЛЬНОЕ АРМИРОВАНИЕ  
РОСТВЕРКОВ ПОД КОЛОННУ ..... 32

**Гусев Н.И., Аюпова З.В.**  
СТЕНЫ ОТАПЛИВАЕМЫХ ЗДАНИЙ  
ИЗ ПЕНОБЕТОНА, ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА  
И НЕДОСТАТКИ..... 37

**Логанина В.И., Вирясова А.В.**  
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТАТИСТИ-  
ЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ  
ПРОДУКЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ..... 41

<b>Логанина В.И., Вирясова А.В.</b> ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОЙИНДУСТРИИ.....	44	<b>Королева Л.А., Давыдов А.С.</b> ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОВЕТСКИХ ВЛАСТЕЙ ПО ФИЗИЧЕСКОМУ ВОСПИТАНИЮ НА- СЕЛЕНИЯ В НАЧАЛЕ 1950-Х ГГ. (ПО МА- ТЕРИАЛАМ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)....	62
<b>Учаева Т.В., Петрова Е.А.</b> СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОЙИНДУСТРИИ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	47	<b>Кучигина С.К., Молькин А.Н.</b> ПРОБЛЕМЫ ТРУДОУСТРОЙСТВА И ЗАНЯТОСТИ МОЛОДЫХ СПЕЦИА- ЛИСТОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗ- МОЖНОСТЯМИ НА РЫНКЕ ТРУДА.....	67
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	52		
<b>Мику Н.В., Вахидов Р.Р., Сботов В.В.</b> СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИЗЫВА МОЛОДЕЖИ В АРМИЮ В СССР ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ 1950-Х ГГ. (НА ПРИМЕРЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ).....	52	СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ (ПО ОТРАСЛЯМ).....	7171
<b>Вазерова А.Г., Аипов Р.Н.</b> ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПОРТИВНЫХ СУДЕЙ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ 1940-х-1950-х гг. ....	57	<b>Данилов А.М., Озеров А.Н.</b> СТРУКТУРИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ .....	71
		<b>Данилов А.М., Гарькина И.А.</b> МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ .....	76
		<b>Гарькина И.А., Сорокин Д.С.</b> СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.	80

# Contents

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE.....	5	<b>Loganina V.I., Viryasova A.V.</b> ASSESSMENT OF BUILDING PROCESS POTENTIAL OF CONSTRUCTION ENTERPRISES .....	44
<b>Erofeev V.T., Maksimova I.N., Makridin N.I., Skachkov Yu.P.</b> STRUCTURAL AND STRENGTH CHARACTERISTICS CHANGE OF CONCRETE UNDER CYCLIC IMPACT OF POSITIVE TEMPERATURES.....	6	<b>Uchaeva T.V., Petrova E.A.</b> WAYS TO IMPROVE COMPETITIVENESS OF CONSTRUCTION INDUSTRY ENTERPRISES IN THE PENZA REGION ....	47
<b>Maksimova I.N., Erofeev V.T., Makridin N.I., Polubarova Yu.V.</b> DEFORMATIVE FEATURES OF KERAMZITE GRAVEL AT SHORT-TERM LOADING.....	10	PEDAGOGICAL SCIENCES .....	52
<b>Fokin G.A., Guskov A.S.</b> TIME-TEMPERATURE METHOD OF MONITORING CONCRETE HARDENING .....	17	<b>Miku N.V., Vakhidov R.R., Sbotov V.V.</b> SOCIAL AND PEDAGOGICAL EXPERIENCE OF THE ORGANIZATION OF CONSCRIP- TION OF YOUTH IN THE USSR IN THE SECOND HALF OF THE 1950s (ON THE EXAMPLE OF THE PENZA REGION) .....	53
<b>Eroshkina N.A., Korovkin M.O.</b> WATER RESISTANCE AND HYGROSCOPIC PROPERTIES OF GEOPOLYMER BINDER.....	21	<b>Vazeroва A.G., Aipov R. N.</b> ORGANIZATIONAL AND PEDAGOGICAL CONDITIONS OF PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF REFEREES OF THE PENZA REGION IN THE SECOND HALF OF THE 1940-1950s.....	57
<b>Eroshkina N.A., Korovkin M.O.</b> PROPERTIES OF GEOPOLYMER BINDERS BASED ON DISPERSE WASTE OF BASALT EXTRACTION AND PROCESSING .....	25	<b>Koroleva L.A., Davydov A.S.</b> ACTIVITIES OF SOVIET AUTHORITIES FOR PHYSICAL EDUCATION OF POPULATION IN THE EARLY 1950s (ON MATERIALS OF THE PENZA REGION) .....	62
<b>Korovkin M.O., Kalashnikov V.I., Urazova A.A.</b> DETERMINATION OF CEMENT PASTE VISCOSITY BY BALL VISCOMETER .....	29	<b>Kuchigina S.K., Molkin A.N.</b> THE PROBLEM OF EMPLOYMENT OF GRADUATES WITH DISABILITIES IN THE LABOUR MARKET .....	67
<b>Kochetkova M.V., Shcheglova A.S.</b> EFFICIENT REINFORCEMENT OF GRILLAGES UNDER COLUMNS .....	32	SYSTEM ANALYSIS, MANAGEMENT AND INFORMATION PROCESSING (ON BRANCHES).....	71
<b>Gusev N.I., Aiupova Z.V.</b> WALLS OF HEATED BUILDINGS MADE FROM FOAM CONCRETE, THEIR ADVANTAGES AND DISADVANTAGES ..	37	<b>Danilov A.M., Ozerov A.N.</b> STRUCTURING OF COMPLEX SYSTEMS ...	71
<b>Loganina V.I., Viryasova A.V.</b> APPLICATION THE METHODS OF STATISTICS MANAGEMENT THE PRODUCTS QUALITY IN REINFORCED UNITS PRODUCTION .....	41	<b>Danilov A.M., Garkina I.A.</b> METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF MATHEMATICAL MODELING OF COMPLEX SYSTEMS .....	76
		<b>Garkina I.A., Sorokin D.S.</b> SYSTEM RESEARCH OF COMPLEX DYNAMIC SYSTEMS .....	80

***Уважаемые авторы и читатели  
научно-практического сетевого журнала  
«Вестник ПГУАС: строительство, наука  
и образование»!***



**Поздравляю с выходом в свет первого номера журнала!**

Необходимость накопления инноваций во всех сферах деятельности требует научного сопровождения учебного процесса, развития фундаментальных и прикладных исследований и их внедрения на коммерческой основе. Уверен, что выпуск журнала будет способствовать формированию кадрового потенциала университета, способного осуществлять подготовку высококвалифицированных специалистов в области строительства и архитектуры; дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин; стандартизации и управления качеством; педагогических наук; математического моделирования, численных методов и комплексов программ; системного анализа; управления и обработки информации.

Главный редактор журнала, ректор,  
доктор технических наук,  
профессор, советник РААСН

Ю.П. Скачков

# СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

## CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

УДК 691.3:666.94.972

*Мордовский государственный университет  
им. Н.П. Огарева*

Россия, 430005, г. Саранск,  
ул. Большевикская, д. 68,  
тел.: (8342) 48-25-64

**Ерофеев Владимир Трофимович,**  
доктор технических наук, профессор,  
зав. каф. «Строительные материалы  
и технологии»

*Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства*

Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Максимова Ирина Николаевна,**  
кандидат технических наук, профессор  
кафедры «Управление качеством  
и технология строительного производства»  
E-mail: maksimovain@mail.ru

**Макридин Николай Иванович,**  
доктор технических наук, профессор  
кафедры «Технологии строительных  
материалов и деревообработки»

**Скачков Юрий Петрович,**  
доктор технических наук, ректор, профессор  
кафедры «Строительные конструкции»

*Mordovian State University  
named after N.P. Ogarev*

Russia, 430005, Saransk, 68,  
Bolshevistskaya St.,  
tel.: (8342) 48-25-64

**Yerofeev Vladimir Trofymovich,**  
Doctor of Sciences, Professor, Head of the  
department «Building materials and technologies»

*Penza State University of Architecture  
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Maksimova Irina Nikolaevna,**  
Candidate of Sciences, Associate Professor  
of the department «Management of quality and  
technology of construction production»  
E-mail: maksimovain@mail.ru

**Makridin Nikolai Ivanovich,**  
Doctor of Sciences, Professor of the department  
«Technologies of building materials and wood  
processing»

**Skachkov YUrij Petrovich,**  
Doctor of Sciences, Rector, Professor of the  
department «Building structures»

### ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИОННОГО КЕРАМЗИТОБЕТОНА ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

В.Т. Ерофеев, И.Н. Максимова, Н.И. Макридин, Ю.П. Скачков

Приведены результаты анализа практической реализации легких бетонов повышенной прочности, обусловленной не только механическими свойствами и взаимодействием их компонентов, но и изменением свойств бетона в зависимости от влияния окружающей среды.

*Ключевые слова: конструкционный керамзитобетон, керамзитовый гравий, модуль упругости, структурные и прочностные характеристики, циклическое воздействие температур*

# STRUCTURAL AND STRENGTH CHARACTERISTICS CHANGE OF CONCRETE UNDER CYCLIC IMPACT OF POSITIVE TEMPERATURES

V.T. Erofeev, I.N. Maksimova, N.I. Makridin, Yu.P. Skachkov

The authors present the results of the analysis of practical implementation of lightweight concrete of high strength resulting not only on the mechanical properties and interaction of its components, but also on the change of concrete properties depending on the influence of the environment.

*Keywords: structural light gravel, keramzite gravel, modulus of elasticity, structural and mechanical characteristics, cyclical impact of temperatures*

Как известно, практическая реализация легких бетонов повышенной прочности конструкционного назначения обусловлена не только механическими свойствами и взаимодействием их компонентов, но и изменением свойств бетона в зависимости от влияния окружающей среды, в частности сухой жаркой среды. С целью получения этих данных нами были осуществлены соответствующие исследования на керамзитобетоне марок 250 и 300 [1, 2].

Материалами для изготовления бетона служили портландцемент Вольского завода “Большевик” активностью 40 МПа, сурский речной песок с модулем крупности 1,7, керамзитовый гравий Пензенского завода КПД фракции 5...20 мм с прочностью в цилиндре 2,2 МПа и объемной насыпной массой 690 кг/м<sup>3</sup>. Состав бетонной смеси по массе (цемент:песок:керамзит:вода) для бетона марок 250 и 300 был соответственно 437:819:520:229 и 620:539:520:258. Коэффициент насыщения керамзитом составлял 0,44. Подвижность бетонной смеси в обоих составах – 10...15 с.

Опытные образцы-кубы размером 10×10×10 см и призмы 10×10×40 см формовали на лабораторной виброплощадке со стандартными параметрами вибрации с пригрузом 0,005 МПа. После термовлажностной обработки образцы хранили в обычных лабораторных условиях.

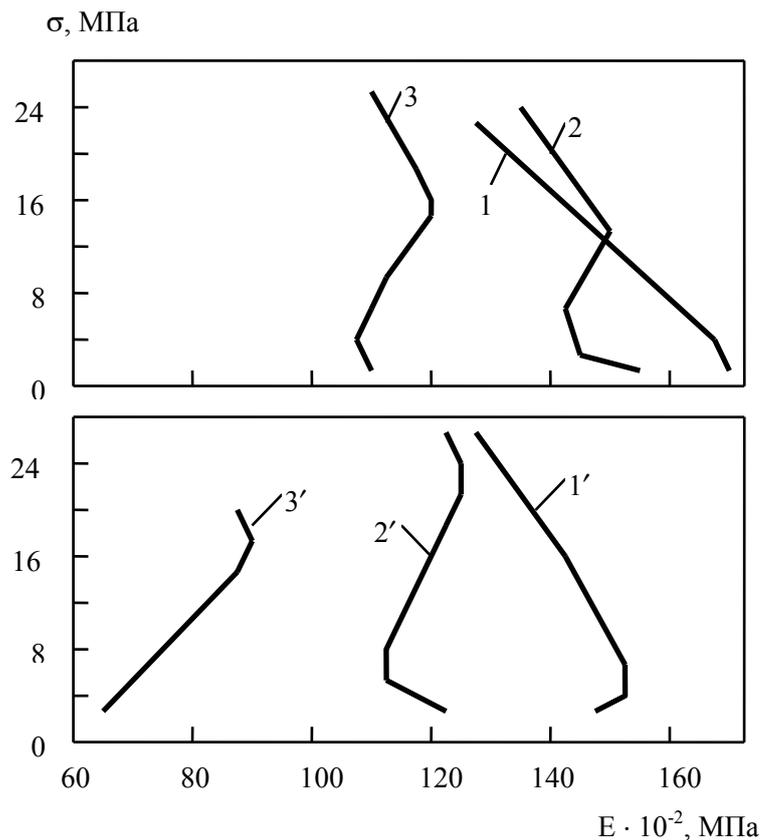
В возрасте 28 суток определили прочностные, деформативные и структурные характеристики бетонов обеих марок. Затем образцы разделили поровну на контрольные и рабочие. Контрольные образцы хранили в обычных условиях, а рабочие – подвергали ежесуточному воздействию положительных температур (8...9 часов нагревания при 65...70°C) с последующим остыванием в сушильном шкафу. Интенсивность подъема температуры в шкафу – 60°C в час. Таким образом, рабочие образцы подвергали 480 циклам теплосмен.

В контрольные сроки (28 и 745 суток) на каждом составе бетона испытывали по 6 призм и 10 кубов. Осредненные результаты исследований приведены в таблице и на рисунке.

Физико-механические характеристики керамзитобетона	Бетон марки 250			Бетон марки 300		
	Контрольные образцы		Рабочие образцы	Контрольные образцы		Рабочие образцы
	Возраст образцов в сутках			Возраст образцов в сутках		
	28	745	745	28	745	745
1	2	3	4	5	6	7
Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	1845	1810	1740	1830	1780	1745
Влажность по массе, %	-	3,2	1,1	-	4,1	0,8
Кубиковая прочность, МПа	25	25,3	24,6	29,4	27,1	28,8
Коэффициент термостойкости по кубиковой прочности	-	1	0,97	-	1	1,06
Прочность на растяжение при раскалывании, МПа	1,95	2,19	2,15	1,95	2,15	2,42

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент термостойкости по прочности на раскалывание	-	1	0,98	-	1	1,12
Призменная прочность, МПа	21	21,2	24,2	24,8	27	22,2
Начальный модуль упругости, МПа	17110	14720	11410	15390	11930	7430
Коэффициент Пуассона	0,18	0,27	0,28	0,23	0,27	0,23
Коэффициент Пуассона по остаточным деформациям	-	0,87	1,29	-	1,4	1,8
Уровень параметрической точки $R_T^V$	0,82	0,75	0,67	0,92	0,7	0,67
Скорость ультразвукового импульса, м/с	-	2958	2551	-	2960	2569
Удельная работа разрушения ( $1/2R_{np} \cdot \epsilon_{сж}$ ), Дж/м <sup>3</sup>	17220	18020	28314	23560	32132	28860
Удельная работа разрушения на 1 кг цемента	39,4	41,2	64,8	34,6	47,2	42,4



Изменение модуля деформаций керамзитобетона с ростом уровня напряжения:  
 1 и 1' – соответственно, керамзитобетон марок 250 и 300 в возрасте 28 суток;  
 2 и 2' – контрольные образцы в возрасте 745 суток;  
 3 и 3' – рабочие образцы после 480 циклов теплосмен

Стойкость керамзитобетона к циклическому воздействию положительных температур оценивали по коэффициенту термостойкости [3], изменению прочностных, деформационных и структурных характеристик [4], а также по удельной работе разруше-

ния образцов с применением тензометрического и ультразвукового методов исследования.

Из данных таблицы видно, что коэффициент термостойкости по кубиковой прочности и по прочности на растяжение при раскалывании для керамзитобетона марки 250 практически равен единице, для бетона марки 300 – несколько больше единицы. Большие значения названного коэффициента, по нашему мнению, обусловлены позитивным влиянием обжата керамзитового гравия более упругой матрицей из цементного раствора при ее термоусадочных деформациях. Визуальный осмотр показал, что на поверхностях образцов, как контрольных, так и рабочих, после 480 циклов теплосмен отсутствуют видимые невооруженным глазом микротрещины.

Из приведенных в таблице значений величин призмочной прочности и начального модуля упругости видно, что возраст и циклическое воздействие теплосмен оказали более негативное влияние на структуру керамзитобетона, изготовленного с повышенным расходом цемента.

На рисунке показаны результаты исследований изменения модуля деформаций бетона. Кривые 2 и 2', а также 3 и 3' построены по деформациям образцов, испытанных до разрушения после их предварительного однократного нагружения до уровня  $0,5...0,6 R_{пр}$ . По остаточным деформациям предварительного нагружения вычисляли коэффициент Пуассона.

Сравнивая величины коэффициента Пуассона по остаточным деформациям контрольных и рабочих образцов бетона марок 250 и 300 (см. таблицу), можно видеть, что их значения превышают значения коэффициента контрольных образцов соответственно на 48 и 29 %. Изменения в структуре бетона при начальном нагружении и разгрузке фиксируются и по изменению времени (скорости) прохождения ультразвукового импульса через образец. Нагрузка образцов до указанного уровня приводила к уменьшению времени прохождения импульса на 3,5...5 %, а разгрузка – к увеличению на 1,1...2,5 % относительно времени его прохождения через образцы перед их загрузкой. Разрушение структуры при разгрузке образцов отмечено также и на тяжелом бетоне [5].

Из графических зависимостей, представленных на рисунке, также видно, что состав бетона, его возраст и условия проведения опыта оказывают значительное влияние на характер изменения модуля деформации керамзитобетона на кривой его нагружения. При этом характер деформирования образцов при осевом сжатии в возрасте бетона 28 суток принципиально отличается от характера деформирования контрольных образцов в возрасте 745 суток и рабочих образцов после воздействия 480 циклов теплосмен. Увеличение возраста и циклическое воздействие теплосмен приводят к уменьшению абсолютных значений модуля деформации на кривой нагружения керамзитобетона обеих марок. Разброс абсолютных значений модуля деформации сравниваемых образцов на уровне обжата  $0,2...0,3 R_{пр}$  также значительно превосходит разброс на уровне обжата  $0,5...0,6 R_{пр}$ . В этой связи при расчете конструкций из керамзитобетона более правильным было бы учитывать не изменение его модуля упругости во времени и от воздействия циклических теплосмен, а изменение модуля деформаций на уровне обжата, соответствующем рабочему уровню загрузки.

Хотелось бы отметить, что негативное изменение упругих характеристик керамзитобетона при циклическом воздействии теплосмен, обусловившее возникновение трещин на микроуровне, имеет и позитивное значение, так как возникающие микротрещины обеспечивают большую пластичность этого материала на указанном уровне, что является важнейшим условием создания надежной конструкции с точки зрения восприятия ударного и внезапного действия нагрузки или сейсмических воздействий. Оценка качества бетонов по удельной работе разрушения на 1 кг расхода цемента показывает значительное преимущество бетона марки 250.

## Список литературы

1. Иванов, И.А. Изменение свойств керамзитобетона при циклическом воздействии положительных температур / И.А. Иванов, Н.И. Макридин // Строительные материалы из местного сырья. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1983. – С. 29-35.
2. Макридин, Н.И. Структурообразование и конструкционная прочность цементных композитов: моногр. / Н.И. Макридин, Е.В. Королев, И.Н. Максимова. – М.: МГСУ, 2013. – 152 с.
3. Баженов, Ю.М. Критерий оценки поведения бетона в жарком сухом климате / Ю.М. Баженов // Бетон и железобетон. – 1971. – №8. – С. 9–11.
4. Методические рекомендации по определению прочностных и структурных характеристик бетонов при кратковременном и длительном нагружении. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1976. – 56 с.
5. Яшин, А.В. О некоторых деформативных особенностях бетона при сжатии / А.В. Яшин // Теория железобетона. – М., 1972. – С. 131–137.

## References

1. Ivanov, I.A. To change the properties of concrete under cyclic impact positive temperatures / I.A. Ivanov, N.I. Makridin // Building materials from local raw materials. – Saratov: Publishing house of Saratov University, 1983. – P. 29–35.
2. Makridin, N.I. Structure formation and structural strength of cement composites: monogr / N.I. Makridin, E.V. Korolev, I.N. Maksimova. – M.: MGSU, 2013. – 152 p.
3. Bazhenov, Yu.M. Criterion of concrete behavior in hot dry climates / YU.M. Bazhenov // Concrete and reinforced concrete. – 1971. – №8. – P. 9–11.
4. Methodological recommendations for determining the strength and structural characteristics of concretes with short-term and long-term loading. – M.: NIIZHB Gosstroya SSSR, 1976. – 56 p.
5. YAchin, A.V. Some deformative features of concrete at compression / A.V. YAchin // Theory of reinforced concrete. – M., 1972. – P. 131–137.

Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства

Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Максимова Ирина Николаевна,**  
кандидат технических наук, профессор  
кафедры «Управление качеством  
и технология строительного производства»  
E-mail: maksimovain@mail.ru

**Макридин Николай Иванович,**  
доктор технических наук, профессор  
кафедры «Технологии строительных  
материалов и деревообработки»

**Полубарова Юлия Владимировна,**  
магистрант  
Мордовский государственный университет  
им. Н.П. Огарева

Россия, 430005, г. Саранск,  
ул. Большевикская, д. 68,  
тел.: (8342) 48-25-64

**Ерофеев Владимир Трофимович,**  
доктор технических наук, профессор,  
зав. каф. «Строительные материалы  
и технологии»

*Penza State University of Architecture  
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Maksimova Irina Nikolaevna,**  
Candidate of Sciences, Associate Professor  
of the department «Management of quality and  
technology of construction production»  
E-mail: maksimovain@mail.ru

**Makridin Nikolai Ivanovich,**  
Doctor of Sciences, Professor of the department  
«Technologies of building materials and wood  
processing»

**Polubarova Yulija Vladimirovna,**  
Undergraduate  
Mordovian State University  
named after N.P. Ogarev

Russia, 430005, Saransk, 68,  
Bolshevistskaya St.,  
tel.: (8342) 48-25-64

**Yerofeev Vladimir Trofymovich,**  
Doctor of Sciences, Professor, Head of the  
department «Building materials and technologies»

## ДЕФОРМАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВИЯ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ СИЛОВОМ НАГРУЖЕНИИ

И.Н. Максимова, В.Т. Ерофеев, Н.И. Макридин, Ю.В. Полубарова

Приведены результаты анализа механического поведения керамзитового заполнителя в линейном напряженном состоянии осевого растяжения и сжатия. Установлены деформативные особенности пористых заполнителей как в узком, так и в широком диапазоне изменения их плотности. Сформулированы практические рекомендации по повышению эффективности конструкционного керамзитобетона при проектировании его состава и структуры.

*Ключевые слова:* керамзитовый заполнитель, прочность, деформативность, напряженное состояние, модуль упругости, силовая диаграмма нагружения

## DEFORMATIVE FEATURES OF KERAMZITE GRAVEL AT SHORT-TERM LOADING

I.N. Maksimova, V.T. Erofeev, N.I. Makridin, Yu.V. Polubarova

Analysis of mechanical behaviour of keramzite aggregate in linear tense state of axial stretching and compression is given. Deformative features of porous fillers in the narrow and wide range of their density are defined. Practical recommendations on increasing the efficiency of structural keramzite concrete at designing its composition and structure are given.

*Keywords:* keramzite filler, strength, deformability, tension, elasticity module, power loading diagram

Как известно, особенностью современных исследований в области технологии и механического поведения бетонов вообще и легких бетонов, в частности, является то, что в них все больше внимания уделяется изучению не только прочности и долговечности, но и деформативных особенностей этих материалов.

Существенной особенностью легких бетонов является повышенная деформативность пористых заполнителей, входящих в состав легких бетонов. На основе экспериментальных данных, полученных как отечественными, так и зарубежными исследователями, А.Б. Пирадовым отмечено, что на пористых заполнителях с различной плотностью могут быть получены легкие бетоны одинаковой прочности с резко различающимися модулями упругости.

Поскольку в легком бетоне имеются две пористые структуры (цементный камень и заполнитель), в которых баланс влаги непрерывно меняется, необходимо учитывать также влажностные деформации пористых заполнителей не только при поглощении воды заполнителем из цементного теста и при отдаче ее цементному камню, но также при циклическом воздействии, когда влага может поглощаться заполнителем и отдаваться в цементный камень с одновременным проявлением сопутствующих влажностных деформаций расширения и сжатия пористых структур.

Поэтому дальнейшее изучение механического поведения отдельных зерен крупных заполнителей в широком и узком диапазонах их плотностей позволит разработать более четкие физические представления о деформировании и разрушении легкого бетона под нагрузкой и решить ряд практических задач.

Основная цель выполненной работы – расширить ранее сформулированные взгляды на закономерности прочностных и деформативных свойств пористых заполнителей, исходя из особенностей их реального строения в широком диапазоне плотностей и интерпретируя на этой основе особенности механического поведения образцов (гранул) керамзита на диаграмме сжатия и растяжения.

Известные в настоящее время сведения о механических свойствах керамзита не позволяют в полной мере объяснить разноречивые экспериментальные данные исследователей по виду диаграммы сжатия керамзитобетона. Учитывая большое практическое значение понимания природы названных характеристик керамзитобетона для его дальнейшего применения, изучали характер развития деформаций гранул керамзита при осевом сжатии и растяжении, выясняли взаимосвязь между механическими свойствами и плотностью зерен керамзита.

В опытах применялся пензенский керамзитовый гравий. Для изготовления образцов использовали как реальные гранулы керамзита, так и образцы-призмы правильной геометрической формы, получаемые путем обтачивания гранул.

Для построения графических зависимостей в данной работе использовалась компьютерная программа.

На рис. 1 показано приспособление для изготовления опытных образцов из гранул керамзита с использованием кольцевых торцевых подливок и образцов правильной геометрической формы, получаемых путем обтачивания реальных гранул, для оценки деформативности зерен керамзита при осевом сжатии.

На рис. 2 представлены фотографии образцов керамзита для испытания на осевое растяжение с наклеенными тензодатчиками для замера деформаций осевого растяжения и фотографии этих образцов после испытания до разрушения.

Нагружение опытных образцов осуществляли ступенями в 0,1 ожидаемого предела прочности при сжатии и растяжении. Деформации гранул измеряли с помощью прибора АИД-1М.

Результаты экспериментальных исследований параметров механического поведения гранул керамзита при осевом сжатии и растяжении с оценкой регрессионных зависимостей рассматриваемых механических параметров от плотности заполнителя и интенсивности напряжения представлены на рис. 2–7. Регрессионные зависимости позволяют судить о динамике влияния рассматриваемых факторов на механическое поведение пористого заполнителя на диаграмме нагружения.

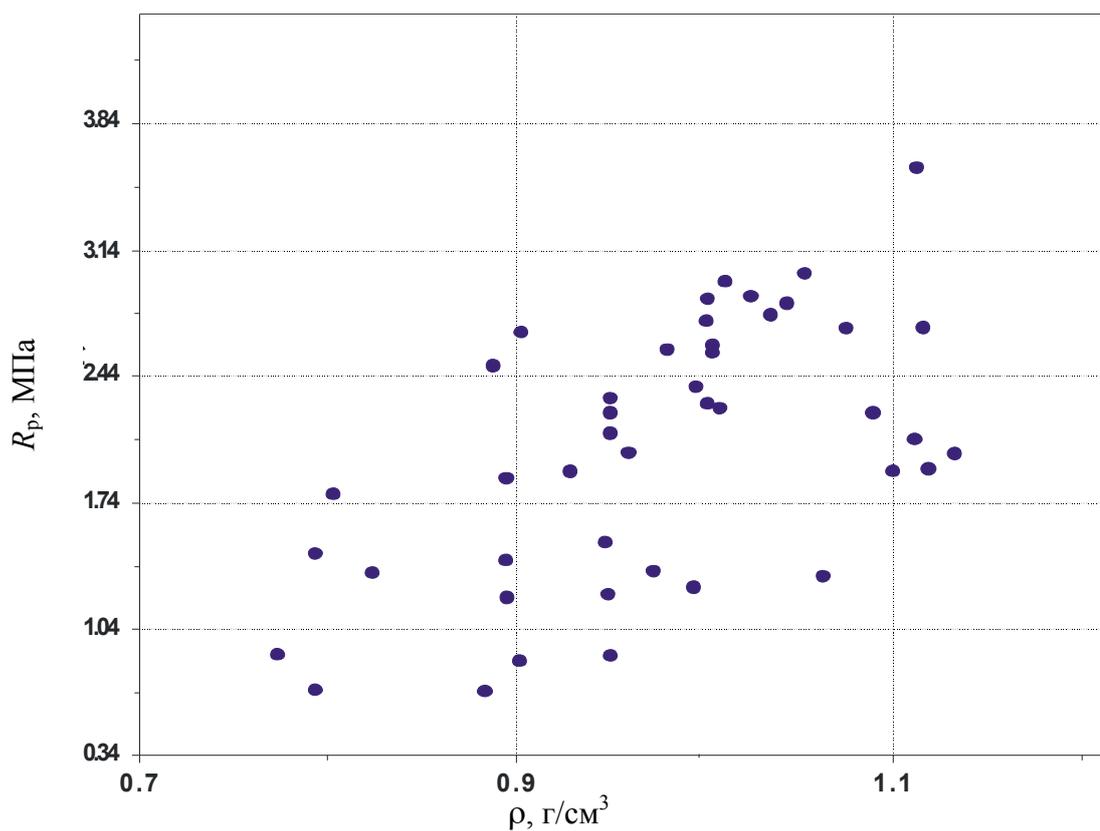


Рис. 1. Приспособление для изготовления опытных образцов керамзита



Рис. 2. Фотографии образцов керамзита до и после испытания на осевое растяжение

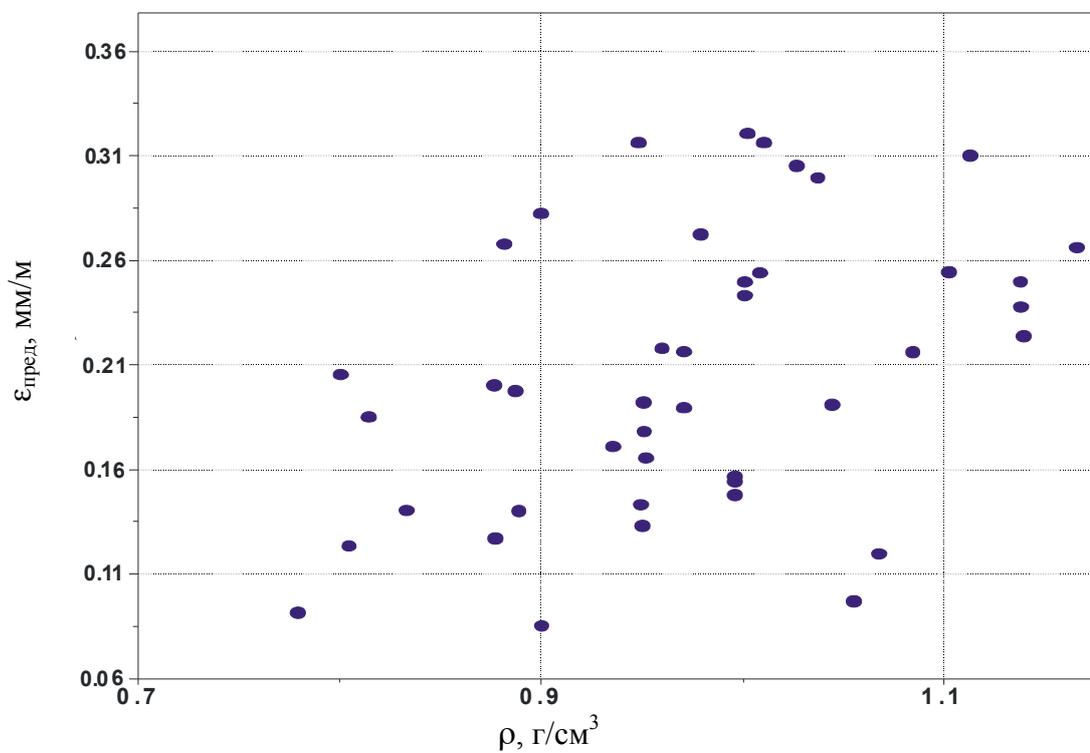
На рис. 3 приведены результаты опытов по изучению зависимости прочности гранул керамзита на осевое растяжение  $R_p$  от их плотности  $\rho$  в достаточно широком диапазоне – от 0,74 до 1,47 г/см<sup>3</sup>. Судя по регрессионной зависимости, в этом случае можно говорить лишь о тенденции тесноты связи между рассматриваемыми величинами. Коэффициент корреляции этой зависимости  $r = 0,628$ .



$$R_p = a + b\rho + c\rho^2 + d\rho^3 \dots$$

$a=1.58; b=-6.35; c=9.39; d=-6.02; S=0.692; r=0.628$

Рис. 3. Зависимость прочности на осевое растяжение гранул керамзита от их плотности



$$\epsilon_{\text{пред}} = e^{\frac{a+b}{\rho}} + c \ln \rho$$

$a=1.82; b=-3.34; c=2.37; e=1.42; S=0.066; r=0.401$

Рис. 4. Зависимость предельных деформаций гранул керамзита от их плотности

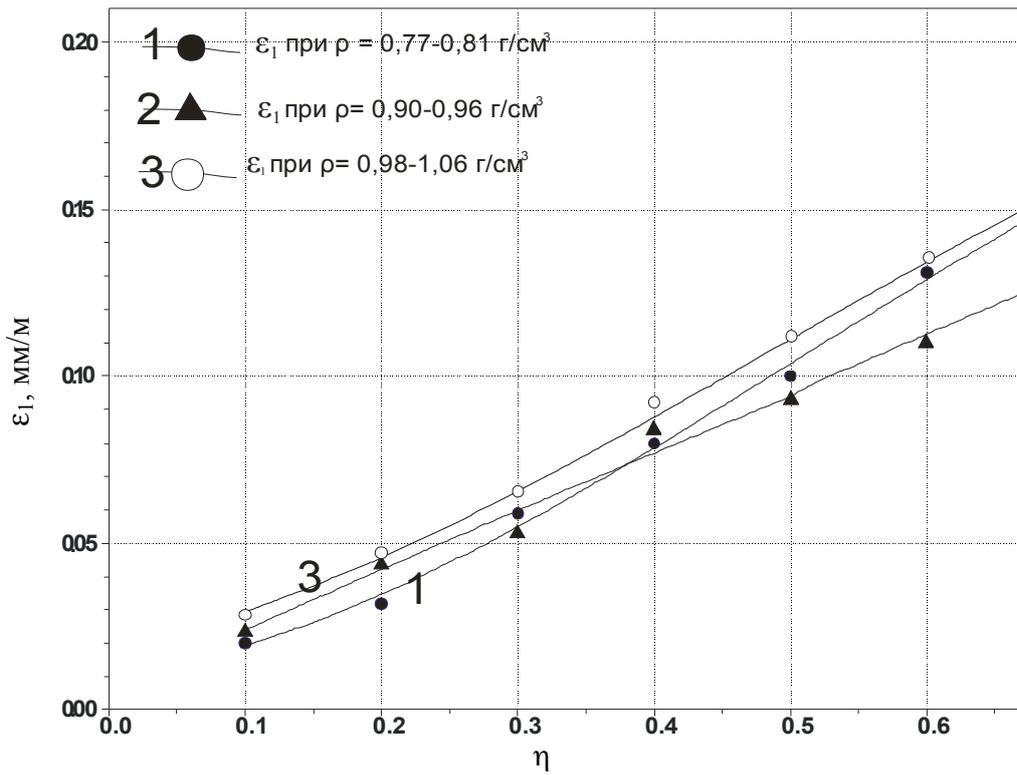


Рис. 5. Зависимость деформативности гранул керамзита при растяжении с ростом уровня напряжения при плотностях 0,77÷0,81; 0,90÷0,96; 0,98÷1,06 г/см<sup>3</sup>

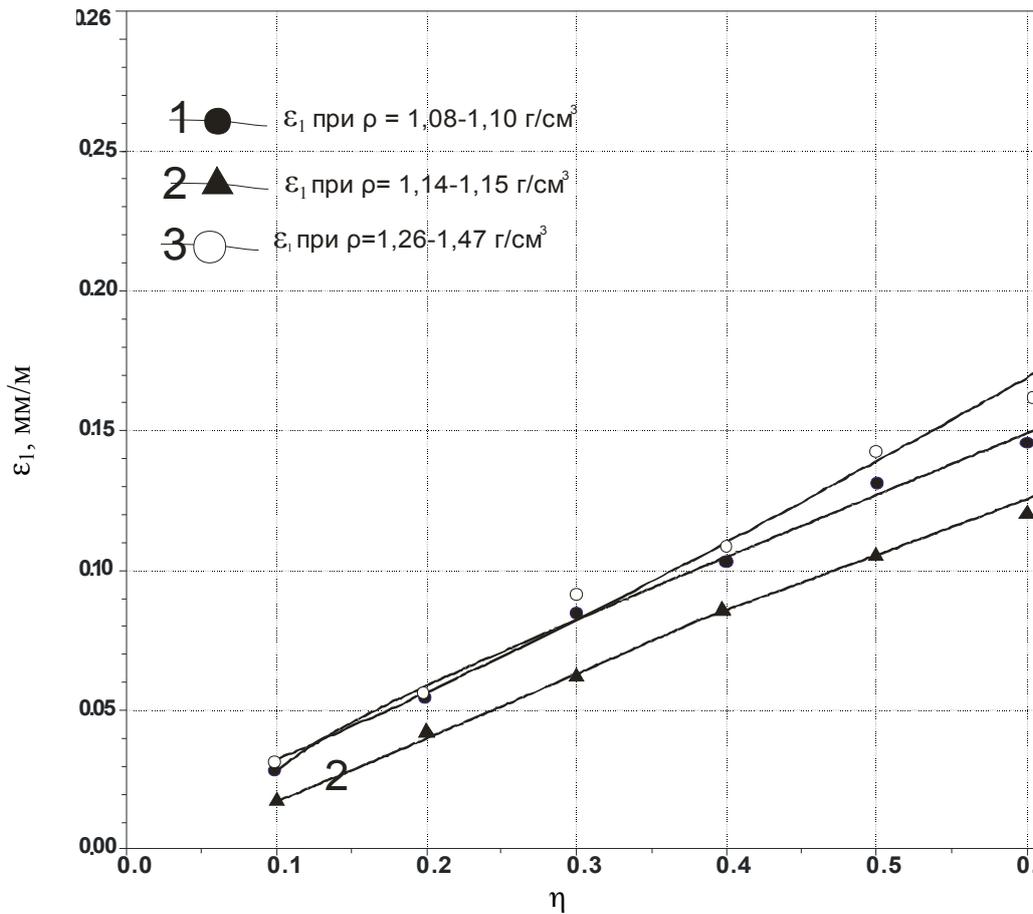


Рис. 6. Зависимость деформативности гранул керамзита при растяжении с ростом уровня напряжения при плотностях 1,08÷1,10; 1,14÷1,15; 1,26÷1,47 г/см<sup>3</sup>

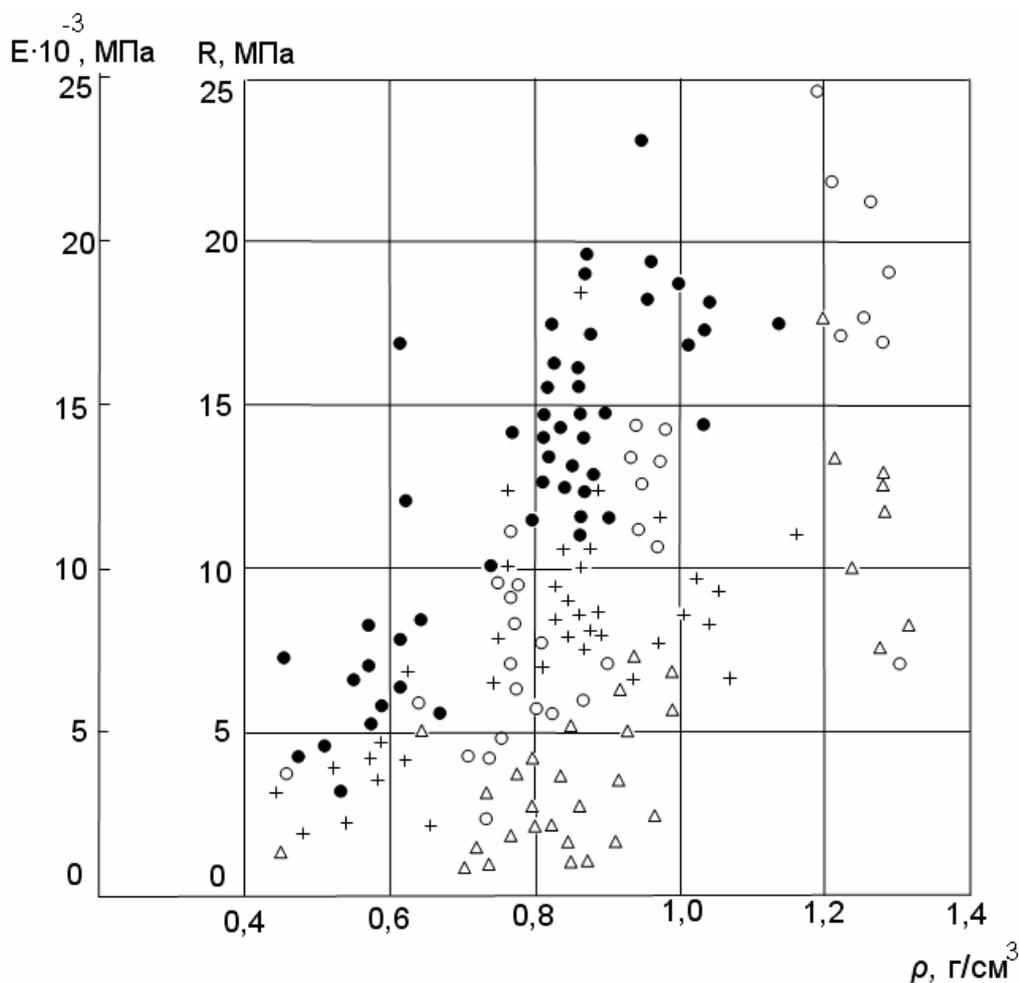


Рис. 7. Зависимость прочности и модуля деформации при сжатии от плотности гранул керамзита: предел прочности: образцов призм (●), образцов из гранул (○); значения модуля деформаций: образцов-призм (+), образцов из гранул (Δ)

На рис. 4 приведена зависимость предельных деформаций растяжимости для той же совокупности гранул керамзита, которая характеризуется еще меньшей теснотой связи. Коэффициент корреляции этой зависимости  $r = 0,401$ .

На рис. 5 и 6 показаны графические зависимости средних значений деформативности гранул керамзита при осевом растяжении с ростом уровня напряжения  $\eta$  для узкого диапазона плотности зерен керамзита. На рис. 5 приведены данные для плотностей  $0,77 \div 0,81$ ;  $0,90 \div 0,96$ ;  $0,98 \div 1,06$  г/см<sup>3</sup>, а на рис. 6 – для плотностей  $1,08 \div 1,10$ ;  $1,14 \div 1,15$ ;  $1,26 \div 1,47$  г/см<sup>3</sup>. В данном случае уравнение регрессии графических зависимостей характеризуется коэффициентами корреляции в пределах  $0,996 \div 0,998$  для данных рис. 5 и, соответственно,  $r = 0,998 \div 0,999$  для данных рис. 6, что свидетельствует о практически линейной зависимости между  $\epsilon_1$  и  $\eta$  на всем диапазоне напряжений.

На рис. 7 приведены данные, характеризующие взаимосвязь между пределом прочности при сжатии, модулем деформации на уровне обжатия  $\eta = 0,5R$  и плотностью зерен керамзита. Обработка экспериментальных данных на ЭВМ позволила получить следующие уравнения регрессии, отображающие взаимосвязь между прочностью, модулем деформации и плотностью керамзита:

– для образцов правильной геометрической формы:

$$R = 23,79\rho_k - 6,6; \quad (1)$$

$$E = 12800\rho_k - 2400; \quad (2)$$

– для образцов из реальных гранул:

$$R = 7,45\rho_k + 2,63; \quad (3)$$

$$E = 7464\rho_k - 1536. \quad (4)$$

Коэффициенты корреляции в уравнениях (1)–(4) оказались равными, соответственно, 0,88; 0,67; 0,25 и 0,39. Значения коэффициентов корреляции в уравнениях (1) и (2) свидетельствуют о достаточно выраженной зависимости между исследуемыми параметрами, тогда как коэффициенты для уравнений (3) и (4) позволяют говорить лишь о тенденции повышения прочности и модуля деформации керамзитовых зерен с увеличением их плотности. В данном случае коэффициенты корреляции четко отражают влияние строения и свойств обжиговой корки гранул на изучаемые зависимости.

Анализируя изменение абсолютных значений прочности и модуля деформации в зависимости от плотности зерен керамзита и вида образцов на рис. 7, следует отметить, что удаление обжиговой корки гранул при изготовлении образцов-призм не приводило к уменьшению прочности и константы упругости керамзита. Более того, если образцы реальных гранул имели неровную дефектную обжиговую оболочку, как это наблюдалось в наших опытах, то для них характерны, как это видно из данных рис. 7, меньшие значения и прочности, и модуля упругости, что обусловлено прежде всего большей неоднородностью поля напряжений по сечению этих образцов при их испытании. Эти данные показывают, сколь велика роль формы и однородности строения образца при определении значений механических характеристик зерен керамзита.

Проведенные исследования керамзитового заполнителя в линейном напряженном состоянии осевого растяжения и сжатия, в целом, позволили получить новые сведения о его механическом поведении, представленные на рис. 3-7.

Сопоставление и анализ полученных результатов при испытании керамзитового гравия позволили провести некоторое обобщение по его прочности и деформативности и дать некоторые объяснения разноречивых литературных экспериментальных данных по этим вопросам. Можно отметить, что с повышением эффективности керамзитобетона, обусловленным увеличением коэффициента насыщения керамзитом в объеме бетона, будет увеличиваться зависимость диаграммы сжатия керамзитобетона от рабочих диаграмм сжатия и растяжения керамзита.

Оценивая результаты исследований в целом, можно сделать вывод о том, что прочность керамзитового гравия в стальном цилиндре не может служить достаточно надежным показателем для проектирования состава конструкционного керамзитобетона с необходимыми механическими свойствами. Научно обоснованный подход к проектированию требует учитывать диаграммы сжатия и растяжения керамзитового гравия как обобщенную характеристику его механических свойств, при этом весьма эффективным технологическим приемом может выступать классификация керамзитового гравия по принципу «кипящего слоя» для получения более узкого диапазона плотности гранул керамзита, а следовательно, и более высокой однородности гранул по деформативности в заданной объемной совокупности пористого заполнителя.

### Список литературы

Пирадов, А.Б. Конструктивные свойства легкого бетона и железобетона / А.Б. Пирадов. – М.: Стройиздат, 1973. – 135 с.

### References

Piradov, A.B. Structural properties of lightweight concrete and reinforced concrete / A.B. Piradov. – M.: Stroiizdat, 1973. – 135 p.

Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства  
Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Фокин Георгий Александрович,**  
доктор технических наук, профессор  
кафедры «Физика и химия»  
E-mail: fokingeorg@mail.ru

**Гуськов Антон Сергеевич,**  
аспирант кафедры «Физика и химия»  
E-mail: GuskovAnton90@yandex.ru

*Penza State University of Architecture  
and Construction*  
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Fokin Georgiy Alexandrovich,**  
Doctor of Sciences, Professor of the department  
«Physics and Chemistry»  
E-mail: fokingeorg@mail.ru  
**Guskov Anton Sergeevich,**  
Postgraduate of the department «Physics and  
Chemistry»  
E-mail: GuskovAnton90@yandex.ru

## ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННОЙ МЕТОД МОНИТОРИНГА ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНА

Г.А. Фокин, А.С. Гуськов

Рассмотрены основные положения разработанного исследовательского комплекса для осуществления температурно-временного мониторинга твердения бетонов. Предложен зональный способ выравнивания скорости твердения бетона с помощью ультразвука. Приведены примеры использования температурно-временного мониторинга твердения бетона.

*Ключевые слова: температурно-временной метод, мониторинг, твердение бетона, ультразвук*

## TIME-TEMPERATURE METHOD OF MONITORING CONCRETE HARDENING

G.A. Fokin, A.S. Guskov

The article examines the main provisions of a research complex for time-temperature monitoring of concrete hardening. We propose a way to level zone speed hardening of concrete using ultrasound. The examples of using temperature-time monitoring of concrete hardening are given.

*Keywords: time-temperature method, monitoring, concrete hardening, ultrasound*

Современное строительство активно развивается, появляются новые технологии, которые имеют ряд преимуществ перед уже зарекомендовавшими себя способами постройки зданий и сооружений. В настоящее время широкое распространение получила технология монолитного возведения домов. Монолитное строительство включает в себя комплекс работ (например, заливка фундамента, отделка стен и перекрытий). Здания, построенные по технологии монолитного строительства, отличаются долговечностью.

Поскольку монолитное строительство активно использует бетон в качестве основного строительного материала, возникает ряд проблем, связанных с его качеством и прочностью. Ведь после укладки бетонного раствора в опалубку начинается процесс твердения. Возникает проблема с контролем процесса твердения бетона, поскольку твердение может происходить с различной скоростью в разных точках бетона. Решением данной проблемы может служить проведение мониторинга твердения бетона в различных его зонах. Так как твердение бетона на стадии кристаллизации сопровождается тепловыделением, поэтому актуальным является использование температурно-временного метода.

Целью исследования являлась разработка температурно-временного метода мониторинга процесса твердения бетона с целью выявления различных зон материала,

набирающих прочность с разной скоростью, а также способа, позволяющего выравнивать скорость твердения бетона во всех его зонах.

Температурно-временной мониторинг (ТВМ) – это совокупность непрерывных измерений, регистрации, обработки и анализа параметров твердения цементных систем и бетонов [1]. Главной целью ТВМ является сбор информации для дальнейшей корректировки и принятия решений, связанных с процессом формирования структуры бетона.

Для решения поставленных задач и практической реализации данного метода нами совместно с НПП «Геотек» был разработан исследовательский комплекс температурно-временного мониторинга (ИК ТВМ), состоящий из автоматизированной установки для проведения ТВМ и программного обеспечения, позволяющего регистрировать, обрабатывать и анализировать температурные данные, полученные в ходе проведения измерений.

Структура «ИК ТВМ» состоит из нескольких уровней:

- 1) аппаратный уровень включает в себя автоматизированную установку, фиксирующую температурные изменения, сопровождающие процесс твердения бетона;
- 2) программный уровень – это специальное программное обеспечение, позволяющее регистрировать и хранить температурные данные на персональном компьютере (рис. 1);
- 3) информационный уровень обеспечивает возможность пользователю получать, передавать и анализировать регистрируемые температурные данные в соответствии с возможностями программы.

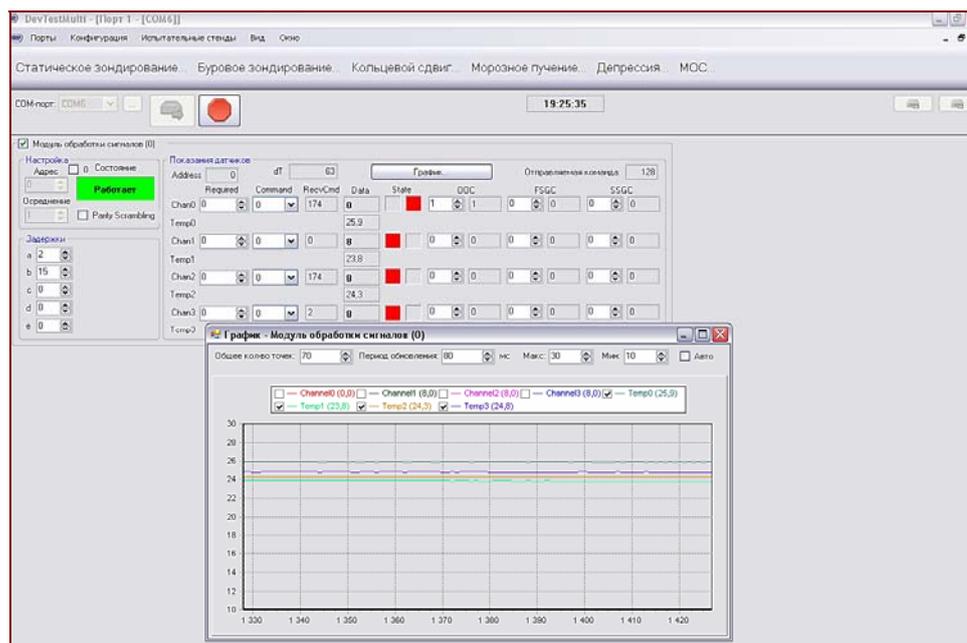


Рис.1. Интерфейс компьютерной программы «ИК ТВМ»

С использованием разработанного ИК ТВМ были проведены лабораторные исследования тепловыделений твердеющих бетонных кубов с размером ребра 100×100×100 мм. В изготовленный бетонный образец погружали четыре датчика температуры (термопары), позволяющие регистрировать изменения температуры твердеющего образца. Для уменьшения потерь теплоты твердения бетона образец помещали в калориметр. Датчики температуры подключены к четырехканальному аналого-цифровому преобразователю (АЦП), который подключен к персональному компьютеру (рис.2). Программа, входящая в ИК ТВМ, фиксирует изменение температуры тепловыделения в режиме реального времени (полученная информация выдается на монитор компьютера в виде графиков), а также осуществляет запись данных в текстовый файл с шагом измерения 1 с и точностью 6 знаков после запятой.

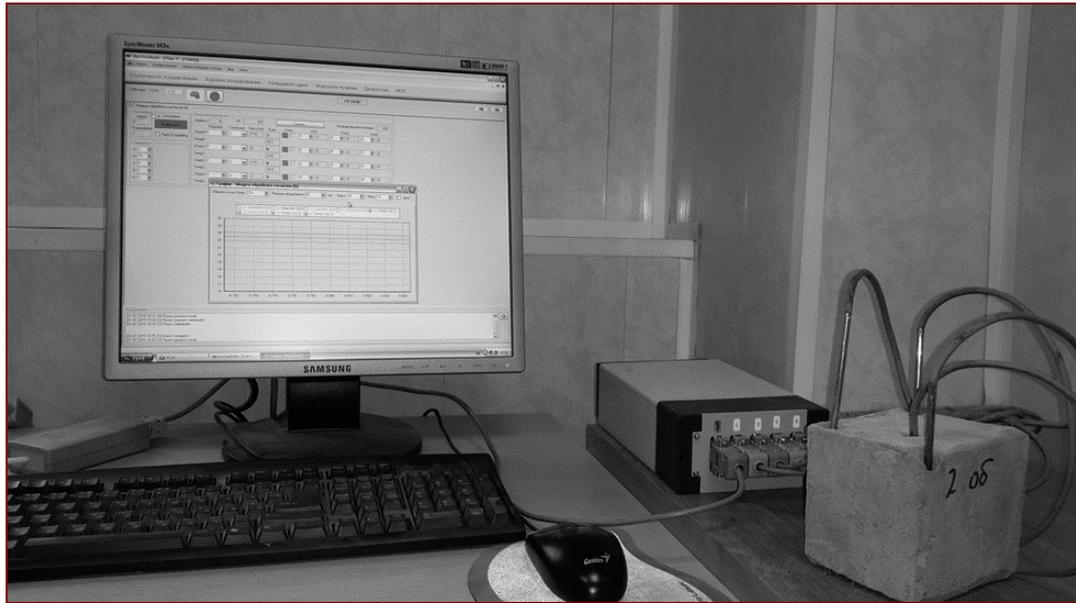


Рис. 2. Исследовательский комплекс температурно-временного мониторинга

Полученные в ходе исследования данные использовались для построения кривых тепловыделения бетонного образца (рис.3).

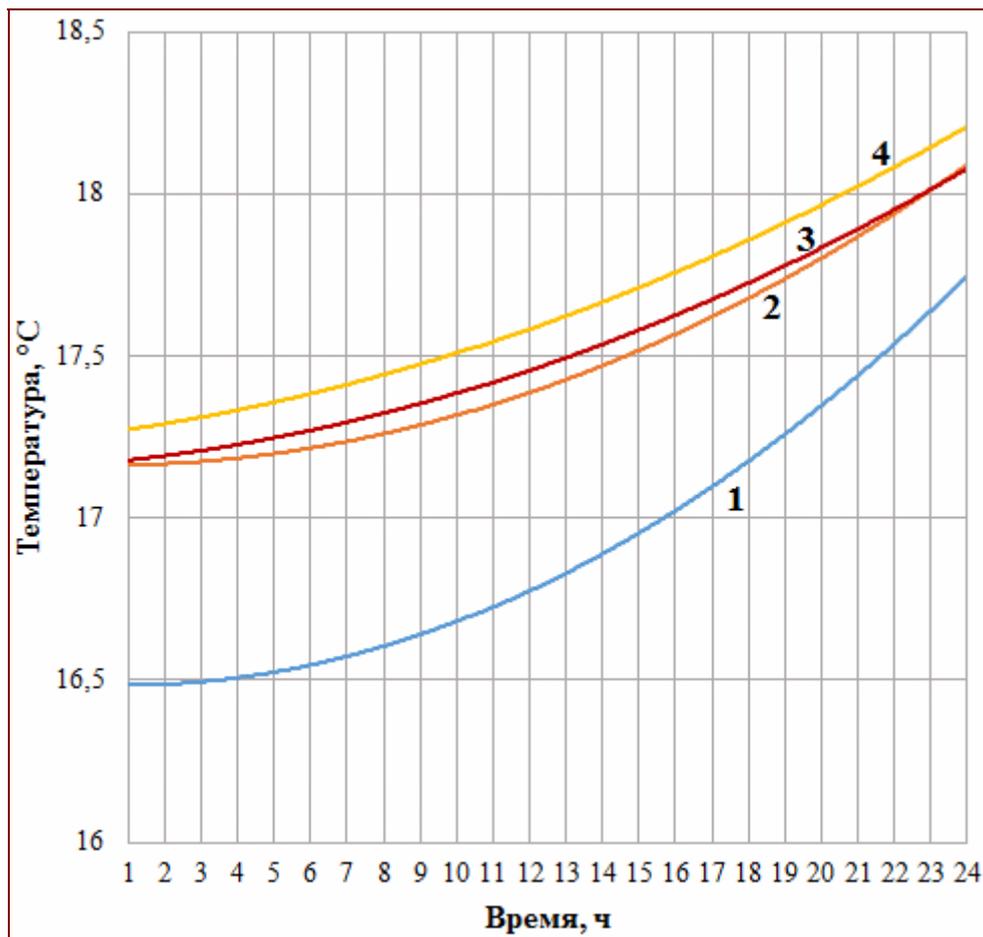


Рис.3. Кривые тепловыделения в различных зонах бетонного куба

Как видно из кривых тепловыделения (см. рис.3), твердение бетонного образца в разных его зонах протекает с различной скоростью. В зонах 2-4 наблюдается равномерное твердение по сравнению с зоной 1, где твердение происходит со значительным отставанием.

Используя данные, полученные в ходе ТВМ, на начальных этапах твердения бетона можно находить проблемные зоны, в которых процесс твердения замедлен. Для активации зоны замедленного твердения в качестве решения данной проблемы предложено использование ультразвука.

При нахождении проблемной зоны с замедленным процессом твердения воздействием на эту зону ультразвуком мощностью  $10 \text{ кВт/м}^2$  в течение 1-3 минут (в зависимости от объема материала). Это обеспечивает ускорение набора начальной прочности цементных систем [2]. Таким образом, использование ультразвука для выравнивания скорости твердения бетона является одним из оптимальных решений данной проблемы.

#### **Выводы**

Показаны возможности активного использования температурно-временного мониторинга процесса твердения бетона. Данный метод характеризуется высокой информативностью и оперативностью получаемых данных. Применение современного оборудования в сочетании с программным обеспечением позволило повысить точность результатов, полученных в ходе измерений. Разработанный исследовательский комплекс для осуществления температурно-временного мониторинга может быть использован и в других областях температурных измерений, требующих высокой точности получаемых данных и их обработки. Отличительная особенность разработанного метода заключается в возможности проведения измерения на площадях любого размера, что является необходимым условием при выполнении измерений на строительной площадке.

#### **Список литературы**

1. Ушеров-Маршак, А.В. Метод температурно-временного мониторинга для оценки эффективности добавок в бетон / А.В. Ушеров-Маршак, И.А. Михеев, А.В. Кабусь // Метрология. – 2014. – №1. – С. 239–242.

2. Ресслер, К. Силовой ультразвук: эффективный способ ускорить нарастание прочности материала на основе цементного вяжущего / Кристина Ресслер, Симона Петерс, Хорст-Михаэль Людвиг // Международное бетонное производство. – 2012. – №3. – С. 24–27.

#### **References**

1. Usher-Marshak, A.V. The method of time-temperature monitoring to assess the effectiveness of additives in concrete / A.V. Usher-Marshak, I.A. Mikheyev A.V. Kabus // Metrologiya. – 2014 – N1. – P. 239–242.

2. Ressler, K. Silva ultrasound: an effective way to accelerate the growth of the strength of a material based on cement binder / Christina Roessler, Simon Peters, Horst-Michael Ludwig // Concrete Plant International. – 2012. – N3. – P. 24–27.

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства*

Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Ерошкина Надежда Александровна,**  
кандидат технических наук, инженер-исследователь научно-исследовательского сектора

E-mail: n\_eroshkina@mail.ru

**Коровкин Марк Олимпиевич,**  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии строительных материалов и деревообработки»

E-mail: m\_korovkin@mail.ru

*Penza State University of Architecture and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Eroshkina Nadezda Alexandrovna,**  
Candidate of Sciences, research Engineer of scientific and research sector

E-mail: n\_eroshkina@mail.ru

**Korovkin Mark Olimpievich,**  
Candidate of Sciences, Associate Professor of the department «Technology of building materials and wood processing»

E-mail: m\_korovkin@mail.ru

## ВОДОСТОЙКОСТЬ И ГИГРОСКОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕОПОЛИМЕРНЫХ ВЯЖУЩИХ

Н.А. Ерошкина, М.О. Коровкин

Приведены результаты исследования водостойкости, водопоглощения и гигроскопических свойств геополимерного вяжущего на основе измельченных магматических горных пород. Установлено, что добавка доменного шлака в количестве 8 % обеспечивает высокую водостойкость вяжущего. Показано, что снижение силикатного модуля активатора твердения уменьшает гигроскопические свойства вяжущего.

*Ключевые слова: геополимерное вяжущее, магматическая горная порода, модифицирующая добавка, водопоглощение, водостойкость, гигроскопические свойства*

## WATER RESISTANCE AND HYGROSCOPIC PROPERTIES OF GEOPOLYMER BINDER

N.A. Eroshkina, M.O. Korovkin

The results of researching water resistance, water absorption and hygroscopic properties of geopolymer binder based on crushed magmatic rocks are given. It is estimated that addittim of 8 % of blast furnace slag provides high water resistance of the binder. It is shown that the reduction of silica module of curing activator reduces hygroscopic properties of the binder.

*Keywords: geopolymer binder, magmatic rocks, builders, water absorption, water resistance, hygroscopic properties*

Действие воды на строительные материалы оказывает большое влияние на изменение их эксплуатационных характеристик. Морозное разрушение, т.е. разрушение насыщенного водой строительного материала под действием попеременного замораживания и оттаивания, является основным видом деструкции строительных материалов, изделий и конструкций. С водой в строительные материалы могут проникать коррозионно-активные вещества. Кроме того, вода вымывает из бетона гидролизную известь, которая обеспечивает стабильность цементного камня и защищает арматуру от коррозии. В связи с этим гигроскопические свойства строительных материалов являются важным фактором их долговечности.

Для вяжущих щелочной активации водостойкость, водопоглощение, гигроскопичность имеют большое значение, так как минералы, образующиеся в процессе твердения, характеризуются низкой водостойкостью, что приводит к ухудшению технико-строительных свойств вяжущих [1]. Одним из способов решения этой проблемы является использование гидрофобизирующих добавок [1]. Однако у такого способа есть недостаток – низкая эффективность гидрофобизации при длительном воздействии

воды, так как гидрофобизирующие добавки в основном снижают влажность материала на начальных этапах водонасыщения, а при более длительном водонасыщении водосодержание гидрофобизированного и негидрофобизированного материала сопоставимо. В связи с этим надежными способами повышения водостойкости материала являются получение водостойких соединений в процессе синтеза структуры материала, а также снижение водопоглощения за счет оптимизации поровой структуры материала [2, 3].

Установлено, что горные породы магматического происхождения, активированные щелочами, несмотря на высокую прочность (40-100 МПа) [4], имеют низкую водостойкость: они характеризуются коэффициентом размягчения от 0,1 до 0,5, поэтому не могут использоваться для производства конструкционно-строительных материалов (рис.1). Исследования модифицирующих добавок, в частности оксида алюминия, каолина, метакаолина [4], показали, что наиболее эффективной добавкой является доменный гранулированный шлак, введение которого в количестве от 8 % и выше позволяет получить водостойкое вяжущее не только при кратковременном выдерживании в воде, но и при длительном насыщении. Водостойкость геополимерного вяжущего за счет введения добавки шлака в количестве 25 % в зависимости от вида горной породы, используемой в качестве основного компонента сырья, через 90 суток выдерживания в воде составляет свыше единицы (см. рис.1).

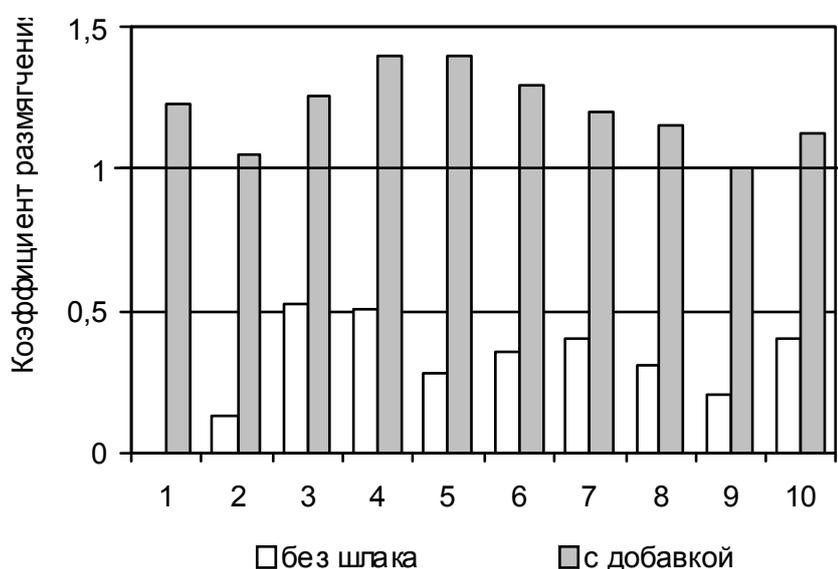


Рис. 1. Коэффициент размягчения геополимерных вяжущих на основе различных видов магматических горных:

1 – гранита Павловского; 2 – гранита Хребетского; 3 – перидотита; 4 – базальта; 5 – гранита розового; 6 – гранита с роговой обманкой; 7 – гранита биотитового; 8 – гранита плагиоклазового; 9 – габбро-диабазы; 10 – дацита

Соотношения шлака и горной породы, а также содержание силиката натрия в качестве активатора твердения геополимерного вяжущего мало влияют на водостойкость вяжущего (рис.2).

Водопоглощение вяжущих на основе различных видов магматических горных пород составляет 4,5-6,6 % (рис.3). Введение добавки шлака несколько увеличивает водопоглощение. Однако это увеличение не имеет критического значения, т.к. добавка шлака значительно повышает водостойкость вяжущего (см. рис.1 и 2).

От гигроскопичности материала зависит содержание влаги в материале. Исследования кинетики сушки геополимерного материала на основе измельченного гранита и шлака в соотношении 1:0,25, активированных жидким стеклом с различным силикатным модулем, при температуре 20-22°C и влажности 60-70 % показали, что наиболее интенсивно этот процесс протекает в период до 10 суток (рис.4). Повышение

силикатного модуля жидкого стекла ускоряет процесс сушки, что связано с гигроскопичностью NaOH, который содержится в активаторе твердения.

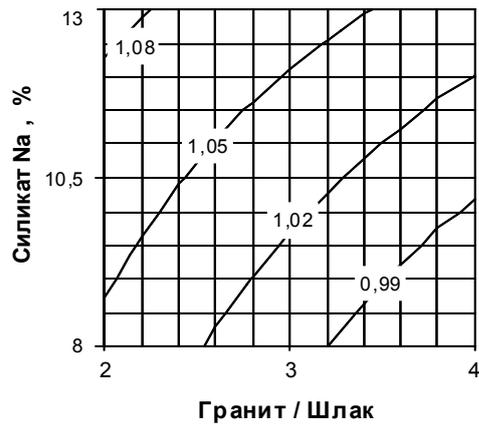


Рис. 2. Коэффициент размягчения вяжущего на основе измельченного гранита Павловского месторождения

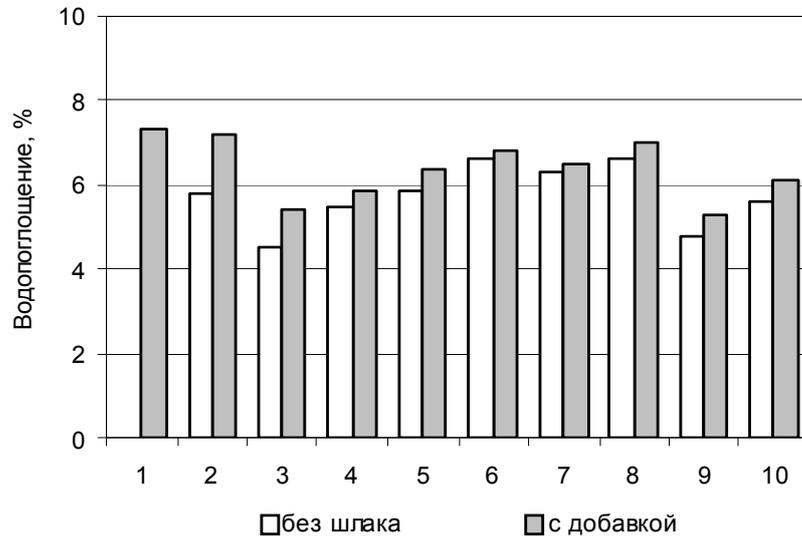


Рис. 3. Водопоглощение геополимерных вяжущих на основе различных магматических горных пород. Обозначения по рис.1

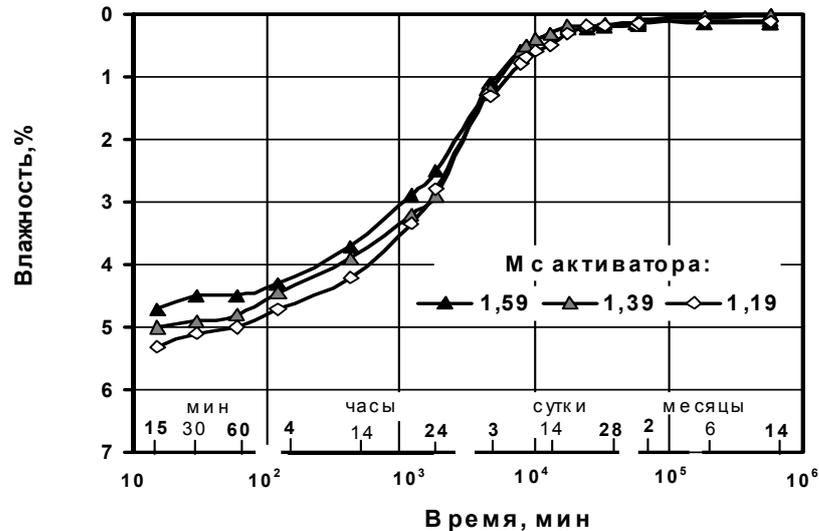


Рис. 4. Кинетика сушки геополимерного вяжущего на основе гранита с 25 % добавкой шлака при влажности 60-70 % в зависимости от содержания активатора

Таким образом, водостойкость геополимерного вяжущего на основе измельченных горных пород определяется наличием добавки доменного гранулированного шлака в количестве не менее 8 %. Такое количество добавки обеспечивает достаточную водостойкость геополимерного вяжущего. Изменение соотношения шлака и горной породы в интервале от 2 до 4 и содержание силиката натрия от 8 до 13 % не оказывают значительного влияния на водостойкость вяжущего. Снижение силикатного модуля активатора твердения ухудшает гигроскопические свойства геополимерного вяжущего.

### Список литературы

1. Калашников, В.И. Методология получения геосинтетических и геошлаковых композиционных строительных материалов на основе осадочных силикатных горных пород: монография / В.И. Калашников, Ю.В. Грачева, К.Н. Махамбетова. – Пенза: ПГУАС, 2011. – 120 с.
2. Ерошкина, Н.А. Механизм твердения геополимерных вяжущих на основе магматических горных пород / Н.А. Ерошкина, М.О. Коровкин // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 3. – С. 50–55.
3. Davidovits, J. Geopolymer chemistry and applications / J. Davidovits. – 3-rd edition. – France, Saint-Quentin: Institute Geopolymer, 2011. – 614 p.
4. Ерошкина, Н.А. Минерально-щелочные вяжущие: монография / Н.А. Ерошкина, В.И.Калашников, М.О. Коровкин. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 152 с.

### References

1. Kalashnikov, V.I. The methodology of obtaining geoshlak and geosynthetic composite building materials based on silicate sedimentary rocks: monograph / V.I. Kalashnikov, Y.V. Gracheva, K.N. Makhambetova. – Penza: PGUAS, 2011. – 120 p.
2. Eroshkina, N.A. Structure formation mechanism of geopolymer binders, prepared on the basis of crushed rock / N.A. Eroshkina, M.O. Korovkin // Regional architecture and engineering. – 2013. – № 3. – P. 50–55.
3. Davidovits, J. Geopolymer chemistry and applications / J. Davidovits. – 3-rd edition. France, Saint-Quentin: Institute Geopolymer, 2011. – 614 p.
4. Eroshkina, N.A. Mineral-alkaline binders: monograph / N.A. Eroshkina, V.I. Kalashnikov, M.O. Korovkin. – Penza: PGUAS, 2012. – 152 p.

Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства

Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Ерошкина Надежда Александровна,**  
кандидат технических наук, инженер-иссле-  
дователь научно-исследовательского сектора  
E-mail: n\_eroshkina@mail.ru

**Коровкин Марк Олимпиевич,**  
кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Технологии строительных материалов  
и деревообработки»  
E-mail: m\_korovkin@mail.ru

*Penza State University of Architecture  
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Eroshkina Nadezda Alexandrovna,**  
Candidate of Sciences, research Engineer of  
scientific and research sector  
E-mail: n\_eroshkina@mail.ru

**Korovkin Mark Olimpiyevich,**  
Candidate of Sciences, Associate Professor of the  
department «Technology of building materials and  
wood processing»  
E-mail: m\_korovkin@mail.ru

## СВОЙСТВА ГЕОПОЛИМЕРНЫХ ВЯЖУЩИХ НА ОСНОВЕ ДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ БАЗАЛЬТА

Н.А. Ерошкина, М.О. Коровкин

Изучено влияние состава геополимерного вяжущего на основе измельченного базальта с добавкой доменного шлака на его прочность при нормальном твердении и тепловлажностной обработке, а также усадку, водопоглощение и водостойкость. Даны математические зависимости влияния исследуемых факторов на свойства вяжущих.

*Ключевые слова: геополимерное вяжущее, переработка отходов добычи горных пород, математическая модель, прочность, усадка, водопоглощение, водостойкость*

## PROPERTIES OF GEOPOLYMER BINDERS BASED ON DISPERSE WASTE OF BASALT EXTRACTION AND PROCESSING

N.A. Eroshkina, M.O. Korovkin

The influence of geopolymer parameters of geopolymer binder on the basis of crushed basalt with additive of blast furnace slag on its strength in normal conditions and after heat treatment, shrinkage, water absorption and water resistance has been studied. Mathematical dependences describing the effect of the studied factors on the bindings properties are given.

*Keywords: geopolymer binder, processing of rock production waste, mathematical model, strength, shrinkage, water absorption, water resistance*

Создание ресурсо- и энергосберегающей технологии производства строительных вяжущих – это одна из приоритетных задач строительного материаловедения. Сегодня технология геополимерных вяжущих и бетонов, основы которой были заложены в 70-80-е годы прошлого столетия, переживает бурное развитие [1]. В качестве наиболее перспективного сырья рассматриваются золы от сжигания угля, металлургические шлаки, термически обработанные алюмосиликатные горные породы и др. Отходы горнодобывающей промышленности, в частности пылевидные фракции добычи и переработки алюмосиликатных горных пород, таких, как гранит, габбро, диабаз, перидотит, базальт, могут использоваться также для производства безобжиговых геополимерных вяжущих [2, 3]. Преимуществами такого сырья являются колоссальные объемы производства, низкая стоимость и достаточно высокие качественные показатели геополимерных вяжущих на основе алюмосиликатных горных пород [2-5].

Влияние различных факторов на свойства геополимерных вяжущих исследовано еще недостаточно полно, а механизм структурообразования геополимерных вяжущих неясен. Знания, необходимые для разработки промышленной технологии этих материалов, получают опытным путем. В связи с этим большое значение имеют

системные исследования влияния параметров состава и условий твердения на свойства таких вяжущих.

На свойства геополимерных вяжущих оказывает влияние большое количество различных факторов. К наиболее значимыми можно отнести: дисперсность компонентов состава, вид и расход щелочных активаторов, а также водопотребность смеси [3, 4, 6]. Для оценки комплексного влияния факторов был проведен эксперимент, в ходе которого исследовалось влияние некоторых из этих факторов на свойства геополимерного вяжущего на основе базальта.

В качестве сырья для получения вяжущего использовались базальт Кемеровского месторождения, а также доменный гранулированный шлак ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат», измельченные до дисперсности 380 м<sup>2</sup>/кг.

Для активации процесса твердения применялись комплексный активатор на основе натриевого жидкого стекла с силикатным модулем 2,7 и гидроксид натрия. При изготовлении вяжущего вводился мелкий заполнитель – кварцевый песок с  $M_k=1,52$ , содержание которого в составе вяжущего составляло 1:1.

Для исследования свойств вяжущего был использован 4-факторный композиционный ротатабельный план эксперимента со следующими переменными:  $x_1$  – расход шлака по отношению к горной породе (порода/шлак),  $x_2$  – расход жидкого стекла, % (в пересчете на силикат натрия),  $x_3$  – соотношение вяжущего и воды (твердое/вода) и  $x_4$  – расход NaOH, % от твердого вещества. Интервалы варьируемых факторов находились в пределах породе/шлак=3±1, силикат Na=10,5±2,5, твердое/вода=3±0,3, NaOH=3±1.

Были получены регрессионные модели

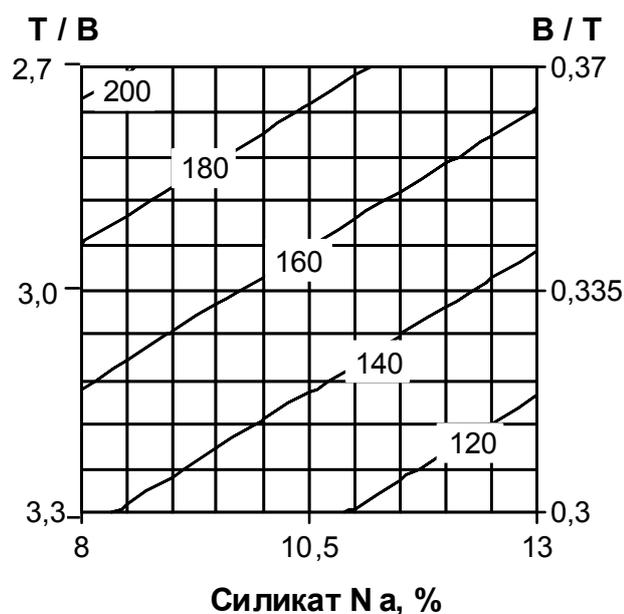
$$y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_4 + a_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + a_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + a_{14} \cdot x_1 \cdot x_4 + a_{23} \cdot x_2 \cdot x_3 + a_{24} \cdot x_2 \cdot x_4 + a_{34} \cdot x_3 \cdot x_4,$$

где  $y$  – одно из исследованных свойств (показатель консистенции смеси – расплыв конуса, прочность, усадка, водопоглощение и коэффициент размягчения);  $x_1, x_2, x_3, x_4$  – значения факторов, приведенных выше;  $a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_{34}$  – эмпирические коэффициенты уравнения регрессии.

В таблице приведены коэффициенты уравнений для следующих характеристик: расплыва конуса смеси на встряхивающем столике, прочности при сжатии, деформаций усадки, водопоглощения и коэффициента размягчения вяжущих на основе различных видов магматических горных пород. По этим уравнениям строились изолинии, характеризующие влияние факторов на исследуемые свойства, в том числе влияние расхода жидкого стекла и водотвердого отношения на подвижность смеси (см. рисунок).

Коэффициенты уравнений, описывающих свойства геополимерного вяжущего на основе базальта

Условия	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{23}$	$a_{24}$	$a_{34}$
Расплыв конуса, мм											
5 мин	191,7	0	-19	-44,1	11,9	0	0	0	0	0	0
Прочность при сжатии, МПа											
28 сут	60,7	-10,5	0	4,2	3,9	0	0	0	-2,4	0	0
ТВО	45,1	-11,4	2,2	4,1	4,7	0	1	0	-1,1	-1,4	0
Усадка, мм/м											
1 сут	1,07	-0,06	-0,27	-0,16	-0,36	0,08	0,06	0	0,22	0,19	-0,05
3 сут	1,38	-0,06	-0,37	-0,34	-0,4	0	0,16	0,07	0,24	0,2	0
7 сут	1,62	0	-0,49	-0,47	-0,68	0	0,14	0	0,34	0,28	0
28 сут	1,7	0	-0,45	-0,47	-0,64	0	0,18	0,09	0,34	0,28	0
Водопоглощение, %											
60 сут	6,8	0,53	0,13	-0,53	-0,13	-0,24	0	0	-0,19	0	0
Коэффициент размягчения											
60 сут	1,006	0,021	-0,01	0	0	-0,03	0	0,023	0,017	0,03	0



Расплав конуса вяжущих на основе базальта

Смеси геополимерного вяжущего характеризуются хорошей удобоукладываемостью, что видно из рисунка. Установленные коэффициенты уравнения позволяют провести анализ уровня влияния исследуемых факторов на свойства. Так, наиболее значимыми для удобоукладываемости являются расход в составе вяжущего жидкого стекла и водотвердое отношение (см. таблицу). Расплав конуса увеличивается с уменьшением в составе вяжущего твердой фазы и снижением количества жидкого стекла. Геополимерное вяжущее на основе базальта имеет расплав конуса смеси в пределах 120...220 мм.

Прочностные характеристики вяжущего, твердеющего в нормальных условиях и при тепловлажностной обработке при 80°C, в большей степени зависят от доли шлака, водотвердого отношения и содержания щелочи NaOH. С увеличением расхода шлака и уменьшением отношения вода/твердое прочность возрастает с 30 до 60 МПа. Прочность вяжущего, твердевшего в нормальных условиях, на 15...25 % выше прочности аналогичных составов без тепловой обработки (см. таблицу). Прочность геополимерных вяжущих 30...60 МПа достаточна для производства большинства бетонов, используемых в строительстве.

Исследованное вяжущее характеризуется усадкой от 1,2 до 2,2 мм/м. Наибольшее влияние на усадку вяжущего оказывают водотвердое отношение, расход жидкого стекла и щелочи.

Геополимерное вяжущее на основе базальта обладает достаточно высоким коэффициентом водостойкости и низким водопоглощением.

Таким образом, высокие технико-строительные характеристики геополимерного вяжущего на основе измельченных отходов добычи и переработки базальта позволяют использовать его в технологии производства строительных изделий и конструкций. Полученные математические модели, описывающие влияние исследуемых факторов на свойства вяжущего, могут применяться при разработке технологии бетонов на основе геополимерного вяжущего.

#### Список литературы

1. Davidovits, J. 30 Years of Successes and Failures in Geopolymer Applications. Market Trends and Potential Breakthroughs / J. Davidovits // Geopolymer 2002 Conference, 2002, Melbourne, Australia.
2. Davidovits, J. Geopolymer chemistry and applications / J. Davidovits. – 3<sup>rd</sup> edition. – France, Saint-Quentin: Institute Geopolymer, 2011. – 614 p.

3. Ерошкина, Н.А. Геополимерные строительные материалы на основе промышленных отходов: монография / Н.А. Ерошкина, М.О. Коровкин. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 128 с.
4. Ерошкина, Н.А. Влияние технологических параметров на свойства геополимерного вяжущего на основе магматических горных пород / Н.А. Ерошкина, М.О. Коровкин // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – № 3. – С. 47–51.
5. Bondar, D. Effect of type, form, and dosage of activators on strength of alkali-activated natural pozzolans / D. Bondar, C.J. Lynsdale, N.B. Milestone, N. Hassani, A.A. Ramezaniapour // Cement and Concrete Composites. – 2011. – N.33. – P. 251–260.
6. Уразова, А.А. Исследование свойств геополимерного вяжущего на основе гранита в зависимости от содержания шлака и активатора твердения / А.А.Уразова, Н.А. Ерошкина, М. О. Коровкин // Молодой ученый. – 2015. – №12. – С. 334-338.

## References

1. Davidovits, J. 30 Years of Successes and Failures in Geopolymer Applications. Market Trends and Potential Breakthroughs / J. Davidovits // Geopolymer 2002 Conference, 2002, Melbourne, Australia.
2. Davidovits, J. Geopolymer chemistry and applications / J. Davidovits. – 3<sup>rd</sup> edition. – France, Saint-Quentin: Institute Geopolymer, 2011. – 614 p.
3. Eroshkina, N.A. Geopolymer building materials based on industrial waste: monograph / N.A. Eroshkina, M.O. Korovkin. – Penza: PGUAS, 2014. – 128 p.
4. Eroshkina, N.A. The influence of technological parameters on the properties of geopolymer binder based on magmatic rocks / N.A. Eroshkina, M.O. Korovkin // Regional architecture and engineering. – 2014. – № 3. – P. 47–51.
5. Bondar, D. Effect of type, form, and dosage of activators on strength of alkali-activated natural pozzolans / D. Bondar, C.J. Lynsdale, N.B. Milestone, N. Hassani, A.A. Ramezaniapour // Cement and Concrete Composites. – 2011. – N.33. – P. 251–260.
6. Urazova, A.A. Investigation of properties of geopolymer binder on the basis of granite depending on the slag and activator hardening content / A.A. Urazova, N.A. Eroshkina, M.O. Korovkin // Young scientist. – 2015. – №12. – P. 334-338.

Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства

Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Коровкин Марк Олимпиевич,**  
кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Технологии строительных материалов  
и деревообработки»  
E-mail: m\_korovkin@mail.ru

**Калашников Владимир Иванович,**  
доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой «Технологии  
строительных материалов и  
деревообработки»  
E-mail: kalashnikov\_vi@mail.ru

**Уразова Алина Андреевна,**  
студент

*Penza State University of Architecture  
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Korovkin Mark Olimpiyevich,**  
Candidate of Sciences, Associate Professor of the  
department «Technology of building materials and  
wood processing»  
E-mail: m\_korovkin@mail.ru

**Kalashnikov Vladimir Ivanovic,**  
Doctor of Sciences, Professor, Head of the  
department «Technology of building materials and  
wood processing»  
E-mail: kalashnikov\_vi@mail.ru

**Urazova Alina Andreevna,**  
student

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА С ПОМОЩЬЮ ШАРИКОВОГО ВИСКОЗИМЕТРА

М.О. Коровкин, В.И. Калашников, А.А. Уразова

Предложен усовершенствованный метод определения вязкости цементной суспензии, позволяющий производить измерения в режиме ламинарного течения. С помощью разработанной методики, а также измерительных методик, используемых в строительном материаловедении, можно установить зависимости между эмпирическими показателями и показателями, имеющими строгий физический смысл.

*Ключевые слова: цементная суспензия, вязкость, методика определения, вискозиметрия, ламинарный режим*

## DETERMINATION OF CEMENT PASTE VISCOSITY BY BALL VISCOSIMETER

М.О. Korovkin, V.I. Kalashnikov, A.A. Urazova

An improved method for reliable determination of cement suspension viscosity, allowing to make measurements in laminar flow was proposed. Using the proposed methodology, together with measuring methods which are used in building materials science it is possible to establish the relationship between empirical indicators and indicators having a strict physical sense.

*Keywords: cement suspension, viscosity, technique, viscometer, laminar mode*

Реологическое поведение цементного теста в строительном материаловедении обычно описывают двумя характеристиками: предельным напряжением сдвига и вязкостью разрушенной системы. Введение в состав цементно-водных систем суперпластификаторов позволяет снизить предельное напряжение сдвига до значений, близких к нулевым, что нехарактерно для традиционных сырьевых смесей на основе цемента [1]. В связи с этим в строительном материаловедении имеется проблема достоверной оценки вязкости цементного теста с суперпластификатором [1].

Для оценки этой характеристики могут быть использованы методы классической реометрии [2]. К числу наиболее теоретически обоснованных методов относится метод «падающего шарика». Данный метод основан на законе Стокса:

$$\mu = \frac{G}{6\pi \cdot v \cdot r}, \quad (1)$$

где  $\mu$  – коэффициент динамической вязкости, Па·с;  $v$  – скорость падения шарика, м/с;  $r$  – радиус шарика, м;  $G$  – сила, действующая на шарик,

$$G = G_{\text{ш}} - G_{\text{ж}} = g \cdot (\rho_{\text{ш}} - \rho_{\text{ж}}) \cdot V_{\text{ш}} = \frac{4}{3} \pi \cdot g \cdot r^3 \cdot (\rho_{\text{ш}} - \rho_{\text{ж}});$$

здесь  $G_{\text{ш}}$  и  $G_{\text{ж}}$  – соответственно вес шарика и вес вытесненной шариком суспензии;  $g$  – ускорение свободного падения;  $V_{\text{ш}}$  – объем шарика;  $\rho_{\text{ш}}$  и  $\rho_{\text{ж}}$  – плотность соответственно шарика и жидкости.

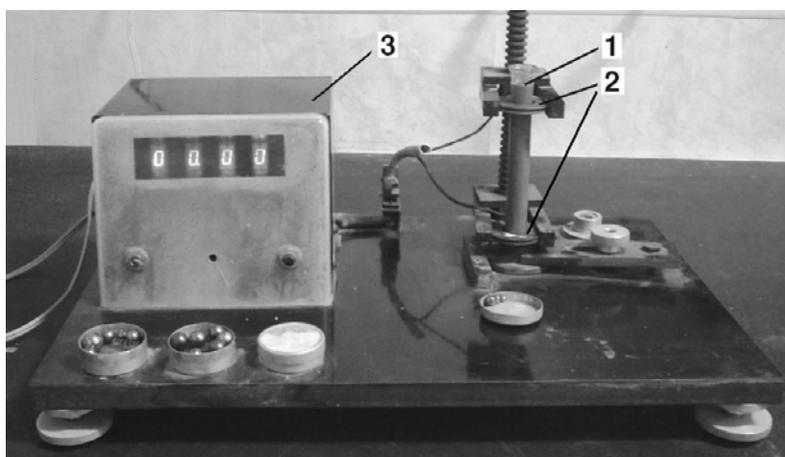
Существует большое число разновидностей этого метода с падающим или всплывающим шариком. Для использования метода в непрозрачных суспензиях применяются кольцевые электромагнитные датчики, которые срабатывают при прохождении через них металлических шариков.

Недостатком использования металлических шариков является большая разность плотности суспензии и металла, что обуславливает высокую скорость движения в маловязких системах по турбулентным режимам и приводит к значительным ошибкам измерений.

Для корректного определения вязкости этим методом необходимо так подобрать диаметр и плотность шарика, чтобы скорость его движения в суспензии обеспечивала ламинарный режим обтекания, чего не всегда удается сделать из-за значительного различия в плотностях стального шарика и минерально-водной суспензии.

В связи с этим была разработана измерительная схема, обеспечивающая возможность использования не только стальных шариков, но и шариков из диэлектрических материалов с различной плотностью – стекла, пластмассы и др. – с нанесением на их поверхность покрытия из алюминия. Для прибора было изготовлено две пары датчиков с внутренним диаметром 18 и 30 мм.

Для определения вязкости минерально-водных суспензий был разработан и изготовлен бесконтактный шариковый вискозиметр, общий вид которого показан на рисунке.



Бесконтактный шариковый вискозиметр:

1 – цилиндр с суспензией; 2 – электромагнитный датчик; 3 – измерительный блок

Было установлено, что оптимальная частота тока в датчиках, при которой они фиксируют прохождение через них стальных и неметаллических шариков с металлическим покрытием приблизительно равного диаметра, составляет 100 кГц. Диаметр шариков при этом находится в интервале от 6 до 3 мм.

Выполнялась проверка сходимости результатов, полученных на приборе, с известными справочными данными о вязкости водных растворов глицерина. Эксперимент проводился с применением стального, алюминиевого и стеклянного (с металлическим покрытием) шариков со средней плотностью 7,85; 2,7 и 2,51 г/см<sup>3</sup>, соответственно. Выбор диаметра и материала шарика осуществлялся опытным путем с условием получения ламинарного режима, который оценивался по критерию Рейнольдса. Для эксперимента использовались датчики с внутренним диаметром 30 мм. Расстояние между датчиками составляло 80 мм.

Прибор позволяет получить результаты, имеющие хорошую сходимость со справочными данными (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Экспериментальные значения вязкости растворов глицерина

Концентрация раствора глицерина, %	Справочное значение вязкости, Па·с	Экспериментальные значения для различных шариков, Па·с		
		стального $d = 5,0$ мм	алюминиевого $d = 5,4$ мм	стеклянного $d = 6,1$ мм
80	62,0	63,1	61,9	62,3
85	112,9	113,6	112,8	114,6
90	235,0	237,4	235,2	233,2

Определение на приборе вязкости цементных суспензий показало, что для непластифицированных систем наблюдаются значительные разбросы результатов для суспензий с высокой текучестью, что связано с их склонностью к расслоению; для систем с низкой текучестью шарики часто останавливались после прохождения первого датчика. Это объясняется высокими значениями предельного напряжения сдвига непластифицированных суспензий.

Определение вязкости цементных суспензий с СП дает стабильные, повторяющиеся результаты только в системах с достаточным количеством добавки, обеспечивающих тиксотропную стабильность суспензии (табл. 2). При этом в ней не должны проявляться признаки водоотделения.

Т а б л и ц а 2

Вязкость цементных суспензий с добавками СП

№ п/п	Марка СП	Дозировка, %	В/Ц	Вязкость, Па·с
1	Melflux PP 5581	0,6	0,2	21,6±0,8
2	Melflux PP 5581	0,6	0,25	1,7±0,1
3	C-3	0,8	0,23	10,4±0,5
4	C-3	0,8	0,28	2,1±0,3

С помощью разработанной методики можно с достаточной точностью определять вязкость цементных суспензий с добавкой суперпластификаторов методом классической реометрии. Применение этой методики в научных исследованиях совместно с измерительными методиками, традиционно используемыми в строительном материаловедении, позволит установить зависимости между эмпирическими показателями и показателями, имеющими строгий физический смысл.

### Список литературы

1. Коровкин, М.О. Эффективность суперпластификаторов и методология ее оценки: монография / М.О. Коровкин, В.И. Калашников, Н.А. Ерошкина. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 144 с.
2. Петцольд, А. Эмаль и эмалирование / А. Петцольд, Г. Пёшманн. – М.: Мир, 1990. – 356 с.

### References

1. Korovkin, M.O. The effectiveness of superplasticizers and methodology of its assessment: monograph / M.O. Korovkin, V.I. Kalashnikov, N.A. Eroshkina. – Penza: PGUAS, 2012. – 144 p.
2. Petzold, A. Enamel and enamelling / A. Petzold, G. Pëshmann. – M.: Mir, 1990 – 356 p.

Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства  
Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Кочеткова Майя Владимировна**,  
кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Управление качеством  
и технология строительного производства»  
E- mail: M.V.Kochetkova@mail.ru  
Щеглова Анна Сергеевна,  
студент

*Penza State University of Architecture  
and Construction*  
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Kochetkova Maya Vladimirovna**,  
Candidate of Sciences, Associate Professor of the  
department «Quality management and technology  
of building production»  
E- mail: M.V.Kochetkova@mail.ru  
Shcheglova Anna Sergeevna,  
student

## РАЦИОНАЛЬНОЕ АРМИРОВАНИЕ РОСТВЕРКОВ ПОД КОЛОННУ

М.В. Кочеткова, А.С. Щеглова

Показано влияние увеличения процента армирования растянутой зоны и концентрации арматурных стержней над сваями-опорами на прочность ростверка. Выявлена эффективность концентрированного армирования.

*Ключевые слова: напряжённо-деформированное состояние, ростверки под колонну, многорядное расположение свай, армирование ростверков, физический эксперимент*

### EFFICIENT REINFORCEMENT OF GRILLAGES UNDER COLUMNS

M.V. Kochetkova, A.S. Shcheglova

The authors show how the percentage increase of tension zone reinforcing and concentration of reinforcing bars on piles – supports influence the strength of grillages.

*Keywords: stress-strain state, grillage under the column, multiple row arrangement of piles, reinforcement of foundation grills, physical experiment.*

Часто армирование ростверков осуществляется сварными сетками с прямоугольными ячейками. Арматурную сетку располагают в нижней части ростверка. При значительных нагрузках ростверк армируется поперечной арматурой – вертикальными хомутами, количество и шаг которых определяется величиной внешних усилий.

В ходе физического эксперимента было установлено влияние на прочность ростверка не только процента армирования, но и вида армирования: обычная арматурная сетка с равномерным распределением стержней по площади либо сетка с концентрацией стержней над опорами.

*Изменение процента армирования.* Испытаны две пары образцов: РК-1, РК-2 – у них одинаковые опалубочные размеры 1100×600 мм, количество свай равно восьми; РК-3, РК-6 – с одинаковыми опалубочными размерами 800×600 мм и количеством свай, равным шести. РК-1 и РК-3 имеют завышенный процент армирования, РК-2 и РК-6 – заниженный. Характер образования и развития трещин показан на рис. 1-4.

Продольное армирование растянутой зоны ростверка является важнейшим фактором, который влияет и на характер образования трещин, схему разрушения, в итоге и на прочность ростверка. Однако независимо от процента армирования во многих образцах первыми появляются трещины в растянутой зоне в пролете между опорами (сваями) при нагрузке  $F=(0,4\div 0,6) F_{\text{разруш}}$ . При большом проценте армирования их рост быстро прекращается, а для ростверков с малым процентом армирования эти трещины являются разрушающими, и их активное развитие приводит к разделению ростверка сквозными вертикальными трещинами. Процент армирования растянутой зоны ростверка влияет на прочность ростверка в целом. В наших экспериментах с 6- и 8-свай-

ными ростверками при увеличении процента армирования с 0,18 % до 1,2 % разрушающая сила повысилась в 2,5 раза.

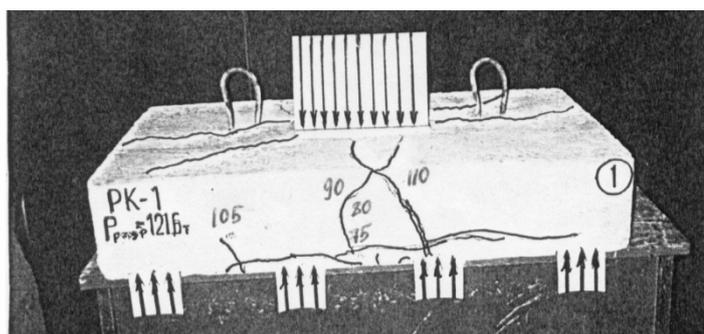


Рис. 1. Характер трещинообразования и вид разрушения образца РК-1 (разрушение по сжатой зоне бетона)

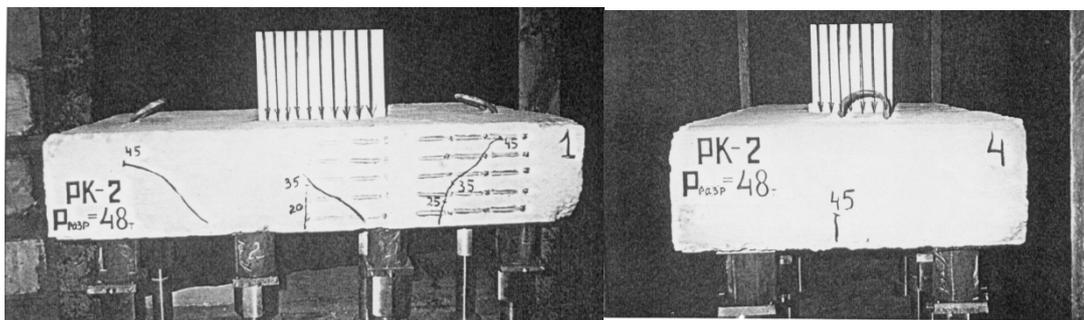


Рис. 2. Характер трещинообразования и вид разрушения образца РК-2 (разрушение по растянутой зоне)

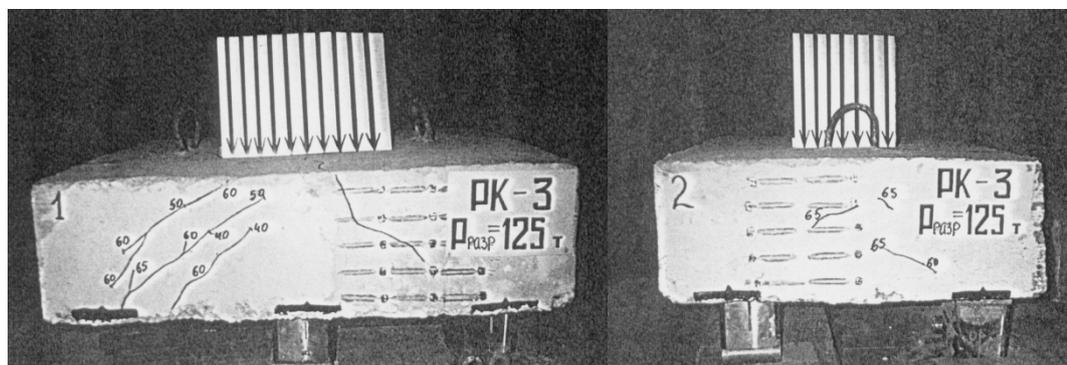


Рис. 3. Характер трещинообразования и вид разрушения образца РК-3 (разрушение по сжатой зоне бетона)

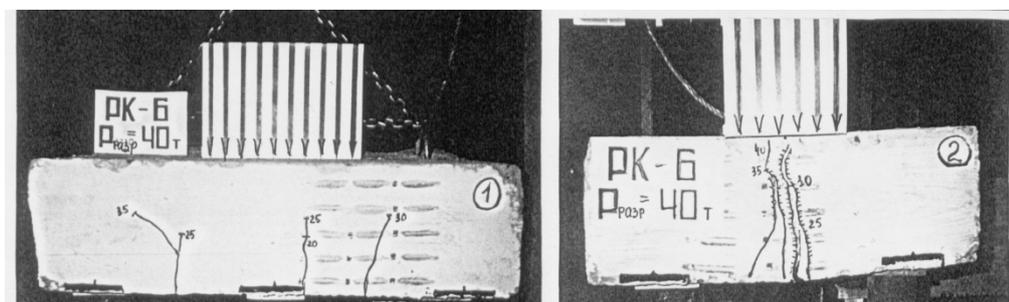


Рис. 4. Характер трещинообразования и вид разрушения образца РК-6 (разрушение по растянутой зоне)

*Изменение вида армирования.* Снижение процента армирования в растянутой зоне у нижней грани ростверка до минимальных значений (0,18 %) даёт возможность исследовать прочность растянутой зоны и влияние различных схем армирования на прочность ростверка. Выявлено, что концентрация рабочей продольной арматуры над сваями (образец РК-5) повышает разрушающую силу в 1,17 раза по сравнению с армированием сеткой (РК-2) при одинаковом проценте армирования. На рис. 6 показано изменение прочности восьмисвайного ростверка в зависимости от процента и вида армирования (рис.5).

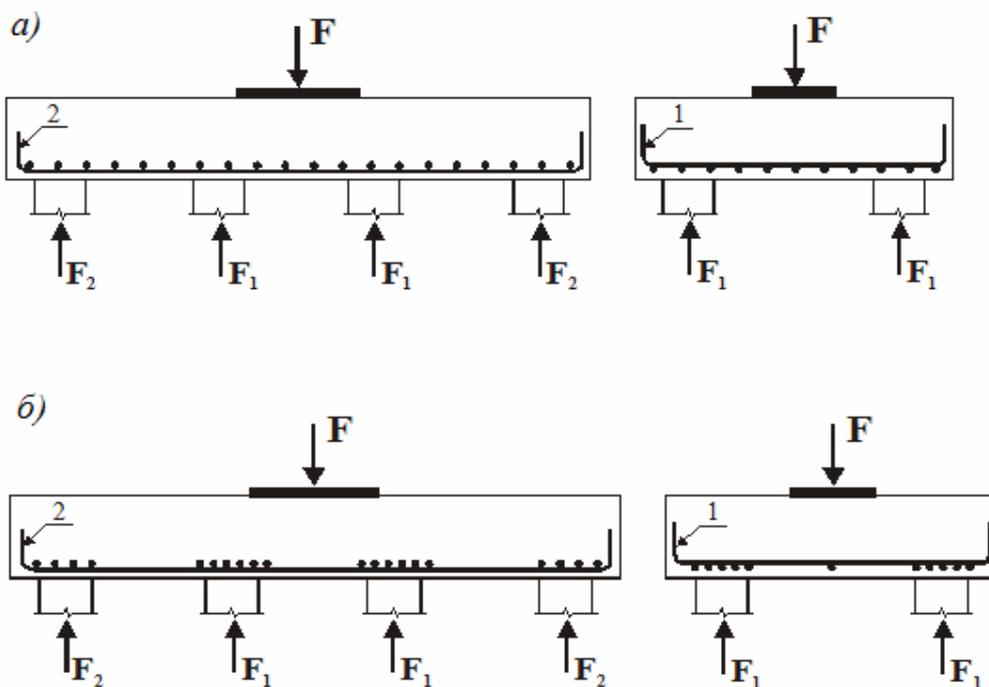


Рис. 5. Схемы армирования образцов с небольшим процентом армирования  $\mu_s = 0,18 \%$ :  
 а – армирование сеткой; б – концентрированное армирование

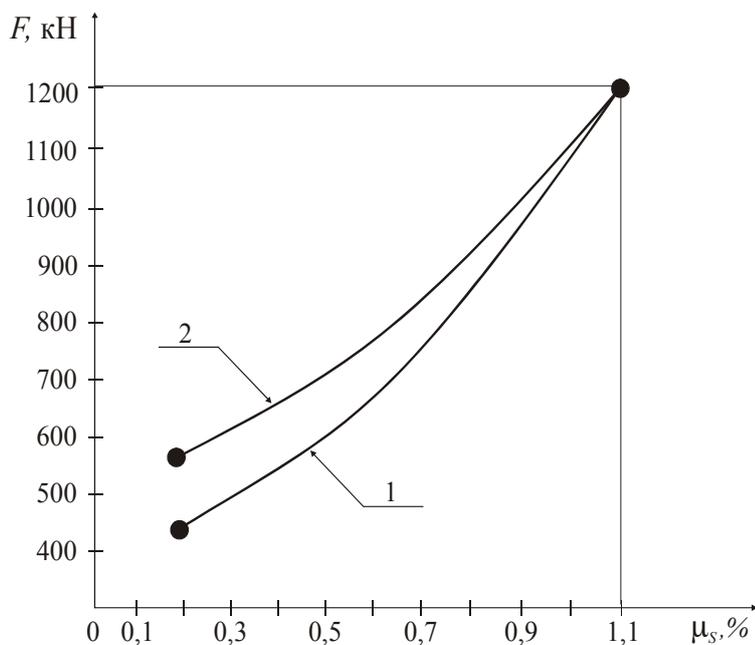


Рис. 6. Зависимость разрушающей силы от схемы и процента армирования:  
 1 – армирование сеткой; 2 – концентрированное армирование

Экспериментальные исследования позволили классифицировать трещины:

1) Т-нР и Т-Р – образованы в пролетах соответственно в продольном и поперечном направлениях;

2) Т-Г и Т-С – образованы наклонными сжатыми полосами бетона.

Т-С располагаются внутри сжатых потоков, между грузовой и опорными площадками.

Разрушающие усилия и усилия образования трещин в исследованных образцах показаны в таблице.

Разрушающие усилия и усилия образования трещин

№ п/п	Марка образца	Бетон			Класс арматуры	Кол-во опор, участвовавших в работе	Опытные величины				Разрушение $F_{test}$ , кН
		$R_b$ , МПа	$E_b \times 10^{-3}$ , МПа	$R_{br}$ , МПа			Образование трещин				
							$F_{T-нР}$	$F_{T-Р}$	$F_{T-Г}$	$F_{T-С}$	
1	РК-1	10,6	19,2	0,86	А-3	8	750	900	1100	-	1216
3	РК-2	12,2	20,7	0,94	Вр-1	8	200	450	250	-	480
4	РК-5	12,2	20,7	0,94	Вр-1	8	200	300	350	-	540
5	РК-3	12,2	20,7	0,94	А-3	6	-	-	400	600	1250
6	РК-6	10,2	18,8	0,83	Вр-1	6	250	250	200	-	400

Таким образом, увеличение процента армирования до 1,1 % и более (РК-1, РК-3) привело к изменению схем разрушения, т.е. к разрушению по сжатой зоне. Максимальное использование сжатой зоны бетона способствовало увеличению разрушающей силы. Испытаниями подтверждено, что концентрация арматуры над сваями-опорами способствует более равномерному распределению усилий между сваями и повышает разрушающую силу и, следовательно, эффективность использования арматуры.

### Список литературы

1. Кочеткова, М.В. Экспериментальная оценка работы ростверков / М.В.Кочеткова, Н.И.Гусев, О.В.Снежкина, К.С.Паршина // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – №1. – С. 77–81.
2. Кочеткова, М.В. Совершенствование методов расчёта многорядных свайных ростверков под колонны / М.В.Кочеткова, О.В.Снежкина, А.В.Корнюхин. – Пенза: ПГУАС, 2011. – 139 с.
3. Кочеткова, М.В. Методика экспериментальных исследований многорядных свайных ростверков под колонны / М.В. Кочеткова, Н.И. Гусев, К.С. Паршина // Молодой ученый. – 2014. – №3. – С. 305–308.
4. Кочеткова, М.В. Образование и развитие трещин в восьмисвайных ростверках под колонны при разрушении по растянутой зоне / М.В. Кочеткова // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 1. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/01/45796> (дата обращения: 22.01.2015).
5. Кочеткова, М.В. Образование и развитие трещин в восьмисвайных ростверках под колонны при разрушении по сжатой зоне / М.В. Кочеткова, Е.С. Аленкина // Современная техника и технологии. – 2014. – № 12. – URL: <http://technology.snauka.ru/2014/12/5386> (дата обращения: 01.01.2015).
6. Кочеткова, М.В. Развитие трещин в бетоне ростверков под колонны при изменении основных факторов / М.В. Кочеткова, О.А. Гончаренко // Молодой ученый. – 2015. – №9. – С. 255–258.

### References

1. Kochetkova, M.V. Experimental evaluation of grillages / M.V.Kochetkova, N.I.Gusev, O.V.Snezhkina, K.S.Parshina // Regional architecture and engineering. – 2014. – №1. – P. 77–81.

2. Kochetkova, M.V. Perfection of methods of calculation of multi-row pile raft foundations under columns / M.V.Kochetkova, O.V.Snezhkina, A.V.Kornyuhin. – Penza: PGUAS, 2011. – 139 p.

3. Kochetkova, M.V. Methods of experimental studies of multi-row pile raft foundations under columns / M.V. Kochetkova, N.I. Gusev, K.S. Parshina // Young scientist. – 2014. – №3. – P. 305–308.

4. Kochetkova M.V. The formation and development of cracks in the eight – piled raft foundation under column fracture of the tension zone / M.V. Kochetkova // Modern scientific research and innovation. – 2015. – № 1. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/01/45796> (the date of circulation: 01.22.2015).

5. Kochetkova, M.V.The formation and development of cracks in the eight – piled raft foundation under column compression fracture zone / M.V. Kochetkova, E.S. Alenkina // Modern techniques and technology. – 2014. – № 12. – URL: <http://technology.snauka.ru/2014/12/5386> (the date of circulation: 01.01.2015).

6. Kochetkova, M.V. Development of cracks in the concrete raft foundations under columns when changing the key factors / M.V. Kochetkova, O.A. Goncharenko // Young scientist. – 2015. – №9. – P. 255–258.

Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства

Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Гусев Николай Иванович,**  
кандидат технических наук, профессор  
кафедры «Управление качеством  
и технология строительного производства»

**Аюпова Зарема Венеровна,**  
студентка

*Penza State University of Architecture  
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Gusev Nikolai Ivanovich,**  
Candidate of Sciences, Professor of the  
department «Quality management and  
Technology of construction production»

**Aiupova Zarema Venerovna,**  
student

## СТЕНЫ ОТАПЛИВАЕМЫХ ЗДАНИЙ ИЗ ПЕНОБЕТОНА, ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Н.И. Гусев, З.В. Аюпова

Описаны преимущества применения пенобетона для возведения наружных стен отапливаемых зданий с учетом недостаточного сопротивления окружающей среде и обоснованием их защиты от внешних воздействий.

*Ключевые слова: сцепление раствора с пенобетоном, прочность, адгезия, полимерцементное отношение, защитные функции поризованного раствора*

## WALLS OF HEATED BUILDINGS MADE FROM FOAM CONCRETE, THEIR ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

N.I. Gusev, Z.V. Aiupova

The authors describe the advantages of foamed concrete for construction of exterior walls of heated buildings in allowing for insufficient resistance to the environment and justification their protection from external influences.

*Keywords: adhesion of solution with foam concrete, strength, adhesion, polymer ratio, shear strength, protective functions of porous solution*

Строительная отрасль поступательно развивается, поэтому с каждым годом возрастают требования к качеству используемых материалов.

Вместе с тем в связи с обострением экономических проблем остро встает вопрос о сокращении затрат на строительство.

В последнее время внимание строителей привлекает пенобетон – материал давно известный. По многим своим характеристикам он превосходит широко используемые в строительстве кирпич и дерево. Такие свойства пенобетона, как экологическая чистота, хорошая огнестойкость, прекрасная звукоизоляция, быстрота обработки и возможность придания пенобетону практически любой формы дают ему неоспоримые преимущества перед другими материалами.

Пенобетон значительно легче других материалов, используемых в строительстве, поэтому построенные из него здания получаются легче, а, значит, и возводить их можно на более легких фундаментах. При незначительных финансовых вложениях в строительство дома можно получить надежное и красивое жилье. Однако пенобетонные блоки имеют недостатки – ломкость и пористость. Кроме того, стены из пенобетона могут покрываться трещинами, вследствие этого поглощать влагу из атмосферы, которая при замерзании разрушает пенобетон изнутри, вызывает потемнение пенобетонных блоков и делает строение из этого материала непривлекательным.

Поэтому необходима отделка наружных стен отапливаемых зданий, выполненных из пенобетонных блоков. Более того, стены из пенобетона должны иметь более надежную, чем обычно, отделку как наружных, так и внутренних поверхностей.

В настоящее время существует большое количество способов и материалов для отделки зданий из пенобетона.

Отделку поверхности стен можно осуществить следующими способами:

– окрасочными составами (водоэмульсионными, цементными, органическими, эмалевыми и гидрофобными красками, а также тонкослойными декоративными растворами;

– мелкозернистыми цветными декоративными присыпками, которые наносятся на панели по специальному клеящему основанию.

В промышленных районах с повышенной запыленностью окружающей среды не рекомендуется применять для отделки декоративные присыпки по клеящему основанию, каменные дробленые материалы светлых тонов и покрытия с рельефной поверхностью.

Сейчас наиболее перспективной технологией отделки является система навесных вентилируемых фасадов с воздушным зазором. Область применения этих конструкций достаточно широка. Конструкции навесных вентилируемых фасадов позволяют эффективно решать задачи энергосбережения.

В качестве облицовочного материала в таких фасадах могут использоваться фасадные панели, композитный материал, натуральный и искусственный камень, листовой металл.

Существует несколько видов фасадных панелей – алюминиевые композитные панели, плиты из керамогранита, панели из фиброцемента, сайдинг и др.

В настоящее время российские производители активно занимаются производством современных алюминиевых композитных панелей для навесных вентилируемых фасадов с широкой цветовой гаммой и новыми лицевыми покрытиями, имитирующими структуру «под камень», «под дерево», покрытиями типа «хамелеон».

Большим преимуществом композитных панелей является то, что перед их использованием не нужно подготавливать поверхность стен: выравнивать их и штукатурить. Существенным недостатком навесных фасадов является их высокая стоимость.

Из всех перечисленных способов отделки наружных стен наиболее предпочтительно применять декоративную штукатурку из пенополимерцементного раствора, которая позволяет получать не только неповторимый, с разнообразной цветовой гаммой фасад здания, но и дополнительно защищает помещения от внутренних шумов, удерживает тепло во внутренних помещениях дома.

В практике создания защитно-отделочных покрытий стен из пенобетона или ячеистого бетона широко применялся поризованный, т.е. вспененный пенообразующими добавками, раствор. Он обладал прочностью при сжатии 5-7 МПа, а пенобетон, на который слоем 2 см наносили поризованный раствор, имел прочность 5,2–5,8 МПа при объемной массе 730 кг/м<sup>3</sup>.

Для повышения прочности сцепления защитно-отделочного покрытия с пенобетоном в него добавляли полимерные составляющие. В качестве полимерных добавок использовали поливинилацетатную дисперсию, пластифицированную дибутилфталатом, а также синтетический каучуковый стирольный латекс СКС-65ГП. Латекс стабилизирован казеинатом аммония с добавлением неионогенного мыла ОП-7. Такие полимерные добавки повышают адгезионные свойства создаваемых композитов.

Для проведения испытания были подготовлены двухслойные образцы из пенобетонного материала плотностью 750 кг/м<sup>3</sup>, покрытого слоем пенополимерцементного раствора толщиной 20 мм с добавлением поливинилацетатной дисперсии с полимерцементным отношением П:Ц, равным 0,07; 0,10 и 0,15. С такой же концентрацией добавок готовили образцы на основе латекса.

Определяющим условием возможности использования данного материала в качестве защитного покрытия является прочность сцепления защитно-отделочного слоя с пенобетоном.

При испытании давление на образец передавали равномерно со скоростью 0,1–0,2 Н/сек до момента разрушения. Помимо величины разрушающей нагрузки фиксировался характер разрушения. Испытания производили в 7; 28 и 60-дневном возрасте.

Прочность сцепления пенополимерцементного раствора с пенобетоном в значительной степени определяется адгезионными свойствами полимерной добавки, а также ее положительным влиянием на влагоудерживающую способность раствора. Полимер, обладая в несколько раз большей адгезией, чем цемент, повышает сцепление раствора с пенобетоном, а предотвращая отсос влаги из раствора, способствует нормальной гидратации цемента в контактной зоне и полному проявлению его адгезионных свойств. Высокие адгезионные свойства поливинилацетата хорошо известны. Свежий бетон с применением поливинилацетата склеивается со старым, достигая адгезии на отрыв до 0,1 МПа. Прочность склеивания бетонных призм поливинилацетатом при сдвиге достигает 0,8 МПа при условии воздушно-сухого хранения образцов. В тех же условиях при П:Ц = 0,1–0,15 каучукцементные составы имеют несколько меньшую адгезию, но при влажном хранении каучукцемент обладает значительно большей прочностью сцепления, чем поливинилацетатцементы.

В нашем случае растворы на ПВАД и латексе показали почти одинаковые адгезионные свойства в воздушно-сухих условиях. Преждевременная коагуляция латекса оказывает на прочность сцепления весьма неблагоприятное воздействие. Добавка латекса в этом случае не повышает адгезию.

Анализируя характер разрушения двухслойных образцов, можно заключить, что адгезия раствора растет несколько быстрее, чем его прочность. В семидневном возрасте разрушение происходит часто по раствору, а не по поверхности сцепления или пенобетону, как в более позднем возрасте. Проведенные испытания свидетельствуют о хорошем сцеплении пенополимерцементного раствора с пенобетоном при П:Ц=0,1. Дальнейшее увеличение ПВАД или латекса СКС-65 ГП вряд ли целесообразно, поскольку достигнутая адгезия уже превышает прочность пенобетона.

Для изучения действия увлажнения на прочность сцепления было проведено две серии опытов. В первой серии гидроизолированные с боковых граней двухслойные образцы, высушенные до постоянного веса, насыщались водой путем капиллярного подсоса через фактурный слой. Для этого образцы с фактурным слоем 18 мм устанавливали на подставки и заливали водой до погружения их в воду на глубину 13 мм. Во второй серии опытов образцы погружались в воду полностью. Прочность сцепления определяли в первом случае через 24 и 48 часов, во втором – через 12 и 24 часа сразу после извлечения из воды. Влияние увлажнения на прочность сцепления показано в таблице.

Прочность сцепления пенополимерцементного раствора с пенобетоном  
в зависимости от увлажнения

Поли- мер	Полимерце- ментное отно- шение П:Ц	Прочность сцепления при сдвиге полимерцементного раствора с пенобетоном (МПа)							
		водонасыщение при капиллярном подсосе в течение				водонасыщение при полном погружении в течение			
		24 часов		48 часов		12 часов		24 часов	
		$R_{сдв}$	Коэф. размяг- чения	$R_{сдв}$	Коэф. размяг- чения	$R_{сдв}$	Коэф. размяг- чения	$R_{сдв}$	Коэф. размяг- чения
	0	0,08	0,33	0,09	0,38	0,16	0,65	0,18	0,74
ПВАД	0,07	0,41	0,59	0,29	0,42	0,48	0,69	0,23	0,33
	0,10	0,57	0,76	0,56	0,75	0,52	0,70	0,51	0,68
	0,15	0,73	0,67	0,66	0,61	0,66	0,61	0,72	0,66
СКС- 65ГП	0,07	0,14	0,49	0,13	0,45	0,17	0,59	0,23	0,80
	0,10	0,16	0,55	0,13	0,44	0,23	0,78	0,17	0,58
	0,15	0,17	0,50	0,13	0,38	0,18	0,53	0,15	0,44

Прочность сцепления во второй серии опытов оказалась более высокой, чем в первой. При разрушении по контактному слою в большинстве образцов, особенно при высоком П:Ц, пенобетон оставался сухим. Составы с ПВАД и латексом СКС-65 ГП даже при двухсуточном водонасыщении, показали удовлетворительное сцепление с пенобетоном. Некоторое повышение прочности сцепления немодифицированного состава после водонасыщения объясняется дополнительной гидратацией цемента, обезвоженного в начальной фазе твердения.

При испытании образцов, увлажненных как первым, так и вторым способами и высушенных до постоянного веса, восстанавливают прочность сцепления до исходных величин.

Полученные результаты позволяют считать, что при П:Ц=0,1 прочность сцепления пенополимерцементных растворов на основе ПВАД и латекса можно считать удовлетворительной.

### Список литературы

1. Кочеткова, М.В. Предпосылки к выбору оптимальных композиций пенополимерцементных составов для защитно-отделочных покрытий стен из пенобетона / М.В. Кочеткова, Н.И. Гусев, Е.С. Аленкина // Современная техника и технологии. – 2014. – №12 (40). – С. 115–118.
2. Гусев, Н.И. Прочностные показатели полимерцементных композитов для наружного покрытия стен из пенобетона / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, К.С. Паршина // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – №4. – С. 36–40.
3. Гусев, Н.И. Прочность сцепления пенополимерцементных растворов с пенобетонными наружными стенами отапливаемых зданий / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, К.С. Паршина // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – №4. – С. 52–57.
4. Гусев, Н.И. Методика исследований физико-механических свойств пенополимерцементных растворов для защиты наружных стен из пенобетона / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, А.С. Щеглова // Современная техника и технологии. – 2014. – №12(40). – С. 36–40.
5. Гусев, Н.И. Выполнение строительных процессов с применением растворов и бетонов / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, Е.С. Аленкина // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – № 5-1 (37). – С. 20.
6. Гусев, Н.И. Пенополимерцементные композиты на защите легковесных стен от воздействия окружающей среды / Н.И. Гусев, А.С. Щеглова // Современная техника и технологии. – 2014. – №11(39). – С. 97–99.

### References

1. Kochetkova, M.V. Prerequisites for the selection of optimal compositions penopolimertsementnyh compositions for protective and decorative coatings wall of foam / M.V. Kochetkova, N.I. Gusev, E.S. Alenkina // Modern techniques and technologies. – 2014. – №12 (40). – P. 115–118.
2. Gusev, N.I. Strength characteristics of polymer-matrix composites for the outer coating of the walls of the foam / N.I. Gusev, M.V. Kochetkova, K.S. Parshina // Regional architecture and engineering. – 2014. – №4. – P. 36–40.
3. Gusev, N.I. Adhesion strength penopolimertsementnyh solutions with foam concrete exterior walls of heated buildings / N.I. Gusev, M.V. Kochetkova, K.S. Parshina // Regional architecture and engineering. – 2014. – №4. – P. 52–57.
4. Gusev, N.I. The research methodology of physical and mechanical properties of penopolimertsementnyh solutions to protect the outer walls of the foam / N.I. Gusev, M.V. Kochetkova, A.S. Shcheglova // Modern techniques and technologies. – 2014. – №12 (40). – P.36–40.
5. Gusev, N.I. Execution of construction processes using mortars and concretes / N.I. Gusev, M.V. Kochetkova, E.S. Alenkina // Modern scientific research and innovation. – 2014. – № 5-1 (37). – P. 20.
6. Gusev, N.I. Penopolimertsementnye composites Protection of light concrete walls from the environment / N.I. Gusev, A.S. Shcheglova // Modern techniques and technologies. – 2014. – №11 (39). – P. 97–99.

Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства  
Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Логанина Валентина Ивановна,**  
доктор технических наук, профессор,  
зав. кафедрой «Управление качеством  
и технология строительного производства»  
E-mail: loganin@mai.ru

**Вирясова Алевтина Викторовна,**  
магистрант  
E-mail: kurganovka1a@yandex.ru

*Penza State University of Architecture  
and Construction*  
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Loganina Valentina Ivanovna,**  
Doctor of Sciences, Professor,  
Head of the department «Quality management  
and construction technologies»  
E-mail: loganin@mai.ru

**Viryasova Alevtina Viktorovna,**  
undergraduate  
E-mail: kurganovka1a@yandex.ru

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В.И. Логанина, А.В. Вирясова

Приведены сведения о состоянии технологического процесса производства железобетонных изделий. Показана возможность снижения уровня брака продукции.

*Ключевые слова: технологический процесс производства, статистические методы управления, стабильность и воспроизводимость, уровень дефектности*

## APPLICATION THE METHODS OF STATISTICS MANAGEMENT THE PRODUCTS QUALITY IN REINFORCED UNITS PRODUCTION

V.I. Loganina, A.V. Viryasova

Some data on the state of technological process of concrete units production are given. The possibility of reducing production spoilage is shown.

*Keywords: manufacturing process, statistical management, stability and reproducibility, the level of defects*

При серийном изготовлении железобетонных изделий (плит перекрытий) в заводских условиях обеспечение соответствия показателей качества установленным требованиям должно являться основной целью при организации и подготовке производства и контроля.

Если рассматривать производство бетона и железобетонных изделий, то для предприятий стройиндустрии характерны повышенные затраты, связанные с невоспроизводимостью и нестабильностью процесса производства изделий [1, 2].

Был проведен анализ распределения показателей прочности при сжатии бетона, предназначенного для изготовления плит перекрытий на заводе железобетонных изделий ООО «Строительные материалы». Проектируемая марка бетона составляет 200. Результаты расчета показали, что среднее значение прочности составляет 216 кгс/см<sup>2</sup>.

Анализ распределения показателей прочности при сжатии свидетельствует, что наблюдается смещение наибольшей частоты в сторону нижнего допуска. Процесс

нестабилен по настройке, и среднее значение показателя качества смещено относительно поля допуска (см. таблицу).

Статистические данные пределов прочности при сжатии плит перекрытий

№ выборки	Значения прочности при сжатии, кгс/см <sup>2</sup>					Среднее значение прочности, $\bar{x}$ , кгс/см <sup>2</sup>	Размах значений, $R$ , кгс/см <sup>2</sup>
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$			
1	206	202	208	210	206,5	8	
2	214	211	204	214	210,8	10	
3	215	214	207	208	211	8	
4	211	214	218	215	214,5	7	
5	215	217	214	216	215,5	3	
6	219	222	218	223	220,5	4	
7	221	223	225	222	222,8	4	
8	220	213	209	219	215,3	11	
9	217	224	220	214	218,8	10	
10	228	216	213	227	221	15	
11	230	211	225	214	220	19	
12	215	214	212	225	216,5	11	

При построении контрольных карт Шухарта границы регулирования рассчитывали по формулам:

➤ для  $x$ -карты

$$ГР = a \pm \frac{3\sigma}{\sqrt{n}}; \quad (1)$$

➤ для  $R$ -карты

$$ВГР = D_2\sigma; \quad (2)$$

$$НГР = D_1\sigma,$$

где НГР – нижняя граница регулирования; ВГР – верхняя граница регулирования;  $D_2, D_1$  – коэффициенты, зависящие от объема выборки;  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение.

На рисунке приведена контрольная  $x$ - $R$ -карта.

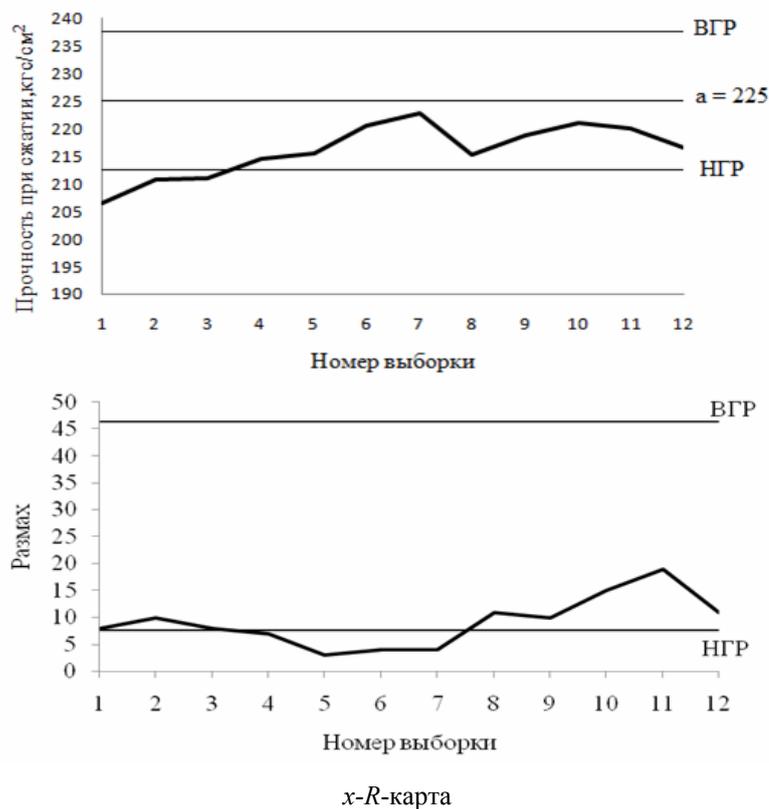
Анализ контрольной карты позволяет сделать вывод о том, что процесс является нестабильным, находится в статистически неуправляемом состоянии. На  $x$ -карте и  $R$ -карте имеются выходы за границы регулирования. Процесс находится в состоянии  $B$ , т.е. характеризуется наличием общих вариаций (собственных и особых).

Для оценки воспроизводимости процесса рассчитывали индекс воспроизводимости по формуле

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{\bar{x} - HD}{3\sigma_T}; \frac{BD - \bar{x}}{3\sigma_T} \right\}, \quad (3)$$

где HD – нижняя граница допуска, кгс/см<sup>2</sup>; BD – верхняя граница допуска, кгс/см<sup>2</sup>;  $\bar{x}$  – среднее арифметическое значение прочности при сжатии, кгс/см<sup>2</sup>.

Результаты расчета показали, что значение индекса воспроизводимости составляет  $C_{pk} = 0,87$ , т.е. процесс невоспроизводим.



Таким образом, процесс производства плит перекрытий железобетонных многослойных для зданий и сооружений на заводе ООО «Строительные материалы» является нестабильным и невоспроизводимым. Это требует вмешательства инженерно-технического персонала и высшего руководства для принятия мер по устранению статистической нестабильности. Требуется корректирующие меры для настройки процесса на середину поля допуска и устранения влияния особых причин вариаций. Если процесс оставить без улучшения, то уровень несоответствий такого процесса прогнозируется не менее 0,99%. При стабильной настройке процесса на середину поля допуска уровень несоответствия составит 0,27%.

### Список литературы

1. Логанина, В.И. Статистическое управление производством строительных изделий / В.И. Логанина, Б.Б. Хрусталева, Т.В. Учаева // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – №3. – С.65–67.
2. Логанина, В.И. Достоверность контроля качества строительных материалов и изделий / В.И. Логанина, А.Н. Круглова // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова. – 2014. – №2. – С.16–18.

### References

1. Loganina, V.I. Statistical management of Building units production / V.I. Loganina, B.B. Khrustaleva, T.V. Uchaeva // Eastern European Journal of advanced technology. – 2013. – №3. – P.65–67.
2. Loganina, V.I. The reliability of quality control of building materials and products / V.I. Loganina, A.N. Kruglova // Herald of BSTU. V.G.Shuhova. – 2014. – №2. – P.16–18.

Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства  
Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Логанина Валентина Ивановна,**  
доктор технических наук, профессор,  
зав. кафедрой «Управление качеством  
и технология строительного производства»  
E-mail: loganin@mai.ru

**Вирясова Алевтина Викторовна,**  
магистрант  
E-mail: kurganovka1a@yandex.ru

*Penza State University of Architecture  
and Construction*  
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Loganina Valentina Ivanovna,**  
Doctor of Sciences, Professor,  
Head of the department «Quality management  
and construction technologies»  
E-mail: loganin@mai.ru

**Viryasova Alevtina Viktorovna,**  
undergraduate  
E-mail: kurganovka1a@yandex.ru

## ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОЙИНДУСТРИИ

В.И. Логанина, А.В. Вирясова

Рассмотрена модель производственного процесса, учитывающая профессионально-квалификационный показатель работников, состояние инфраструктуры, критерии выбора поставщика сырья, состояние воспроизводимости и стабильности производственного процесса, состояние производственной среды. Предложена шкала оценок показателей. Разработаны рекомендации по повышению потенциала производственного процесса

*Ключевые слова: производственный процесс, потенциал процесса, балльная оценка*

## ASSESSMENT OF BUILDING PROCESS POTENTIAL OF CONSTRUCTION ENTERPRISES

V.I. Loganina, A.V. Viryasova

The model of production process that takes into account the professional qualifications index of employees, infrastructure, raw material supplier selection criteria, the state of the reproducibility and stability of the production process, state of the production environment is considered. Rating scale indicators are suggested. Recommendations to increase the capacity of the production process have been developed.

*Keywords: production process, potential of the process, rating*

Одним из факторов, определяющих стратегию развития предприятия, является состояние производственно-технологического потенциала предприятия [1].

Развитие производственного потенциала можно рассматривать как функцию, зависящую от множества аргументов:

$$\text{ПП} = f(x_1, x_2 \dots x_n),$$

где  $x_n$  – факторы, определяющие производственный потенциал.

Нами предложено учитывать при оценке потенциала производственного процесса профессионально-квалификационный показатель работников, состояние инфраструктуры, критерии выбора поставщика сырья, состояние воспроизводимости и стабильности производственного процесса, состояние производственной среды [2-4]. Предла-

гается следующая модель конкурентоспособности производственно-технологического потенциала организации:

$$K_n = \sum_{i=1}^m \alpha_i Q_i, \quad (1)$$

где  $K_n$  – конкурентоспособность производственно-технологического потенциала, баллы;  $\alpha_i$  – значимость показателя частного потенциала;  $Q_i$  – относительная оценка  $i$ -го показателя частного потенциала, баллы;  $m$  – количество показателей в оценке потенциала конкурентоспособности производственно-технологического процесса предприятия.

Нами разработана шкала оценок показателей, определяющих потенциал производственного процесса. Выделенные пять элементов потенциала производственно-технологического процесса предприятия имеют неравнозначное влияние на формирование этого потенциала. Для оценки коэффициентов весомости применяли экспертный метод. Максимальная оценка потенциала конкурентоспособности производственного процесса может составлять 5 баллов.

Использование потенциала конкурентоспособности производственного процесса можно рассчитывать по формуле

$$Y_{nk} = \frac{K_n}{K_{\max}}, \quad (2)$$

где  $K_{\max}$  – максимально возможное значение потенциала производственного процесса.

Был проведен анализ потенциала производственно-технологического процесса некоторых предприятий стройиндустрии г. Пензы. В таблице приведена количественная оценка потенциала производственного процесса некоторых предприятий стройиндустрии Пензенской области.

№ п/п	Наименование показателей	Баллы/Оценка потенциала			
		ООО «Строительные материалы»	ОАО «ЖБК-1»	ООО ПКФ «Термодом»	ОАО АК «Домостроитель»
1	Профессионально-квалификационный показатель работников	3/0,48	4/0,64	4/0,64	3/0,48
2	Инфраструктура	2/0,42	5/1,05	4/0,84	2/0,42
3	Поставщики сырья	4/0,92	4/0,92	4/0,92	3/0,69
4	Состояние производственного процесса	3/0,66	3/0,66	4/0,88	3/0,66
5	Производственная среда	2/0,36	5/0,9	4/0,72	3/0,54
	Производственный потенциал	2,84	4,17	4,0	2,79
	Использование потенциала	0,568	0,834	0,8	0,558

Результаты расчетов, приведенные в таблице, свидетельствуют о том, что предприятия стройиндустрии не полностью используют потенциал производственного процесса. Так, если ОАО «ЖБК-1» использует производственный потенциал только на 83,4 %, то ООО «Строительные материалы» – только на 56,8 %, ОАО АК «Домостроитель» – на 55,8 %, ООО ПКФ «Термодом» – на 80 %.

В качестве рекомендации для повышения потенциала производственного процесса рекомендуем на предприятиях применять методы статистического регулирования

производственного процесса, что позволит перевести процесс производства в состояние стабильности и воспроизводимости. Это будет способствовать снижению брака, материальных затрат.

### Список литературы

1. Логанина, В.И. Формирование организационно-экономического механизма управления потенциалом конкурентоспособности предприятий промышленности строительных материалов / В.И. Логанина, Б.Б. Хрусталеv, Т.В. Учаева // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – №1. – С.142–145.

2. Логанина, В.И. Статистическое управление производством строительных изделий / В.И. Логанина, Б.Б. Хрусталеv, Т.В. Учаева // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – №3. – С.65–67.

3. Логанина, В.И. Выбор поставщика на основе теории нечетких множеств / В.И. Логанина, Е.И. Куимова, Т.В. Учаева // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – №3(17). – С.174–179.

4. Логанина, В.И. Достоверность контроля качества строительных материалов и изделий / В.И. Логанина, А.Н. Круглова // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова. – 2014. – №2. – С.16–18.

### References

1. Loganina, V.I. Formation of the organizational-economic mechanism of management capacity competitiveness of construction materials industry enterprises / V.I. Loganina, B.B. Khrustalev, T.V. Uchaeva // Regional architecture and engineering. – 2013. – №1. – P.142–145.

2. Loganina, V.I. Statistical Office of the Building Products / V.I. Loganina, B.B. Khrustalev, T.V. Uchaeva // Eastern European Journal of advanced technology. – 2013. – №3. – P.65–67.

3. Loganina, V.I. Supplier selection based on the theory of fuzzy sets / V.I. Loganina, E.I. Kuimova, T.V. Uchaeva // Regional architecture and stroitelstvo. – 2013. – №3 (17). – P.174–179.

4. Loganina, V.I. The reliability quality control of building materials and products / V.I. Loganina, A.N. Kruglova // Herald of BSTU. V.G.Shuhova. – 2014. – №2. – P.16–18.

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства*

Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Учаева Татьяна Владимировна**,  
кандидат экономических наук,  
доцент кафедры «Экономика, организация  
и управление производством»  
E-mail: uchaevatv@mail.ru

**Петрова Екатерина Алексеевна**,  
студент  
E-mail: katywa.petrova@mail.ru

*Penza State University of Architecture  
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Uchaeva Tatiana Vladimirovna**,  
Candidate of Economic Sciences,  
Associate Professor of the department  
«Economics, Organization and Management»  
E-mail: uchaevatv@mail.ru

**Petrova Ekaterina Alekseevna**,  
student  
E-mail: katywa.petrova@mail.ru

## СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОЙИНДУСТРИИ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.В. Учаева, Е.А. Петрова

Дана краткая характеристика и показана положительная динамика развития основных статистических показателей деятельности строительного комплекса и предприятий стройиндустрии и промышленности строительных материалов Пензенской области за последние годы. Отмечено, что для дальнейшего успешного развития и повышения конкурентоспособности предприятий стройиндустрии и промышленности строительных материалов необходимо использовать внутренние ресурсы региона и применять методы контроля качества выпускаемой продукции.

*Ключевые слова: конкурентоспособность, предприятия стройиндустрии, производственный процесс, строительные материалы, Пензенская область*

## WAYS TO IMPROVE COMPETITIVENESS OF CONSTRUCTION INDUSTRY ENTERPRISES IN THE PENZA REGION

T.V. Uchaeva, E.A. Petrova

The brief characteristic and positive trend of development of basic statistical indicators of a building complex and enterprises of construction industry and building materials industry in the Penza region in recent years are given. It is shown that for the further successful development and competitiveness of enterprises of construction industry and building materials industry must use the internal resources of the region and methods for product quality control must be used.

*Keywords: competitiveness, construction industry enterprises, manufacturing process, construction materials, the Penza region*

Строительный комплекс Пензенской области является составной частью экономики региона. Место предприятий стройматериалов в развитии экономики региона определяется их важной ролью как одного из крупных базовых комплексов народного хозяйства России [1, 2].

По итогам 2014 года на территории области введено в эксплуатацию 902,1 тыс. кв. м жилья, что составляет 108,5 % к уровню 2013 года. Достигнуты следующие показатели развития строительной отрасли региона:

- удельный ввод жилья составил 0,66 кв. м на человека (в 2013 году – 0,61 кв. м на человека) (рис.1);

- удельный вес введенной общей площади жилых домов по отношению к общей площади жилищного фонда составил 2,51 % (в 2013 году – 2,37 %) (рис.2);
- общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя составила 26,3 кв. м (в 2013 году – 25,8 кв. м) (рис. 3).

По итогам 2014 года объем работ, выполненный по виду деятельности «Строительство», составил 39724,2 млн руб., или 100,3 % к уровню 2013 года в сопоставимых ценах.

В 2013 г. в строительстве работало 7,4 тыс. чел., или 2,8 % от общей численности работающих в целом в экономике Пензенской области (в 2012 г. – 2,5 %).

Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата в крупных и средних строительных организациях в 2013г. составила 24577,8 руб., что на 12,8 % (на 2792,9 руб.) выше, чем в целом по экономике региона.

Важной частью строительной отрасли Пензенской области являются предприятия стройиндустрии и промышленности строительных материалов, деятельность которых 2014 году можно охарактеризовать следующим образом: по данным Пензастата, в январе – декабре 2014 года предприятиями стройиндустрии и промышленности строительных материалов произведено: кирпича – 140,51 млн шт., что составляет 116,6 % к соответствующему периоду 2013 года, строительных нерудных материалов – 1530,4 тыс.м<sup>3</sup> (87,1 %), сборного железобетона – 233,76 тыс.м<sup>3</sup> (116,4 %), цемента – 1327,3 тыс. т (45,8 %) (рис.4) [3].

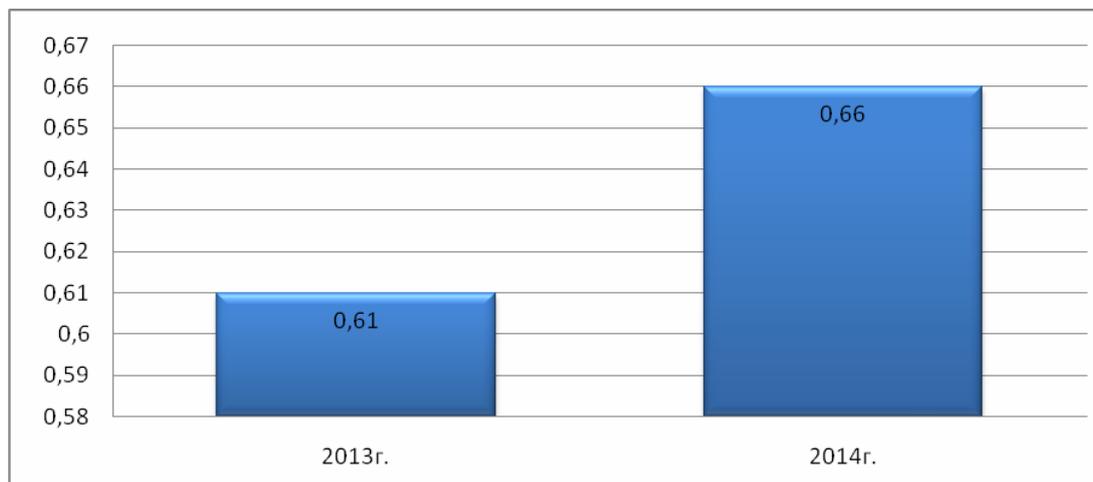


Рис. 1. Удельный ввод жилья в Пензенской области за 2013-2014 гг.

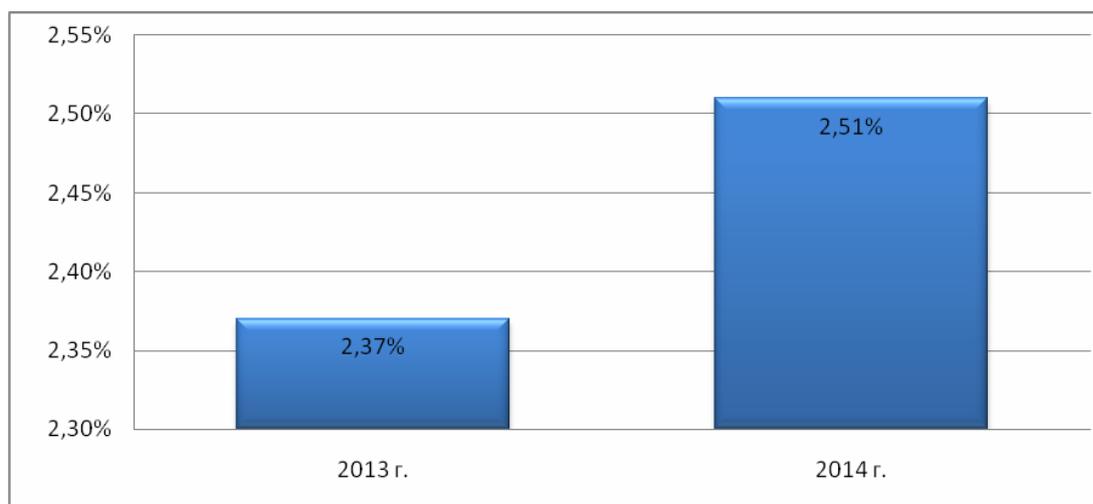


Рис. 2. Удельный вес введенной общей площади жилых домов по отношению к общей площади жилищного фонда в Пензенской области за 2013-2014 гг.

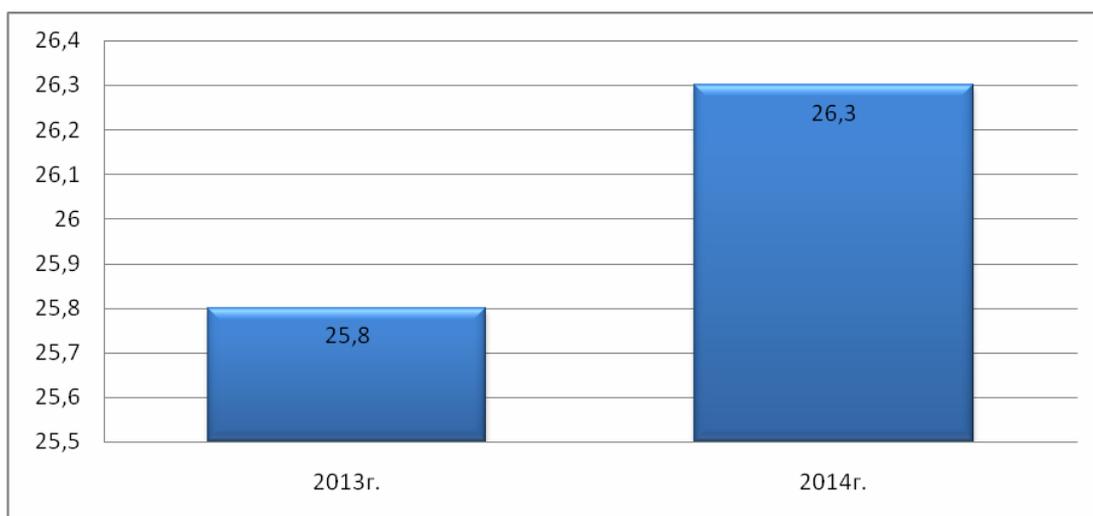


Рис. 3. Динамика изменений общей площади жилья в Пензенской области за 2013-2014 гг.

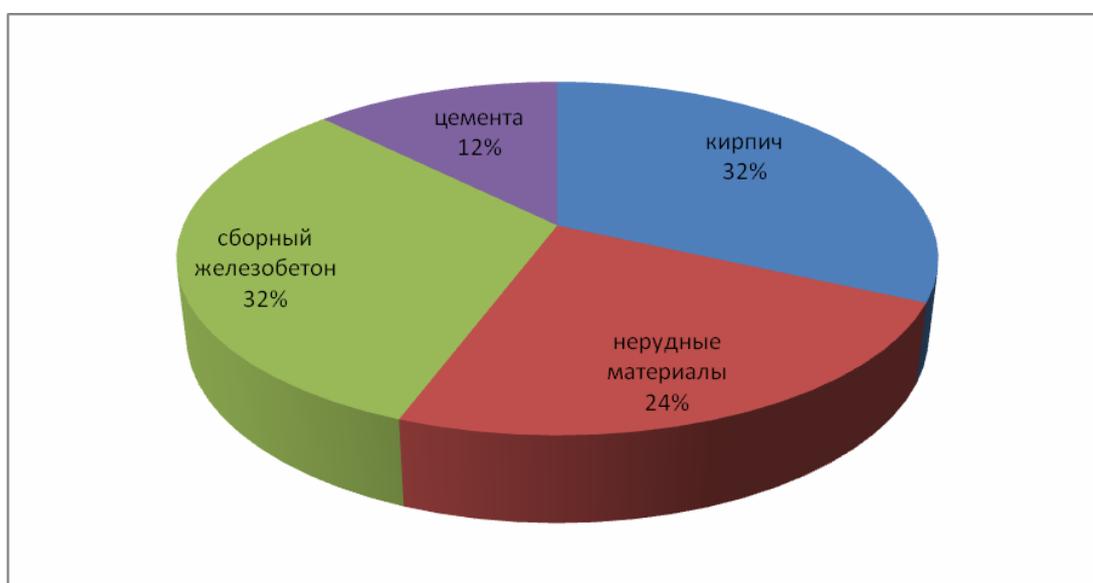


Рис. 4. Объем производства строительных материалов предприятиями стройиндустрии и промышленных строительных материалов Пензенской области в 2014 г.

#### Производство основных строительных материалов за 2014 год

Наименование изделий	Ед.изм.	Январь-декабрь 2014 года	% к соответствующему периоду 2013г.
Сборный ж/бетон	тыс. м <sup>3</sup>	233,76	116,4
Цемент	тыс. т	1327,3	45,8
Кирпич	млн.шт.	140,51	116,6
Строительные нерудные материалы	усл.кирп. тыс. м <sup>3</sup>	1530,4	87,1

В 2014 году введены в эксплуатацию следующие предприятия строительной индустрии и промышленности строительных материалов:

➤ в г. Сурске, Городищенского района – завод облицовочного керамического кирпича годовой мощностью 30,0 млн шт., создано около 100 рабочих мест;

➤ в с. Усть-Инза, Никольского района – цементный завод ООО «Азия Цемент» годовой мощностью 2,0 млн т, создано 450 рабочих мест;

➤ в р.п. Чаадаевка, Городищенского района – завод по производству автоклавных газобетонных блоков ООО «Чаадаевский пенобетон» годовой мощностью 250 тыс. куб. м, создано около 160 рабочих мест;

➤ на предприятии АО «Яснополянский строительные материалы» в Кузнецком районе запущен новый пресс импортного производства для изготовления силикатного кирпича, что позволило увеличить выпуск продукции на 15 млн шт. усл. кирпича в год [4].

Учитывая положительную динамику развития всего строительного комплекса Пензенской области за последние годы, а также предприятий стройиндустрии и промышленных строительных материалов, для дальнейшего успешного развития предприятий и повышения их конкурентоспособности необходимо использовать внутренние ресурсы региона (минерально-сырьевая база) для производства на их основе инновационной продукции.

При применении минерально-сырьевой базы Пензенского региона перспективным направлением является производство строительных материалов на основе опалкристиаболитовых пород (жидкое стекло, сухие строительные смеси, теплоизоляционные материалы, фильтры, сорбенты, наполнители для растворов и бетонов). На основе стекольных песков возможна организация производства микрокварца, необходимого для получения высокопрочных бетонов (бетонов нового поколения), а также следующих строительных материалов: портландцемента, строительной извести, сухих строительных смесей, силикатного кирпича, керамического кирпича, блоков и черепицы, газосиликата, газобетона, пенобетона, листового оконного флоат-стекла, древесно-стружечных плит, минеральных пигментов и краски на их основе, жидкого стекла на базе диатомитов, активных минеральных добавок из трепелов и диатомитов, заполнителей для бетона М 100-200 из песчаников и каменной муки из отсеков камнедробления песчаников и доломитизированных известняков [5].

Однако при применении местного сырья необходимо постоянно контролировать процесс производства с целью оценки качества выпускаемой продукции [6].

Авторами предлагается модель анализа процесса производства (рис. 5), принципиальное отличие которой – блок статистического управления.

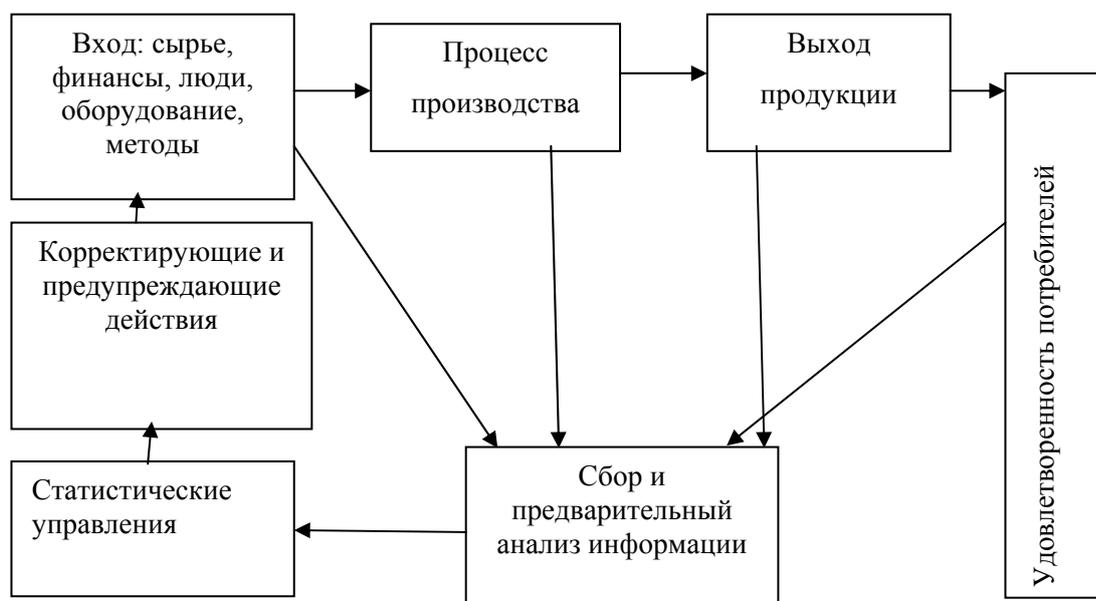


Рис. 5. Модель анализа процесса производства

Применяя данную модель и инструменты качества, можно значительно улучшить качество продукции и тем самым повысить ее конкурентоспособность, а значит, и конкурентоспособность предприятия в целом.

Таким образом, использование минерально-сырьевой базы, совершенствование технологических процессов позволят повысить конкурентоспособность предприятий стройиндустрии и промышленных строительных материалов Пензенской области и строительного комплекса в целом.

### Список литературы

1. Учаева, Т.В. Повышение организационно-экономического потенциала предприятий / Т.В. Учаева // Гуманитарные научные исследования. – 2014. – № 7. – URL: <http://human.snauka.ru/2014/07/7383> (дата обращения: 10.07.2014).
2. Учаева, Т.В. Анализ ситуации на производстве на предприятиях по производству строительных материалов Пензенской области / Т.В. Учаева // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – № 11. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/11/40907> (дата обращения: 22.11.2014).
3. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области. – URL: <http://pnz.gks.ru/>
4. Официальный сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Пензенской области. – URL: <http://minstroy.pnzreg.ru/>.
5. Учаева, Т.В. Выбор рационального варианта развития предприятий по производству строительных материалов / Т.В. Учаева // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2014. – № 10. – URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/10/6030> (дата обращения: 08.10.2014).
6. Учаева, Т.В. Управление внутренними факторами предприятия, влияющими на его потенциал / Т.В. Учаева // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2014. – № 6. – URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/06/5487> (дата обращения: 23.06.2014).

### References

1. Uchaeva, T.V. Improving organizational and economic potential of enterprises / T.V. Uchaeva // Humanitarian research. –2014. – № 7. – URL: <http://human.snauka.ru/2014/07/7383> (the date of circulation: 10.07.2014).
2. Uchaeva, T.V. Analysis of the situation in production at factories producing construction materials of the Penza region / T.V. Uchaeva // Modern scientific research and innovation. – 2014. – № 11. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/11/40907> (the date of circulation: 11.22.2014).
3. The official website of the Federal State Statistics Service of the Penza region. – URL: <http://pnz.gks.ru/>
4. The official website of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Penza region. – URL: <http://minstroy.pnzreg.ru/>.
5. Uchaeva, T.V. Choice of a rational variant of enterprises for manufacturing of building materials / T.V. Uchaeva // Economics and Management of innovative technologies. – 2014. – № 10. – URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/10/6030> (the date of circulation: 10.08.2014).
6. Uchaeva, T.V. Management of internal factors affecting the businesses of its potential / T.V. Uchaeva // Economics and Management of innovative technologies. –2014. – № 6. – URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/06/5487> (the date of circulation: 23.06.2014).

# ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

## PEDAGOGICAL SCIENCES

УДК 796.011

*Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства*

Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Мику Наталья Валентиновна**,  
кандидат исторических наук, доцент кафедры  
«История и философия»  
E-mail: history@pguas.ru

**Вахидов Рамиль Раилевич**,  
студент  
E-mail: history@pguas.ru

*Первый Московский государственный  
медицинский университет  
имени И.М. Сеченова*

Россия, 119991, Москва, ул. Трубецкая,  
д. 8, стр. 2,  
тел.: 8(495)609-14-00

**Сботов Владислав Викторович**,  
студент  
E-mail: rektorat@mma.ru

*Penza State University of Architecture  
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Miku Natalya Valentinovna**  
Candidate of Historical Sciences, Associate  
Professor of the department «History and  
philosophy»  
E-mail: history@pguas.ru

**Vakhidov Ramil Railevich**,  
Student  
E-mail: history@pguas.ru

*First Moscow state medical university  
named after I.M. Sechenova*

Russia, 119991, Moscow, 8, bld 2,  
Trubetskaya St.  
tel.: 8(495)609-14-00

**Sbotov Vladislav Viktorovich**,  
Student  
E-mail: rektorat@mma.ru

## СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИЗЫВА МОЛОДЕЖИ В АРМИЮ В СССР ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ 1950-Х ГГ. (НА ПРИМЕРЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Н.В. Мику, Р.Р. Вахидов, В.В. Сботов

Рассматривается организационная и социально-педагогическая деятельность региональных властей по подготовке к призыву советской молодежи в армию во второй половине 1950-х гг. на примере Пензенской области: ликвидация неграмотности и повышение уровня образования призывного контингента; диспансеризация юношей призывного возраста и проведение необходимого лечения; организация спортивно-массовой работы среди призывников; проведение воспитательно-политической работы и пропаганда военных знаний; изучение социально-демографических и психологических характеристик призывного контингента (деловые и политические качества, семейное положение и т.п.); выявление и подбор кандидатов в военные училища и т.д.

*Ключевые слова: СССР, Пензенская область, Закон о всеобщей воинской обязанности, призыв молодежи в армию*

# SOCIAL AND PEDAGOGICAL EXPERIENCE OF THE ORGANIZATION OF CONSCRIPTION OF YOUTH IN THE USSR IN THE SECOND HALF OF THE 1950s (ON THE EXAMPLE OF THE PENZA REGION)

N.V. Miku, R.R. Vakhidov, V.V. Sbotov

Organizational and social and pedagogical activities of the regional authorities for preparation for conscription of the Soviet youth in the second half of the 1950s on the example of the Penza region are considered: elimination of illiteracy and increase of education at level of the draft contingent; medical examination of young men of military age and carrying out necessary treatment; the organization of sports and mass work among recruits; carrying out educational and political work and promotion of military knowledge; studying of social and demographic and psychological characteristics of the draft contingent (business and political qualities, marital status, etc.); identification and selection of candidates for military colleges, etc.

*Keywords: the USSR, Penza region, Law on universal conscription, conscription*

С 1946 г. по 1948 г. призыв советской молодежи в армию не проводился в связи с направлением ее на восстановительные работы на стройки, шахты и т.п. В 1949 г. по новому Закону о всеобщей воинской обязанности призыву в армию подлежали молодые люди, достигшие 18 лет, один раз в год – в ноябре-декабре.

Рассматривая данный вопрос 7 марта 1956 г. на одном из своих заседаний, исполком пензенского областного Совета депутатов трудящихся отмечал, что подготовка к призыву молодежи в 1955 г. осуществлялась неудовлетворительно, в результате чего ко дню призыва оставалось неграмотными 7 человек и малограмотными 46 человек; невылеченных – 743 человека, из них с заболеванием среднего уха – 385 человек и трахомой – 26 человек. В районах Пензенской области среди граждан призывного 1937 года рождения было выявлено: неграмотных – 36 человек и малограмотных – 332 человека; больных граждан 1937 года рождения и больных учащихся среди учебных заведений 1938 года рождения – 1941 человек, в том числе больных трахомой – 108 человек, гнойными отитами – 758 человек, хирургическими заболеваниями – 355 человек. Диспансеризация юношей 15-17-летнего возраста по Пензенской области полностью не была проведена, лечение выявленных больных организовано было плохо. Исполком считал, что «такое положение создалось вследствие того, что облоно, многие райисполкомы (Каменский, Городищенский и др.) и районные отделы народного образования крайне недостаточно уделяют внимания общеобразовательной подготовке призывников, не предъявляют к руководителям предприятий и хозяйственных организаций должных требований в создании условий, способствующих полной ликвидации неграмотности и малограмотности среди молодежи призывного и допризывного возрастов. Большое количество больных является результатом недостаточной работы облздравотдела, слабого контроля и безответственного отношения с его стороны за работой городских и районных здравотделов» [1]. В результате неудовлетворительного состояния спортивно-массовой работы в области из общего количества граждан 1937 года рождения, подлежащих призыву, только 9,9% имели оборонные значки ГТО I и II ступеней. Особенно плохо была организована работа по подготовке значкистов ГТО среди молодежи, работавшей в колхозах и совхозах. Мало уделялось внимания со стороны областного комитета ДОСААФ вовлечению призывников в члены ДОСААФ и подготовке из их числа спортсменов-разрядников. В соответствии с Постановлением Совета Министров СССР от 10 сентября 1958 г. Пензенский исполком облсовета принял решение обязать областной отдел народного образования закончить обучение призывников 1933-1937 годов рождения до 1 августа 1956 г.; выявить неграмотных и малограмотных юношей 15-17-летнего возраста и организовать их обучение. Облздравотдел должен был до 1 мая 1956 г. закончить полностью диспансеризацию юношей и обеспечить систематическое лечение призывников, не вылеченных в 1955 г. и вновь выявленных во время

приписки в 1956 г. Для этого рекомендовалось организовать лечебные сборы по лечению больных отитами для районов, где нет врачей-специалистов (отоларингологов) в период с 20 мая по 1 сентября 1956 г.; провести в 1956 г. специализацию врачей – отоларингологов, окулистов, невропатологов – путем совмещения специальностей; установить строгий контроль за лечением призывников и обеспечить максимальное их излечение. Областному комитету физкультуры и спорта предлагалось серьезно улучшить проведение спортивно-массовой работы среди призывников и юношей 15-17-летнего возраста, обеспечить их физическую подготовку и сдачу ими норм на значок ГТО. Президиуму областного комитета ДОСААФ было предложено рассмотреть вопрос о работе с молодежью призывного и допризывного возраста и принять меры по вовлечению всех призывников в члены общества и по организации с ними военно-спортивной работы таким образом, чтобы каждый допризывник сдал нормы на значок ГТО и добился звания спортсмена-разрядника по одному из видов военно-прикладного спорта. Председатели городских и районных исполкомов должны были на специальных заседаниях рассмотреть вопросы о ходе обучения неграмотных и малограмотных, лечения больных призывников, организации спортивно-массовой работы и наметить конкретные мероприятия с целью улучшения работы [2].

Несмотря на столь «грозный» документ, принципиальных изменений в течение года не произошло. В решении исполкома комитета пензенского областного Совета депутатов трудящихся № 84 от 20 марта 1957 г. «О ходе подготовки к призыву молодежи призывного возраста 1935-1938 годов рождения» отмечалось, что подготовка к призыву молодежи в 1956 г. осуществлялась неудовлетворительно, в результате чего ко дню призыва осталось неграмотных 7 человек и малограмотных – 35 человек; невылеченных – 600 человек, из них с заболеванием среднего уха – 171 человек, трахомой – 25 человек и прочими болезнями – 514 человек. По данным приписки 1957 г., в районах области среди граждан 1938 года рождения выявлено: неграмотных – 16 человек и малограмотных – 220 человек; больных граждан 1938 года рождения и больных учащихся среди учебных заведений 1939 года рождения – 2503 человека, в том числе больных трахомой – 77 человек, с заболеванием среднего уха – 431 человек, с хирургическими заболеваниями – 431 человек, физически ослабленных – 365 человек, больных прочими болезнями – 805 человек, и 394 человека требуют динамического наблюдения. Диспансеризация юношей 15-17-летнего возраста по области полностью не была закончена, лечение выявленных больных организовано плохо. Такое положение создалось вследствие того, что облоно, многие райисполкомы (Башмаковский, Колышлейский, Нижнеломовский, Сосновоборский, Телегинский и др.) и районные отделы народного образования не уделяли должного внимания вопросам общеобразовательной подготовки призывников, «примиренчески» относились к руководителям предприятий и хозяйственных организаций, срывавших выполнение этой важной работы, в результате чего, по данным приписки 1957 г., в сравнении с 1956 г., количество неграмотных и малограмотных среди молодежи призывных и допризывных возрастов не только не сократилось, но даже увеличилось.

Указывалось, что большое количество больных являлось следствием плохой работы облздравотдела, слабого контроля с его стороны за работой городских и райздравотделов и безответственного отношения к ликвидации заболеваний среди призывников.

В результате неудовлетворительного состояния спортивно-массовой работы в области из общего количества приписанных в 1957 г. граждан 1938 года рождения только 14% имели оборонные значки ГТО I и II ступеней. Особенно плохо была организована работа по подготовке значкистов ГТО среди молодежи, работавшей в колхозах и совхозах.

Мало уделялось внимания со стороны областного комитета ДОСААФ по вовлечению призывников в члены ДОСААФ и подготовке из их числа спортсменов-разрядников [3].

План подготовки к очередному призыву граждан 1935-1938 годов рождения на 1957 г. по Пензенской области с учетом предыдущего опыта включал в себя орга-

низацию обучения неграмотных и малограмотных призывников 1935-1938 годов рождения (организаторы – облоно, районо, РВК): а) неграмотных до уровня малограмотных в количестве 23 человек; б) малограмотных до уровня 4-х классов в количестве 255 человек без перерыва на летний период (до 1/VII-1957 г.; место проведения – школы).

Спортивно-массовая работа заключалась в: а) организации соревнований по сдаче зимних норм на значок ГТО I и II ступеней (зимний период; место проведения – при спортивных коллективах РВК; организаторы – обком и райкомы ФК и спорта); б) организации соревнований по сдаче летних норм на значок ГТО I и II ступеней (до 1/VII-1957 г.; место проведения – при спортивных коллективах РВК; организаторы – обком и райкомы, ДОСААФ, РВК); в) проведении летней спартакиады (до 1/VII-1957 г.; место проведения – при спортивных коллективах РВК; организаторы – обком и райкомы, ДОСААФ, РВК); г) подготовке спортсменов-разрядников (до 1/VII-1957 г.; место проведения – при спортивных коллективах РВК; организаторы – обком и райкомы, ДОСААФ, РВК); д) изучении программы ГСО (до 1/VII-1957 г.; место проведения – при спортивных коллективах РВК; организаторы – обком и райкомы, ДОСААФ, РВК); е) проведении лекций по защите от атомного оружия (до 1/VII-1957 г.; место проведения – при спортивных коллективах РВК; организаторы – обком и райкомы, ДОСААФ, РВК). Предусматривались подготовка военных специалистов и шоферов при ДОСААФ и вовлечение призывного контингента в члены ДОСААФ (до 1/VII-1957 г.; место проведения – при обкомах и райкомах, ДОСААФ; организаторы – обком и райкомы, ДОСААФ, РВК). Воспитательно-политическую работу планировалось проводить по особому плану, утвержденному бюро РК КПСС (до 1/VIII-1957 г.; место проведения – в РВК, на предприятиях, в учреждениях, колхозах, совхозах и учебных заведениях; организатор – РВК). Предписывалось тщательное изучение деловых, политических качеств и семейного положения призывников 1935-1938 годов рождения (до 1/VIII-1957 г.; место проведения – в РВК, на предприятиях, в учреждениях, колхозах, совхозах и учебных заведениях; организатор – РВК). Особое внимание обращалось на пропаганду военных знаний, выявление и подбор кандидатов в военные училища (до 1/VI-1957 г.; место проведения – в РВК, на предприятиях, в учреждениях, колхозах, совхозах и учебных заведениях; организатор – РВК). Был определен график проверки хода выполнения данного плана (до 1/VIII-1957 г.; место проведения – РВК, школы, райкомы, ДОСААФ, райкомы ФК и спорта; организаторы – облвоенкомат, обком, ДОСААФ, облоно, облкомитет ФК и спорта): а) Терновский, Беднодемьяновский, Николо-Пестровский, Вадинский, Наровчатский, Иссинский, Шемышейский, Камешкирский, Неверкинский районы (март – апрель 1957 г.); б) Сосновоборский, Кузнецкий, Каменский, Пачелмский, Башмаковский, Земетчинский, Мокшанский, Бековский, Городищенский, Ленинский, Заводской, Белинский, Свищевский, Лунинский районы (май – июль 1957 г.) [4].

С 1950-х гг. призыв советской молодежи в армию в СССР принимает все более системный и комплексный характер как на федеральном, так и на региональном уровне, становится одним из самых актуальных вопросов в деятельности центральных и местных властей [5]. Принцип обучения и воспитания подрастающего поколения основывался на тесной связи физического воспитания и оборонной деятельности социалистического государства, в связи с чем к уровню подготовленности допризывного контингента предъявлялись особые требования.

### Список литературы

1. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 5. Л. 35.
2. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 5. Л. 36.
3. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 5. Л. 5-7.
4. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 5. Л. 9.
5. Обшивалкин, М.Ю. О подготовке кадров для физкультурно-массовой и спортивной работы в СССР в 1950-е гг. (по материалам Пензенской области) / М.Ю. Об-

шивалкин, В.А. Кочергин, Л.А. Королева // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 5. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/05/52411> (дата обращения: 18.06.2015).

6. Реализация государственной политики в сфере физической культуры и спорта в СССР в начале 1950-х гг. на региональном уровне / И.О. Звягин, В.А. Кочергин, А.С. Давыдов, Л.А. Королева // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 6. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/06/52408> (дата обращения: 18.06.2015).

## References

1. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 5. L. 35.
2. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 5. L. 36.
3. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 5. L. 5-7.
4. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 5. L. 9.
5. Obshivalkin, M.Y. On training candidates for sports and mass and sports work in the USSR in the 1950s (on materials of the Penza region) / M.Y. Obshivalkin, V.A. Kochergin, L.A. Koroleva // Modern scientific researches and innovations. – 2015. – No. 5. – URL: <http://web .snauka.ru/issues/2015/05/52411> (date of the address: 18.06.2015).
6. Realization of the state policy in the sphere of physical culture and sport in the USSR in the 1950s fifties at the regional level / I.O. Zvyagin, V.A. Kochergin, A.S. Davydov, L.A. Koroleva // Modern scientific researches and innovations. – 2015. – No. 6. – URL: <http://web .snauka.ru/issues/2015/06/52408> (date of the address: 18.06.2015).

УДК 796.011

*Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства*

Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Вазерова Алла Геннадьевна,**  
кандидат исторических наук,  
доцент кафедры «История и философия»  
E-mail: history@pguas.ru

**Аипов Рамиль Наилевич,**  
студент  
E-mail: history@pguas.ru

*Penza State University of Architecture  
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Vazerova Alla Gennadyevna,**  
Candidate of Historical Sciences, Associate  
Professor of the department «History and  
philosophy»  
E-mail: history@pguas.ru

**Aipov Ramil Nailevich,**  
Student  
E-mail: history@pguas.ru

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПОРТИВНЫХ СУДЕЙ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ 1940-х-1950-х гг.

А.Г. Вазерова, Р.Н. Аипов

Рассматривается комплекс мероприятий региональных властей, в первую очередь областного комитета по делам физической культуры и спорта, по повышению квалификации спортивных судей Пензенской области во второй половине 1940-1950-х гг.: организация специальных семинаров для судей по различным видам спорта; учет статистических профессионально-квалификационных характеристик судей по видам спорта и категориям; реализация приказа № 18 Пензенского областного комитета по делам физкультуры и спорта при областном исполкоме «О состоянии и мерах улучшения работы судейских коллегий и судей по спорту»; проведение переаттестации спортивных судей всех категорий; оптимизация порядка награждения судей за «беспрерывное и безупречное судейство соревнований»; создание семинара по подготовке радиопроинформаторов для проведения соревнований и т.п.

*Ключевые слова: СССР, Пензенская область, спорт, физическая культура, комитет по физической культуре и спорту, судейская квалификация*

## ORGANIZATIONAL AND PEDAGOGICAL CONDITIONS OF PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF REFEREES OF THE PENZA REGION IN THE SECOND HALF OF THE 1940-1950s

A.G. Vazerova, R. N. Aipov

The complex of actions of the regional authorities, first of all, of regional committee on physical culture and sports, on professional development of referees of the Penza region in the second half of the 1940-1950s is considered: the organization of special seminars for referees on sports; statistical data of referees on sports and categories; implementation of Order № 18 of the Penza regional committee at regional executive committee "On state and measures of improvement the work of referees, sports jury and referees"; carrying out recertification of referees of all categories; optimization of rewarding of referees for "continuous and faultless refereeing of competitions"; creation of a seminar on training of radio sportscasters, etc.

*Keywords: USSR, Penza region, sport, physical culture, committee on physical culture and sport, judicial qualification*

Физическая культура и спорт теснейшим образом связаны с другими аспектами воспитания: интеллектуальным, нравственным, трудовым и т.п. – и, естественно, оказывают значительное влияние на развитие личности.

Спортивное соревнование – это состязание в игровом виде, имеющее задачу выяснить преимущество в уровне физической подготовки, развитии отдельных сторон сознания. Соревнования предоставляют возможность решать педагогические, спортивные, методические и общественно-политические задачи; педагогически влиять на зрителей, поскольку соревнование – зрелищное мероприятие.

Руководит соревнованиями судья, который следит, чтобы участники придерживались правил соревнований и положений о них. От организаторских навыков судьи, его честности и дисциплинированности во многом зависит эффективность соревнований. Одним из важнейших направлений спортивной системы является оптимизация подготовки судей.

Повышению спортивного мастерства, в том числе и судейского, в Пензенской области всегда придавалось большое значение и велась планомерная и системная работа в этом направлении.

Согласно плану подготовки кадров Пензенскому обкомитету по делам физкультуры и спорта от 17 октября 1946 г. предписывалось для подготовки инструкторов-общественников и судей по лыжным видам спорта организовать семинар судей в Пензе в течение 5 дней – с 29 ноября по 3 декабря 1946 г. для 42 человек. Начальник учебно-спортивного отдела должен был подготовить расписание в соответствии с учебным планом исходя из 8-часового рабочего дня. Инспектора по пропаганде и агитации обязали сделать подборку литературы по спортивной тематике, в частности по лыжам [1].

В Пензе в 1949 г. было официально зафиксировано 416 судей, из них по баскетболу – 29, боксу – 11, классической борьбе – 10, велосипедному виду спорта – 10, волейболу – 28, гимнастике – 75, городкам – 9, конькобежному виду спорта – 19, легкой атлетике – 64, лыжам – 43, плаванию – 10, пулевой стрельбе – 10, стендовой стрельбе – 6, тяжелой атлетике – 3, фехтованию – 1, фигурному катанию – 1, футболу – 38, хоккею – 2, хоккею русскому – 25, шахматам – 16, шашкам – 1. При этом судей республиканской категории насчитывалось 5, первой категории – 18, второй категории – 35, третьей категории – 324; по шахматам 4 категории – 115, 5 категории – 492; по шашкам 4 категории – 5, 5 категории – 215 [2].

Проблему судейских кадров пытались решить на региональном уровне своими силами. Так, на период с 12 по 19 апреля 1950 г. в Чаадаевский район был командирован тренер по футболу В.Г. Ларичкин для проведения курсов по подготовке судей по футболу [3].

4 мая 1950 г. Пензенский областной комитет по делам физкультуры и спорта при областном исполкоме издал приказ № 18 «О состоянии и мерах улучшения работы судейских коллегий и судей по спорту» в продолжение изданного 11 апреля 1950 г. Всесоюзным комитетом по делам физической культуры и спорта при Совете Министров СССР приказа № 245 «О состоянии и мерах улучшения работы судейских коллегий и судей по спорту». Всесоюзный комитет в своем приказе отмечал исключительную роль в деле развития спорта в СССР судей; указывал, что труд судей всегда пользовался уважением и высоко оценивался советской общественностью. Однако комитет отмечал, что наряду с большой полезной деятельностью, которая велась подавляющим большинством судей, уделявших значительную часть своего досуга на общественных началах делу развития спорта и творчески работавших над внедрением передовых методов проведения соревнований, имелись явления, свидетельствовавшие о слабой квалификации ряда судей, плохом знании действовавших правил, отсутствии должной требовательности к их соблюдению и слабом организационном уровне подготовки и проведения соревнований. Эти недостатки и отдельные факты необъективного судейства, вызывавшие справедливое возмущение физкультурной общественности, следовало отметить и в Пензенской области. Некоторые судьи республиканской категории не прилагали усилий к дальнейшему

росту своих знаний и повышению качества судейства, не принимали участия в подготовке новых судейских кадров.

Районные и городские комитеты по делам физкультуры и спорта допускали иногда до судейства лиц, не имевших звания судей и совершенно не знавших правил судейства.

Все это являлось результатом слабого руководства со стороны комитетов работой судейских коллегий, отсутствия должной заботы о систематическом повышении квалификации судейских кадров, подготовке и выдвижении новых судей из числа квалифицированных спортсменов, имеющих большой опыт участия в соревнованиях. Советы спортивных обществ не уделяли должного внимания систематической работе по подготовке и выдвижению судейских кадров, не вели воспитательной работы с имевшимися кадрами судей, не оказывали им помощи в повышении квалификации, что приводило также к недостатку в подготовленных судьях при проведении спортивных мероприятий.

Явления необъективного, невнимательного отношения судей к своим обязанностям, имевшие место в спортивной практике, являлись также результатом слабой работы судейских коллегий, отсутствия критики в их работе и слабой требовательности со стороны президиумов судейских коллегий к повышению квалификации судей и обеспечению высокого уровня судейства, выявлению и росту новых кадров спортивных судей и организации обмена опытом работы лучших судей.

Судьи и качество судейства играли большую роль в деле повышения воспитательного значения и культуры проведения соревнований, способствовали достижению высоких результатов советскими спортсменами, пропаганде и агитации спорта. Комитетам по делам физической культуры и спорта и советам спортивных обществ в течение мая 1950 г. предписывалось обсудить на расширенных заседаниях, совместно с активом, меры по росту числа судей и повышению качества судейства, как одного из важных разделов в деле массового развития спорта. Следовало принять меры по улучшению работы судейских коллегий, организации семинаров по подготовке новых судей и повышению квалификации работающих судей; организовать президиумы коллегий судей по отдельным видам спорта в городах и районах, активизировать работу президиумов коллегий судей. Предлагалось широко использовать критику и самокритику в работе судейской общественности, как важные рычаги в деле дальнейшего повышения качества спортивного судейства и творческого роста судейских кадров. Необходимо воспитывать судей в духе строгой объективности и непримиримости к нарушениям действующих правил спортивных соревнований, а также требовательности к обеспечению четкой подготовки спортивных баз и оборудования для проведения соревнований.

Приказывалось в течение мая-июня 1950 г. провести в городах и райцентрах общие собрания судей по вопросам, связанным с улучшением работы судейских коллегий, ростом их численности, усилением организационной и воспитательной работы.

Советам спортивных обществ и руководящим органам физкультурных организаций ведомств в целях увеличения числа судей и повышения качества судейства рекомендовалось принять меры по широкому привлечению к судейству мастеров спорта и спортсменов старших возрастов, имеющих большой опыт и спортивный стаж, а также женский актив и молодежь.

Решено было организовать при всех советах спортивных обществ и крупных коллективах физической культуры судейские группы, работавшие под руководством соответствующих городских судейских коллегий.

В течение второго квартала 1950 г. планировалось провести повсеместно переаттестацию судей всех категорий, широко используя это мероприятие в целях стимулирования повышения квалификации судейских кадров и активизации работы судейских коллегий. Переаттестацию судей комитет по делам физической культуры и спорта должен проводить в соответствии с установленным порядком присвоения судейских категорий. Для руководства проведением переаттестации судей была

утверждена областная аттестационная комиссия, на которую была возложена также обязанность по переаттестации судей первой и второй категорий. Комитетам по делам физической культуры и спорта городов и районов надо было создать аттестационные комиссии и обеспечить окончание работы не позднее 1-го июля. Переаттестация судей проводилась на основании решений соответствующих президиумов судейских коллегий по видам спорта и представляемых ими характеристик.

В целях поощрения многолетней активной судейской деятельности и стимулирования лучших судей был установлен следующий порядок награждения судей за непрерывное и безупречное судейство соревнований:

а) грамотами районных комитетов по делам физической культуры и спорта – судей, проработавших не менее 3-х лет;

б) грамотами городских и областных комитетов по делам физкультуры и спорта – судей, проработавших не менее 5 лет.

Награждение судей проводилось в торжественной обстановке на собрании судей и физкультурников по данному виду спорта.

Комитетам по делам физической культуры и спорта и советам спортивных обществ предписывалось заслушивать на своих заседаниях отчетные доклады судейских коллегий об их работе, принимать меры к повышению общественной активности и самодеятельности судей и поощрению и награждению судей за отличное проведение соревнований.

Городским и районным коллегиям судей приказывалось определить с учетом календарных планов спортивных мероприятий минимальное количество соревнований, которое каждый судья по спорту должен обслужить в течение года; разработать меры воздействия, вплоть до исключения из коллегии, по отношению к судьям, уклоняющимся от выполнения своих обязанностей; завести в комитетах карточки учета работы судей всех категорий.

Следовало установить правило, что после окончания каждого соревнования судейская коллегия на своем заключительном заседании должна утвердить результаты проведенного соревнования и дать оценку работе каждого судьи. Президиумам коллегий судей по видам спорта предписывалось заслушивать на своих заседаниях доклады главных судей или их заместителей о проведенных соревнованиях.

Руководители физкультурных организаций должны были оказывать содействие судьям в выполнении их судейских обязанностей и проведении судейских семинаров по повышению квалификации.

Президиумам районных, городских и областных коллегий судей было предоставлено право снижать категории судьям, не справлявшимся с возложенными на них обязанностями, слабо работавшим над повышением своей квалификации и допустившим грубые ошибки в судействе. Решение о снижении категорий должно было утверждаться соответствующим комитетом по делам физической культуры и спорта, присвоившим судье данную категорию.

Отделу агитации и пропаганды комитета совместно с учебно-спортивным отделом было дано распоряжение организовать во втором квартале 1950 г. семинар по подготовке радиоинформаторов для проведения соревнований.

Районные и городские комитеты по делам физической культуры и спорта к 1 июля 1950 г. должны были представить в областной комитет информационные доклады об итогах переаттестации судей и мерах, принятых ими по улучшению работы с судейскими кадрами.

Контроль за выполнением данного приказа возлагался на учебно-спортивный отдел областного комитета по делам физической культуры и спорта [4].

В 1950 г. звание «Судья республиканской категории» по боксу «в связи с многолетней практикой судейства ответственных соревнований в качестве главного и старшего судьи» было присвоено Борису Вячеславовичу Отто [5].

Таким образом, спорт является органической частью физической культуры и представляет собой совокупность материальных и духовных ценностей, которые создаются и используются обществом для игровой физической деятельности людей,

направленной на интенсивную специализированную подготовку для последующего максимального проявления способностей в ходе соревнования в заранее определяемых двигательных действиях. И от уровня подготовленности и мастерства судей во многом зависит эффективность всей работы, направленной на повышение спортивного мастерства. Пензенские власти пытались максимально использовать все имевшиеся возможности для повышения квалификации местных судей.

#### Список литературы

1. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 1. Л. 43.
2. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 4-а. Л. 35об.
3. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 7. Л. 98.
4. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 7. Л. 86-89.
5. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 6. Л. 4.

#### References

1. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 1. L. 43.
2. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 4-a. L. 35ob.
3. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 7. L. 98.
4. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 7. L. 86-89.
5. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 6. L. 4.

*Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства*

Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Королева Лариса Александровна,**  
доктор исторических наук, профессор,  
зав. кафедрой «История и философия»  
E-mail: la-koro@yandex.ru

**Давыдов Александр Станиславович,**  
студент  
E-mail: la-koro@yandex.ru

*Penza State University of Architecture  
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Koroleva Larisa Aleksandrovna,**  
Doctor of Historical Sciences, Professor, Head of  
the department «History and philosophy»  
E-mail: la-koro@yandex.ru

**Davydov Aleksandr Stanislavovich,**  
Student  
E-mail: la-koro@yandex.ru

## ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОВЕТСКИХ ВЛАСТЕЙ ПО ФИЗИЧЕСКОМУ ВОСПИТАНИЮ НАСЕЛЕНИЯ В НАЧАЛЕ 1950-Х ГГ. (ПО МАТЕРИАЛАМ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Л.А. Королева, А.С. Давыдов

Рассматривается государственная политика в сфере физического воспитания и спорта населения СССР в начале 1950-х гг. на региональном уровне – в Пензенской области, имевшая задачу подготовку физически крепких, здоровых, мотивированных «строителей коммунизма», способных к высокопроизводительному труду и защите Родины. Реализацией данного направления деятельности советского руководства в регионе занимался комитет по физической культуре и спорту при Пензенском облисполкоме, ключевыми задачами которого являлись подготовка значкистов ГТО; создание спортивных секций и коллегий судей; организация и проведение спортивных соревнований и т.п.

*Ключевые слова: СССР, Пензенская область, спорт, физическая культура, физическое воспитание, комитет по физической культуре и спорту*

## ACTIVITIES OF SOVIET AUTHORITIES FOR PHYSICAL EDUCATION OF POPULATION IN THE EARLY 1950s (ON MATERIALS OF THE PENZA REGION)

L.A. Koroleva, A.S. Davydov

The state policy in the sphere of physical education and sports of the population of the USSR in the early 1950s at the regional level – in the Penza region, aiming at growing physically strong, healthy, motivated "builders of communism" capable for high labour and protection of the Homeland is considered. The committee on physical culture and sports which key activities were preparation of winners of "Ready to Work and Defense" badges was engaged in realizing this activity of the Soviet management; creation of sports sections and sports jury; organization and holding of sports competitions, etc.

*Keywords: USSR, Penza region, sport, physical culture, physical education, committee on physical culture and sports*

В СССР физическое воспитание рассматривалось как компонента коммунистического воспитания, цель которого состояла в подготовке физически развитых, здоровых, целеустремленных строителей коммунистического общества, пригодных к высокоэффективному труду и защите Отечества.

По мере развертывания массового физкультурного движения увеличивалась его роль в адресном формировании личности, влиянии на мировоззрение населения. Исходя из этого значительно усложнялись цели и методы управления данным многосторонним социальным процессом.

Исследователи нечасто обращаются к теме становления советской физической культуры, особенно в настоящее время. Данным вопросом занимались, как правило, журналисты, бывшие спортсмены, тренеры, чиновники от спорта. Широко издаются воспоминания участников крупных спортивных событий, но эти публикации, представляя собой интересный фактический материал, имеют описательный характер, в них практически отсутствует аналитический подход.

Краеведческая литература, в которой рассматривались проблемы развития физкультуры и спорта в 1940-1950 гг. в Пензенской области, весьма немногочисленна. Работа В.С. Година, В.И. Лебедева «Пенза спортивная» [1], вероятно, представляет собой одну из первых по данной проблематике. Сами авторы обозначили свой труд как «очерки».

В 1986 г. был опубликован сборник очерков «Дружат со спортом пензенцы» [2] (составитель – А.Ф. Смайкин), в котором раскрывался значительный опыт массовой физкультурной и спортивной работы с детьми и молодежью, накопленный в регионе, характеризовались условия для занятий физкультурой и спортом в городе и на селе, анализировалось движение «Пензе – сто подростковых клубов!». Среди авторов очерков – известные и статусные люди того времени – Г.В. Мясников, второй секретарь Пензенского обкома КПСС; Ю.А. Виноградов, член бюро Пензенского горкома КПСС; Н.Г. Габисиани, председатель областной федерации волейбола; И.Ф. Чуйков, мастер спорта, руководитель клуба «Серебряные спицы»; Г.П. Мурашкин, учитель физкультуры средней школы № 24 и др. Содержание сборника охватывает в основном 1970-1980-е гг., присутствует также материал по более раннему периоду.

В 1987 г. появилась брошюра О.И. Пучкова «Этапы развития физической культуры и спорта в Пензенской области за годы советской власти» [3].

В 1996 г. была издана работа О.И. Пучкова, В.Б. Суловицкого «Пензенский спорт: история и современность» [4], в которой на базе архивных документов, воспоминаний спортсменов, публикаций в СМИ рассказывается о развитии в Пензенской области разнообразных видов спорта (баскетбол, биатлон, бокс, велосипедный спорт, волейбол, городки, дзюдо, конькобежный спорт, легкая атлетика, лыжный спорт, плавание, регби, самбо, спортивная гимнастика, спортивное ориентирование, стрелковый спорт, туризм, тяжелая атлетика, футбол, хоккей с шайбой, художественная гимнастика, шахматы).

Определенная информация по исследуемой теме содержится в «Пензенской энциклопедии» [5], которая является первым систематизированным сводом сведений об истории, культуре, природе, населении Пензенской области, его известных представителях в различных областях жизнедеятельности, в том числе о физической культуре и спорте в регионе, выдающихся спортсменах-пензенцах, спортивных школах, техникуме физкультуры, стадионах и т.п.

Для воспроизведения более полной и детальной картины спортивной жизни в области определенный интерес представляют диссертации О.И. Пучкова «Становление и развитие физической культуры Среднего Поволжья в первое десятилетие Советской власти 1917-1927 гг.» [6] и В.Г. Волкова «Становление и развитие физической культуры и спорта в Пензенской губернии в конце XIX – первой четверти XX вв.» [7].

Таким образом, хотя в литературе определенные аспекты вопроса становления и развития физкультуры и спорта в Пензенской области получили свое освещение, в целом тема требует комплексного исследования.

Советская власть понимала, что физическая культура и спорт – это в том числе мощное идейное и политическое средство управления населением, и, естественно, стремилась контролировать данный вид деятельности.

В Пензенской области комитетом по физической культуре и спорту при Пензенском облисполкоме руководил Л.М. Голубовский [8].

Деятельность местных комитетов по физической культуре и спорту была очень разнообразной, и контролю за реализацией спортивной политики на местах придавалось особое значение. На заседаниях комитета постоянно отчитывались председатели низовых комитетов о выполнении работы. Так, заслушав доклад председателя Кузнецкого городского комитета по делам физкультуры и спорта В.Н. Покровского о ходе выполнения плана развития физкультуры и спорта 1950 г. и содоклад старшего инспектора проверявшей бригады В.А. Васильева, облкомитет пришел к выводу, что план выполнялся неудовлетворительно. Например, по состоянию на 1 июля 1950 г. план подготовки значкистов ГТО всех степеней был выполнен на 0 %. В городе плохо организована подготовка общественных физкультурных кадров; план подготовки председателей советов коллективов и физоргов выполнен на 0 %, общественных инструкторов – на 0 %. Неудовлетворительно выполнялся план по подготовке спортсменов-разрядников, особенно юношеского разряда. Городской комитет недостаточно привлекал к своей работе общественный физкультурный актив, руководящие секции по видам спорта не развернули активную организаторскую деятельность, не были разработаны планы развития отдельных видов спорта, слабо оказывалась практическая помощь в учебно-спортивной работе коллективов. Коллегии судей по видам спорта не создавались. В течение 1950 г. на заседании комитета всего один раз ставился вопрос о работе коллектива физкультуры, протоколы заседаний комитета в делах отсутствовали, приказов не было. Члены комитета не несли персональной ответственности за отдельные участки работы комитета. В Кузнецке не получила развития пропаганда физкультуры и спорта. Газета «Сталинский клич», публиковавшая только хроникальный материал, практически игнорировала такое важное направление коммунистического воспитания населения, как вовлечение в массовые занятия физкультурой и спортом. В городе по-прежнему мало проводилось лекций, докладов и показательных спортивных выступлений для горожан, культурно-просветительные учреждения фактически не были задействованы в этой работе. Городской комитет совершенно не использовал в ходе развернувшегося социалистического соревнования на лучшую постановку работы по физкультуре преподавателей, инструкторов, тренеров, не организовал проверку выполнения соцобязательств, подведение итогов соревнования и обмен опытом работы. Отмечалось, что председатель комитета В.Н. Покровский и в целом комитет не выполняли задач, поставленных перед комитетами по физической культуре и спорту Советским правительством. В итоге появился приказ № 42 от 18 августа 1950 г., согласно которому предписывалось «за отсутствие контроля за деятельностью подведомственных организаций, за невыполнение государственного плана подготовки значкистов ГТО всех ступеней и общественных физкультурных кадров, за систематическое невыполнение указаний областного комитета по делам физкультуры и спорта председателю Кузнецкого городского комитета ... тов. В.Н. Покровскому объявить выговор и предупредить, что в случае неисправления создавшегося положения к 7-му ноября с.г. он будет освобожден от занимаемой должности» [9]. Определялись конкретные задания по исправлению ситуации: пересмотреть штатные физкультурные кадры города, укрепив организации квалифицированными работниками, способными справиться с новыми возросшими требованиями в области массового развития физкультуры и спорта; провести собрание физкультурного актива города по вопросу улучшения физкультурной и массовой работы в городе; организовать взаимопроверку выполнения планов работы и обязательств по развитию физкультуры и спорта во всех коллективах физкультуры города; для улучшения качества учебно-спортивной работы в коллективах физкультуры закрепить за ними постоянных общественных инструкторов, тренеров, систематически оказывать им помощь по организационным и методическим вопросам, увеличить количество соревнований, проводимых непосредственно в коллективах физкультуры и между ними и т.д. Культурно-просветительные учреждения города и редакция газеты

«Сталинский клич» должны были усилить агитационно-пропагандистскую и организационную работу [10].

Время было суровое, и с теми руководителями, кто не справлялся с возложенными на них обязанностями, особо не «церемонились». Например, 24 августа 1950 г. был подписан приказ № 43-а облкомитета: «В результате ... проверки состояния дел в Головинщенском райкомитете по делам физкультуры и спорта установлено, что тов. Козин, председатель РФ ФК и спорта, ничего в течение всего времени нахождения на этой должности, с февраля по настоящее время, не делал, в результате чего в комитете никакой документации нет, планы работы отсутствуют, комитет не существует, государственные планы подготовки значкистов ГТО всех ступеней, общественных физкультурных кадров и спортсменов-разрядников выполнены на 0 %. Коллективы физкультуры прекратили свое существование, ни на один из документов областного комитета, поступивших на исполнение в районный комитет, ответа не давалось и т.д.

Приказываю:

1. Председателя Головинщенского районного комитета по делам физкультуры и спорта т. И.М. Козина за халатное отношение к порученному делу, систематическое невыполнение указаний областного комитета и развал всей работы с работы снять, и материал передать прокурору для привлечения к судебной ответственности.

2. Просить райком ВКП(б) и райисполком принять срочные меры к немедленному улучшению массовой физкультурной и спортивной работы в районе.

3. Командировать в сентябре месяце в Головинщенский район для оказания помощи бригаду работников облкомитета по делам физкультуры и спорта» [11].

Исключения не делались ни для кого. 29 августа 1950 г. облкомитет по делам физкультуры и спорта рассматривал вопрос о работе Пензенского горкомитета по делам физкультуры и спорта, и в итоге появился приказ № 45: «... Городской комитет ... совершенно неудовлетворительно руководил массовой физкультурно-спортивной работой, не выполнял типового положения о комитетах по делам физкультуры и спорта... Физкультурные организации города плохо выполняли постановление ЦК ВКП(б) от 27 декабря 1948 г., а также постановления пензенского обкома и горкома ВКП(б) по физкультурным вопросам. Городской комитет по делам физкультуры и спорта, добровольно-спортивные общества и низовые физкультурные коллективы города на низком уровне проводили организационную и учебно-спортивную работу» [12]. Отмечалось, что со стороны горкомитета отсутствовал контроль за постановкой физвоспитания учащихся, в результате чего в ряде школ и техникумов преподавание физкультуры находилось на низком уровне; не в полной мере использовались имевшиеся квалифицированные кадры физкультурных работников, неудовлетворительно занимались подготовкой общественно-спортивных кадров. Выполнение государственного плана по подготовке значкистов ГТО I ступени составило лишь 10 %, ГТО I ступени – 9 % и БГТО – 8,5 %. В запущенном состоянии находилась агитационно-массовая работа среди физкультурников, физкультура и спорт слабо популяризировались среди широких слоев трудящихся города. Подчеркивалось, что городской комитет попустительствовал отдельным руководящим физкультурным работникам, допускавшим факты недисциплинированности, очковтирательства и безответственного отношения к порученному делу, робко выдвигал на руководящую физкультурную работу молодые кадры, проявивших себя на деле физкультурных активистов. В спортивных организациях города не было создано обстановки для развертывания критики и самокритики, основные вопросы физкультурной работы не выносились на обсуждение широкой массы физкультурников. Согласно приказу, председателя Пензенского горкомитета по делам физкультуры и спорта Н.А. Сатурнова, как не обеспечивавшего руководство комитетом от работы освободили, и была разработана конкретная программа мероприятий по выполнению всех поставленных советским руководством задач в данной сфере [13].

Таким образом, несмотря на трудности, связанные с восстановлением народного хозяйства, Советское правительство уделяло значительное внимание созданию и активизации деятельности физкультурных организаций в стране. К 1947 г. в физкультур-

ном и спортивном движении СССР были преодолены последствия военных разрушений. На местах работа по развитию физкультуры и спорта приобретала все более комплексный и системный характер, выделялись новые направления в данной работе.

### Список литературы

1. Годин, В.С. Пенза спортивная / В.С. Годин, В.И. Лебедев. – Пенза: Пензенское книжное издательство, 1959. – 76 с.
2. Дружат со спортом пензенцы: сборник очерков / сост. А.Ф. Смайкин. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 94 с.
3. Пучков, О.И. Этапы развития физической культуры и спорта в Пензенской области за годы советской власти (Методический материал в помощь лектору) / О.И. Пучков. – Пенза: Общество «Знание», 1987. – 40 с.
4. Пучков, О.И. Пензенский спорт: история и современность / О.И. Пучков, В.Б. Суrowицкий. – Пенза: Полиграфист, 1996. – 345 с.
5. Пензенская энциклопедия. Пенза. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2001. – 759 с.
6. Пучков, О.И. Становление и развитие физической культуры Среднего Поволжья в первое десятилетие Советской власти 1917-1927 гг.: дис... канд. ист. наук / О.И. Пучков. – Куйбышев, 1983. – URL: // <http://www.dissercat.com/content/stanovlenie-i-razvitie-fizicheskoi-kultury-i-sporta-v-penzenskoj-gubernii-v-kontse-xix-pervo#ixzz3X0lv1mKc>
7. Волков, В.Г. Становление и развитие физической культуры и спорта в Пензенской губернии в конце XIX – первой четверти XX вв.: дис. ... канд. ист. наук / В.Г. Волков. – Пенза, 2003. – URL: // <http://cheloveknauka.com/v/3251/d/?#?page=1>
8. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 1. Л. 16.
9. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 7. Л. 55.
10. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 7. Л. 56-57.
11. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 7. Л. 53.
12. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 7. Л. 53-53об.
13. ГАПО. Ф. Р 2388. Оп. 1. Д. 7. Л. 49-50.

### References

1. Godin, V.S. Penz sports / V.S. Godin, V.I. Lebedev. – Penza: Penza book publishing house, 1959. – 76 p.
2. Residents of Penza are on friendly terms with sport: collection of sketches / sost. A.F. Smaykin. – M.: Physical culture and sport, 1986. – 94 p.
3. Bunches, O.I. Stages of development of physical culture and sport in the Penza region in the years of the Soviet power (Methodical material for the aid to the lecturer) / O.I. Bunches. – Penza: Society «Knowledge», 1987. – 40 p.
4. Bunches, O.I. Penza sport: history and present / O.I. Bunches, V.B. Surovitsky. – Penza: Printer, 1996. – 345 p.
5. Penza encyclopedia. Penza. – M.: Big Russian encyclopedia, 2001. – 759 p.
6. Bunches, O.I. Formation and development of physical culture of the Central Volga region in the first decade of the Soviet power 1917-1927: dis. ... candidate of historical sciences / O.I. Bunches. – Kuibyshev, 1983. – URL: //<http://www.dissercat.com/content/stanovlenie-i-razvitie-fizicheskoi-kultury-i-sporta-v-penzenskoj-gubernii-v-kontse-xix-pervo#ixzz3X0lv1mKc>
7. Wolves V.G. Formation and development of physical culture and sport in the Penza province at the end of XIX – the first quarter of the XX centuries: dis. ... candidate of historical sciences / V.G. Wolves. – Penza, 2003. – URL: //<http://cheloveknauka.com/v/3251/d/?#?page=1>
8. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 1. L. 16.
9. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 7. L. 55.
10. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 7. L. 56-57.
11. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 7. L. 53.
12. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 7. L. 53-53ob.
13. SAPR. F. P 2388. Inv. 1. d. 7. L. 49-50.

Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства  
Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Кучигина Светлана Каюмовна**,  
кандидат философских наук, директор  
Центра практики студентов и содействия  
трудоустройству выпускников  
E-mail: ku4igina@yandex.ru

**Молькин Алексей Николаевич**,  
аспирант  
E-mail: ku4igina@yandex.ru

*Penza State University of Architecture  
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Kuchigina Svetlana Kaumovna**,

Candidate of Philosophy Sciences, Director of the  
Centre for training of students and employment of  
graduates

E-mail: ku4igina@yandex.ru

**Molkin Aleksey Nikolaevich**,

Postgraduate

E-mail: ku4igina@yandex.ru

## ПРОБЛЕМЫ ТРУДОУСТРОЙСТВА И ЗАНЯТОСТИ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ НА РЫНКЕ ТРУДА

С.К. Кучигина, А.Н. Молькин

Представлены результаты кабинетных исследований ситуации трудоустройства и занятости молодых специалистов с ограниченными возможностями на рынке труда, а также предложены мероприятия по устранению проблемных зон.

*Ключевые слова: молодые специалисты с ограниченными возможностями, региональные аспекты, молодежный рынок труда, трудоустройство и занятость, мониторинг, рекомендации.*

## THE PROBLEM OF EMPLOYMENT OF GRADUATES WITH DISABILITIES IN THE LABOUR MARKET

S.K. Kuchigina, A.N. Molkin

This article presents the results of the desk research of the situation of employment of young people with disabilities in the labour market, and proposes activities to eliminate problem areas.

*Keywords: young professionals with disabilities, regional aspects, youth labour market, employment, monitoring, recommendations*

Трудоустройство и занятость молодых специалистов с ограниченными возможностями обладает стратегически важным социально-экономическим значением. Проблемы, возникающие при трудоустройстве этой категории работников, отличаются наряду с прочим и региональной спецификой, поскольку отраслевая направленность экономической деятельности региона может как способствовать вовлечению молодых работников с ограниченными возможностями в структуру занятости, так и препятствовать этому процессу.

Для решения проблем трудоустройства молодых специалистов с ограниченными возможностями необходима разработка комплекса мероприятий, позволяющих данной категории работников преодолеть трудности при вхождении в трудовую сферу. К числу таких мероприятий можно отнести следующие:

1. Применение «средового подхода» в адаптационном трудовом процессе, предусматривающего индивидуально-групповую работу с молодыми сотрудниками-инвалидами на предприятии с целью создания благоприятного психолого-эмоционального климата и мотивационных основ деятельности. Данная стратегия предполагает развитие социальной инфраструктуры области и региона, отдельно взятых предприятий, в

поле которой будет сформировано лояльное отношение в коллективе к сотрудникам с ограниченными возможностями и обеспечены специальные условия для комфортного труда.

2. Применение «деятельностного подхода» предусматривает активное вовлечение молодых специалистов с ограниченными возможностями в процессы коллективного труда и отдыха, достижение совместных трудовых целей и задач, инновационно-производственную деятельность.

Для оценки степени вовлеченности специалистов-инвалидов в коллективную трудовую деятельность в научной литературе представлены методики, позволяющие вычислить «индекс вовлеченности» (ИВ). С помощью одной из таких методик можно рассчитать индекс вовлеченности молодых сотрудников-инвалидов в корпоративную среду компании на основе трех факторов «участия»:

- личные усилия при достижении корпоративных целей и задач;
- уровень трудовой мотивации;
- степень инициативности и креативного компонента в осуществлении трудовой деятельности.

В соответствии с представленной методикой специфика деятельности компании неизбежно будет влиять на итоговое значение индексов вовлеченности сотрудников, и ключевым определяющим фактором в этих расчетах являются основные показатели региональной активности и формат деятельности компании. К примеру, сотрудники фирм, опирающихся на инновационное направление в рамках «наступательной» траектории развития, будут иметь более высокие индексы вовлеченности по сравнению с сотрудниками компаний, не выходящих за рамки традиционно намеченных путей развития, занимающих «оборонительные» стратегические позиции.

В зависимости от степени информированности сотрудников с ограниченными возможностями о целях и задачах развития предприятия можно выделить определенные уровни. Так, максимальному уровню информированности сотрудников, активно принимающих участие в жизни компании, присваивается предельно высокий балл. Отсутствие баллов при расчетах свидетельствует о полном отсутствии информированности сотрудников и низкой степени вовлеченности в корпоративное развитие (см. таблицу).

Уровни вовлечения молодых сотрудников-инвалидов в информационную среду предприятия

Уровень вовлеченности	Описание	Балл
Отсутствие вовлеченности	Сотрудник ничего не знает и знать не хочет	0
Низкий	Почти ничего не знает, но в принципе не против знать	1
Ниже среднего	Много знает, но не все понимает	2
Средний	Хорошо информирован, понимает суть корпоративных задач	3
Выше среднего	Хорошо информирован, понимает и разделяет корпоративные задачи	4
Высокий	Хорошо информирован, понимает и принимает задачи, является их проводником, активно привлекает к реализации изменений сторонников	5
Максимальный	Хорошо информирован, понимает, принимает и продвигает корпоративные задачи, активно их формирует, выдвигает новые идеи и выступает с инициативами	6

При подсчете баллы, набранные сотрудниками, суммируются, и на основе этих данных формулируются выводы о степени вовлеченности молодого сотрудника с ограниченными возможностями в деятельность компании. По этим показателям

можно судить о степени экономической активности трудового потенциала региона в целом.

Следует отметить, что данная методика должна быть адаптирована под каждое отдельное предприятие в соответствии со спецификой региональных компонентов и содержать разработанную базу анкетирования, в которой формулировки вопросов будут зависеть от целей и задач развития компании.

3. Мониторинг трудовой среды, в которой осуществляют трудовую деятельность молодые специалисты с ограниченными возможностями, проводится на федеральном, региональном и локальном уровнях. Данные мониторинга, проводимого на федеральном уровне, свидетельствуют:

- о том, что потребность в трудоустройстве инвалидов остается достаточно актуальной и составляет около 77 %;
- о высоком уровне профессиональной подготовки молодых специалистов с ограниченными возможностями;
- о стремлении молодых специалистов с ограниченными возможностями качественно повышать уровень собственного профессионального мастерства;
- о том, что молодые специалисты с ограниченными возможностями испытывают большие трудности при трудоустройстве и поиски работы составляют в среднем 1-3 года [9].

Создание системы мониторинга трудовых потребностей молодых специалистов-инвалидов на региональном и локальном уровнях представляет собой сложную многоступенчатую задачу. Умение выявлять, группировать, оценивать данные, полученные в результате исследований, применять их на практике с целью координации и усовершенствования механизмов регулирования процессов трудоустройства и занятости молодых специалистов с ограниченными возможностями является одним из важных направлений социально-экономической деятельности региона.

### Список литературы

1. Кучигина, С.К. Фриланс как форма занятости студентов высших учебных заведений / С.К. Кучигина, К.С. Горбушова // Университетское управление: практика и анализ. – 2014. – №3.
2. Кучигина, С.К. Особенности формирования российских трудовых традиций / С.К. Кучигина // Экономика и предпринимательство. – 2013. – №12-1.
3. Резник, Г.А. Эволюция социальной ответственности в теориях стратегического управления / Г.А. Резник, Д.В. Волокушин // Экономическое возрождение России. – 2012. – №3.
4. Резник, Г.А. Инновационно-ориентированный специалист как стратегический ресурс России / Г.А. Резник // Региональная архитектура и строительство. – 2006. – №1.
5. Резник, Г.А. Подготовка инновационно-ориентированного специалиста – основа устойчивого развития региона / Г.А. Резник // Проблемы социально-экономической устойчивости региона: сборник материалов V Международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2009.
6. Резник, Г.А. Инвестиции в образование – ключевой фактор повышения благосостояния населения России / Г.А. Резник, Ю.С. Пономаренко, Д.Р. Амирова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований: электрон. журн. – 2012. – №12.
7. Резник, Г.А. Роль научного потенциала в процессе становления инновационной экономики России / Г.А. Резник, А.И. Маскаева // Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого, серия «Экономические науки». – 2012. – №69.
8. Резник, Г.А. Инновационная актуальность трудового потенциала как важнейший ресурс модернизации экономики / Г.А. Резник, Д.Р. Амирова // Экономика предпринимательства. – 2013. – №12, Ч.2.

9. Министерство труда и социальной защиты РФ. – URL: [www.rosmintrud.ru](http://www.rosmintrud.ru).
10. Методика расчета вовлеченности персонала в трудовой процесс. – URL: [www.managesens.ru](http://www.managesens.ru).

## References

1. Kuchigina, S.K. Freelancing as a form of employment of students in higher education / S.K. Kuchigina, K.S. Gorbushova // *University management: practice and analysis*. – 2014. – No. 3.
2. Kuchigina, S. K. Peculiarities of formation of the Russian labor traditions / S.K. Kuchigina // *Economics and entrepreneurship*. – 2013. – No. 12-1.
3. Reznik, G.A. Evolution of social responsibility in theories of strategic management / G.A. Reznik, D.V. Volukushin // *Economic revival of Russia*. – 2012. – No. 3.
4. Reznik, G.A. Innovation-oriented specialist as a strategic resource of Russia / G.A. Reznik // *Regional architecture and construction*. – 2006. – No. 1.
5. Reznik, G.A. Preparation of innovation-oriented specialist – the basis of sustainable development of the region / G.A. Reznik // *Problems of social and economic sustainability of the region: proceedings of the V International scientific-practical conference*. – Penza: RIO PGSHA, 2009.
6. Reznik, G.A. Investments in education as a key factor in improving the welfare of the population of Russia / G.A. Reznik, Y.S. Ponomarenko, D.R. Amirova // *International journal of applied and fundamental research: electron. log*. – 2012. – No. 12.
7. Reznik, G.A. Role of the scientific potential in the process of formation of innovative economy in Russia / G.A. Reznik, A.I. Maskaeva // *Vestnik of Novgorod state University. Yaroslav the Wise, a series of "Economic science"*. – 2012. – No. 69.
8. Reznik, G.A. Innovative relevance of the labor potential as a major resource of modernization of the economy / G.A. Reznik, D.R. Amirova // *Economics of entrepreneurship*. – 2013. – No. 12, part 2.
9. The Ministry of labour and social protection of the Russian Federation. – URL: [www.rosmintrud.ru](http://www.rosmintrud.ru).
10. The method of calculation of employee engagement in the labour process. – URL: [www.managesens.ru](http://www.managesens.ru).

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ (ПО ОТРАСЛЯМ)

## SYSTEM ANALYSIS, MANAGEMENT AND INFORMATION PROCESSING (ON BRANCHES)

УДК 519.7

*Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства*

Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Данилов Александр Максимович,**  
доктор технических наук, профессор,  
советник РААСН, зав. кафедрой «Математика  
и математическое моделирование»  
E-mail: fmatem@pguas.ru

**Озеров Алексей Николаевич,**  
магистрант  
E-mail: fmatem@pguas.ru

*Penza State University of Architecture  
and Construction*

Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Danilov Alexander Maksimovich,**  
Doctor of Sciences, Professor, Adviser of the Russian  
Academy of Architectural and Construction Sciences,  
Head of the department «Mathematics and  
Mathematical Modeling»  
E-mail: fmatem@pguas.ru

**Ozerov Alexey Nikolaevich,**  
Undergraduate  
E-mail: fmatem@pguas.ru

## СТРУКТУРИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

А.М. Данилов, А.Н. Озеров

Рассматриваются вопросы структурной идентификации сложных управляемых технических систем. Проводится структурирование композиционного материала как частного случая эргатической системы.

*Ключевые слова: сложная система, динамическая система, структурная идентификация, методы*

## STRUCTURING OF COMPLEX SYSTEMS

A.M. Danilov, A.N. Ozerov

Issues of structural identification of complex technical systems are considered. Structuring of composite material as a special case of an ergatic system is provided.

*Keywords: complex systems, dynamical system, structural identification, methods*

При анализе и синтезе сложных систем одной из основных задач является определение структуры системы [1...3]. Это обычно производится на основе феноменологического описания и последующего когнитивного моделирования (ориентированный граф – когнитивная карта [4]).

Эргатической является любая физическая система, в той или иной мере зависящая от участия в ней человека. С этих позиций все физические системы, созданные людьми, являются эргатическими. С точки зрения теории управления эргатическая

система представляет собой совокупность объектов управления (ими могут быть и люди), с которыми взаимодействует человек, осуществляющий функцию управления. В качестве решающего и управляющего звена здесь выступает человек. В человеко-машинной системе оператор управляет машиной (вообще говоря, человек может управлять и другими людьми). Эргатическим процессом является целенаправленное преобразование эргатической системы предмета труда, под которым выступает любой объект, с которым человек-оператор взаимодействует на протяжении определенного периода времени и при определенных условиях (с целью изменения свойств объекта). Таким образом, человек-оператор осуществляет трудовую деятельность, основу которой составляет взаимодействие с предметом труда, машиной, другими людьми и внешней средой с использованием *информационной модели и органов управления*.

Состояние эргатической системы, при котором возможно выполнение заданных функций и с параметрами, установленными техническим заданием на решаемую системой задачу, будет определять работоспособность эргатической системы. Если функционирование невозможно, то эргатическая система – неработоспособна. *Цель системы* определяется долгосрочным желаемым результатом (в заданном промежутке времени может быть и недостижимым), к которому должна стремиться система. Ближайший желаемый результат, достижимый за период действия системы, является итогом. *Качество системы* зависит от приемлемости системы для решения конкретной задачи (или класса конкретных задач). Оценка приемлемости производится по времени функционирования, совокупности входных воздействий и выходных величин (показателей), а также совокупности управляющих воздействий (перевод эргатической системы из начального в конечное состояние; определяется свойствами целевого подмножества), множеству допустимых управлений. Функционально завершенную часть эргатического процесса, имеющую самостоятельную цель или задачу, можно рассматривать как операцию (последовательность движений или групп движений – элементарные акты). Личными качествами человека-оператора определяется способ действий (индивидуальная совокупность умственных, моторных средств). К ним оператор прибегает сознательно или стихийно с учетом условий деятельности. При одной и той же цели (построение эргатического процесса) для ее достижения могут использоваться разнообразные способы действий (исходя из одной или нескольких доктрин).

Обученность оператора (состояние эргатической системы, обусловленное профессиональной подготовленностью человека-оператора) характеризуется стабилизацией показателей его работоспособности при последовательном предъявлении однотипных задач. Уровень обученности (способность оператора выполнять работу с заданным качеством) обусловлен совокупностью специальных знаний, умений, навыков.

Качество эргатической системы определяется на основе количественных показателей; успешность каждой операции (эргатического процесса) зависит от тактической и технической приемлемости системы (показатель эффективности эргатической системы – возможность достижения поставленной цели в заданных условиях с определенным качеством). При этом человек-оператор вместе с устройством индикации, пультом управления вспомогательными устройствами ручной настройки и т.д. составляют собственно эргатическую часть системы. Способность оператора перестраивать структуру и параметры своей деятельности для повышения качества эргатического процесса, реализуемого системой, определяет адаптивность целостной системы.

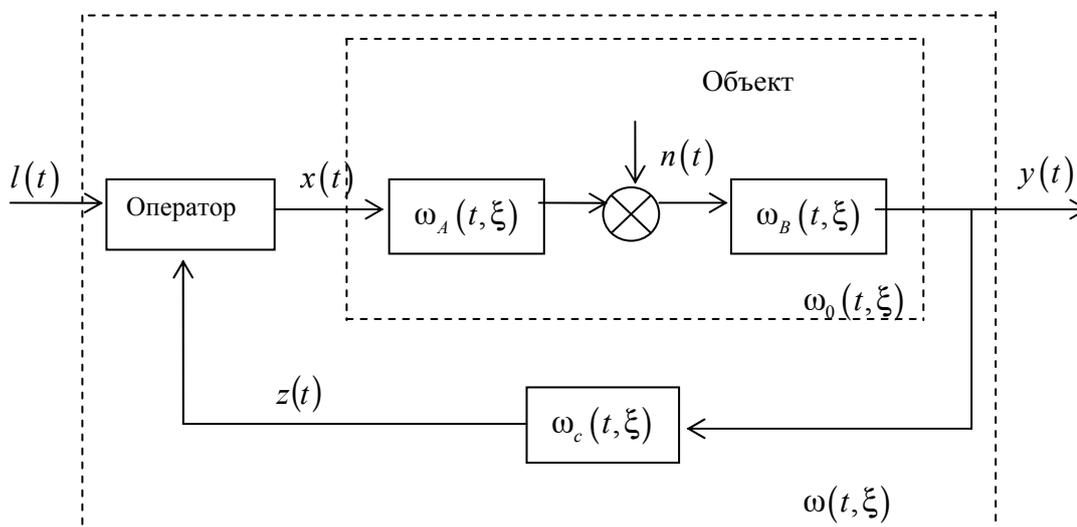
Показателями адаптивности являются:

- скорость изменения показателей качества;
- минимальное значение показателя качества, достигаемое системой на заданном интервале времени или за обусловленное число циклов (порог обучения);
- рассеивание показателей качества на пороговом уровне;
- знак скорости изменения функционала качества.

Мотивация как свойство эргатической системы определяется возможностью регулирования интенсивности показателя адаптивности при изменении цели эргатического

процесса. Отметим, что изменение деятельности одного человека-оператора в эргатическом процессе может вызвать изменение деятельности одного или нескольких человек (последствие или стимуляция; вид взаимосвязи не имеет значения).

Во многих случаях структура управляемой системы имеет вид, приведенный на рисунке.



Структурная схема сложной управляемой системы:

$l(t)$  – входное возмущение (или программа);  $x(t)$  – сигнал ошибки системы (исполнительный сигнал);  $z(t)$  – сигнал обратной связи;  $n(t)$  – помеха;  $\omega(t, \xi)$  – импульсная переходная функция системы;  $\omega_0(t, \xi)$  – импульсная переходная функция объекта;  $\omega_c(t, \xi)$  – импульсная переходная функция обратной связи;  $\omega_A(t, \xi)$  – импульсная переходная функция части объекта, где действием помехи можно пренебречь

Справедливо:

$$x(t) = l(t) + z(t), \quad F(\tau) = R_x(\tau) - R_l(\tau),$$

$$W_n(j\omega) = \frac{S_F(j\omega)}{S_{lx}(j\omega)}, \quad W_{oc}(j\omega) = \frac{S_{zy}(j\omega)}{S_y(j\omega)}, \quad W_o(j\omega) = \frac{W_n(j\omega)}{W_{oc}(j\omega)}, \quad W_n(j\omega) = \frac{W_o(j\omega)}{W_{oc}(j\omega)}.$$

При  $z(t) = -y(t)$  (единичная отрицательная обратная связь)

$$W_o(j\omega) = -W_n(j\omega) = -\frac{S_F(j\omega)}{S_{lx}(j\omega)}$$

(знания  $n(t)$  для определения  $W_o(j\omega)$  не требуется).

Формализованное описание системы не всегда возможно. Как правило, возникает необходимость использования итеративных методов, но и в этих случаях основной задачей является предварительное структурирование системы.

При замене реального объекта или процесса его формальным описанием (формализация) исследователем отбрасываются несущественные для изучения объекта характеристики. Выбор характеристик объекта-оригинала, которые при этом сохра-

няются и войдут в модель, определяется целями моделирования. Основное требование, предъявляемое к моделям, состоит в адекватном описании реальных процессов или объектов, которые замещает модель. При компьютерном моделировании производится серия вычислительных экспериментов для анализа, интерпретации и сопоставления результатов моделирования с реальным поведением изучаемого объекта, в том числе для последующего уточнения модели. Всегда отдается предпочтение аналитическим методам исследования модели перед численными методами. Аналитические методы и компьютерное моделирование не только не противостоят друг другу – их взаимное проникновение способствует лучшему пониманию исследуемых процессов в динамике. Эти методы, как правило, непосредственно не могут быть использованы, когда человек является элементом сложной системы (эргатической). В этом случае задача структурирования сложной системы значительно упрощается.

Рассмотрим некоторые приложения к разработке композиционных материалов специального назначения с заранее заданными свойствами [5]. Экспериментальное определение их свойств требует проведения большого объема дорогостоящих исследований. Налицо необходимость построения теоретических моделей для определения усредненных значений параметров материалов и описания процессов формирования их физико-механических характеристик. Математическая модель материала и здесь представляется в виде совокупности частных моделей. Так, математическая модель, описывающая поведение неоднородной композиционной среды, включает ряд уравнений с быстроменяющимися коэффициентами, которые характеризуют свойства отдельных компонентов материала. Правда, ее использование требует решения краевых задач (возникают большие трудности даже при применении современных вычислительных комплексов). Нужны модели, сводящиеся к более простым уравнениям с некоторыми усредненными коэффициентами. Естественно, решение соответствующей краевой задачи должно быть близким к решению исходной.

Известны немногочисленные попытки получения аналитических зависимостей для определения свойств компонентов композиционных материалов и их концентрации в смеси со свойствами готового композита. Такие зависимости принципиально позволяют определить и концентрацию, и гранулометрические характеристики ингредиентов материала в зависимости от предъявляемых к нему требований; известна методика определения критической концентрации (зависимость критической объёмной концентрации от среднего значения гранулометрического состава заполнителя). Методами математического моделирования и оптимизации определяется эффективная прочность композитных материалов (некоторая усреднённая прочность материала в целом). В настоящее время при синтезе композиционных материалов используется некий симбиоз аналитических методов и компьютерного моделирования. С учетом собственного опыта и опыта работы других авторов по синтезу композитов можно рекомендовать методику, включающую:

- моделирование отдельных свойств;
- определение параметров для характеристики моделей;
- установление зависимости параметров моделей от рецептурно-технологических характеристик;
- определение зависимостей свойств от рецептурно-технологических параметров (метапараметры; функции параметров модели);
- ранжирование свойств материалов;
- определение множества частных критериев;
- минимизацию размерности критериального пространства;
- многокритериальную оптимизацию качества материала с определением оптимальных рецептурно-технологических параметров.

Свойства определяются как интегральные характеристики многофазного материала (состоит из двух и более компонент; между компонентами существуют границы раздела; один из компонентов – матрица (связующее) – связным образом заполняет пространство; другие компоненты (включения) занимают изолированные области) в

зависимости от параметров матрицы (связующего), размеров включений и расстояний между ними (подробно рассматриваются в [6]).

В [7] предлагается подробная методика определения свойств композитов через параметры кинетических процессов формирования эксплуатационных характеристик. Ценность разработанной модели определяется тем, насколько правильно она описывает процессы и зависимости в композите как в сложной системе; пределы применимости модели определяются гипотезами, лежащими в ее основе.

Несмотря на определенные трудности в интерпретации многофакторных экспериментально-статистических моделей свойств материалов, нельзя недооценивать их роль при составлении когнитивной карты, ранжировке частных критериев и оптимизации (в том числе векторной) характеристик материала.

### Список литературы

1. Данилов, А.М. Идентификация сложных систем: состояние и перспективы / А.М. Данилов, И.А. Гарькина // Отраслевые аспекты технических наук. – 2011. – № 10. – С. 6–9.
2. Данилов, А.М. Практические методы идентификации эргатической системы / А.М. Данилов, И.А. Гарькина, Е.А. Будылина // Отраслевые аспекты технических наук. – 2013. – № 6 (30). – С. 3–5.
3. Будылина, Е.А. Декомпозиция динамических систем в приложениях / Е.А. Будылина, И.А. Гарькина, А.М. Данилов // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 3. – С. 95–100.
4. Гарькина, И.А. Когнитивное моделирование при синтезе композиционных материалов как сложных систем / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, Е.В. Королев // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2009. – № 3–4. – С. 30–37.
5. Данилов, А.М. Гомеостатическая концепция моделирования систем в строительном материаловедении / А.М. Данилов, И.А. Гарькина, Д.С. Сорокин // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – № 4. – С. 24–30.
6. Оптимизация систем со сложной иерархией / А.И. Альбакасов, И.А. Гарькина, А.М. Данилов, Е.В. Королев // Вестник гражданских инженеров. – 2012. – № 2. – С. 324–327.
7. Управление структурой и свойствами наномодифицированных строительных материалов / А.И., Альбакасов И.А. Гарькина, А.М. Данилов, Е.В. Королев // Региональная архитектура и строительство. – 2011. – № 2. – С. 9–17.

### References

1. Danilov, A.M. Identification of complex systems: state and prospects / A.M. Danilov, I.A. Garkina // Sectoral aspects of technical sciences. – 2011. – № 10. – P. 6–9.
2. Danilov, A.M. Practices of identification of ergatic system / A.M. Danilov, I.A. Garkina, E.A. Budylnina // Sectoral aspects of technical sciences. – 2013. – № 6 (30). – P. 3–5.
3. Budylnina, E.A. Decomposition of dynamic systems in applications / E.A. Budylnina, I.A. Garkina, A.M. Danilov // Regional architecture and engineering. – 2013. – № 3. – P. 95–100.
4. Garkina, I.A. Cognitive modeling of composite materials in the synthesis like complex systems / I.A. Garkina, A.M. Danilov, E.V. Korolev // News of higher educational institutions. Building. – 2009. – № 3–4. – P. 30–37.
5. Danilov, A.M. Homeostatic model conception systems in building materials / A.M. Danilov, I.A. Garkina, D.S. Sorokin // Regional architecture and engineering. – 2014. – № 4. – P. 24–30.
6. Optimization of systems with complex hierarchy / A.I. Albakasov, I.A. Garkina, A.M. Danilov, E.V. Korolev // Bulletin of Civil Engineers. – 2012. – № 2. – P. 324–327.
7. Management of structure and properties of nanomodified building materials / A.I. Albakasov, I.A. Garkina, A.M. Danilov, E.V. Korolev // Regional architecture and engineering. – 2011. – № 2. – P. 9–17.

Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства  
Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Данилов Александр Максимович,**  
доктор технических наук, профессор,  
советник РААСН, зав. кафедрой «Математика  
и математическое моделирование»  
E-mail: fmatem@pguas.ru

**Гарькина Ирина Александровна,**  
доктор технических наук, профессор  
кафедры «Математика и математическое  
моделирование».  
E-mail: fmatem@pguas.ru

*Penza State University of Architecture  
and Construction*  
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Danilov Alexander Maksimovich,**  
Doctor of Sciences, Professor, Adviser of the Russian  
Academy of Architectural and Construction Sciences,  
Head of the department «Mathematics and  
Mathematical Modeling»  
E-mail: fmatem@pguas.ru

**Garkina Irina Aleksandrovna,**  
Doctor of Sciences, Professor  
of the department «Mathematics  
and Mathematical Modeling»  
E-mail: fmatem@pguas.ru

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

А.М. Данилов, И.А. Гарькина

Рассматриваются фундаментальные принципы математического моделирования. Определяется общая методология анализа и синтеза сложных систем. Указываются место и роль научных и технических методов исследований в процессе познания.

*Ключевые слова: сложные системы, математическое моделирование, методологические принципы, анализ и синтез*

## METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF MATHEMATICAL MODELING OF COMPLEX SYSTEMS

A.M. Danilov, I.A. Garkina

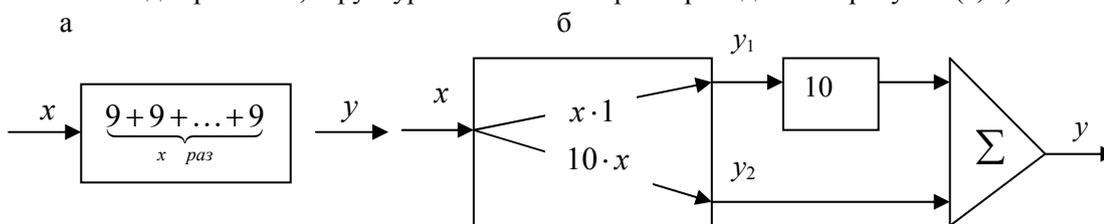
Fundamentals of mathematical modeling are considered. General methodology of analysis and synthesis of complex systems is determined. The place and the role of scientific and technical research methods in the process of cognition are indicated.

*Keywords: complex systems, mathematical modeling, methodological principles, analysis and synthesis*

Основная цель науки состоит в исследовании явлений реальной действительности. Она начинается с наблюдения изучаемых явлений и когнитивного моделирования, что необходимо для разработки теорий, позволяющих увязывать факты и дающих умозрительное их описание и объяснение. Впоследствии теории могут развиваться без обращения к наблюдениям с возможностью предсказания, что произойдет с объектом исследования под влиянием различных условий. Далее теоретические выводы должны проверяться путем новых наблюдений исследуемых процессов и явлений. При согласовании теоретических выводов с данными, полученными в результате наблюдений, уверенность в правильности теории возрастает. В противном случае ее следует признать несостоятельной или продолжать совершенствовать. Указанная схема исследований не всегда выдерживается. Иногда теории появляются до обнаружения соответствующих явлений, или теории, обоснованные наблюдениями, остаются непроверенными.

Наибольшими возможностями познания действительности обладает *математическое моделирование*. Оно позволяет *исследовать процессы, различающиеся физиче-*

ским содержанием, но описываемые одинаковыми математическими соотношениями. (Математическое моделирование успешно применяется и в самой математике; так, решения, полученные численными методами, являются моделями истинных решений, которые можно рассматривать как реальные объекты.) Сложность и многообразие процессов функционирования реальных систем не позволяют получить абсолютно адекватные математические модели. Математическая модель, описывающая формализованный процесс функционирования системы, в состоянии охватить только основные, характерные закономерности. Обычно практически невозможно указать формальные правила для выбора характеристик состояний и параметров исследуемых реальных систем. Исследователь вынужден руководствоваться лишь собственной интуицией, опирающейся на постановку прикладной задачи и понимание природы функционирования системы. Хотя математическое моделирование и считается одним из основных методов познания действительности, но нередко не учитывается *неоднозначность модели*, описывающей конкретную систему или процесс. Действительно, рассмотрим устройство, которое по числу  $x = \overline{1,9}$  на входе выдает на выходе число  $y = 9x = y_1 \cdot 10 + y_2$  (таблица умножения на 9). Пусть требуется построить математическую модель этого устройства (определить структуру и параметры «черного ящика», преобразующего  $x$  в  $y$ ). Очевидно, задача не имеет однозначного решения. Например, возможны два решения, структурные схемы которых приводятся на рисунке (а, б).



Схемы умножения на 9

Налицо *общая задача идентификации* (определяются структура и параметры математической модели по входу  $x$  и выходу  $y$ ). Выбор модели из имеющейся совокупности в основном определяется принятой точностью («Принцип 100 %-й эффективности математики», Бутковский А.Г.).

В большинстве случаев предполагается, что структура математической модели известна и требуется по входным и выходным воздействиям определить лишь ее параметры (*частная задача идентификации*). Пусть, например, реальная система описывается обыкновенным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами (входное воздействие  $x(t)$  преобразуется в выходное  $y(t)$ ). Здесь решается *обратная задача теории дифференциальных уравнений*, а именно: по известному решению  $y(t)$  при заданном  $x(t)$  определяются коэффициенты дифференциального уравнения:

$$y^{(n)} + a_1 y^{(n-1)} + \dots + a_n y = b_0 x^{(m)} + b_1 x^{(m-1)} + \dots + b_{m-1} x + b_m.$$

Структура определяется принятыми значениями  $m$  и  $n$ .

При решении многих технико-экономических экстремальных задач при описании *функций отклика* (параметры оптимизации) аналитическими зависимостями эффективно могут использоваться *регрессионные модели*, получаемые методами математического планирования эксперимента. Так, эффективно определяется состав композиционного материала, обеспечивающий получение оптимальных физико-механических характеристик. Решаются и иные задачи: определение оптимальных условий культивирования микроорганизмов; управление трудовыми ресурсами и запасами, оптимальное размещение объектов, составление календарных планов, выбор наилучших проектных решений и т.д. Важную роль математические модели играют и при решении задач прокладки систем тепло-, газо- и водоснабжения, трассировки дорог (в ос-

новном используются математическое программирование, теория графов и др.). При решении задач диагностики отказов (в том числе диагностики заболеваний человека), экспертизы зданий и сооружений широко используются как детерминированные, так и стохастические модели.

*Если задача сформулирована на математическом языке, то она полностью переходит в сферу математики, разработанной и строго обоснованной науки, так что за дальнейшую судьбу задачи волноваться не нужно, если она окажется непомерно трудной. Все более справедливым становится старая истина, что во всяком знании столько науки, сколько в нем математики. Конечно, здесь нет призыва к тривиальной и претенциозной математизации, когда без математики вполне можно обойтись.*

На практике исходным пунктом является эмпирическая ситуация, когда перед исследователем стоит задача, на которую требуется найти ответ. Формулировка задачи не так проста, как может показаться: реальные ситуации очерчены не четко, а сложные взаимодействия с окружающей средой делают практически невозможным точное описание ситуации. Формулировка может быть продолжительной и требовать владения многими навыками, не всегда имеющими отношение к математике. Параллельно с постановкой задачи происходит процесс выявления основных (существенных) особенностей явления. Для физических явлений процесс схематизации или идеализации играет ведущую роль (в реальном явлении участвует множество процессов; некоторые явления могут оказаться важными, многие другие – несущественными). После выявления существенных факторов производится перевод факторов на язык математических понятий и величин, и постулируются соотношения между этими величинами. *Это самая трудная часть процесса моделирования.* Здесь невозможно дать никаких рекомендаций.

После построения модели следует проверка ее адекватности; частично до некоторой степени она проверяется уже в ходе постановки задач. Уравнения или другие соотношения, сформулированные в модели, всегда сопоставляются с исходной ситуацией.

Укажем наиболее важные аспекты в проверке адекватности модели. Прежде всего, математическая основа модели должна быть непротиворечивой и подчиняться законам математической логики. Справедливость модели определяет ее способность адекватного описания исходной ситуации. Однако *вывод о том, что предложенная модель выдержит такую проверку, в значительной степени субъективен. Можно добиться некоторого отражения действительности моделью, но модель никогда не будет совпадать с действительностью.* В основном все определяется тем, насколько результаты модельных исследований можно использовать для установления зависимости физических, экономических или других характеристик реальных процессов и систем. При этом *следует отчетливо осознавать математический смысл модельных решений, полученных на языке реального мира.* Модель начинается с самого простого и совершенствуется, принимая более сложные очертания с одновременным достижением *более глубокого понимания* процесса явления или системы.

Нет особых путей в приложениях математики, позволяющих избежать кропотливого освоения, развития и применения современных математических методов, необходимых для того или иного исследования. Призывы к гибкости, адекватности и гармонии при использовании математических моделей не имеют ничего общего с вульгаризацией.

Многочисленные приложения рассмотренных принципов можно найти в [1...6].

### Список литературы

1. Скачков, Ю.П. Модификация метода ПАТТЕРН к решению архитектурно-строительных задач / Ю.П. Скачков, А.М. Данилов, И.А. Гарькина // Региональная архитектура и строительство. – 2011. – № 1. – С. 4–9.
2. Гарькина, И.А. Флокуляция в дисперсных системах / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, В.А. Смирнов // Системы управления и информационные технологии. – 2008. – Т. 32, № 2.3. – С. 344–346.

3. Аналитическое определение имитационных характеристик тренажных и обучающих комплексов / Е.А. Будылина, И.А. Гарькина, А.М. Данилов, С.А. Пылайкин // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 6–4. – С. 698–702.
4. Гарькина, И.А. Транспортные эргатические системы: информационные модели и управление / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, С.А. Пылайкин // *Мир транспорта и технологических машин*. – 2013. – № 1 (40). – С. 113–120.
5. Динамические модели при исследовании кластерообразования в композиционных материалах. Предельные системы / А.П. Прошин, А.М. Данилов, Е.В. Королев, В.А. Смирнов // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. – 2003. – № 3. – С. 32–38.
6. Будылина, Е.А. Моделирование с позиций управления в технических системах / Е.А. Будылина, И.А. Гарькина, А.М. Данилов // *Региональная архитектура и строительство*. – 2013. – № 2 (16). – С. 138–142.

### References

1. Skachkov, Yu.P. Modification of the method PATTERN to solve architectural problems / Yu.P. Skachkov, A.M. Danilov, I.A. Garkina // *Regional architecture and engineering*. – 2011. – № 1. – P. 4–9.
2. Garkina, I.A. Flocculation in disperse systems / I.A. Garkina, A.M. Danilov, V.A. Smirnov // *Control Systems and Information Technology*. – 2008 -Т. 32. – № 2.3. – P. 344–346.
3. Analytical determination of the characteristics of simulation and training systems / E.A. Budylyna, I.A. Garkina, A.M. Danilov, S.A. Pylaykin // *Fundamental Research*. – 2014. – № 6–4. – P.698–702.
4. Garkina, I.A. Transportation ergatic system: information models and management / I.A. Garkina, A.M. Danilov, S.A. Pylaykin // *World Transport and technological machines*. – 2013. – № 1 (40). – P. 113–120.
5. Dynamic models of cluster formation in the study of composite materials. Limiting systems / A.P. Proshin, A.M. Danilov, E.V. Korolev, V.A. Smirnov // *News of higher educational institutions. Building*. – 2003. – № 3. – P. 32–38.
6. Budylyna, E.A. Modeling with management positions in technical systems / E.A. Budylyna, I.A., Garkina A.M. Danilov // *Regional architecture and engineering*. – 2013. – № 2 (16). – P. 138–142.

Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства  
Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д.28,  
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

**Гарькина Ирина Александровна,**  
доктор технических наук, профессор  
кафедры «Математика и математическое  
моделирование».  
E-mail: fmatem@pguas.ru

**Сорокин Дмитрий Сергеевич,**  
студент  
E-mail: fmatem@pguas.ru

*Penza State University of Architecture  
and Construction*  
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,  
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

**Garkina Irina Aleksandrovna,**  
Doctor of Sciences, Professor  
of the department «Mathematics  
and Mathematical Modeling»  
E-mail: fmatem@pguas.ru

**Sorokin Dmitry Sergeevich**  
student  
E-mail: fmatem@pguas.ru

## СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

И.А. Гарькина, Д.С. Сорокин

Предложены некоторые из основных подходов к системным исследованиям сложных динамических систем в приложении к задачам строительного материаловедения.

*Ключевые слова: сложная система, структурная идентификация, параметрическая идентификация, приложения*

### SYSTEM RESEARCH OF COMPLEX DYNAMIC SYSTEMS

I.A. Garkina, D.S. Sorokin

Some of the main approaches to system research of complex dynamic systems applied to annex to the problems of building materials are given.

*Keywords: complicated system, structural identification, parametric identification, application*

Системные исследования включают методы и способы описания и конструирования сложных систем. Так, строительные материалы обладают системными атрибутами и являются системами [1...3]. Налицо характерные признаки системы:

- наличие структуры;
- целостность совокупности элементов;
- наличие устойчивых связей между элементами, в том числе существенных, определяющих интегративные свойства системы.

Технологический процесс также может рассматриваться как сложная система, состоящая из элементов различных уровней детализации (от атомного до отдельного процесса [3]).

Сущность системы невозможно понять, рассматривая только свойства элементов; существенны как способ взаимодействия элементов, так и взаимодействия элементов (или системы) с окружающей средой. Нельзя установить стадию технологического процесса (например, массоперенос вещества осуществляется на нескольких технологических переделах: при химической реакции взаимодействия вяжущего с активатором; при перемешивании компонентов, тепловой обработке и др.) без анализа отдельных элементарных процессов. Так же, как и анализ отдельных стадий процесса не дает возможности судить обо всем технологическом процессе без выявления взаимосвязи между стадиями и с окружающей средой.

В технологическом процессе выделяются несколько уровней иерархии с отношениями соподчиненности. На первом уровне располагаются элементарные процессы технологии (химические, массообменные, тепловые, механические, гидромеханические). На более высоких – элементы, выделяемые по некоторому признаку (цех, произ-

водство, предприятие и т.д.). В отдельных процессах элементами или ступенями иерархии могут быть некоторые совокупности, определяющие целевую функцию процесса (химическое превращение, теплообмен и т.д.). Основная идея системного анализа состоит в применении общих принципов декомпозиции системы на отдельные элементы; установление связей между ними; определение цели исследования и этапов для достижения этой цели.

Системный подход к исследованию технологических процессов позволяет получить оценки функционирования процесса на любом уровне декомпозиции. Отдельный элемент системы в зависимости от поставленной цели может рассматриваться как отдельная система с более детализованными уровнями декомпозиции.

Академик В.В. Кафаров выделил четыре этапа системного исследования процесса:

- смысловой и качественный анализы объекта для выявления уровней декомпозиции, отдельных элементов и связей между ними (уровни иерархии, выбор элементов из общей цели исследования и степени изученности процесса);
- формализация имеющихся знаний об элементах и их взаимодействии; представление знаний в виде математических моделей (структурная идентификация) на основе фундаментальных законов и экспериментальных данных; учитываются математические связи между входными и выходными параметрами;
- математическое моделирование процесса и определение адекватности (определяется уровнем знаний о процессе и обоснованностью принятых допущений) модели;
- идентификация математических моделей элементов; математические модели сложных процессов обычно являются системами уравнений, отражающих лишь общий характер явления при совокупности ограничений и допущений.

Декомпозиция технологического процесса проводится на основе отдельных операций (при разработке материалов – подготовка материалов, смешение компонентов, формование полуфабриката, тепловая обработка и дополнительные операции).

Как уже отмечалось, элементы в системе находятся в определенных отношениях между собой и окружающей средой (связи). Связи подразделяются на входы или факторы, оказывающие влияние на функционирование элемента (системы), и выходы или отклики, являющиеся воздействием элемента (системы) на окружающую среду. Неконтролируемые факторы (воздействия на систему) находятся вне контроля; они определяются:

- недостаточной изученностью процесса (неизвестно, что данный фактор существенно влияет на функционирование системы);
- невозможностью контроля выделенного фактора (индивидуальность и душевное состояние человека, работающего с системой);
- большим количеством малозначимых факторов с существенным суммарным воздействием для системы (влияние этих факторов имеет случайный характер).

Определенная последовательность выполнения основных операций в технологическом процессе, как системе, предполагает наличие очевидной взаимосвязи между элементами: отклики предыдущего элемента представляют входы последующего. Выход предыдущего элемента может быть как управляемым, так и неуправляемым входом последующего элемента.

Математическую модель можно получить двумя различными способами. При структурном подходе запись модели процесса базируется на фундаментальных законах (применяется для хорошо изученных систем). Эмпирический подход (кибернетический «черный ящик») основывается на определении модели функционирования системы только по экспериментальным данным (используется при исследовании сложных систем, теоретическое описание которых ограничено или невозможно). На практике изучение сложных систем (процессов) проводят поэтапно: на первом – эмпирически; на втором – углубленно изучают механизмы функционирования, которые значительно улучшают ранее полученные результаты.

Так, сравнение результатов экспериментальных и теоретических исследований дало возможность моделировать основные кинетические процессы (набор прочности,

изменение модуля упругости, контракция и усадка, нарастание внутренних напряжений, тепловыделение, химическая стойкость, водопоглощение и водостойкость) в классе обыкновенных дифференциальных уравнений  $n$ -го порядка (в основном, четвертого порядка с постоянными коэффициентами и с действительными корнями характеристического полинома).

Укажем основные модели формирования отдельных свойств материала [4,5] (при разработке материала они рассматривались как частные критерии качества).

*Кинетика набора прочности композитов* часто аппроксимируется функцией

$$R(t) = R_m (1 - e^{-\lambda t}), \quad (1)$$

где  $R(t)$  – прочность композита в момент времени  $t$ ;  $R_m$  – максимальная прочность;  $t$  – время твердения;  $\lambda$  – показатель, характеризующий скорость твердения (постоянный для данного материала).

Легко показать, что (1) является частным случаем процесса

$$x(t) = x_m \left( \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 t} - \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 t} + 1 \right) - \quad (2)$$

решение задачи Коши:

$$\ddot{z} + 2n\dot{z} + \omega_0^2 z = 0, \quad z = x - x_m, \quad x(0) = 0, \quad \dot{x}(0) = 0. \quad (3)$$

*Кинетическая модель изменения модуля упругости* представляется в виде

$$E(t) = E_n (1 - e^{-qt^n}), \quad (4)$$

где  $n = 1 - \frac{1}{d}$ ;  $d$  – структурная размерность композиционной системы.

Учитывая экспоненциальный характер кинетического процесса, здесь вполне возможна ее аппроксимация линейной комбинацией функций вида  $\sum_{i=1}^n c_i e^{-\lambda_i t}$ .

*Кинетика контракции и усадки* композиционных материалов аппроксимируется в виде

$$K(t) = K_m (1 - e^{-\alpha t^{1/n}}), \quad (5)$$

где  $K(t)$  – контракция в момент времени  $t$ ;  $K_m$  – максимальная контракция для данного композита;  $\alpha$  – коэффициент пропорциональности, характеризующий скорость отверждения, для полиэфирных смол  $n = 1$ .

И здесь наряду с (5) возможно описание кинетического процесса линейной комбинацией экспоненциальных функций вида  $\sum_{i=1}^n c_i e^{-\lambda_i t}$ .

*Кинетические процессы нарастания внутренних напряжений* являются решениями задач Коши:

$$\ddot{z} + 2n\dot{z} + \omega_0^2 z = 0, \quad z = x - x_m, \quad x(0) = 0, \quad \dot{x}(0) = \dot{x}_0 \quad (6)$$

или

$$\ddot{z} + 2n\dot{z} + \omega_0^2 z = 0, \quad z = x - x_m, \quad x(0) = x_0, \quad \dot{x}(0) = \dot{x}_0. \quad (7)$$

*Процессы тепловыделения* являются решением задачи Коши (7).

*Экспоненциальная модель для анализа химической стойкости* также является лишь частным случаем модели (7).

*Процессы седиментации и флокуляции* определялись на основе моделирования системы частиц [5,7].

В полидисперсных системах кинетика набора прочности композиционного материала содержит иногда не одну, а две точки перегиба. Здесь кинетический процесс  $x(t)$  является решением задачи Коши:

$$z^{(4)} + a_1 z^{(3)} + a_2 z^{(2)} + a_3 z^{(1)} + a_4 z = 0,$$

$$z = x - x_m; \quad x(0) = x_0, \quad \dot{x}(0) = \dot{x}_0, \quad \ddot{x}(0) = \ddot{x}_0, \quad \dddot{x}(0) = \dddot{x}_0;$$

$x_0, \dot{x}_0, \ddot{x}_0, \dddot{x}_0$  определяются требуемым видом кинетического процесса и заданным эксплуатационным значением  $x_m$  исследуемой характеристики материала.

В последующем осуществлялась параметрическая идентификация и оптимизация кинетических процессов (сводится к определению параметров модели или связанных с ними корней характеристического полинома).

### Список литературы

1. Гарькина, И.А. Строительные материалы как системы / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, Е.В. Королев // Строительные материалы. – 2006. – № 7. – С.55–58.
2. Данилов, А.М. Сложные системы: идентификация, синтез, управление: монография / А.М. Данилов, И.А. Гарькина. – Пенза: ПГУАС, 2011. – 308 с.
3. Системный анализ в строительном материаловедении: монография / Ю.М. Баженов, И.А. Гарькина, А.М. Данилов, Е.В. Королев. – М.: МГСУ: Библиотека научных разработок и проектов, 2012. – 432 с.
4. Будылина, Е.А. Моделирование с позиций управления в технических системах / Е.А. Будылина, И.А. Гарькина, А.М. Данилов // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 2 (16). – С. 138–142.
5. Гарькина, И.А. Опыт разработки композиционных материалов: некоторые аспекты математического моделирования / И.А. Гарькина, А.М. Данилов // Известия ВУЗов. Строительство. – 2013. – №8 (656). – С.28–33.

### References

1. Garkina, I.A. Building materials as systems / I.A. Garkina, A.M. Danilov, Y.V. Korolev // Building materials. – 2006. – №7. – P. 55–58.
2. Danilov, A.M. Complex systems: identification, synthesis, management: monograph / A.M. Danilov, I.A. Garkina. – Penza: PGUAS, 2011. – 308 p.
3. Systems analysis in building materials: monograph / Yu.M. Bazhenov, I.A. Garkina, A.M. Danilov, E.V. Korolev. – M.: Moscow State University of Civil Engineering: Library of scientific developments and projects, 2012. – 432 p.
4. Budylyna, E.A. Modeling from the positions of management in technical systems / E.A. Budylyna, I.A. Garkina, A.M. Danilov // Regional architecture and construction. – 2013. – № 2 (16). – P. 138–142.
5. Garkina, I.A. Experience in the development of composite materials: some aspects of mathematical modeling / I.A. Garkina, A.M. Danilov // Proceedings of universities. Construction. – 2013. – №8 (656). – P.28–33.