

ISSN: 2686-7818

ЭКСПЕРТ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

2020, №6 (9) Научно-практический журнал

***Expert:
theory and practice***

12+

АНО «ИССТЭ»
Тольятти/Tolyatti



Учредитель

Автономная некоммерческая организация
“Институт судебной строительно-технической экспертизы”
(АНО “ИССТЭ”)

Издаётся с 2019 г. Выходит 6 раз в год

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-76688 от 02.09.2019 г.

Редакционный совет:

Петров Владilen Васильевич –
председатель редакционного совета,
Заслуженный деятель науки РФ, академик
РААСН, доктор технических наук,
профессор, Саратовский государственный
технический университет им. Ю.А. Гагарина

Бильчак Василий Степанович –
Заслуженный деятель науки РФ, доктор
экономических наук, профессор, кафедра
микроэкономики, Варминьско-Мазурский
Университет, Польша, Ольштына

Гаджиев Мухлис Ахмед оглы - доктор
технических наук, профессор, заведующий
кафедрой «Строительные конструкции»,
Азербайджанский университет
архитектуры и строительства,
Азербайджан, Баку

Ерофеев Владимир Трофимович - академик
РААСН, доктор технических наук,
профессор, заведующий кафедрой
строительных материалов и технологий,
Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва

Исакулов Байзак Разакович - доктор
технических наук, профессор, заведующий
кафедрой «Дизайн и строительства»,
«Баишев Университет», Казахстан, Актобе

Ляченков Николай Васильевич - лауреат
Государственной премии Совета
министров СССР, Почетный гражданин

г.о. Тольятти, действительный член
Российской Академии естественных наук,
член-корреспондент Международной
инженерной академии, доктор технических
наук, профессор, эксперт, АНО ИССТЭ,
Тольятти

Римшин Владимир Иванович -
Заслуженный строитель РФ, член-
корреспондент РААСН, доктор технических
наук, профессор, руководитель Института
развития города Университета Минстроя
(НИИСФ РААСН), Москва

Селяев Владимир Павлович - Заслуженный
деятель науки РФ, академик РААСН, доктор
технических наук, профессор, заведующий
кафедрой строительных конструкций,
Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва

Сорочайкин Андрей Никонович –
заместитель главного редактора, кандидат
экономических наук, доктор философских
наук, АНО «ИССТЭ», Тольятти

Чернышов Евгений Михайлович - академик
РААСН, доктор технических наук,
профессор, Воронежский государственный
технический университет

Юрасов Алексей Владимирович - доктор
экономических наук, профессор,
Вильнюсский технический университет
имени Гедиминаса, Литва

Адрес редакции: 445047, Самарская область, г. Тольятти,
Южное шоссе, дом 35А, офис 401, e-mail: expert763@mail.ru

Founder
Independent Noncommercial Organization
“Institution of Forensic Construction and Technological Expertise”
INO “IFCTE”

Published since 2019. Published 6 times a year.

The certificate of mass media registration **PI № FS 77-76688**
issued by Federal Service of Supervision of Communications,
Information Technology and Mass Communications

Editorial Board:

Vladilen V. Petrov - Honored Worker of Science of the Russian Federation, Academician of RAABS, Dr. of Technical, Prof., Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, (Saratov, Russia)

Vasily S. Bilchak – Honored Worker of Science of the Russian Federation, Dr. of Economics, Prof., Department of Microeconomics, University of Warmia and Mazury (Olsztyn, Poland)

Mukhlis Ahmed oglu Hajiyev – Dr. of Technical, Prof., Head of the Department “Building Structures”, Azerbaijan University of Architecture and Construction (Baku, Azerbaijan)

Vladimir T. Erofeev - Academician of RAABS, Dr. of Technical, Prof., Head of the Department of Building Materials and Technologies, Mordovian State University named after N. P. Ogarev (Saransk, Russia)

Bayzak R. Isakulov – Dr. of Technical, Prof., Head of the Department of Design and Construction, Baishev University (Aktobe, Kazakhstan)

Nikolai V. Lascencov - laureate Of the state prize of the Council of Ministers of the USSR,

Honorary citizen of Togliatti, full member of the Russian Academy of natural Sciences, corresponding member of the International engineering Academy, doctor of technical Sciences, Professor, expert, INO “IFCTE” (Tolyatti, Russia)

Vladimir I. Rimshin - Honored Builder of the Russian Federation, Corresponding Member of RAABS, Dr. of Technical, Prof., Head of the Institute of City Development of the University of Minstroy (Moscow, Russia)

Vladimir P. Selyaev - Honored Worker of Science of the Russian Federation, Academician of RAABS, Dr. of Technical, Prof., Head of the Department of Building Structures, Mordovian State University named after N. P. Ogarev (Saransk, Russia)

Evgeniy M. Chernyshov - Academician of RAABS, Dr. of Technical, Prof., Voronezh state technical University (Voronezh, Russia)

Aleksei V. Iurasov - Prof., PhD, Verslo technologijų ir verslininkystės katedra, Vilniaus Gedimino technikos universitetas (Vilnius, Lithuania)

Andrey N. Sorochaikin - Candidate of Economic, Dr. of Philosophy, Honorary Builder; INO “IFCTE” (Tolyatti, Russia)

Editorial office: 445047, office 401, the house 35A, Southern Highway,
Tolyatti, Samara region, e-mail: expert763@mail.ru

Редакционная коллегия:

Мурашкин Василий Геннадьевич – главный редактор, кандидат технических наук, доцент, АНО “ИССТЭ”, Тольятти

Анпилов Сергей Михайлович - заместитель главного редактора, Заслуженный изобретатель РФ, доктор технических наук, советник РААСН, эксперт АНО “ИССТЭ”, Тольятти

Сорочайкин Андрей Никонович - заместитель главного редактора, кандидат экономических наук, доктор философских наук, директор АНО “ИССТЭ”, Тольятти

Гарибов Рафаил Баширович - доктор технических наук, профессор, советник РААСН, Балаковский ИТИ - филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»

Ерышев Валерий Алексеевич - доктор технических наук, советник РААСН, профессор кафедры “Промышленное и гражданское строительство”, Тольяттинский государственный университет

Жаданов Виктор Иванович – Заслуженный строитель РФ, советник РААСН, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительных конструкций, Оренбургский государственный университет

Иваненко Лариса Викторовна – кандидат технических наук, доктор экономических наук, профессор, кафедра управления человеческими ресурсами, Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королёва

Измайлов Айрат Маратович - кандидат экономических наук, доцент кафедры прикладного менеджмента, Самарский государственный экономический университет

Котлов Виталий Геннадьевич – кандидат технических наук, профессор, советник РААСН, директор института строительства и архитектуры, Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола

Куприянов Валерий Николаевич - член-корреспондент РААСН, доктор технических

наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Курлов Алексей Борисович - доктор социологических наук, профессор, кафедра социологии и социальных технологий, Уфимский государственный авиационный технический университет

Низина Татьяна Анатольевна - доктор технических наук, профессор, советник РААСН, профессор кафедры строительных конструкций, Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

Панаедова Галина Ивановна - доктор экономических наук, профессор, кафедра налоговой политики и таможенного дела, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия

Соколов Борис Сергеевич - член-корреспондент РААСН, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники РТ, лауреат госпремии РТ, научный консультант АО “Казанский Гипронеавиапром”

Стрельцова Елена Дмитриевна - доктор экономических наук, профессор кафедры, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, Новочеркасск, Россия

Тюкавкин Николай Михайлович - доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики инноваций, Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королёва

Хозин Вадим Григорьевич – Заслуженный деятель науки РФ и РТ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой “Технология строительных материалов, изделий и конструкций”, Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Шестаков Александр Алексеевич - доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой “Философия”, Самарский государственный технический университет

The journal is included Russian Science Citation Index (**RSCI**), CyberLeninka

Editorial Staff:

Vasily G. Murashkin - Editor-in-Chief, Candidate of Technical, INO "IFCTE" (Tolyatti, Russia)

Sergey M. Anpilov - Deputy Editor-in-Chief, Expert of INO "IFCTE", Honored Inventor of the Russian Federation, Dr. of Technical, Advisor to RAABS (Tolyatti, Russia)

Andrey N. Sorochaikin - Deputy Editor-in-Chief, Director INO "IFCTE", Candidate of Economic, Dr. of Philosophy, Honorary Builder (Tolyatti, Russia)

Rafail B. Garibov – Dr. of Technical, Prof., Advisor to RAASN, Balakovskiy ITI - a branch of the National Research Nuclear University MEPhI (Balakovo, Russia)

Valery A. Eryshev - Dr. of Technical, Advisor to RAABS, Professor of the Department of Industrial and Civil Construction, Togliatti State University (Tolyatti, Russia)

Victor I. Zhadanov - Honored Builder of the Russian Federation, Dr. of Technical, Prof., Head of the Department of Building Structures, Orenburg state University (Orenburg, Russia)

Larisa V. Ivanenko - Candidate of Technical, Dr. of Economics, Prof., Department of Human Resources Management, Samara National Research University named after Academician S. P. Korolev (Samara, Russia)

Ayrat M. Izmailov - Candidate of Economic, Associate Prof. of Applied Management Department, Samara State University of Economics (Samara, Russia)

Vitaly G. Kotlov - Candidate of Technical, Prof., Director of the Institute of Construction and Architecture, Volga State Technological University (Yoshkar-Ola, Russia)

Valery N. Kupriyanov - Corresponding Member of RAABS, Dr. of Technical, Prof., Kazan State University of Architecture and Civil Engineering (Kazan, Russia)

Alexey B. Kurlov - Dr. of Sociology, Prof., Department of Sociology and Social Technologies, Ufa State Aviation Technical University, (Ufa, Russia)

Tatyana A. Nizina - Dr. of Technical, Advisor to RAABS, Prof., Professor of the Department of Building Structures, Mordovian State University named after N. P. Ogarev (Saransk, Russia)

Galina I. Panaedova – Dr. of Economics, Prof., Department of Tax Policy and Customs, North Caucasus Federal University (Stavropol, Russia)

Boris S. Sokolov - Corresponding Member of RAABS, Dr. of Technical, Prof., Kazan, Russia

Elena D. Streltsova – Dr. of Economics, Professor of the Department, M.I. South Russian State Polytechnic University named after Platova (Novocherkassk, Russia)

Nikolay M. Tyukavkin - Dr. of Economics, Prof., Head of the Department of Innovation Economics, Samara National Research University named after Academician S. P. Korolev (Samara, Russia)

Vadim G. Khozin - Honored Worker of Science of the Russian Federation and the Republic of Tatarstan, Dr. of Technical, Prof., Head of the Department "Technology of Building Materials, Products and Structures", Kazan State University of Architecture and Civil Engineering (Kazan, Russia)

Alexander A. Shestakov - Dr. of Philosophy, Prof., Head of the Department of Philosophy, Samara State Technical University (Samara, Russia)

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО: СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Гурьянова А.В., Хутова Е.Э.

Соотношение значений предельных моментов в расчетах изгибаемых элементов на прочность с использованием нормированных диаграмм 9

Петров В.В., Мищенко Р.В., Пименов Д.А., Горбачева О.А.

Математическое моделирование долговечности тонкостенных пространственных конструкций взаимодействующих с агрессивной средой 14

Римшин В.И., Кецко Е.С., Трунтов П.С.

Проектные и расчётные решения при проектировании сооружений биологической очистки 31

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО: СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Абдрахимов В.З., Лазарева Н.В.

Использование отходов флотации углеобогащения в производстве керамзита способствует экологии и расширяет границы землеустройства и кадастров 40

Абдрахимов В.З., Хабибуллина Л.Е., Абдрахимов Д.В.

Исследование регрессивным методом анализа влияния шлака от выплавки ферросплавов на физико-механические показатели керамического кирпича 48

Столбоушкин А.Ю., Фомина О.А.

Моделирование межфазного переходного слоя в керамических матричных композитах для уменьшения дефектов структуры в строительных материалах 60

ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ, ОТРАСЛЯМИ, КОМПЛЕКСАМИ

Анпилов С.М., Сорочайкин А.Н.

Оценка результативности деятельности государственных ВУЗов Самарской области на основе анализа наукометрических показателей 66

Королёва Г.П., Лукьянова В.В.

Проблема кадрового обеспечения средним медицинским персоналом в бюджетных организациях здравоохранения (на примере Самарской области) 76

Разумовская Е.А., Шугаев И.А.

Некоторые аспекты налогообложения ценных бумаг 80

УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ОБЩЕСТВА

Анпилов С.М., Абдрахимов В.З.

Взаимосвязь экологии и экологического менеджмента по Самарской области 84

CONTENT

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION: CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND FACILITIES

Guryanova A.V., Hutova E.Ed. Intensities ratio of critical moments in the calculation of bending elements using normalized diagrams	9
Petrov V.V., Mishchenko R.V., Pimenov D.A., Gorbacheva O.A. Mathematical modeling of longevity thin-walled spatial constructions interacting with the aggressive environment	14
Rimshin V.I., Ketsko E.S., Truntov P.S. Design and calculation solutions for designing biological treatment facilities	31

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION: BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS

Abdrakhimov V.Z., Lazareva N.V. The use of waste flotation coal enrichment in the production of expanded clay contributes to the environment and expands the boundaries of land management and cadastre	40
Abdrakhimov V.Z., Khabibullina L.E., Abdrakhimov D.V. Regression analysis of the influence of slag from ferroalloy smelting on physical and mechanical properties indicators of ceramic bricks	48
Stolboushkin A.Yu., Fomina O.A. Modeling of an interphase transition layer in ceramic matrix composites for reducing structural defects in building materials	60

ECONOMICS, ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF ORGANIZATIONS, BRANCHES, COMPLEXES

Anpilov S.M., Sorochaikin A.N. Performance management of state universities in Samara region based on the scientometric analysis	66
Koroleva G.P., Lukyanova V.V. The problem of middle-grade medical staffing in budgetary health organizations (the case of Samara region)	76
Rasumovskaya E.A., Shugaev I.A. Some aspects of securities taxation	80

MANAGEMENT OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF SOCIETY

Anpilov S.M., Abdrakhimov V.Z. Relationship between ecology and environmental management in the Samara region	84
---	----

СООТНОШЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ПРЕДЕЛЬНЫХ МОМЕНТОВ
В РАСЧЕТАХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРОЧНОСТЬ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОРМИРОВАННЫХ ДИАГРАММ

© 2020 А.В. Гурьянова, Е.Э. Хутова*

В статье выполняется сравнительный анализ результатов расчета железобетонного сечения на заданное воздействие изгибающим моментом в плоскости симметрии с использованием нелинейной деформационной модели.

Значения деформаций бетона и арматуры для построения диаграмм взяты с нормативных документов [4]. Расчеты железобетонных конструкций по прочности с учетом диаграмм реализованы в программных комплексах.

Ключевые слова: железобетонный элемент, диаграммный метод, бетон, арматура, напряжения, деформации, прочность, расчетная модель.

Введение

Расчет сечения железобетонного элемента, который представляет собой симметричные плоскости относительно действия момента прямоугольным сечением высотой $h=18$ см, шириной $b=12$ см. Ненапрягаемая арматура класса А400 с диаметрами 8, 10 и 12 мм для каждого класса бетона, которые расположены в сжатой и растянутой зонах бетона (по два стержня). В расчет взят каждый класс бетона в диапазоне В15 до В100, на основании нормативного источника [4], на прочность по деформационной модели производят на основе диаграмм осевого сжатия бетона, растяжения арматуры с применением уравнения равновесия.

Теория расчетов прочности с использованием диаграмм (двухлинейной, трехлинейной и криволинейной) состояния бетона и арматуры

Дадим общую характеристику расчета прочности с использованием двухлинейной диаграммы. Из нормативных документов [3] для диаграмм состояния устанавливаем граничные значения деформаций, при достижении граничных значений деформаций бетон и арматура выключаются из работы.

На рисунке 1 показаны изменения деформаций по высоте прямоугольного сечения с использованием диаграмм состояния сжатия бетона и арматуры.

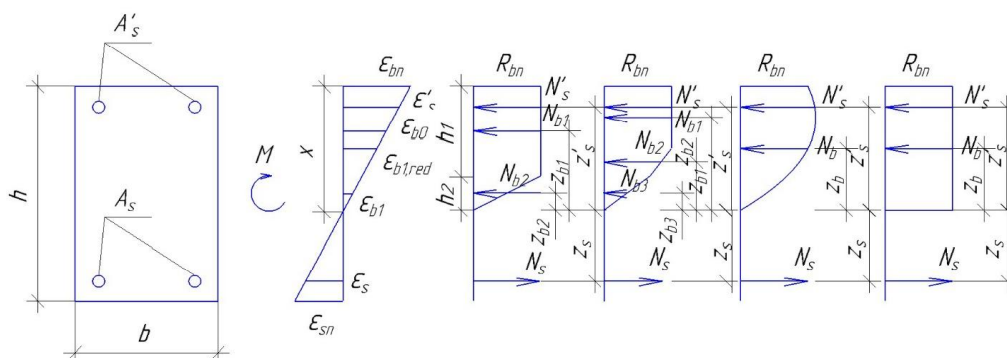


Рисунок 1. Диаграммы состояния сжатия бетона и растяжения арматуры к построению метода расчета на прочность нормального сечения железобетонного изгибаемого элемента

* Гурьянова Анастасия Владимировна (golova.an28@yandex.ru) - магистрант; Хутова Екатерина Эдуардовна (sivoronova93@mail.ru) - магистрант; обе - Тольяттинский государственный университет (РФ, Тольятти).



Взяв за основу теорию расчета на прочность с использованием построения двухлинейных диаграмм, записываем уравнение равновесия усилий в сечении железобетонного элемента:

$$N_{b1} + N_{b2} + N_{s1} - N_{s2} = 0 \quad (1)$$

Если выразить значения усилий в бетоне и арматуре в уравнении (1) через напряжения, посредством соотношения высоты сжатой зоны, высоты первого и второго участка h_1, h_2 , а значения деформаций ϵ_{sj2} и ϵ_{s1} определить из соотношений: для арматуры в сжатой зоне бетона; для арматуры в растянутой зоне. А также выразив напряжения в стержнях арматуры через деформации с учетом механических свойств для арматуры с физической площадкой текучести.

В окончательном виде уравнение равновесия запишется следующим образом:

$$\frac{R_b \cdot b}{2\chi} (2\epsilon_{b2} - \epsilon_{b1}) + \sigma_{s1} \cdot A_{s1} - \sigma'_{s2} \cdot A'_{s2} = 0 \quad (2)$$

Уравнение проекций внутренних усилий на горизонтальную ось (2) в левой части включает три слагаемых, которые выражены через деформации. Равновесие внутренних усилий будет обеспечено, если положительная сумма слагаемых будет по абсолютной величине равна отрицательному слагаемому.

При использовании двухлинейной диаграммы бетона уравнение предельного изгибающего момента в общем виде запишется:

$$M_{ult} = R_b \cdot b \cdot h_1 \cdot z_{b1} + \frac{R_b \cdot b \cdot h_2}{2} z_{b2} + \sigma_{s1} \cdot A_{s1} \cdot z_{s1} +$$

$$+ \sigma'_{s2} \cdot A'_{s2} \cdot z_{s2} \quad (3)$$

С учетом зависимостей (2), (3) и расстояния усилий до нейтральной оси уравнение (3) примет окончательный вид:

$$M_{ult} = \frac{R_b \cdot b}{2\chi} (2\epsilon_{b2} - \epsilon_{b1}) +$$

$$+ \sigma_{s1} \cdot A_{s1} \cdot z_{s1} + \sigma'_{s2} \cdot A'_{s2} \cdot z_{s2} \quad (4)$$

В процессе последовательного приближения изменяются угол наклона эпюры деформаций и координаты нулевой линии, поэтому при определении предельного изгибающего момента M_{ult} используют величины $\epsilon_{bn}^{(k)}, \epsilon_{sn}^{(k)}, \chi^{(k)}$, полученные на последних циклах итераций.

По аналогии с двухлинейной диаграммой рассчитывается деформационный метод прочности с использованием упрощенной трехлинейной и криволинейной диаграммы на примере железобетонного элемента прямоугольной формы с армированием ненапряженной арматурой с условным пределом текучести.

Расчет стержневого железобетонного элемента на прочность по нелинейной деформационной модели

Механические характеристики бетона и арматуры представлены в таблице 1.

Расчет на прочность производится с использованием трех нормируемых диаграмм бетона: двухлинейной, трехлинейной, криволинейной (фактической). Результаты расчетов для классов бетона в диапазоне В15 - В100 представляем в табличном виде.

Результаты расчетов по нормируемым диаграммам представляются в табличной форме, которая включает: зависимость раз-

Таблица 1. Характеристики арматуры

Сечение образца, см	Диаметр арматуры	Арматура		
		$\mu = \mu', \%$	$A_s = A_{s2}, \text{ см}^2$	$\sigma_r, \text{ МПа}$
12x18	8	0,47	1,01	340
	10	0,73	1,57	350
	12	1,05	2,26	360



Таблица 2. Результаты расчетов на прочность по нелинейной деформационной модели

№п/п		1	2	5	7	9	10	12	15	
Класс		B15	B20	B35	B45	B55	B60	B70	B100	
Rb		85	115	195	250	300	330	370	475	
1		2	3	4	5	6	7	8	9	
Ø8	Двухлинейная	Mult	5,01	5,08	5,25	5,55	5,93	6,20	6,29	6,30
		fult	58,15	63,21	74,06	72,40	70,82	69,83	69,39	69,01
		x	2,51	2,30	1,95	1,63	1,31	1,10	1,00	0,92
		ϵ_b	0,0035	0,0035	0,0035	0,0028	0,0022	0,0018	0,00167	0,0015
		ϵ_s	0,0189	0,0208	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,025	0,0250
	Трехлинейная	Mult	5,05	5,10	5,27	5,36	5,43	5,48	5,55	5,66
		fult	54,11	59,46	68,50	76,05	81,30	81,30	89,29	83,43
		x	2,69	2,45	2,13	1,92	1,60	1,60	1,54	1,40
		ϵ_b	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0031	0,0031	0,0033	0,0028

Продолжение таблицы 2. Результаты расчетов на прочность по нелинейной деформационной модели

	Криволинейная	ϵ_s	0,0173	0,0173	0,0228	0,0257	0,0281	0,0281	0,03102	0,0293
		Mult	5,07	5,13	5,31	5,42	5,51	5,57	5,73	6,39
		fult	48,22	50,77	58,70	65,55	72,01	75,09	75,52	77,28
		x	2,16	2,85	2,49	2,31	2,18	2,14	2,22	2,53
		ϵ_b	0,0025	0,0035	0,0035	0,0036	0,0038	0,0039	0,00403	0,0047
Ø10	Двухлинейная	Mult	7,67	7,74	7,93	8,04	8,14	8,20	8,31	8,42
		fult	52,27	56,12	64,84	69,99	74,25	72,00	73,64	69,37
		x	2,79	2,60	2,25	2,08	1,96	1,91	1,81	1,68
		ϵ_b	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0033	0,0032	0,0028
		ϵ_s	0,0166	0,0181	0,0214	0,0234	0,0250	0,0244	0,0251	0,0239
	Трехлинейная	Mult	7,66	7,73	7,92	8,04	8,13	8,20	8,27	8,41
		fult	53,26	57,21	66,04	71,17	70,21	72,92	73,38	69,59
		x	2,74	2,55	2,21	2,05	1,85	1,88	1,82	1,67
		ϵ_b	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0031	0,0033	0,0032	0,0028



рушающего момента M_{ult} от прочности бетона $M_{ult} = f(R_b)$ (таблица 2), зависимость прогиба изгибаемого элемента в середине пролета от прочности бетона $f_{ult} = f(R_b)$ (таблица 2), зависимость деформации на крайнем волокне сжатой зоны e_b от прочности бетона $e_b = f(R_b)$ (таблица 2).

Выводы

Выполнив сравнительный анализ определено следующее:

1. Как на двухлинейной, трехлинейной, так и на криволинейной диаграммах с увеличением процента армирования и класса бетона значения предельного момента тоже увеличивается. Значения предельного момента для разных классов бетона и арматуры примерно одинаковые до класса бетона В70, а с класса В80 увеличиваются последовательно до 0,5 кГ·м.

2. Прогиб изгибаемого элемента с разным процентом армирования уменьшается, при увеличении класса бетона, лишь при самом большом проценте армирования прогиб продолжает увеличиваться, но динамика прогиба элемента заметно уменьшилась с увеличением класса бетона.

3. Деформации на крайнем волокне сжатой зоны бетона остаются постоянными, а деформации в арматуре изменяются, причем с увеличением процента армирования деформации в арматуре уменьшаются, начиная с высоких классов бетона (при $\mu = 0,47$

класса В35, при $\mu = 0,73$ класса В60, при $\mu = 1,05$ класса В70).

Библиографический список

1. Акимов П.А. О развитии дискретно-континуального подхода к численному моделированию состояния несущих систем высотных зданий // Промышленное и гражданское строительство. - 2015. - №3. - С 16 - 20.

2. Ерышев В.А. Диаграммный метод расчета стержневых железобетонных элементов. Учебно-методическое пособие. - Тольятти, ТГУ, 2019. - 52 с.

3. Ерышев В.А. К расчетам прочности изгибаемых железобетонных элементов с использованием диаграмм деформирования материалов // Строительная механика и расчет сооружений. - 2019. - №1. - С. 28-33.

4. Ерышев В.А., Тошин Д.С., Латышев Д.И. Расчетная модель определения остаточных деформаций изгибаемых железобетонных элементов при разгрузке // Известия КазГАСУ. - 2009. - №1. - С.85-91.

5. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.- М.: Минрегион России, 2017. - 175с.

6. Eryshev V.A. Relation between breaking stresses in the strength calculations of reinforced concrete elements under the deformation mode in the edition of Russian and foreign regulatory documents // Materials science forum. Trans Tech Publications Ltd, 2020. - С. 653-658.

7. N.I. Karpenko, V.A. Eryshev, E.V. Latysheva. Stress-strain Diagrams of Concrete Under Repeated Loads with Compressive Stresses // Procedia Engineering. Volume 111. 2015. Pages 371-377.

Поступила в редакцию 02.11.2020 г.



INTENSITIES RATIO OF CRITICAL MOMENTS IN THE CALCULATION
OF BENDING ELEMENTS USING NORMALIZED DIAGRAMS

© 2020 A.V. Guryanova, E.Ed. Hutova*

The paper presents a comparative analysis of the calculation results of the reinforced concrete cross-section on the specified bending moment in the mirror plane using a non-linear deformation model. The figures for fittings and concrete deformation, which were used to construct the diagrams, were taken from the normative documents [4]. Reinforced concrete construction calculations by resistibility are realized in programs etc.

Keywords: reinforced concrete element, diagram technique, concrete, fittings, pressure, deformation, resistibility, design model.

Received for publication on 02.11.2020

* Anastasia V. Guryanova (golova.an28@yandex.ru) - master's student; Ekaterina Ed. Khutova (sivoronova93@mail.ru) - master's degree; both-Tolyatti state University (Russian Federation, Tolyatti).



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТОНКОСТЕННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ С АГРЕССИВНОЙ СРЕДОЙ

© 2020 В.В. Петров, Р.В. Мищенко,
Д.А. Пименов, О.А. Горбачева*

Статья носит обзорный характер. BIM технологии предполагают создание и управление информацией на всех стадиях жизненного цикла объектов строительства. Приобрела актуальность проблема описания эволюции жизненного цикла несущих конструкций еще на стадии проектирования и определение их долговечности. Для определения долговечности строительных конструкций расчетным путем необходимо создавать математические модели взаимодействия нагруженных конструкций с агрессивной внешней средой. Анализируются различные подходы к созданию математических моделей, учитывающих особенности взаимодействия конструкций с агрессивными средами.

Ключевые слова: информационные технологии, теория познания, долговечность, математические модели, агрессивные среды, методы расчета долговечности конструкций.

Федеральный закон от 30.12.2009 г. №384-ФЗ (редактирован 2.07.2013 г.) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» регламентирует комплекс требований для обеспечения механической безопасности зданий и сооружений на протяжении всего их жизненного цикла. Необходимость освоения технологий BIM уже осознана многими участниками проектно-строительной отрасли и признана на государственном уровне. В марте 2014 года по результатам заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России (Протокол №2 от 04 марта 2014 г.) Минстрою России, Росстандарту, совместно с Экспертным советом при Правительстве Российской Федерации и институтам развития было поручено разработать и утвердить план поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства. В декабре 2014 г. соот-

ветствующий План был утвержден Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (Приказ № 926/пр от 29.12.2014 г., затем приказом №151/ от 04.03.2015 г. были утверждены корректировки Плана).

Информационные технологии начали бурно развиваться в конце XX - начале XXI века и начал формироваться новый подход в архитектурно-строительном проектировании, который заключался в создании компьютерной модели нового здания или сооружения, которая должна нести в себе все сведения о будущем объекте - так называемая информационная модель здания (сооружения), которая должна сопровождать весь жизненный цикл здания. В соответствии с текущим состоянием здания информация, содержащаяся в информационной модели, может изменяться, дополняться, заменяться.

BIM (Building Information Modeling - информационное моделирование зданий и сооружений) является процессом создания и

* Петров Владислав Васильевич (vvp@sstu.ru) - академик РААСН, Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теория сооружений и строительные конструкции»; Мищенко Роман Викторович - кандидат технических наук, доцент; Пименов Дмитрий Алексеевич - ассистент; Горбачева Ольга Александровна - аспирант; все - ФГБОУ ВО СГУ им. Гагарина Ю.А. (Саратов, Россия).



управления информацией на всех стадиях жизненного цикла объекта строительства. Одна из наиболее распространенных трактовок определяет BIM как процесс коллективного создания и использования информации о здании или сооружении, формирующий основу для решений на протяжении всего его жизненного цикла (от планирования до выпуска проектной, рабочей документации, строительства, эксплуатации и сноса). Приобрела актуальность проблема описания эволюции жизненного цикла несущих конструкций еще на стадии проектирования и определение их долговечности.

Для решения поставленной проблемы и, в частности, определения долговечности строительных конструкций расчетным путем необходимы новые знания. Рассмотрим кратко, как же приобретаются новые знания.

Поиск наиболее общих закономерностей в природе, на базе которых строится любая наука - одна из задач философии. Именно она должна предложить обоснованный метод построения наук. Основой любого научного построения является метод. Наука эффективна только тогда, когда используемый ею метод адекватен устройству мироздания. За всю историю своего развития теория познания предложила три научных метода:

- а) статистический,
- б) метод пространственно-временного детерминизма,
- в) аксиоматический.

Статистический метод основан на положении, что развитие материального мира вне разума осуществляется методом проб и ошибок и статистических выборок из множества возможностей, некоторые из которых оказываются адекватными дальнейшим детерминированным схемам развития. Это - так называемый стохастический процесс.

Фундаментом *метода пространственно-временного детерминизма (классического материализма)* является реальность пространственно-временного феномена, в котором все события по факту развиваются по единственной схеме. Это обстоятельство

служит обоснованием постулата об объективности и детерминистичности явлений в окружающем нас мире.

Способ познания заключается в экспериментальном обнаружении законов, имеющих отношение только к области исследования в конкретном эксперименте. На каждом из этапов познания необходимо экспериментальным путем установить те закономерности, которые являются справедливыми в области проведенного эксперимента. По мере получения новых экспериментальных данных закономерности уточняются. Поэтому каждая последующая теория содержит в себе предыдущую теорию, как частный случай.

Конструктивное содержание классического понятия материализма:

- ❖ всё в этом мире материально, а формами существования материи являются пространство и время;
- ❖ разум способен познавать любые проявления материального мира;
- ❖ процесс познания бесконечен (разум всегда будет способен создавать модели реальности, детерминированные в пространстве и времени).

Следовательно, классический материализм - это признание детерминизма в мире а, следовательно, и в процессе познания.

Аксиоматический метод изначально был присущ только математике. В двадцатом веке он нашел применение в физике. Однако оказалось, что методы классического материализма не применимы к явлениям микромира. Существует некая область явлений, в которой не могут быть поставлены эксперименты по проверке положений, лежащих в основе теории. Проверяться могут только следствия этих положений. Это так называемые критические эксперименты.

Аксиоматическая система построения законов альтернативна эмпиризму. В математике она действует изначально, в физике - практически с начала прошлого века. Знание аксиоматики для всех наук осознал и занимался обоснованием этой проблемы выдающийся математик Давид Гильберт.



Чем она хороша? В аксиоматической системе необходимо установить некие общие принципы, из которых конкретные эмпирические, законы следуют автоматически как частные случаи. Практически они становятся просто теоремами. И нет причин обсуждать, верны они или нет. Обсуждать можно только исходные аксиомы. Законы природы во всех системах координат должны иметь одинаковый вид и таких фундаментальных принципов достаточно много. В этих условиях эмпирика становится всего лишь частным случаем некоторых, весьма общих утверждений. Все эмпирические законы превращаются просто в теоремы. Аксиоматический метод сегодня является единственным в науке, и по мере развития наук другого способа познания мы иметь не будем.

Детерминированные процессы естествознания описываются законами. Их база - это экспериментальные результаты, условия получения которых определяют область применимости законов. При переходе в иную область явлений меняются условия, а с ними и законы. До начала XX века вся наука была чисто эмпирической. Ученые экспериментально устанавливали некоторые закономерности в определенных областях окружающего мира и применяли их в своей деятельности. Поэтому возможность прогнозирования за пределами тех областей, где эти законы были открыты, была минимальной. Поэтому и законов было много.

Расчет долговечности конструкций

Строительные конструкции во время эксплуатации подвергаются воздействию многих факторов. Сразу после изготовления материал конструкции начинает стареть, с течением времени могут измениться нагрузки, конструкция подвергается переменному воздействию высоких и низких температур, агрессивных по отношению к примененным материалам рабочих сред и т.д. В результате этого прочностные и деформационные характеристики материала конструкции со временем изменяются, как правило, в худшую сторону, материал деградирует.

Под термином деградация будем понимать процесс ухудшения с течением времени полезных механических характеристик материала под влиянием внешней среды. Под внешним воздействием будем понимать приложенную нагрузку, время действия нагрузки, агрессивную для материала внешнюю жидкую или газообразную среду, температурные изменения, естественное старение материала и тому подобное.

Весьма распространенными материалами для изготовления разнообразных конструкций являются металлы и их сплавы. Коррозионное поражение металлических конструкций наблюдается повсеместно: в атмосфере, в грунте, в речной и морской воде, в технологических и рабочих средах различных производств, то есть там, где могут находиться агрессивные вещества, которые, взаимодействуя с металлами, постепенно их разрушают.

Распространенный вид коррозии - ржавление металла, которое сопровождается изменением толщины конструктивного элемента. По оценкам Национального бюро стандартов США на восполнение коррозионных потерь расходуется около 40% ежегодно производимого металла. Есть и косвенные потери, связанные с авариями из-за неумения определить расчетным путем долговечность элементов конструкций, работающих в этих условиях, загрязнением окружающей среды и человеческими жертвами. Часто встречаются коррозионные процессы, которые скрытно развиваются в толще материала конструкции и почти не оставляют следов на ее поверхности. Это означает, что в этих случаях микрповреждения, микротрещины накапливаются в толще материала. С течением времени плотность микрповреждений достигает критических значений и микротрещины образуют магистральную трещину. Для конструктивного элемента это и будем называть опасным состоянием.

Повреждение металлов в коррозионной среде происходит по-разному: материал полностью или частично растворяется; про-



дукты коррозии образуются на поверхности (ржавление); возникают локальные разрушения (питтинг, трещины); некоторые физико-механические свойства металлов могут изменяться без заметных следов на поверхности (например, водородное охрупчивание). Наличие напряженно-деформированного состояния изменяет скорость коррозионного поражения. Во многих средах (хлоридных, щелочных, сероводородных и ряде других) коррозионные потери металла не характеризуют работоспособность конструкции, так как в этих средах происходит растрескивание металла и за критерии работоспособности принимают склонность металла к коррозионному растрескиванию, для чего анализируются экспериментальные зависимости времени до растрескивания от величины растягивающего напряжения.

Результаты экспериментов свидетельствуют, что склонность стали к растрескиванию с повышением ее твердости, предела текучести и величины внутренних напряжений усиливается. Результатом воздействия агрессивных сред является ухудшение прочностных и деформационных характеристик материала в результате сорбционных процессов (при наводороживании, межкристаллитной коррозии, радиационном воздействии).

Коррозионное воздействие - это комплексный процесс, в котором необходимо учитывать влияние температуры, времени, эрозионных, сорбционных, кавитационных и других процессов. Специфические особенности коррозии определяют причину, характер, кинетику и механизм повреждений. С точки зрения термодинамики, коррозионные процессы являются необратимыми, а получить оценку протекания коррозионного процесса с позиций термодинамики оказывается затруднительным.

Деградация свойств материала происходит в пространстве и во времени. Далее принимаем гипотезы об однородности и изотропности пространства и однородности времени. Однородность пространства означает отсутствие избранных точек начала отсчета,

а однородность времени означает, что изменения в физических процессах не зависят от выбора начального момента времени. Изотропность пространства означает, что в нем нет преимущественных направлений.

С учетом этих гипотез необходимо рассматривать и основные законы механики твердого деформируемого тела, в том числе и закон сохранения энергии, в соответствии с которым в изолированной системе во всех процессах суммарная энергия не изменяется, хотя энергии элементов, составляющих эту систему, могут изменяться. Энергия элементов, составляющих систему, определяется их характерными физическими параметрами.

При взаимодействии внешней среды с материалом конструкции энергию полной системы будем рассматривать в виде суммы энергии внешней среды и внутренней энергии материала конструкции. Энергия внешней среды направлена на деформирование материала и сопровождается нарушением в нем внутренних связей. В соответствии с законом сохранения энергии системы энергия внутренней среды (материала конструкции) направлена на сопротивление деформациям и нарушениям внутренних связей в материале конструкции.

Наиболее информативной экспериментальной характеристикой материала следует считать диаграмму деформирования. В ней отражаются все процессы, которые происходят в материале, при его взаимодействии с агрессивной средой. По изменению диаграммы деформирования можно судить о пределе прочности и деформационных свойствах материала, о его способности к упрочнению или разупрочнению, степени агрессивности внешней среды по отношению к рассматриваемому материалу. Наибольшие изменения наблюдаются в области площадки текучести (уменьшение вплоть до полного исчезновения), кривой упрочнения (замедленное понижение и укорачивание). На начальном (упругом) участке кривой деформирования качественные изменения несущественны (несколько изменяется мо-

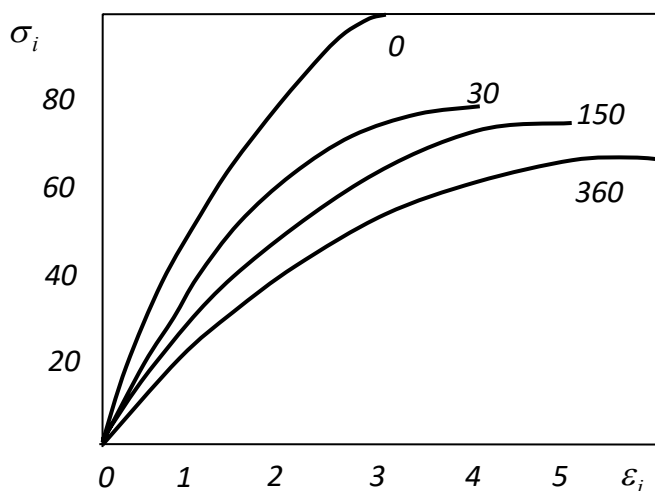


Рис. 1

дуть упругости как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения).

В качестве примера на рис. 1 приведены диаграммы деформирования образцов полиэфирного бетона [1], выдержанных различное число суток в жидкой среде 20% раствора едкого натрия (σ_i - интенсивность напряжений, ϵ_i - интенсивность деформаций). Из графиков видно, что ординаты кривых деформирования с увеличением времени выдержки в агрессивной среде уменьшаются, то есть наблюдается их деградация, а кривые деформирования являются функциями времени взаимодействия материала с агрессивной средой $\sigma_i = f(\epsilon_i, t)$.

Во время эксплуатации элементы строительных конструкций и технологического оборудования взаимодействуют с той или иной агрессивной средой. Постепенно на поверхности конструкции и в ее объеме в материале происходит нарушение внутренних связей, что приводит к изменению прочностных характеристик, накоплению рассеянных повреждений и в материале появляются рассеянные микротрещины. Эти микротрещины с течением времени, образуют магистральные трещины, скорость роста которых велика. Возникает аварийная ситуация. В связи с этим еще на стадии проектирования возникает проблема определения расчетным путем времени от начала ее эксплу-

атации до момента наступления опасного состояния. Это позволит определить срок планового ремонта конструкции или ее замены. Из-за неумения определять долговечность элементов конструкций могут иметь место косвенные потери, связанные с загрязнением окружающей среды и авариями, часто с человеческими жертвами. Время с начала эксплуатации конструкции и до момента наступления опасного состояния будем называть долговечностью конструкции.

В работах ряда ученых используются подходы, основанные на методах механики сплошной среды, в частности, на теории структурных параметров. Анализ имеющихся экспериментальных данных показал, что во многих случаях взаимодействие нагруженной конструкции с агрессивной средой сводится к следующей схеме. В материале конструкции под действием нагрузки протекают два влияющие друг на друга процесса: деформирование и микроразрушение. Деформирование происходит как за счет ползучести материала, так и за счет роста числа дефектов, микротрещин и других повреждений, которые, оказывая влияние на механические характеристики материала, приводят к развитию деформаций. Агрессивная среда, проникая в объем материала конструкции, вступает в химическое взаимодействие с материалом, в результате чего его механические характеристики изменяются, влияя, тем самым, на процессы деформирования и



микроразрушения материала. В свою очередь, процессы деформирования и микроразрушения оказывают влияние на кинетику диффузии агрессивной среды и скорость ее взаимодействия с материалом.

О математических моделях

В прикладных исследованиях построение математической модели - это один из наиболее сложных и ответственных этапов работы. Бытует выражение, что правильно выбрать модель - значит решить проблему более чем наполовину. Трудность этого этапа состоит в том, что он требует активного сочетания математики и специальных инженерных знаний.

Содержание понятий «модель», «моделирование» в различных областях человеческой деятельности весьма разнообразно. Существенным является то, что модель должна более или менее точно имитировать оригинал по выбранной системе характеристик. Моделирование, то есть построение уравнений или иных математических выражений, нацеленных на решение задачи средствами математики, используется любой наукой. Так как модель строится для имитации лишь части свойств объекта, то, как правило, она оказывается проще его.

Взаимодействие материалов с агрессивными средами имеет сложную и разнообразную физико-химическую природу, поэтому необходим феноменологический подход, позволяющий на основе экспериментальных данных строить математическую модель этого взаимодействия, не требуя полной ясности в содержании всех тех физико-химических процессов, которые протекают при этом взаимодействии. Часто при построении математических моделей необходимо осмысление результатов целенаправленных экспериментов, требования к которым формулируются в процессе создания модели.

В связи с этим при использовании феноменологического подхода большое значение приобретают экспериментальные исследования и целенаправленная программа их проведения в интересах специалистов-рас-

четчиков. Целью программы экспериментальных исследований должно быть накопление и анализ тех данных, которые необходимы для формулирования упрощающих гипотез необходимых для построения математической модели и осуществления ее корректной идентификации.

Моделирование процесса взаимодействия материала напряженной конструкции с агрессивной средой осложняется рядом обстоятельств. Во-первых, порой трудно добиться необходимых условий проведения лабораторных экспериментов, идентичных тем натурным условиям, в которых работает конструкция. Во-вторых, информацию, полученную при исследовании образцов в лабораторных условиях в условиях простого одноосного напряженно-деформированного состояния, необходимо использовать для предсказания поведения конструктивных элементов, находящихся в условиях сложного напряженно-деформированного состояния. Поэтому приходится дополнительно формулировать условия эквивалентности. Эти условия выражаются через инвариантные величины: удельную энергию деформирования, интенсивность напряжений или деформаций и тому подобное. От правильного выбора этих условий зависит надёжность результатов, получаемых для различных видов напряженно-деформированного состояния. В-третьих, эксперименты должны быть повторяемыми, то есть их результаты, полученные разными авторами, должны совпадать.

Влияние агрессивной рабочей среды на материал конструкции отличается разнообразием, поэтому в рамках общей модели учесть это разнообразие невозможно. Речь может идти о построении частных моделей, объединенных общими похожими результатами воздействия, выявленными экспериментальным путем. Однако у всех моделей будет и нечто общее: воздействие агрессивных сред на однородный исходный материал делает его неоднородным и его физико-механические характеристики с течением времени изменятся вдоль пространственных



координат. Это явление будем называть наведенной неоднородностью свойств материала. Таким образом, под наведенной неоднородностью будем понимать появление развивающейся во времени неоднородности физико-механических характеристик материала нагруженной конструкции под влиянием факторов рабочей среды (агрессивных жидкостей и газов, физических сред, радиационного облучения и т.д.).

Расчет и проектирование элементов конструкций, взаимодействующих с агрессивной средой, возможно при условии создания адекватных математических моделей, на основе упрощающих гипотез. Заметим, что при создании математической модели большую роль играет также «здравый смысл», интуиция инженера, которые развиваются, на основе накопленного и систематизированного опыта.

В прикладном математическом исследовании можно выделить следующие этапы:

1) путем неформального обсуждения строится математическая модель, которая будет эффективной в том случае, если мы четко представляем себе все аспекты рассматриваемой физической задачи. Важно однозначно сформулировать, что мы хотим узнать;

2) выбирается метод исследования сформулированной математической модели;

3) выполняется математическое исследование, и проводятся приближенные вычисления;

4) полученные вычисления анализируются, а полученный математический результат интерпретируется физически.

Все эти этапы тесно связаны между собой. Математическая модель обычно строится с ориентацией на предполагаемый метод решения математической задачи, однако в процессе математического исследования или интерпретации полученного результата может потребоваться ее уточнение или даже изменение.

Исследовательские модели условно можно подразделить на две группы: экспериментальные (предметные) и теоретические (умозрительные). Умозрительные физи-

ческие модели имитируют реальный объект с использованием языка и средств физики и математики. Они дают упрощенное описание реального объекта путем мысленного отвлечения от многих свойств оригинала и выделения тех его особенностей, которые представляют интерес для исследователя. Академик АН СССР Седов Л.И. отмечал, что в физике и механике теоретическое моделирование обычно касается двух главных аспектов: а) построение моделей полей и веществ; б) моделирование постановок задач в рамках этих моделей. Например, в механике при теоретическом моделировании широко используются такие понятия, как материальная точка, абсолютно твердое тело, упругая или пластическая среда и тому подобное. Эти абстракции имеют значение фундаментальных моделей механики.

После того как умозрительная физическая модель создана, переходят к построению математической модели. Математической моделью достаточно сложного объекта служит обычно система уравнений в широком смысле этого слова (алгебраических, дифференциальных и т.д.). Один и тот же объект может иметь несколько неэквивалентных моделей, которые можно описывать с помощью непрерывных или дискретных, детерминированных или стохастических моделей. Сравнение результатов исследования с помощью моделей разного типа может повысить их достоверность.

Общие контуры математической модели определяются уже на этапе умозрительного физического моделирования, однако и после его завершения полезно рассматривать их различные модификации: оставлять в уравнениях одни члены и отбрасывать другие; нелинейные зависимости заменять линейными, сложные геометрические формы - простыми. В некоторых случаях умозрительная физическая модель представляется в виде схематического чертежа, называемого расчетной схемой (расчетная схема стержневой системы в строительной механике).

Описанный путь построения математической модели с помощью умозрительного



моделирования можно назвать классическим. Однако используется и укороченный путь, когда свойства оригинала устанавливаются без анализа его внутренней структуры и свойств элементов, а с помощью прямых наблюдений лишь над входными и выходными параметрами. Такую модель называют моделью черного ящика.

Формулируя математическую модель, мы всегда идеализируем характер одних факторов, и пренебрегаем влиянием других, которые считаем несущественными. Эти факторы называют неучитываемыми. Выбор адекватной модели необходимо увязывать с характером и масштабом неучитываемых факторов, которые могут, не только количественно, но и качественно влиять на свойства математической модели. В частности, это относится к проблемам, связанным с исследованием устойчивости конструкций.

При построении математической модели используются различные соотношения, связывающие параметры или функции, интересующие исследователя. Некоторые соотношения выводятся в процессе построения модели, другие принимаются без вывода и их называют постулатами модели или исходными гипотезами. Некоторые постулаты вытекают из универсальных физических законов, таких, как законы Ньютона, законы сохранения вещества и энергии и так далее. Адекватность используемых постулатов не должна вызывать сомнений.

При построении моделей необходимо формулировать и использовать феноменологические гипотезы. Гипотеза - это недоказанное предположение, без которого невозможно объяснить рассматриваемое явление. После проверки их полезности для описания результатов опытов гипотезы называют научной истиной или законами природы. Эти законы можно подразделить на две группы: в первую группу входят физические зависимости универсального характера, которые справедливы для любых тел; вторая группа закономерностей определяет частные свойства рассматриваемой среды. К закономерностям первой группы относятся законы сохранения - массы,

количества движения, энергии и ряд других. Закон сохранения энергии и баланса энтропии относятся к законам феноменологической термодинамики.

Однако, универсальных физических законов в большинстве исследований недостаточно и при построении математической модели приходится использовать феноменологические законы, достаточно хорошо эмпирически обоснованные, но с ограниченной областью действия, установленной также эмпирически. Таким примером в механике может служить обобщенный закон Гука, имеющий ограниченную область применения. Использование феноменологических законов требует ответа на центральные вопросы - возможность попадания объекта в область применимости закона и о возможных последствиях при отклонении от этого закона.

При построении математической модели большое значение приобретает выбор системы независимых величин, достаточно полно характеризующих поведение моделируемого объекта. Такие величины называют определяющими параметрами. Их удачный выбор может определить успех исследования. Академик АН СССР Седов Л.И. определил, что для механических систем понятие об определяющих параметрах и об их числе является обобщением понятия о степенях свободы и о независимых координатах. Таким образом, термин «число степеней свободы» можно понимать в широком смысле, понимая под ним общее число определяемых параметров. Так как значимость различных определяющих параметров для интересующей нас характеристики может существенно различаться, то модель можно упростить (огрубить) и после выбора определяющих параметров составить между ними замкнутые математические соотношения. Очень важным элементом моделирования сплошных сред является выбор феноменологических зависимостей между напряжениями и деформациями (для упругой среды, упруго-вязкой, упругопластического твердого тела или для более сложной реологической модели).



При переходе от реального объекта к модели задают ожидаемую степень адекватности модели, которую называют внешним правдоподобием. Оно характеризует соответствие математической модели изучаемому реальному объекту по интересующим нас свойствам. Затем оценивается внутреннее правдоподобие, которое характеризует ожидаемую степень адекватности по отобранным изучаемым характеристикам.

Для выяснения соотношения между внешним и внутренним правдоподобием, при фиксированном выборе математической модели, центральным является вопрос о разумных требованиях к внутреннему правдоподобию модели, от которых зависит выбор метода ее исследования. Существуют две точки зрения. Большинство авторов прикладных исследований утверждают, что бессмысленно искать слишком точные решения уравнений, при составлении которых реальная картина была огрублена. Необходимо учитывать, насколько повышение затрат труда на увеличение внутреннего правдоподобия окупится ожидаемым повышением итоговой адекватности решения относительно реального объекта. Другая точка зрения была высказана Д. Гильбертом и А.М. Ляпуновым, которые утверждали, что после того, как прикладная задача сформулирована на математическом языке, ее надо решать на уровне чистой математики. Это означает, что внутреннее правдоподобие должно быть максимальным независимо от уровня внешнего правдоподобия.

В подавляющем числе случаев принимают первую точку зрения и соизмеряют строгость решения с внешним правдоподобием. Можно сказать, что здесь содержится принцип соответствия внешнего и внутреннего правдоподобия, аналогичный известному правилу приближенных вычислений: степень точности вычислений должна соответствовать степени точности исходных данных. Часто предпочтение отдается образу действий, при котором в процессе построения решения модель может корректироваться в зависимости от обстоятельств и желательного уровня точности.

Основной метод упрощения уравнений связан с прикидочным сравнением влияния их отдельных слагаемых на поведение модели в изучаемом диапазоне изменения переменных и параметров задачи. Затем относительно малые слагаемые в уравнениях можно совсем отбросить или упростить, если есть основания ожидать, что это не внесет в интересующую характеристику ни качественных, ни существенных количественных изменений. Аналогичным образом производятся и иные упрощения уравнений, например, замена нелинейной зависимости на линейную.

При согласовании уровней внешнего и внутреннего правдоподобия одним из центральных является вопрос о выборе точности вычислительного метода решения уравнений. Степень точности вычислений должна соответствовать степени точности исходных данных. Вычислительный метод должен быть по возможности простым, но позволять учитывать все существенные факторы. Для прикладной математики характерно искусство грубого решения сложных задач, основанное на опыте, интуиции и понимании реальной картины. Встречаются работы, в которых к грубой математической модели применяются громоздкие вычислительные методы, дающие высокий уровень точности решения математической задачи, которые более уместны для точных моделей. При этом получаем ложную иллюзию точности решаемой задачи, которая подкрепляется лишними значащими цифрами в результатах вычислений.

Нелинейные модели

При решении большинства задач обнаруживается, что для более или менее широкого диапазона изменения параметров реальные зависимости являются нелинейными. Предположения о линейности этих зависимостей обычно имеет характер допущения. Широкое распространение предположения о линейности задачи вызвано тем, что оно является простейшим и начинать надо именно с него, особенно в случае недостат-



ка информации об реальных зависимостях. Кроме того, такое предположение часто имеет высокую степень адекватности.

С другой стороны, многие математические методы исследования уравнений приспособлены для решения линейных задач, что подталкивает к применению линейных схем, даже если известно, что реальная зависимость значительно отличается от линейной. При этом надеются, что не учет нелинейности не сильно изменит результат, что имеется возможность компенсации погрешности путем соответствующего подбора коэффициентов в линейной зависимости, что решение в дальнейшем можно уточнить.

Расчет конструкций при воздействиях, нарушающих внутренние связи материала, в общем случае связан с учетом трех видов нелинейностей: геометрической нелинейности, нелинейной диаграммы деформирования материала, изменениями физико-механических свойств материала, которые обычно носят нелинейный характер. Совокупность статических, геометрических, физических и кинетических уравнений в совокупности с граничными и начальными условиями порождает нелинейное операторное уравнение, содержащее выбранный набор параметров и функций, определяющих поставленную задачу, которое и выполняет роль математической модели.

Решение сложных задач стало возможным лишь с применением разнообразного математического аппарата, и особую роль приобрела современная вычислительная техника и соответствующее программное обеспечение. Нет сомнения в том, что в процессе математизации, произойдет усложнение математических моделей, что потребует разнообразия математических методов их реализации. Математические методы непрерывно изменяются и совершенствуются как в результате изменения потребностей естественных наук, так и в силу внутренних законов присущих самой математике.

Следующий этап связан с выбором метода реализации полученной нелинейной математической модели. Методы реализа-

ции условно можно разделить на две группы - решение в полных функциях или в приращениях функций (инкрементальные методы). Развитие работ по данному направлению связано с применением метода последовательного возмущения параметров (МПВП) и его развитием [2-3].

Для получения инкрементальных уравнений математическую модель запишем в виде операторного уравнения:

$$A(u_1, \dots, u_n, \alpha_1, \dots, \alpha_m) = 0$$

где A - нелинейный положительно определенный оператор в гильбертовом пространстве, u_1, \dots, u_n - минимальное число переменных, достаточных для однозначной идентификации модели, $\alpha_1, \dots, \alpha_m$ - независимые параметры модели, определяющие всевозможные воздействия на конструкцию со стороны внешней среды в период ее эксплуатации. Вектор переменных определяет состояние описываемого объекта в пространстве (например, это вектор перемещений при решении задачи в перемещениях), независимые параметры могут иметь различную природу, среди них могут быть различные геометрические, физические параметры и, в том числе, внешняя нагрузка. Если малое изменение одного из параметров приведет к малому изменению переменных, то такой параметр называется ведущим, а само состояние называется возмущенным. Если, например, за ведущий параметр принят параметр внешней нагрузки $\alpha_k = q$, то инкрементальное уравнение на $j + 1$ этапе изменения ведущего параметра будет иметь вид

$$A'(u_{1,j}, \dots, u_{n,j}, \alpha_{1,j}, \dots, \alpha_{m,j})(\Delta u_{1,j+1}, \dots, \Delta u_{n,j+1}) - \Delta q_{j+1} = 0$$

Это рекуррентное уравнение названо в [3] уравнением метода последовательных возмущений параметра (МПВП). Левая часть этого уравнения представляет собой дифференциал Гато исходного нелинейного оператора A .



Применение МПВП сводит задачу к решению инкрементальной системы уравнений инвариантной относительно широкого класса математических моделей, описывающих взаимодействие агрессивных сред и материалов конструкций. Линеаризованная инкрементальная система уравнений содержит ряд параметров и функций, которые могут быть разделены на три принципиально различные группы:

- ❖ параметры, которые возмущаются последовательно в силу принятой стратегии решения поставленной нелинейной задачи. Их возмущение имеет необратимый характер;

- ❖ параметры, связанные с процессом развития деградации физико-механических свойств материала;

- ❖ параметры, связанные с историей процесса деформирования физически нелинейного материала.

Последовательное решение линеаризованных уравнений при выбранной стратегии возмущения параметров дает возможность получить решение сформулированной нелинейной задачи.

Такая методика в совокупности с численными методами позволила исследовать ряд интересных задач. Были получены уравнения для стержневых систем, тонкостенных пластинок и оболочек, и других конструкций. Рассмотрен ряд задач, как с поверхностной коррозией, так и с накоплением повреждений в толще материала, вызванных действием агрессивной среды. В результате была сформулирована и развита теория наведенной неоднородности [3].

Возможны два направления исследований. Одно из них связано с построением моделей, инвариантных к парам «материал - среда», использованием этих моделей и поиском конкретных областей их применения. Второе направление связано с детальным анализом экспериментальных данных кинетики взаимодействия конкретных пар «материал - среда», построением, идентификацией и использованием моделей, корректно описывающих поведение материалов

и конструкций из них в соответствующих средах.

Теория структурных параметров

Согласно теории структурных параметров для любого процесса, происходящего в сплошной среде, может быть построено некоторое уравнение состояния, из которого характеристики процесса определяются как функции параметров внешнего воздействия. Для определения структурных параметров формулируются кинетические уравнения, которые позволяют учесть историю их изменения. При построении таких уравнений полагают, что макроскопические структурные параметры можно вводить формально, но при необходимости им можно придать и определенный физический смысл. Используя эти уравнения, можно определить характеристики процессов деформирования и микроразрушения, не исследуя при этом микроструктуру материала. В общем же случае структурные параметры вводятся в виде дополнительных гипотез, опирающихся на результаты экспериментальных исследований.

К физическим уравнениям необходимо добавить кинетические уравнения, отражающие изменения во времени размеров конструктивного элемента или свойств материала, вызванных воздействием агрессивной внешней среды. При взаимодействии материала с агрессивной средой, параметры, характеризующие свойства материала будут изменяться во времени по экспериментально определяемым законам.

Кинетические уравнения представляют собой математическую модель изменения во времени того или иного параметра конструкции или материала, из которого она выполнена, и не описывают те физико-химические процессы, которые вызвали эти изменения. Они опираются лишь на гипотезы и предположения феноменологического характера, являются математической формализацией полученных экспериментальных данных и должны отличаться математической простотой. Поэтому кинетические уравнения



не могут претендовать на большую общность, и пригодны лишь для получения разумного приближения при описании ограниченного класса явлений.

Как построить математическую модель методом структурных параметров. В фундаментальную систему уравнений, описывающую напряженно-деформируемое состояние конструкции, вводятся дополнительные параметры (функции) учитывающие изменение толщины (поверхностная коррозия, коррозионный износ), либо функции определяющие скорость накопления рассеянных микрповреждений, либо изменения механических свойств материала, либо связанные с эволюцией кривой деформирования. Если под влиянием агрессивной среды прочностные и деформационные свойства материала ухудшаются, то эти функции называют деградационными функциями. Деградационные функции вводятся в физическую группу уравнений фундаментальной системы уравнений. Для того, чтобы число неизвестных соответствовало числу уравнений необходимо пополнить фундаментальную систему уравнениями, описывающими скорость изменения деградационных функций в зависимости от параметров, получаемых в результате экспериментальных исследований. Функции деградации могут носить интегральный характер или определяться из дифференциальных уравнений.

Проблема замыкания уравнений механики сплошной среды базируется на учете физических свойств этой среды. Обозначим через $\zeta = \{\zeta_1, \dots, \zeta_n\}$ совокупность немеханических параметров, влияющих на механические свойства среды. В любой момент времени форма элементарного объема в окрестности произвольной точки тела определяется тензором деформаций. С течением времени параметры $\zeta(t)$ изменяются, что приводит к изменению величины тензоров напряжений и деформаций. Если тензор деформаций задан как функция времени, то задан процесс деформации элементарного

объема, а если тензор напряжений задан как функция времени, то задан процесс нагружения элементарного объема.

Таким образом, в соответствии с постулатом макроскопической определенности [4-5], для заданной физической среды должны существовать функционалы вида

$$T_{\sigma}(t) = T_{\sigma}(T_{\varepsilon}(t), \zeta(t)) \Big|_{t_0}^t$$

Это означает, что тензор напряжений зависит не только от значений тензора деформаций и величин немеханических параметров в текущий момент времени, но зависит и от всех их значений в предшествующие ему моменты времени. Если задан процесс нагружения, то тензор деформаций однозначно определяется функционалом

$$T_{\varepsilon}(t) = T_{\varepsilon}(T_{\sigma}(t), \zeta(t)) \Big|_{t_0}^t$$

Конкретизация функционалов осуществляется при изучении физических свойств рассматриваемых сред. Параметры $\zeta(t)$ считаются заданными функциями времени. В действительности часто они сами являются искомыми и могут зависеть от протекания процесса $T_{\varepsilon}(t)$. В этом случае необходимо дополнительно привлекать законы термодинамики, диффузии и другие физические законы, известные для немеханических параметров. Явный вид параметров $\zeta(t)$ создается материаловедами в результате экспериментальных исследований. При численной реализации удобно придать функционалам, инкрементальный вид, используя временной инкремент Δt или инкременты других немеханических параметров, изменяющихся во времени.

Согласно теории структурных параметров для любого процесса, происходящего в сплошной среде, может быть построено уравнение состояния, из которого характеристики процесса определяются как функции параметров внешнего воздействия и других структурных параметров. Для структурных



параметров формулируются кинетические уравнения, которые позволяют восстановить историю нагружения. При построении таких уравнений обычно считают, что макроскопические структурные параметры можно вводить формально, но при необходимости им можно придать и определенный физический смысл. Эти уравнения позволяют определить характеристики процессов деформирования и микроразрушения, не исследуя при этом микроструктуру материала. В общем же случае структурные параметры вводятся в виде гипотез, опирающихся на экспериментальные исследования.

Кинетические уравнения представляют собой математическую модель изменения во времени того или иного параметра конструкции или материала, из которого она выполнена, и не описывают те физико-химические процессы, которые вызвали эти изменения. Они опираются лишь на гипотезы и предположения феноменологического характера, являются математической формализацией полученных экспериментальных данных и по возможности должны отличаться математической простотой. Поэтому кинетические уравнения не могут претендовать на большую общность, и пригодны лишь для получения разумного приближения при описании ограниченного класса явлений.

Коррозионный износ (поверхностная коррозия)

В 1987 году была опубликована монография [2], в которой применительно к расчету конструкций в общем виде были сформулированы различные подходы к учету воздействия коррозионных сред, особое внимание было уделено вопросам коррозионного износа. В частности, в ней рассмотрены диффузионные модели коррозионного разрушения, пригодные для тех случаев, когда под действием агрессивной среды образуется слой, пораженный коррозией, механические характеристики которого плавно изменяются по толщине конструкции.

Пусть δ – глубина разрушенного коррозией слоя материала конструкции. Рассмотрим

три возможных группы моделей учета коррозионного разрушения:

1) изменение глубины коррозионного разрушения зависит только от времени взаимодействия материала со средой $\delta = f(t)$. Самая простая модель в этом случае получается, если не учитывать в расчете пораженный коррозией материал конструкции, что приводит к модели, в которой геометрические размеры сечения конструктивного элемента уменьшаются с течением времени по закону, определяемому экспериментально;

2) изменение глубины коррозионного разрушения материала зависит от нескольких характеристик агрессивной среды.

Пример: $\delta = f(t, T, B)$, где T – температура, B – концентрация агрессивной среды;

3) несколько различных параметров, характеризующих степень коррозии, зависят от времени контакта элемента конструкции с агрессивной средой $\delta = f(T(t), B(T))$.

Различные варианты моделей коррозионного износа подобного типа обсуждаются в [2-3]. Ряд авторов экспериментальным путем определяли зависимости скорости коррозии от параметров модели. Например, экспериментально установлено, что скорость коррозии низколегированной стали изменяется по закону $d\delta / dt = \alpha t^\beta$, где показатель степени β зависит от агрессивности среды, а коэффициент α – от состава стали. В этих и аналогичных моделях влияние напряженного состояния на процесс коррозионного разрушения не учитывались. Однако во многих случаях это влияние может оказаться столь значительным, что им пренебрегать нельзя. Модель, учитывающая влияние напряженного состояния на скорость коррозионного разрушения, в общем случае можно представить в виде дифференциального уравнения $d\delta / dt = f(t, \sigma)$ с начальным условием $\delta = 0$, если $t = 0$.



Здесь σ – некоторая функция, характеризующая напряженное состояние. Вид функции $f(t, \sigma)$ определяется по результатам экспериментов и обычно представляется в виде произведения двух функций, одна из которых зависит только от времени, а другая является линейной функцией интенсивности напряжений σ_i , например

$$f(t, \sigma) = \varphi(t)(\alpha + \beta\sigma_i)$$

Вид безразмерной функции $\varphi(t)$, а также значения коэффициентов α, β определяются на основании экспериментальных данных. Важно, чтобы функции и коэффициенты можно было бы определить из достаточно простых экспериментов

Теория накопления микрповреждений

Для расчета напряженного состояния и долговечности конструкций при воздействии агрессивной среды в [2-3] использованы различные варианты теории накопления микрповреждений. При этом полагается, что при отсутствии агрессивной среды, в материале не происходит накопления повреждений, и только после начала взаимодействия материала со средой начинается интенсивный процесс их образования и накопления, приводящий к преждевременному разрушению конструкции. Причем считается, что процесс накопления повреждений оказывает влияние на деформирование конструкций, ввиду наличия параметра поврежденности в физических соотношениях. В соответствии с этой схемой рассуждений формулируется задача о длительной прочности элементов конструкций в агрессивных средах.

Введем в рассмотрение условную характеристику - меру накопления рассеянных микрповреждений. В качестве такой меры принимается скалярная функция $\varphi(x, y, z, t)$, которая носит название сплошность. При отсутствии повреждений $\varphi = 1$, а с течением времени, по мере накоп-

ления микрповреждений под действием агрессивной среды, она убывает. Рост дефектов сопровождается уменьшением эффективного сечения и, как следствие, увеличением эффективных напряжений $\sigma_{эф} = \sigma_{max} / \varphi$. Микрповрежденность такого рода Л.М. Качанов предложил характеризовать скалярным параметром $1 \geq \varphi \geq 0$ и назвал его сплошностью материала. Скорость изменения поврежденности представляется как функция эффективного напряжения f и кинетическое уравнение будет

$$\frac{d\varphi}{dt} = f\left(\frac{\sigma_{max}}{\varphi}\right).$$

Л.В. Качанов предложил кинетическое уравнение в виде

$$\frac{d\varphi}{dt} = -A\left(\frac{\sigma_{max}}{\varphi}\right)^n,$$

где коэффициенты $A > 0, n \geq 0$ определяются из эксперимента. Можно кинетическое уравнение задать в виде

$$\frac{d\varphi}{dt} = -A \exp\left(\frac{n\sigma_{экв}}{\varphi}\right).$$

Вообще кинетические уравнения следует рассматривать не как физические закономерности, а лишь как удобные аппроксимации экспериментальных результатов.

Если нелинейная задача решается в полных функциях и используется теория малых упругопластических деформаций А.А. Ильюшина, то физическое уравнение примет вид

$$D_\sigma = \frac{2}{3}\varphi E_c D_\varepsilon.$$

Здесь D_σ, D_ε – девиаторы тензора напряжений и деформаций, $E_c = \sigma_i / \varepsilon_i$ – секущий модуль. Если задача решается в приращениях функций, то физическое уравнение примет вид

$$\Delta D_\sigma = \frac{2}{3}\varphi \left(E_k \Delta D_\varepsilon + E_c D_\varepsilon \frac{\Delta \varphi}{\varphi} \right)$$



где $E_k = d\sigma_i / d\varepsilon_i$ – касательный модуль, а символом Δ обозначены приращения соответствующих функций.

Модели, описывающие процесс накопления повреждений в теле, вызванных взаимодействием его материала с агрессивной средой, строятся в следующей последовательности.

1. Вначале выделяется параметр, который может охарактеризовать степень поврежденности материала конструкции. Затем определяется его место в структуре физических уравнений сплошных сред. Этот параметр будем называть параметром поврежденности, который может быть объектом различного вида: скаляром, вектором, тензором. Например, при поверхностной коррозии таким параметром может служить глубина каверны или приведённая толщина конструктивного элемента. В качестве параметра поврежденности может выступать характеристика плотности накопления рассеянных микрповреждений в окрестности произвольной точки материала конструкции.

2. На основании имеющихся экспериментальных данных необходимо построить кинетические уравнения, которые связывают скорости изменения параметра поврежденности с физическими параметрами, агрессивной среды и напряженно-деформированного состояния конструктивного элемента. Это уравнение описывает изменение во времени параметра поврежденности в процессе взаимодействия материала с агрессивной средой. От степени его обоснованности зависит достоверность всей модели. Между процессом необратимого пластического деформирования и процессом накопления повреждений существует определённая аналогия. Оба эти процесса необратимы и их текущее состояние зависит от истории нагружения и взаимодействия с агрессивной средой.

3. В зависимости от материала необходимо сформулировать критерий локального разрушения материала, взаимодействующего с агрессивной средой. Для этого экспе-

риментально определяется предельная величина поврежденности (феноменологический подход) или используются обычные теории прочности, которые следует видоизменить так, чтобы в них фигурировал параметр поврежденности, учитывающий влияние агрессивной среды.

4. Формулируется краевая задача, решение которой позволит определить напряженно-деформированное состояние в любой точке конструкции. Краевая задача включает в себя статические, геометрические и физические уравнения механики сплошной среды и соответствующие граничные условия. Кроме того, формулируются кинетические уравнения со своими начальными условиями. После введения необходимых упрощений, продиктованных конкретной задачей, получим совокупность уравнений, позволяющих получить разрешающие уравнения для конструкций различных видов напряженного состояния.

5. Затем необходимо разработать алгоритм численной реализации полученной математической модели. В процессе разработки математической модели вырабатываются требования к той информации, которую необходимо получить экспериментально.

В качестве примера на рис. 2 приведены результаты расчета долговечности пластины, выполненной из полимербетона при действии равномерно распределенной нагрузки. Агрессивная среда - 30% едкий натрий.

Здесь приняты следующие обозначения:

$\sigma_s(t)$ – экспериментальная кривая длительной прочности полимербетона контактирующего с 30% едким натрием (агрессивная среда); восходящими кривыми показаны результаты расчета пяти вариантов нагружения пластины в агрессивной среде; T_1, \dots, T_5 – время наступления опасного состояния пластины (расчетная долговечность).

Следует иметь в виду, что расчетная долговечность конструкций представляет собой прогноз деградации материала, из которого

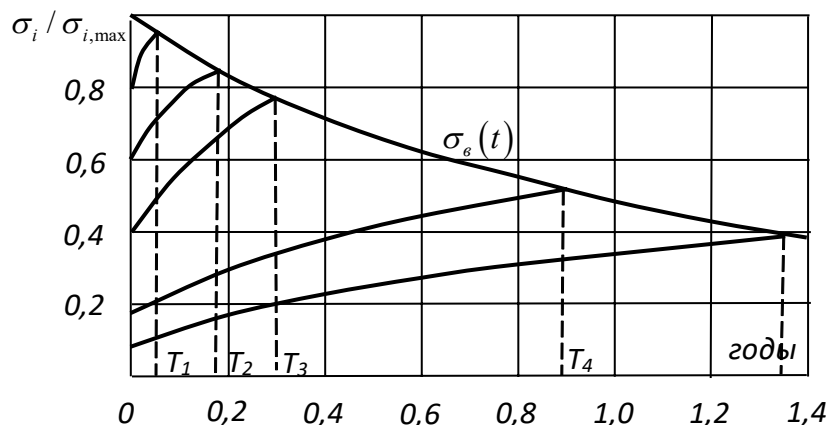


Рис. 2

она изготовлена, на протяжении жизненного цикла здания, который измеряется десятилетиями. Однако невозможно точно предвидеть какие экологические изменения произойдут в окружающей среде, каковы будут изменения ее агрессивности. Поэтому в течение жизненного цикла зданий и сооружений необходимы промежуточные исследования окружающей среды и внесение соответствующих поправок в расчетную долговечность.

В результате проведенных исследований создана теория наведенной неоднородности, получены уравнения необходимые для расчета и разработана методика их решения. На многочисленных примерах из области тонкостенных пространственных конструкций типа пластин и оболочек исследовано влияние различных нелинейных факторов возникающих при уточнении расчетных схем [3]. Теория может найти применение как при определении долговечности конструкций,

работающих в контакте с агрессивной средой, так и при определении прочностного ресурса конструктивных элементов сооружений при их реконструкции.

Библиографический список

1. Селяев П.В. Диаграммы деформирования композиционных материалов при воздействии жидких агрессивных сред / П.В. Селяев // Проблемы прочности элементов конструкций под действием нагрузок и рабочих сред. - Саратов: СГТУ, 2006. - С. 46-52.
2. Петров В.В., Овчинников И.Г., Шихов Ю.М. Расчет элементов конструкций, взаимодействующих с агрессивной средой. - Саратов: Изд-во СГУ, 1987. - 285 с.
3. Петров В.В. Нелинейная инкрементальная строительная механика. - М.: Изд-во Инфра-Инженерия, 2014. - 480 с.
4. Ильюшин А.А. Пластичность. Основы общей математической теории. - М.: Изд-во АН СССР, 1963.
5. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды. - М.: Изд-во МГУ, 1971.

Поступила в редакцию 26.10.2020 г.



MATHEMATICAL MODELING OF LONGEVITY
THIN-WALLED SPATIAL CONSTRUCTIONS
INTERACTING WITH THE AGGRESSIVE ENVIRONMENT

© 2020 V.V. Petrov, R.V. Mishchenko,
D.A. Pimenov, O.A. Gorbacheva*

The article is of an overview nature. BIM technologies imply the creation and management of information at all stages of the life cycle of construction objects. The problem of describing the evolution of the life cycle of load-bearing structures at the design stage and determining their durability has gained relevance. To determine the durability of building structures by calculation, it is necessary to create mathematical models of the interaction of loaded structures with an aggressive environment. Various approaches to the creation of mathematical models that take into account the peculiarities of the interaction of structures with aggressive media are analyzed.

Key words: information technology, theory of knowledge, durability, mathematical models, aggressive environments, methods for calculating the durability of structures.

Received for publication on 26.10.2020

* Petrov Vladilen Vasilievich (vvp@sstu.ru) - Academician of RAABS, Honored Worker of Science of the Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Theory of Structures and Building Structures; Mishchenko Roman Viktorovich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; Pimenov Dmitry Alekseevich - Assistant; Gorbacheva Olga Aleksandrovna - Post-graduate; all - Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin (Saratov, Russia).



ПРОЕКТНЫЕ И РАСЧЁТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

© 2020 В.И. Римшин, Е.С. Кецко, П.С. Трунтов*

Статья посвящена изучению проектных решений при строительстве сооружения биологической очистки - насосной станции опорожнения вторичных отстойников. Рассмотрены и проанализированы исходные данные для проектирования: климатические условия на площадке, гидрогеологическая обстановка, геологические условия, проанализированы результаты оценки влияния строительных работ на окружающую застройку. Описаны и обоснованы принятые объёмно - планировочные и конструктивные решения. Приведены рекомендации по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения в агрессивных газовых и жидких средах эксплуатации. Соответствие требованиям механической безопасности обосновано расчётами, выполненными вручную, а также с применением сертифицированного программного комплекса ПК «ЛИРА-САПР»; программы «Base»; программы «Фундамент». Технические решения по фундаментам были приняты на основании выполненных расчетов в сертифицированных программных комплексах LIRA SAPR, Foundation и BASE; расчёты ограждающих конструкций были выполнены в ручном варианте. Выполнены расчёты строительных конструкций: определено боковое давление, усилия в стенах, армирование в стенах, выполнен расчёт сооружения на всплытие.

Ключевые слова: насосная станция, геологические и гидрогеологические условия, проектирование и расчёт строительных конструкций.

Введение. Основной целью проектирования и строительства насосной станции для опорожнения является применение прогрессивной технологии и новейшего технологического оборудования для биологической очистки городских сточных вод и обработки осадка. Насосная станция опорожнения вторичных отстойников относится к сооружениям биологической очистки. Опорожнение каждого отстойника предусматривается трубопроводом опорожнения, который входит снизу в днище отстойника. Насосная станция представляет собой прямоугольное заглубленное здание, в котором установлен насос опорожнения. Измерение расхода сточных вод, поступающих на проектируемые вторичные отстойники, осуществляется расходомерами, устанавливаемыми в проектируемой камере на двух трубопроводах диаметром

1600 мм. Иловая насосная станция прямоугольная в плане, размером подземной части 36.0 x 16.28 м, глубиной 4.54 м служит для приема активного ила после вторичных отстойников и подачи циркулирующего активного ила в аэротенки, а избыточного - в илоуплотнители. В связи с тем, что для обработки избыточного активного ила предусматривается его сгущение на декантерах, для подачи избыточного активного ила в участок сгущения предусмотрена установка на месте демонтируемых осевых насосов и насосов избыточного активного ила (сухая установка) с подачей в резервуары при декантерах узла сгущения избыточного активного ила [1-2]. Забор избыточного активного ила осуществляется из нижнего илового канала. Проектная документация по объекту разработана в соответствии с градостроительным

* Римшин Владимир Иванович (v.rimshin@niisf.ru) - член-корреспондент РААСН, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (Москва, РФ); Кецко Екатерина Сергеевна (kkuzzina@mail.ru) - аспирант, Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН (Москва, РФ); Трунтов Павел Сергеевич (pavel_truntov@mail.ru) - магистрант, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (Москва, РФ).



планом земельного участка, заданием на проектирование, градостроительным регламентом, Федеральным законом от 30.12.2009 № 384 - ФЗ, техническими регламентами, устанавливающими требования по обеспечению безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий, и с соблюдением технических условий. Технические решения, принятые в настоящем проекте, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных проектом мероприятий.

Исходные данные для проектирования.

В соответствии с выводами, приведенными в оценке влияния строительства на окружающую застройку и существующие коммуникации, строительство сооружений, устройство котлованов, траншей, а также прокладка микротоннелированием трубопровода, прокладка трубопроводов продавливанием с ручной разработкой не окажут неблагоприятного влияния на существующие инженерные коммуникации и не приведут к возникновению нештатных ситуаций. До начала строительства не требуется проведения мероприятий по защите всех инженерных коммуникаций, расположенных в зоне влияния строительных работ. Строительство и последующая эксплуатация зданий и сооружений не ухудшат существующую гидрогеологическую обстановку на прилегающей территории. По климатическому районированию согласно СП 131.13330.2012 территория относится к климатическому подрайону II В. Согласно ГОСТ 16350-80, СП 131.13330.2012 и СП 20.13330.2012 для расчета и проектирования строительных конструкций приняты следующие характеристики района строительства: климатический район строительства - II5 (t_e - 30) по ГОСТ 16350-80; средняя годовая температура воздуха - плюс 5,4 С; абсолютный минимум - минус 43 С; абсолют-

ный максимум - плюс 38 С; количество осадков за год - 644 мм. Преобладающее направление ветра изменяется по сезонам года: зимой (январь) - юго-западное; весной (апрель) - южное; летом (июль) - северо-западное; - осенью (октябрь) - юго-западное. Минимальная скорость ветра наблюдается в летнее время и составляет 2,8 м/с; наибольшая скорость наблюдается зимой и в начале весны - 24 м/с; среднегодовая скорость ветра 0-3,8 м/с. Наибольшая среднемесячная скорость ветра отмечается в январе. Продолжительность безморозного периода в среднем равна 141 дню, наименьшая - 98 дням, наибольшая - 182 дням. Продолжительность устойчивого мороза равна 108 дням. Среднее число дней с туманом составляет 31, с метелью - 30. Сейсмичность района работ - менее 6 баллов согласно СП 14.13330.2014. Площадка строительства находится в III районе по весу снегового покрова с расчетной нагрузкой 180 кг/м², в I районе по скоростному напору ветра с нормативной нагрузкой 23 кг/м². Снеговая и ветровая нагрузки приняты согласно указаниям СП 20.13330. Расчетная зимняя температура наружного воздуха - минус 29°С в соответствии СП 131.13330.2012. Территория строительства характеризуется как неопасная по степени проявления суффозионно - карстовых процессов. На участке строительства в зимний период в зоне сезонного промерзания грунтов происходит морозное пучение. Грунтовым основанием проектируемой насосной станции будет служить естественный грунт слоя: песок средней крупности с тонкими прослоями суглинка и песка крупного, средней плотности.

Описание и обоснование принятых объёмно - планировочных решений. Объёмно - планировочная организация проектируемых насосных станций принята в соответствии с функциональным назначением рассматриваемых объектов: план расстановки технологического оборудования, проходов, технологических площадок; высотные параметры надземной части здания в зависимости от подъёмно-транспортного оборудова-



ния; высотные параметры подземной части здания в зависимости от отметок расположения подводящих и отводящих трубопроводов. Площадь застройки - 48,3 м², общая площадь - 68,8 м², строительный объём надземной части - 207,0 м³, строительный объём подземной части - 407,0 м³. Проектом предусматривается новое строительство индивидуальногздания прямоугольной формы с размерами в осях 6,0 х 6,0 м, которое состоит из железобетонной подземной части глубиной 9,6 м и надземной кирпичной части с высотой до низа плит покрытия - 3,9 м. Верхняя отметка парапета здания + 5,100. Условной отметке 0,000 (уровень чистого пола) соответствует абсолютная отметка 120,350. Для монтажа и обслуживания технологического оборудования в надземной части здания установлена таль грузоподъёмностью 1.0 т. На отметке 0.000 расположены монтажная площадка шириной 1.5 м и площадка

шириной 1.7 м для размещения электротехнического оборудования; остальная площадь машинного зала раскрыта, т.е. не имеет перекрытия. В заглублённой части на отметке -8.170 находится машинный зал, для спуска в который предусмотрена система металлических лестниц и площадок. Входная дверь - стальная по ГОСТ 31173-2003, окна - из поливинилхлоридных профилей по ГОСТ 30674-99 с двухкамерными стеклопакетами. Внутренняя отделка: в заглубленной части машинного зала - затирка железобетонных стен, масляная панель - 1.5 м, выше - клеевая окраска; кирпичные стены - штукатурка; на площадках на отметке 0.000 - масляная панель, выше - клеевая побелка. Полы: в машинном зале - плитка керамическая с уклоном к приямку; на монтажной площадке - бетонное покрытие из бетона класса В30; площадка на отметке 0.000 - цементно-песчаный раствор М300 с затиркой и железне-

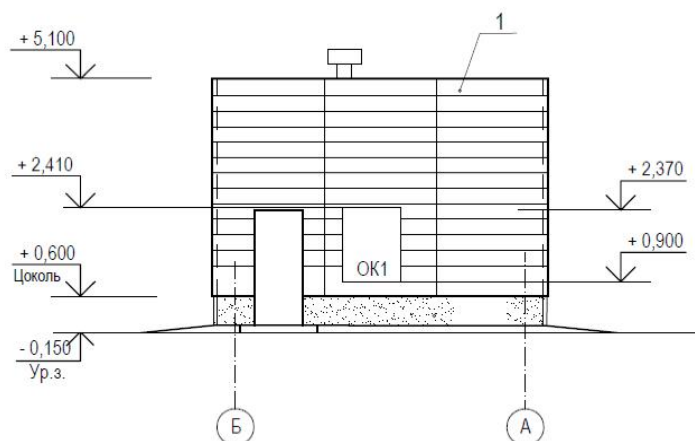


Рис. 1. Фасад Б-А

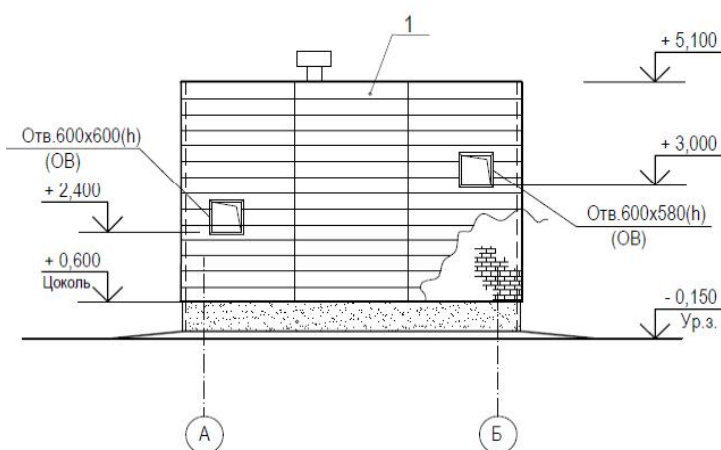


Рис. 2. Фасад А-Б

нием поверхности. На рисунках 1 и 2 изображены фасады насосной станции в осях А-Б и Б-А. На рисунках 3 и 4 изображены план и разрез насосной станции.

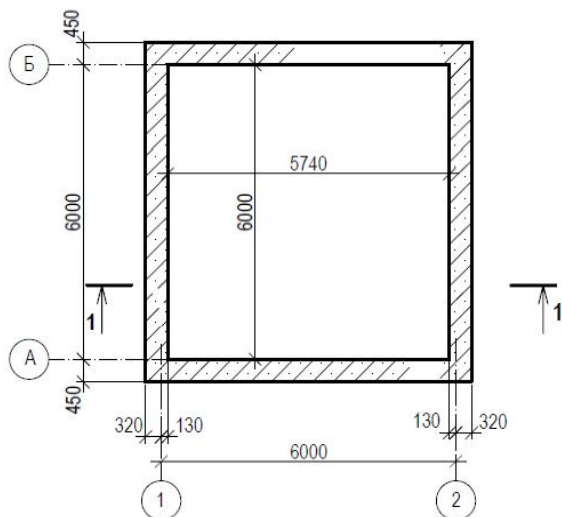


Рис. 3. План

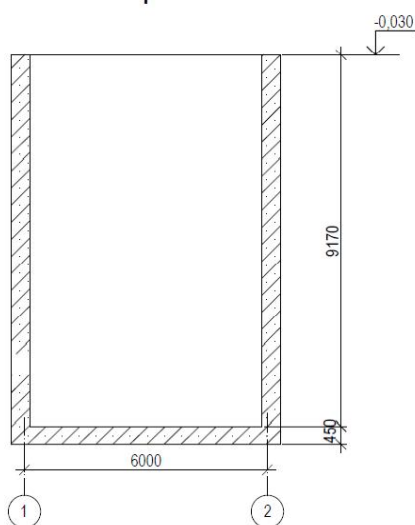


Рис. 4. Разрез 1-1

В соответствии с данными пунктом 7, 9 статьи 4 «Технического регламента о безопасности зданий и сооружений» № 387-ФЗ, а также указаний пунктом 11.1.4 СП 32.13330.2012 насосная станция относится к нормальному (II) уровню ответственности, классу КС-2. Проектируемое сооружение по капитальности относится ко II классу; по долговечности и огнестойкости - ко II степени; по классу конструктивной пожарной опасности - С0; по классу функциональной пожар-

ной опасности - Ф5.1. Обратная засыпка пазух котлованов всех зданий и сооружений предусмотрена местным песком средней крупности, средней плотности слоями толщиной не более 200 мм с уплотнением каждого слоя до $K_e = 0,98$ при условии, что грунт обратной засыпки является несущим основанием для проектируемого сооружения, до нормальной степени в остальных случаях [3-6].

Описание и обоснование конструктивных решений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчётов строительных конструкций. Соответствие требованиям механической безопасности обосновано расчётами, выполненными вручную, а также с применением сертифицированного программного комплекса ПК «ЛИРА-САПР»; программы «Base»; программы «Фундамент». Технические решения по фундаментам были приняты на основании выполненных расчетов в сертифицированных программных комплексах LIRA SAPR, Foundation и BASE; расчёты ограждающих конструкций были выполнены в ручном варианте.

Конструктивная схема надземной части здания - две продольные несущие стены, расположенные с шагом 6 м. Устойчивость такой конструкции в поперечном направлении обеспечивается поперечными стенами, которые несут нагрузки от перекрытия. При опирании на несущие стены плиты покрытия значительно повышают устойчивость стен и увеличивают пространственную жёсткость здания в целом [10-14]. Усилия в стенах и днище определены по схемам работы упругих прямоугольных плит. Стены и днище подземной части толщиной 450 мм выполнены из монолитного железобетона, между собой соединены жёстко. Стены машинного зала рассчитаны на нагрузку от грунта обратной засыпки с учётом случайной нагрузки на поверхности планировки (на отметке низа стен $9,1 \text{ т/м}^2$, на отметке верха стен $-0,53 \text{ т/м}^2$); днище рассчитано на отпор грунта с нагрузкой $6,68 \text{ т/м}^2$. На отметке $0,000$ в камере выполнена монолитная железобетонная ребристая площадка, которая состоит из собственно плиты толщиной 150 мм и консоль-



ных балок вылетом 1,7 м переменной высотой 350...200 мм. Плита рассчитана на нагрузку 0,9 т/м² по схемам работы упругих прямоугольных плит, консольные балки тах вылетом 1,7 м рассчитаны на нагрузку 2,43 т/мп. При расчёте на всплытие определено, что отключать систему водопонижения допустимо только по окончании строительных работ с учётом возведения ограждающих конструкций и монтажа плит покрытия надземной части, тогда $Q_{\text{выт.}} = 336,7 \text{ т} < Q_{\text{удерж.}} = 404,0 \text{ т}$, т.е. $K_{\text{запаса}} = 1,2$.

В заглублённой части стены ($\delta = 450 \text{ мм}$) между собой и днищем ($\delta = 450 \text{ мм}$) соединены жёстко. Все конструкции выполнены из бетона класса В30, W6, F100; арматура класса А500С: опорная и пролётная днища, а также опорная стена - $\varnothing 20$, вся остальная - $\varnothing 12$; защитный слой бетона до грани арматуры - 40 мм. Условная отметка низа фундаментной плиты минус 9,650, верха фундаментной плиты минус 9,200, верха стен заглублённой части минус 0,030. Монолитная железобетонная площадка, на которой размещаются электротехнические шкафы, выполнена из бетона класса В30, F50, состоит из плоской плиты $\delta = 200 \text{ мм}$ по консолям $\xi = 1,7 \text{ м}$: арматура плиты $\varnothing 10\text{A}500\text{С}$, консоли - $\varnothing 14$ и $20\text{A}500\text{С}$; $\varnothing 8\text{A}240$. Кладка наружных стен выполнена из кирпича 250x120x65 мм на цементно-песчаном растворе М50, толщина стен 380 мм, в углах заложены арматурные сетки для исключения возможности деформации кирпичной кладки стен в случае их неравномерной осадки. Плиты покрытия сборные железобетонные предварительно напряжённые ребристые по серии 1.465.1-20, выпуск 1, размером 1,5x 6,0 м: бетон класса В15 и В20 (в зависимости от несущей способности); толщина полки плиты - 30 мм, опорная и пролётная арматура $\varnothing 5\text{ВрI}$; продольные балки пролетом 5,97 м, высотой 300 мм, напрягаемая арматура $1\varnothing 16\text{A}400$ и $1\varnothing 22\text{A}40$, поперечные стержни $\varnothing 5\text{ВрI}$ с шагом 100 мм у опор и с шагом 200 мм в пролёте; поперечные балки пролетом 1,48 м высотой 150 мм, расположены с шагом $\approx 1480 \text{ мм}$, пролётная арматура \varnothing

10A400 и $\varnothing 12\text{A}400$, поперечная $\varnothing 4\text{ВрI}$ с шагом 100 мм у опор и с шагом 300 мм в пролёте.

Перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения. Защита конструкций от разрушений при воздействии жидкой и газовой среды принята на основании рекомендаций СП 28.13330.2012. Для защиты ёмкостей от воздействия жидкой среды применяются: тяжёлый бетон класса В30 с дополнительными требованиями по водонепроницаемости W6. Для предотвращения фильтрации воды через швы - гидропрокладка «Пенебар». Торкретирование (или при небольших площадях - штукатурка) внутренних поверхностей монолитных железобетонных стен цементно-песчаным раствором состава 1:2 с полимерными добавками. Поверхности бетонных и железобетонных конструкций, соприкасающиеся с грунтом, покрываются битумными мастиками [7-9]. По данным технологических расчётов степень агрессивного воздействия газовой среды на монолитные железобетонные конструкции ацидофикаторов, смесительной камеры, песколовок и здания решёток соответствует среднеагрессивной. Для защиты ёмкостей от воздействия газовой среды предусмотрено: увеличение защитного слоя бетона - 30 мм, ограничение величины раскрытия трещин: в расчётной части документации - 0,2 мм, увеличение плотности (водонепроницаемости) бетона сборных и монолитных конструкций: в документации W6. Закладные детали и металлоконструкции выполнены из коррозионно-стойкой (нержавеющей) стали.

Определение бокового давления. На рисунке 5 приведена расчётная схема для определения бокового давления.

Для дальнейшего расчёта принимаем следующие характеристики песчаного грунта обратной засыпки: $\gamma^1 = 1,85 \text{ т/м}^3$; $\varphi^1 = 23^\circ$; $\lambda_a = \text{tg}(45^\circ - \varphi/2) = \text{tg}(45^\circ - 23/2) = \text{tg} 33,5^\circ = 0,66191 = 0,44$.

Ордината бокового давления от нагрузки на уровне верха заглублённой части: $e = k \cdot q \cdot \lambda_a = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,44 = 0,53 \text{ т/м}^2$.

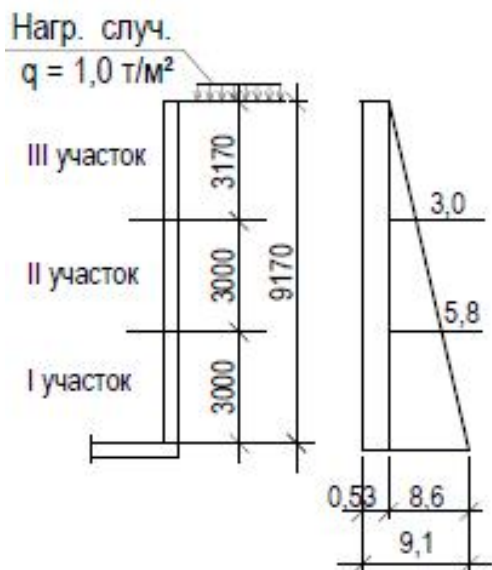


Рис. 5. Расчётная схема для определения бокового давления

Ордината бокового давления от нагрузки и грунта на отметке верха дна (h = 9.17 м): $e_1 = e + k \cdot y \cdot h \cdot \lambda_a = 0.53 + 1.15 \cdot 1.85 \cdot 9.17 \cdot 0.44 = 0.53 + 8.58 = 9.1 \text{ т/м}$.

Ордината бокового давления от нагрузки и грунта при заглублении h = 6.17 м: $e_2 = e + k \cdot y \cdot h \cdot \lambda_a = 0.53 + 1.15 \cdot 1.85 \cdot 6.17 \cdot 0.44 = 0.53 + 5.78 = 6.3 \text{ т/м}$.

Ордината бокового давления от нагрузки и грунта при заглублении h = 3.17 м: $e_3 = e + k \cdot y \cdot h \cdot \lambda_a = 0.53 + 1.15 \cdot 1.85 \cdot 3.17 \cdot 0.44 = 0.53 + 3.0 = 3.5 \text{ т/м}$.

Определение усилий в стенах. На рисунке 6 приведена расчётная схема для определения усилий в стенках.

$$K_1 = 0.53 \cdot 9.37 \cdot 6.4 = 31.78$$

$$K_2 = 8.6 \cdot 26.4 \cdot 9.37 = 257.86$$

$$L_y / L_x = 9.37 / 6.4 = 1.46$$

$$M_{x1} = 31.78 \cdot 0.0559 + 257.86 \cdot 0.0543 = 15.8 \text{ тм}$$

$$M_{x2} = 31.78 \cdot 0.0602 + 257.86 \cdot 0.0134 = 5.4 \text{ тм}$$

$$M_{y6} = 31.78 \cdot 0.0408 + 257.86 \cdot 0.0588 = 16.5 \text{ тм}$$

$$M_{y8} = 31.78 \cdot 0.0067 + 257.86 \cdot 0.0131 = 3.6 \text{ тм}$$

$$M_{x7} = 31.78 \cdot 0.0408 + 257.86 \cdot 0.0243 = 7.6 \text{ тм}$$

$$M_{x9} = 31.78 \cdot 0.0299 + 257.86 \cdot 0.01 = 3.5 \text{ тм}$$

При толщине конструкции h = 45 см и бетоне класса В30:

$$Q_{\text{макс.}} = K \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0$$

$$Q_{\text{макс.}} = 0.75 \cdot 11.7 \cdot 100 \cdot 40 = 35.1 \text{ т}$$

Поперечная сила на нижней опоре (нагрузка с 1 м высоты у дна):

$$Q_{\text{факт.}} = 0.53 \cdot 6.42 + 8.6 + 7.72 \cdot 6.42 = 1.7 + 26.1 = 27.8 \text{ т}$$

$$Q_{\text{факт.}} = 27.8 \text{ т} < Q_{\text{макс.}} = 35.1 \text{ т}$$

Принимаем бетон класса В30: $R_b = 173 \text{ кг/см}^2$ (17,0МПа); $R_{bt} = 11,7 \text{ кг/см}^2$ (1,15МПа) Принимаем арматуру класса А500С: $R_s = 4430 \text{ кг/см}^2$ (435МПа), класса А240: $R_{sw} = 1733 \text{ кг/см}^2$ (170МПа).

Определение арматуры в стенах. На рисунке 7 приведена расчётная схема для определения арматуры в стенках. M = 16,5 тм.

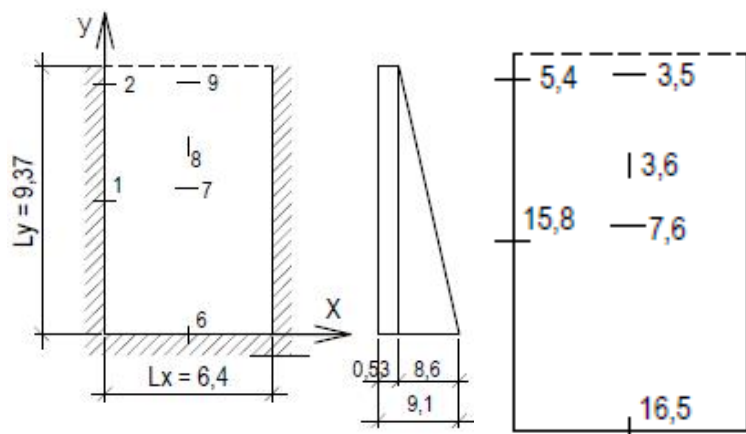


Рис. 6. Расчётная схема для определения усилий в стенках

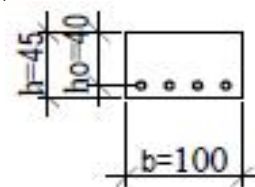


Рис. 7. Расчётная схема для определения арматуры в стенках



$$A_o = \frac{1650000}{173 \cdot 100 \cdot 40^2} = 0.968$$

$$F_a = \frac{1650000}{4430 \cdot 0.968 \cdot 40} = 9.6 \text{ см}^2$$

Ø20A500C с шагом 150. $F_a = 21,99 \text{ см}^2$.

Днище. Максимальная отметка уровня грунтовых вод из всех скважин 115.380, Воз-

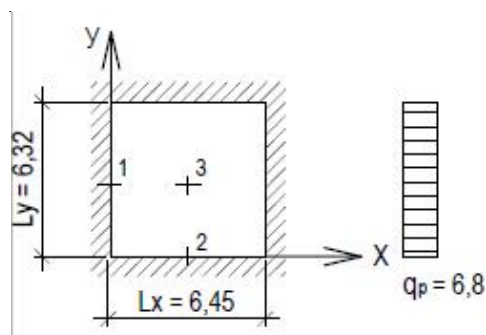


Рис. 8. Расчётная схема для определения усилий в днище резервуара

можно колебание на 2,0 м, тогда максимальная отметка 117.380. Отметка низа плиты днища 110.700 (условно -9.650). Столб воды - 6.68 м. На рисунке 8 приведена расчётная схема для определения усилий в днище резервуара.

$$K_1 = 6.8 \cdot 6.45 \cdot 6.32 = 277.2$$

$$L_y / L_x = 6.45/6.32 = 1.0$$

$$M_{x1} = M_{y2} = 277.2 \cdot 0.0515 = 14.3 \text{ тм}$$

$$M_{x3} = M_{y3} = 277.2 \cdot 0.0202 = 5.6 \text{ тм}$$

$$Q_{\text{факт.}} = 6.8 \cdot 3.23 = 22.0 \text{ т}$$

$$Q_{\text{макс.}} = 35.1 \text{ т}$$

Усилия в стенах больше, поэтому армировку принимаем по результатам предыдущего расчёта.

Расчёт насосной станции на всплытие.

Выталкивающая сила: $P_{\text{выт.}} = 1.1 \cdot 6.9 \cdot 6.64 \cdot 6.68 \cdot 1 = 336.7 \text{ т}$

Определим удерживающие силы $P_{\text{уд.}}$:

❖ собственный вес стен и днища:
 $0.92.5(6.96.64 \cdot 9.62 - 6.0 \cdot 5.74 \cdot 9.17) = 281.1 \text{ т}$ - собственный вес песка на днище:

$$0.9 \cdot 1.8 \cdot 5.74 \cdot 6.0 \cdot 1.0 = 55.8 \text{ т}$$

❖ собственный вес кирпичных стен:
 $0.9 \cdot 1.8 \cdot 3.9 \cdot (6.5 \cdot 6.76 - 5.74 \cdot 6.0) = 60.0 \text{ т}$

❖ вес плит покрытия: $0.9 \cdot (1.9+4.5+1.5) = 7.1 \text{ т}$

Итого $P_{\text{уд.}} = 281.1 + 55.8 + 60.0 + 7.1 = 404.0 \text{ т}$

Коэффициент запаса: $K = 404.0/336.7 = 1.2$, что соответствует нормам.

Выводы. Рассмотрены и проанализированы исходные данные для проектирования: климатические условия на площадке, гидрогеологическая обстановка, геологические условия, проанализированы результаты оценки влияния строительных работ на окружающую застройку. Описаны и обоснованы принятые объёмно - планировочные и конструктивные решения. Приведены рекомендации по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения в агрессивных газовых и жидких средах эксплуатации. Соответствие требованиям механической безопасности обосновано расчётами, выполненными вручную, а также с применением сертифицированного программного комплекса ПК «ЛИРА-САПР»; программы «Base»; программы «Фундамент». Технические решения по фундаментам были приняты на основании выполненных расчетов в сертифицированных программных комплексах LIRA SAPR, Foundation и BASE; расчёты ограждающих конструкций были выполнены в ручном варианте. Расчёты выполнены в соответствии с действующими нормативными документами. Результатом расчёта является расчётная площадь армирования монолитных железобетонных стен и днища насосной станции. Выполнен расчет камеры на всплытие. Сила трения стен о грунт, возникающая при всплывании, не учтена, то есть идёт в запас прочности.

Библиографический список

1. Варламов А.А., Римшин В.И. Модели поведения бетона. Общая теория деградации. М.: ИНФРА-М, 2019. 436 с. DOI: [10.12737/monography5c8a716e3c4460.5283801](https://doi.org/10.12737/monography5c8a716e3c4460.5283801)
2. Дроков А.В., Курбатов В.Л. Основные аспекты применения фибробетона при возведении фундаментов зданий и сооружений в районах с агрессивными грунтовыми водами // Наука и инновации в строительстве: сб. докл. Междунар. научно-практ. конф. (к 165-летию со дня



рождения В.Г. Шухова). - Белгород, 2018. - С. 366-369.

3. Курбатов В.Л., Дайронас М.В. Экологический эффект от фотокаталитического бетона // Университетская наука. - 2019. - № 1 (7). - С. 24-27.

4. Меркулов С.И., Римшин В.И., Акимов Э.К. Огнестойкость бетонных конструкций с композитной стержневой арматурой // Промышленное и гражданское строительство. - 2019. - № 4. - С. 50-55. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.04.50-55

5. Римшин В.И., Кецко Е.С., Трунтов П.С. Расчет проектируемых конструкций вторичного отстойника // БСТ: Бюллетень строительной техники. - 2020. - № 6 (1030). - С. 39-41.

6. Римшин В.И., Курбатов В.Л., Король Е.А., Кузина Е.С., Саттаров С.А. К вопросу остаточного ресурса железобетонных конструкций при поперечном изгибе по прочности нормальных сечений // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Москва. 25 ноября 2019 г. С. 440-444.

7. Трусов Д.Е., Коровкин М.О., Ерошкина Н.А. Методы определения свойств самоуплотняющихся бетонных смесей // Молодой ученый. - 2015. - № 10 (90). - С. 335-338.

8. Kuzina E., Cherkas A., Rimshin V. Technical aspects of using composite materials for strengthening constructions. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 21, Construction - The Formation of Living Environment. 2018. С. 032053.

9. Shubin I.L., Zaitsev Y.V., Rimshin V.I., Kurbatov V.L., Sulygova P.S. Fracture of high performance materials under multiaxial compression and thermal effect. Engineering Solid Mechanics. 2017. T. 5. № 2. С. 139-144

10. Kurbatov V.L., Glagolev S.N., Fursova S.A. Systemological basis of innovatics. World Applied Sciences Journal. 2013. T. 24. № 11. С. 1510-1518.

11. Мурашкин В.Г., Анпилов С.М., Мурашкин Г.В. Испытание опытного фрагмента монолитного перекрытия // Экономика, управление и право в современных условиях: межвуз. сборник статей. - Тольятти: ИССТЭ, 2020. - Вып. 29. - С. 28-35.

12. Ерышев В.А., Афанасьева Ю.С. Исследование деформирования бетона повторными нагрузками сжатия при постоянных уровнях напряжений // Молодежь и XXI век: материалы V Международной молодежной научной конференции: в 3-х томах. - 2015. - С. 260-264.

13. Мурашкин В.Г., Анпилов С.М. Расчетно-экспериментальные исследования, методология решения влияния усадки бетона на напряженное состояние плиты перекрытия // Экономика, управление и право в современных условиях: межвузовский сборник статей. - Тольятти: ИССТЭ, 2020. - Вып. 33. - С. 55-61.

14. Ерышев В.А. Метод расчета железобетонных конструкций на прочность с применением упрощенных диаграмм деформирования материалов // Научное обозрение. - 2016. - № 4. - С. 21-25.

Поступила в редакцию 27.10.2020 г.



DESIGN AND CALCULATION SOLUTIONS FOR DESIGNING BIOLOGICAL TREATMENT FACILITIES

© 2020 V.I. Rimshin, E.S. Ketsko, P.S. Truntov*

The article is devoted to the study of design solutions for the biological treatment facility construction - a pumping station for emptying secondary sedimentation tanks. The initial data for design were considered and analyzed: climatic conditions at the site, hydrogeological conditions, geological conditions, the assessing the impact of construction work on the surrounding buildings was analyzed. The accepted volumetric planning and design solutions are described and substantiated. Recommendations for the building structures and foundations protection from destruction in aggressive gaseous and liquid environments are given. Compliance with the requirements of mechanical safety is justified by calculations performed manually, as well as use of a certified software package LIRA-SAPR; program «Base»; program «Foundation». Technical solutions for the foundations were made on the basis of calculations performed in certified software complexes LIRA SAPR, «Foundation» and «BASE»; the calculations of the enclosing structures were performed manually. Building structures calculations were carried out: lateral pressure, forces in the walls, reinforcement in the walls were determined, calculation of the structure for ascent was performed.

Key words: pumping station, geological and hydrogeological conditions, design and calculation of building structures.

Received for publication on 27.10.2020

* Rimshin Vladimir Ivanovich - doctor of technical Sciences, Professor, National research Moscow state university of civil engineering (Moscow, RF); Ketsko Ekaterina Sergeevna - postgraduate, Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences (Moscow, RF); Truntov Pavel Sergeevich - master, National research Moscow state university of civil engineering (Moscow, RF).

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО: СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 691.42 : 658.567.1

DOI 10.24411/2686-7818-2020-10054

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ФЛОТАЦИИ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМЗИТА СПОСОБСТВУЕТ ЭКОЛОГИИ И РАСШИРЯЕТ ГРАНИЦЫ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И КАДАСТРОВ

© 2020 В.З. Абдрахимов, Н.В. Лазарева*

Добыча и переработка природного минерального сырья связана с образованием больших количеств различных промышленных отходов, накопление которых приводит к ухудшению экологической обстановки в регионах, выводят земли из хозяйственного оборота, загрязняют окружающую среду. Главной задачей кадастров и землеустройства является организация по рациональному использованию всех категорий земель, в том числе и земель сельскохозяйственного назначения. Исследования показали, что совместное использование монтмориллонитовой глины и отходов флотации углеобогащения способствует получению эффективного теплоизоляционного материала - керамзита с высокими физико-механическими показателями. Отходы углеобогащения способствуют образованию муллита при обжиге керамзита.

Ключевые слова: отходы углеобогащения, монтмориллонитовая глина, керамзит, экология, землеустройство, кадастры.

Введение

Землеустройство - это: а) планирование и организация рационального использования земель и их охраны; б) мероприятия по изучению состояния местоположения земель и (или) установлению на местности границ объектов землеустройства; в) организация рационального использования гражданами и юридическими лицами земельных участков для осуществления сельскохозяйственного производства.

Земельный кадастр - это свод систематизированных документальных данных о природном, хозяйственном и правовом положении земель. В Российской Федерации правила ведения земельного кадастра закреплены в Земельном кодексе.

Ведения кадастра и проведение работ, связанных с землеустройством невозможны на современном этапе с неразрешенными проблемами по охране природной окружающей среды и без обеспечения экологической безопасности.

Главной задачей кадастров и землеустройства является организация по рациональ-

ному использованию всех категорий земель, в том числе и земель сельскохозяйственного назначения. А в целом землеустройство - это многоплановый комплекс мероприятий и законов, которые осуществляются государством, земледельцами, землепользователями, а также собственниками земель по наведению порядка, эффективного и рационального использования и охране всех земель.

Добыча и переработка природного минерального сырья связана с образованием больших количеств различных промышленных отходов, накопление которых приводит к ухудшению экологической обстановки в регионах.

Находящихся в сфере хозяйственной деятельности многие территории земель находятся в неудовлетворительном состоянии. Нерациональное природопользование продолжается, потому что существенно сократились мероприятия по охране и рациональному использованию и земельных ресурсов, что усугубляет процессы деградации земель.

По данным некоторых ученых отходы угольной промышленности РФ, находящие-

* Абдрахимов Владимир Закирович (3375892@mail.ru) - доктор технических наук, профессор; Лазарева Наталья Владимировна - доктор медицинских наук, профессор; оба - ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет» (Самара, Россия).



ся в шламоотстойниках и накопителях, превышают 260 млн. т. и представляют собой крупные техногенные скопления полезных ископаемых, ежегодный прирост которых составляет 3 млн. т.

Шламовые отходы - это, с одной стороны, ценное углеродосодержащее сырьё, которое можно использовать в производстве керамических строительных материалов, например - керамзите, а с другой стороны - источник загрязнения окружающей среды.

Ежегодно для складирования отходов флотации углеобогащения горно-обогатительных фабрик в России отторгаются огромные территории земель. В районах с интенсивной угледобычей складывается очень острая экологическая ситуация, обусловленная главным образом загрязнением атмосферного воздуха, почвы, водного бассейна и выводят земли из хозяйственного оборота, загрязняют окружающую среду.

ственного сырья для производства керамических материалов является одной из важнейших в Российской Федерации.

Известно, что в стоимости построенного жилого дома доля строительных материалов составляет 15-25% [1], тогда как при его производстве стоимость сырья иногда достигает 40-45%. В связи с этим проблема снижения цены сырьевых материалов в производстве керамзита в России приобретает особую актуальность. Одним из аспектов решения этой проблемы является использование отходов углеобогащения в производстве керамзита.

Экспериментальная часть

В настоящей работе исследовались отходы флотации углеобогащения ГОФ «Томусинская». Отходы флотации углеобогащения представляют собой глинисто-угольные суспензии [2-3]. Химический состав отходов горно-обогатительной фабрики при обогащении угля представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав отходов углеобогащения и монтмориллонитовой глины

Компоненты	Содержание оксидов, мас. %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	R ₂ O	SO ₃	п.п.п.
Отходы углеобогащения	50,40	18,56	6,4	1,51	0,50	4,78	0,90	16,5
Монтмориллонитовая глина	58,5	14,6	4,2	2,1	7,3	3,5	0,5	7,8
Примечание: п.п.п. - потери при прокаливании								

В настоящее время в связи с интенсификацией строительства, значительно возросла потребность в легких пористых заполнителях, типа керамзита. Керамзит - пористый керамический заполнитель, занимающий первое место по объему производству в России среди легких заполнителей. Керамзит (керамзитовый гравий) имеет форму близкую к шарообразной.

Несмотря на определённые достигнутые успехи, в области производства керамических материалов, расширения ассортимента и улучшения качества, в России не удовлетворена потребность в теплоизоляционных материалах. Это связано с отсутствием кондиционного местного алюмосиликатного сырья. Поэтому проблема изыскания каче-

Петрографический анализ показал, что состав твердой фазы отходов флотации колеблется в пределах, мас. %: органическая часть угля - 8-24; пирит - 4,5-9,5; карбонат - 4,0-8,4; глинистое вещество - 58-80 и кварц - 4-7.

Плотность отходов флотации 1800-2000 кг/м³, зольность 50-80 % Преобладающими минералами глинистого вещества отходов флотации углеобогащения являются гидрослюда и каолинит в различных количественных соотношениях (рис. 1) [4]. Исследуемые отходы флотации относятся к группе высокоглинистых, для которых характерна высокая степень дисперсности, повышенная жесткость, набухание и размокаемость.

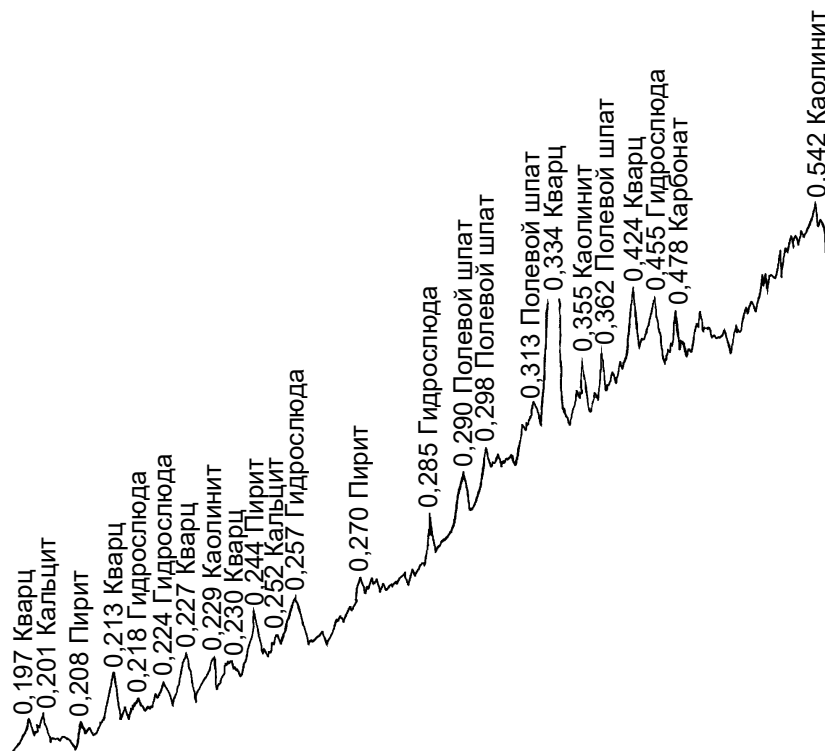


Рисунок 1. Рентгенограмма отходов флотации углеобогащения

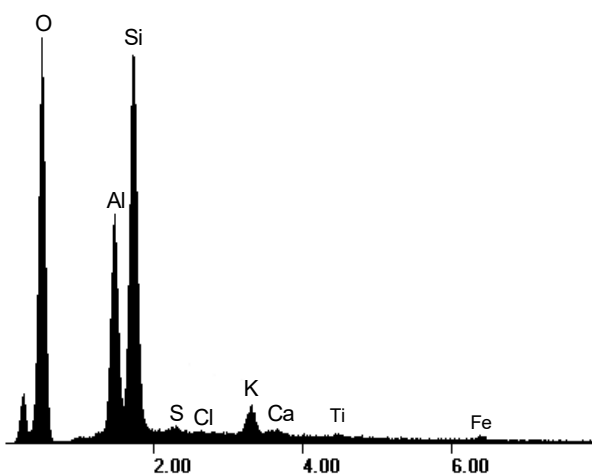


Рисунок 2. Поэлементный химический анализ отходов флотации углеобогащения

На рисунке 2 и в таблице 2 приведен поэлементный усредненный химический анализ отходов флотации углеобогащения, проведенный с помощью электронного рас-

трового сканирующего микроскопа Phillips 525M.

Микроструктура отходов флотации углеобогащения представлена на рисунке 3.

Для производства керамзита использовалась легкоплавкая глина Смышляевского месторождения, химический состав которой представлен в таблице 3. Как видно из таблицы 3, глина Смышляевского месторождения по содержанию оксида алюминия относится к полукислым глинам ($Al_2O_3 < 15\%$), а содержанию оксида железа - к группе с высоким содержанием красящих оксидов ($Fe_2O_3 > 3\%$). Технологические свойства монтмориллонитовой глины Смышляевского месторождения представлены в таблице 3.

Производство керамзита осуществлялось по традиционной технологии: керамзит из оптимального состава, мас. %: отходы флотации углеобогащения - 20-30, монтмо-

Таблица 2. Поэлементный химический анализ отходов флотации углеобогащения

Концентрация элементов, мас. %								
O	Al	Si	K	S	Cl	Ca	Ti	Fe
65,03	11,64	19,03	2,39	0,28	0,08	0,38	0,29	0,88

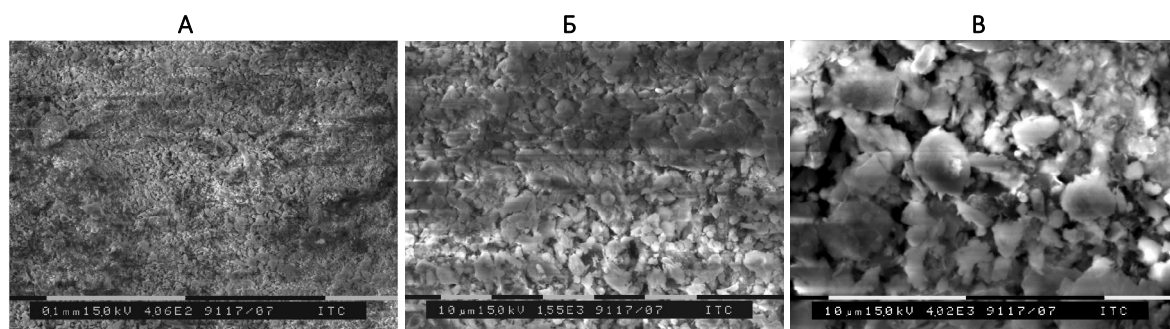


Рисунок 3. Микроструктура отходов флотации углеобогащения. Увеличение: А - х400; Б х1500; В х4000

Таблица 3. Технологические свойства глины Смышляевского месторождения

Число пластичности	Содержание г листых частиц (размером менее 0,005 мм),	Огнеупорность, °С	По спекаемости	Оптимальная температура вспучивания, °С	Температурный интервал вспучивания, °С
25-55	55-65	1150-1200	Не спекается (вспучивается)	1160	200

риллонитовая глина Смышляевского месторождения - 70-80 гранулировался и подвергался термообработке при температуре 1160 °С (оптимальная температура вспучивания) [4]. Полученные гранулы имели плотную сплошную корочку и внутреннюю высокопористую структуру (рис. 4).

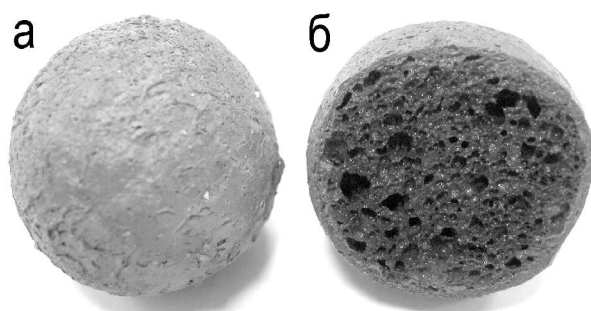


Рисунок 4. Пористый наполнитель (керамзит):
а - поверхность; б - середина

Строение гранулы аналогично керамзитовой, но толщина корочки значительно меньше. Результаты физико-механических показателей керамзита приведены в таблице 4.

Истинная пористость (общая) исследуемого керамзита находится в пределах 55-65 %, пористость кажущаяся (открытая) - 35-55 %, пористость закрытая - 12-15 %.

Применение ИК - спектроскопии в научно-исследовательских, аналитических и промышленных лабораториях получило в последнее время быстрое и широкое развитие. Помимо того, что ИК-спектры давно уже плодотворно используются для изучения структуры молекул, качественного и количественного анализа в химии, метод открывает все новые неограниченные возможности и резервы для решения практических задач в различных узкоспециальных областях производства и техники [5].

ИК-спектры поглощения образцов были получены на спектрофотометре «Spekord-75JR». Образцы были приготовлены в виде суспензии порошка с вазелиновым маслом. В исследуемом образце на ИК-спектре (рис. 5) появляются характерные для б - кристобалита полосы поглощения 670-696 см⁻¹.

Практическая расшифровка полученных ИК-спектров ведется сравнением со спектрами известных веществ по наличию характеристических полос. Частота максимумов

ИК-спектров поглощения образцов были получены на спектрофотометре «Spekord-75JR». Образцы были приготовлены в виде суспензии порошка с вазелиновым маслом. В исследуемом образце на ИК-спектре (рис. 5) появляются характерные для б - кристобалита полосы поглощения 670-696 см⁻¹.

Практическая расшифровка полученных ИК-спектров ведется сравнением со спектрами известных веществ по наличию характеристических полос. Частота максимумов

Таблица 4. Физико-механические показатели керамзита

Диаметр гранул, мм	Прочность при сжатии, МПа	Средняя плотность в куске, г/см ³	Насыпная плотность, кг/м ³	Температура обжига, °С
6-8	2,0-2,2	0,5-0,8	450-510	1060

характеристических полос составляет у трехмерных - слоистых, кольцевых и одномерных в виде цепей $1000-1100 \text{ см}^{-1}$ и у изолированных групп $[\text{SiO}_4]$ $900-1000 \text{ см}^{-1}$ [5-6]. Последнее характерно для кварца Si-O-Me (где Me - металл).

вызвать растрескивание изделий при обжиге, охлаждении и во время эксплуатации, а также непостоянство их объема при повторном нагреве.

Характерно незначительное поглощение электромагнитных волн муллита в интерва-

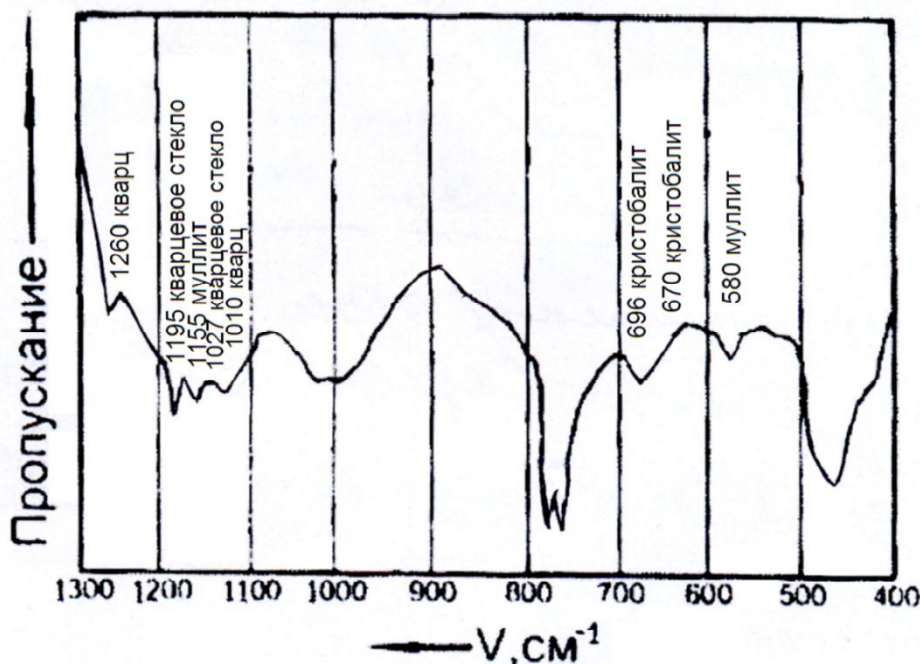


Рисунок 5. ИК-спектры образцов из исследуемого состава. Температура обжига 1160°C

Количество линий или полос в спектре, их частоты, их интенсивность дают возможность судить о наличии тех или иных элементов симметрии у исследованного вещества.

Так, в трехмерных структурах частота максимумов поглощения составляет у кристобалита $1010-1260$, у кварца $980-1200$ и у кварцевого стекла $1027-1195 \text{ см}^{-1}$ (рис. 5). Для этих решеток характерная связь Si-O-Si, но под разными углами.

Содержание кристобалита снижает механическую прочность керамических изделий и обуславливает проницаемость изделий, так как при превращении б-кварца в б-кристобалит снижается плотность и объем увеличивается на $15,4\%$ [5-6]. Если решетка керамического материала испытывает полиморфные превращения, то оно испытывает и разрыхление.

Происходящие при полиморфных превращениях расширение или сжатие могут

ле при $n=580 \text{ см}^{-1}$ и резком пике поглощения у силлиманита при $n=691 \text{ см}^{-1}$. Начало кристаллизации муллита в исследуемом образце при температуре обжига 1050°C подтверждается увеличением полосы поглощения $n=580 \text{ см}^{-1}$ на ИК - спектре (рис. 5).

Ряд ученых в работах [6-10] предполагают, что основные физико-механические свойства керамическим материалам сообщает муллит.

Муллит - один из часто встречающихся минералов в обожженных керамических материалах. Высокие показатели по огнеупорности, плотности, химической стойкости и механической прочности привлекли внимание исследователей, как к получению синтетического муллита, так и к исследованию его структуры [6-10]. Состав муллита долгое время являлся предметом дискуссий, в результате которых исследователи пришли к мнению, что состав муллита колеблется от



$2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ до $3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$. По данным В.М. Белова [9] муллит является цепочным силикатом, и ионы алюминия распадаются в нем на две группы, причем одна из них входит в решетку с координационным числом 6, а другая - с 4. В работе [6] муллит рассматривается как неупорядоченный алюмосиликат, занимающий промежуточное положение между упорядоченным силлиманитом и андалузитом.

Решетка муллита ($3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$) весьма близка к решетке силлиманита и обладает дефектной структурой последнего [6-10]. Она возникает путем заполнения мест в решетке силлиманита ионами O^{2-} и Al^{+3} . Поэтому рентгенограммы муллита и силлиманита весьма близки, тогда как их инфракрасные спектры поглощения, наоборот, весьма различны, что делает спектральный анализ удобным для определения этих минералов [6-10].

Полосы связей $\text{Si}_{\text{IV}}\text{-O-Al}_{\text{VI}}$ в структурах с изолированными группами $[\text{SiO}_4]$ лежат в интервале $880\text{-}985\text{ см}^{-1}$. В цепочных структурах муллита они сдвигаются к значениям $1130\text{-}1155\text{ см}^{-1}$ (рис. 5).

Электронно-микроскопическое исследование керамзита сопряжено со значительными трудностями получения реплик от образцов, обожженных в области температуры ликвации, когда жидкая фаза содержит много не полностью растворенных глинистых частиц.

Обжиг исследуемого керамзита при $1160\text{ }^\circ\text{C}$ способствует появлению желтоватых и бурых стекол с показателями преломления

до 1,58-1,61, образовавшиеся в результате плавления шпатов и смешаннослойных глинистых образований (рис. 6А). Появление желтоватых и бурых стекол объясняется высоким содержанием Fe_2O_3 в глине Смышляевского месторождения и щелочей (R_2O) в жидком стекле (табл. 3).

Электронно-микроскопическое изучение образцов, обожженных при температуре $1160\text{ }^\circ\text{C}$, по методу реплик с предварительным протравливанием поверхности свежего скола 3 % HF показало, что стекло претерпело интенсивную ликвацию и разделилось на капельную фазу и матрицу (рис. 6Б) [11-13].

Капли имеют сложную, но преимущественно округлую форму и размеры от долей до 3 мкм, которые сильно зависят от температуры термообработки.

По мнению авторов работы [14] случаи, когда капли имеют форму шара и располагаются на значительных расстояниях друг от друга, как показано на рисунке 6Б сравнительно редки. Чаще при электронно-микроскопическом изучении стеклофазы широкого «спектра» составов фиксировали ликвационную структуру с весьма малыми размерами капель (0,03-0,05 мкм) и их тесном расположением [14].

Ликвация начинается по краям зерен стеклофазы еще до начала спекания изделия и распространяется вглубь, захватывая зерна целиком или частично, что определяется их размерами, составом и условиями обжига. Вслед за ликвацией после практически полного расплавления аморфной фазы

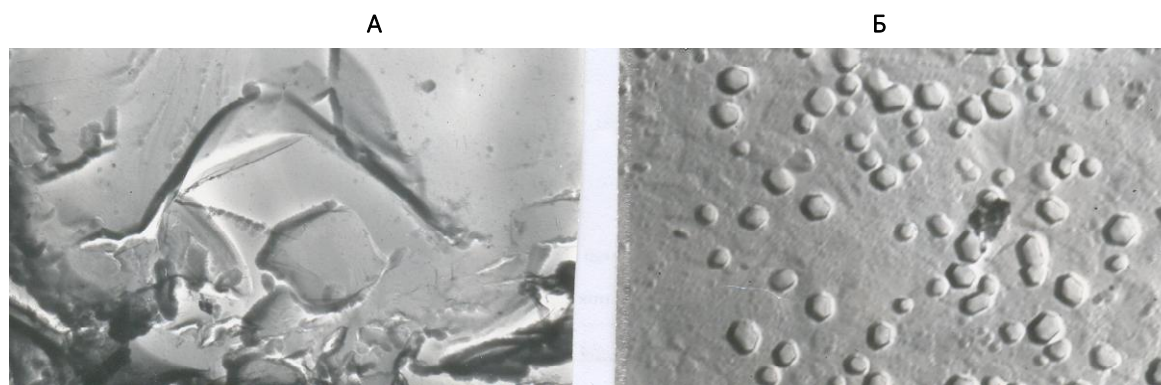


Рис. 6. Микроструктура керамзита. Увеличение: А х15000, Б - х25000



($\lg z = 3-3,5$ Па/с, z - вязкость) [14] начинается процесс образования кристаллов.

Основным условием, обеспечивающим вспучивание глинистых пород при их нагревании, является совмещение во времени пиропластического состояния глины с интенсивным газовыделением внутри обжигаемого материала [11-12]. Важно усвоить, что каждый из этих факторов в отдельности еще не обеспечивает возникновение процесса вспучивания. Необходимо, чтобы они действовали одновременно. По-видимому, в нашем случае это правило частично соблюдается.

Таким образом, исследования показали, что отходы углеобогащения способствуют образованию эффективного теплоизоляционного материала - керамзита с высокими физико-механическими показателями. В результате проведенных исследований с помощью ИК - спектроскопического метода установлено, что минералы, у которых рентгенограммы весьма близки, тогда как их инфракрасные спектры поглощения, наоборот, весьма различны, что делает спектральный анализ удобным для определения этих минералов. Введение в состав керамических масс отходов углеобогащения способствует при температуре обжига 1160 °С образованию муллита, который способствует повышению физико-механических показателей керамзита.

Библиографический список

1. Шевандо В.В., Абдрахимов А.В., Вдовина Е.В., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Использование золошлакового материала на основе бейделлитовой глины в производстве керамического кирпича // Промышленное и гражданское строительство. - 2008. - №10. - С. 46-47.
2. Патент 2362749 Российская Федерация, МПК С04В 14/24. Композиция для производства пористого заполнителя. / Д.Ю. Денисов, И.В. Ковков, В.З. Абдрахимов, Л.В. Журавль; заявитель и патентообладатель Самарский государ-

ственный университет; заявл. 03.12.2007. опубл. 27.07.2009. Бюл. - 2009. - №21.

3. Денисов Д.Ю., Ковков И.В., Абдрахимов В.З. Использование отходов флотации углеобогащения в производстве керамзита // Башкирский химический журнал. - 2008. - Том 15. - №2. - С. 107-109.

4. Абдрахимов В.З., Денисов Д.Ю. Теоретические и технологические аспекты использования техногенного сырья в производстве теплоизоляционных материалов. - Самара: Самарская муниципальная академия управления, 2010. - 72 с.

5. Ковков И.В., Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Исследование ИК - спектроскопическим методом фазового состава керамических материалов // Химия и химические технологии. - 2007. - Том 50. - Вып. 5. - С. 114-116.

6. Куколев, Г.В. Химия кремния и физическая химия силикатов. - М.: Высшая школа, 1966. - 464 с.

7. Химическая технология керамики и огнеупоров / П.П. Будников [и др.] - М: Стройиздат, 1972. - 553 с.

8. Августиник А.И. Керамика. - Л.: Лениздат, 1975. - 591 с.

9. Белов Н.В. Получение муллита и его свойства // Труды Львовского университета. - 1956. - Вып. 10. - С 10-12.

10. Абдрахимова Е.С. Формирование муллита при обжиге кислотоупоров // Материаловедение. - 2003. - №4. - С 26-31.

11. Абдрахимов В.З. Исследование фазового состава теплоизоляционного материала на основе твердых солевых шлаков и жидкого стекла // Известия вузов. Строительство. - 2008. - №11-12. - С. 33-38.

12. Абдрахимов В.З. Получение теплоизоляционного материала на основе твердых солевых шлаков и жидкого стекла // Строительный вестник Российской инженерной академии. - С. 30-35

13. Павлушкин, Н.М. Химическая технология стекла и ситаллов. - М.: Стройиздат, 1983. - 432 с.

14. Грум-Гржимайло О.С., Квятковская К.К. Механизм формирования глушителя в легкоплавких борно-циркониевых глазурах // Труды НИИ Стройкерамики. -1979. - С. 127- 145.

Поступила в редакцию 28.10.2020 г.



THE USE OF WASTE FLOTATION COAL ENRICHMENT IN THE PRODUCTION
OF EXPANDED CLAY CONTRIBUTES TO THE ENVIRONMENT AND EXPANDS
THE BOUNDARIES OF LAND MANAGEMENT AND CADASTRE

© 2020 V.Z. Abdrakhimov, N.V. Lazareva*

Extraction and processing of natural mineral raw materials is associated with the formation of large amounts of various industrial waste, the accumulation of which leads to a deterioration of the environmental situation in the regions, removes land from economic circulation, and pollutes the environment. The main task of cadastres and land management is to organize the rational use of all categories of land, including agricultural land. Studies have shown that the combined use of montmorillonite clay and waste flotation of coal enrichment contributes to the production of an effective thermal insulation material - expanded clay with high physical and mechanical properties. Waste of coal enrichment contributes to the formation of mullite during the firing of expanded clay.

Keywords: waste of coal enrichment, montmorillonite clay, expanded clay, ecology, land management, cadastres.

Received for publication on 28.10.2020

* Vladimir Z. Abdrakhimov (3375892@mail.ru) - Doctor of Technical Sciences, Professor; Natalia V. Lazareva - Doctor of Medical Sciences, Professor; both - Samara State University of Economics (Russia, Samara).



ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГРЕССИВНЫМ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ ШЛАКА ОТ ВЫПЛАВКИ ФЕРРОСПЛАВОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА

© 2020 В.З. Абдрахимов, Л.Е. Хабибуллина, Д.В. Абдрахимов*

Использование отхода черной металлургии - шлака от выплавки ферросплавов и отхода топливно-энергетического комплекса - межсланцевой глины позволяет получить керамический кирпич с высокими физико-механическими показателями без применения природных традиционных материалов. Экспериментальные данные показали, что кирпич имеет оптимальные физико-механические показатели при содержании шлака в составах керамических масс 30%. Метод регрессионного анализа по результатам зависимостей физико-механических показателей от содержания количества шлака показал, что экспериментальные данные достаточно хорошо описываются математическими зависимостями с точностью, принятой в практических расчетах, приведенные модули дают достаточно хорошие результаты.

Ключевые слова: шлак, межсланцевая глина, керамический кирпич, регрессивный анализ, показатели, математическая зависимость.

Введение

Экологическая ситуация в России характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия на окружающую среду и значительными отрицательными экологическими последствиями не только прошлой, но и настоящей экономической деятельности.

Более 50% городского населения в 40 субъектах Российской Федерации находится под воздействием очень высокого загрязнения атмосферного воздуха, который негативно действует на здоровье человека. В преамбуле устава ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения) отмечено, что здоровье человека - это состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических дефектов». Практически во всех регионах России в настоящее время сохраняется тенденция к ухудшению состояния не только атмосферного воздуха, но и почв и земель. Кроме того, интенсивно развиваются процессы, ведущие к потере плодородия

сельскохозяйственных угодий и к выводу их из хозяйственного оборота. Социальная востребованность заботы о состоянии окружающей среды переносит центр социального недовольства в устрашающую тематику климатического «конца света».

России обязательно нужно включиться в принятую всеми экономическими развитыми странами программу перехода от индустриальной эпохи линейной экономики к циркулярной постиндустриальной, или с замкнутым циклом производства и потребления, т.е. к борьбе с накоплением отходов.

В законодательстве стран Евросоюза, США, Канады, Австралии Новой Зеландии и многих других понятие «окружающая среда» включает не только человека, но и природную среду, сооружения, транспортные средства и промышленные объекты [1]. Поэтому законодательство в сфере охраны окружающей среды рассматривает риски не только для здоровья человека, но и для природной среды (собственно экологические риски) и

* Абдрахимов Владимир Закирович (3375892@mail.ru) - доктор технических наук, профессор; ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет» (Самара, РФ); Хабибуллина Лилия Евгеньевна (khabibullina1987@yandex.ru) - учитель математики и информатики, МБОУ «Политехнический лицей №182» (Казань, РФ); Абдрахимов Дмитрий Владимирович - учащийся, школа №16 (Самара, РФ).



все риски, связанные с промышленной деятельностью и промышленной продукцией, т.е. законодательство об экологической безопасности является неразрывной частью законодательства об окружающей среде, а безопасность природной среды неотделима от безопасности человека, его жизни и здоровья [1-4].

Управление отходами

Необходимость организации управления отходами возникла вследствие конфликта между производственной деятельностью человека и окружающей природной средой, приведшего к нарушению устойчивости биосферы [5-7]. Поэтому возникновение этого направления деятельности человека не случайно и может быть рассмотрено как следствие естественной эволюции биосферы на пути ее перехода на новый этап развития - ноосферу, предполагающий разумное регулирование отношений между человеком и природой.

Проблема обращения с отходами в последнее время приобрело особую актуальность, она обсуждается на государственном уровне, в сфере бизнеса и, в конечном счете, затрагивает всех нас [8-11]. Кроме того, Федеральным законом от 21 июля 2014 г. №219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон: «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» с 1 января 2016 г. предусмотрено стимулирование затрат на реализацию мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду. Однако количество проблем и споров не только не уменьшается, а наоборот, возрастает. Ситуация в области обращения с отходами свидетельствует о недостаточной эффективности проводимой государственной экономической политики в данной сфере, необходимости обоснованного и согласованного совершенствования законодательства.

Иерархия управления отходами послужила толчком к возникновению и бурному развитию новой отрасли - отрасли управления отходами, называемой отраслью XXI

века, которая привела к перевороту в области обращения со всеми видами антропогенных отходов. Во всех развитых странах количество образующихся отходов неуклонно сокращается, а доля отходов, размещаемых в природных средах, приближается к нулю.

Только в ЕС оборот новой отрасли приблизился в 2005 г. к 100 млрд. евро, а количество созданных рабочих мест - 3,5 млн. [12].

Значительная часть извлекаемых природных ресурсов используется нерационально. Известно, что ресурсоемкость единицы ВВП в России в 2 раза выше, чем в США, и в 4 раза выше, чем в Западной Европе [13-14]. Энергоемкость единицы ВВП в России также в 2 раза выше, чем в США, и более чем в 3 раза выше, чем в странах Западной Европы и Японии. Это означает, что для производства 1 т продукции в России вовлекается в 2-4 раза больше природных ресурсов, а неиспользуемая их часть выбрасывается в окружающую среду в виде твердых, жидких и газообразных отходов.

Российские металлургические предприятия выбрасывают в атмосферу в 8 раз больше пыли, чем аналогичные предприятия в Европе и Северной Америке.

Образование твердых отходов на единицу производимой продукции в 2 - 2,5 раза выше, чем на европейских металлургических предприятиях.

В угледобывающей промышленности при добыче угля открытым способом на 1 т добытого угля приходится 4 - 5 т отходов.

Цель работы заключается

а) в обеспечении экологической безопасности при расширении сырьевой базы производства керамических материалов массового производства - кирпича за счет применения многотоннажных продуктов техногенного происхождения: межсланцевой глины и шлака от выплавки ферросплавов, обоснование сырьевой ценности используемых крупнотоннажных отходов техногенного происхождения;

б) охрана окружающей среды, утилизация промышленных отходов и расширение сырьевой базы для строительных материалов.



Отходы черной металлургии

Наиболее неблагоприятная экологическая ситуация в России - черная металлургия. Шлак от выплавки ферросплавов относится к отходам черной металлургии. На долю предприятий черной металлургии приходится 15-20% общих загрязнений атмосферы промышленностью, что составляет более 10,3 млн. т вредных веществ в год, а в районах расположения крупных металлургических комбинатов - до 50% [16-19].

Экологическая опасность отходов металлургии определяется сочетанием многих факторов. Прежде всего, это их физическое состояние, химический состав и наличие экотоксикантов. Техногенные отходы металлургии часто содержат элементы, опасные для человека и экосистемы - это мышьяк, сера, фосфор, тяжелые цветные металлы - цинк, свинец, кадмий. Экологическая опасность таких отходов резко возрастает из-за их дисперсности. Наибольшую угрозу представляют пыли и шламы, которые рассеиваются ветром при хранении. Малые размеры частиц способствуют переходу элементов в водорастворимые соединения, так называемому выщелачиванию. Из-за амфотерности многих металлов выщелачивание происходит при любом pH. Вредные вещества и ионы тяжелых металлов попадают в воду и почву.

Независимо от причин, загрязненная вода приносит существенный вред. При попадании загрязнителя в живой организм срабатывает защитная реакция. Определенные токсины обезвреживаются иммунитетом, но во многих случаях организм не справляется. Требуется лечение, и принятие кардинальных мер. В зависимости от источников загрязнения ученые определяют разные показатели отравления

Производство строительных материалов одно из самых материалоемких отраслей народного хозяйства. Поэтому рациональное использование топлива, сырья и других материальных ресурсов становится решающим фактором успешного развития экологии в условиях проводимой экономической реформы. Кроме того, наличие дешевого и до-

ступного техногенного сырья вызывает потребность в создании и применении технологии в производстве строительных материалов [20-23].

Использование отходов производств способствует снижению себестоимости изделий, утилизации промышленных отходов, охране окружающей среды расширению сырьевой базы для строительных материалов и снижению негативного воздействия отходов на окружающую среду. Учитывая, что в настоящее время традиционные природные сырьевые ресурсы в России и других странах СНГ истощаются, вовлечение отходов производств в производственный оборот позволит выпускать высококачественные строительные материалы [см. 20-23]. При этом освобождаются значительные земельные участки от воздействия негативных антропогенных факторов, что способствует рациональному использованию ингредиентов промышленных отходов в стройиндустрии. Кроме того, использование отходов производств позволит создать энерго- и ресурсосберегающие технологии по производству строительных материалов.

Отходы топливно-энергетического комплекса

Межсланцевая глина является отходом топливно-энергетического комплекса, который является одним из основных «загрязнителей» окружающей природной среды - это выбросы в атмосферу (48% всех выбросов в атмосферу), сбросы сточных вод (36% всех сбросов), а также образование твердых отходов (30% всех твердых загрязнителей) [см. 24-26].

Межсланцевая глина является отходом горючих сланцев. В связи с грядущим в ближайшие десятилетия истощением запасов угля, нефти, природного газа возникла потребность поиска менее дорогих источников, но технологически более простых в переработке и использование. Важнейшим, в связи с этим, источником для восполнения энергодобавки, производства чистых энергосистем и многих, остро необходимых стране продуктов становятся горючие сланцы. Из



сланцев можно получить: мазут, автомобильный бензин и т.д.

Существующие в настоящее время технологии производства и отходов топливно-энергетического комплекса объективно связаны с выходом большого количества твердых отходов. В местах ликвидации предприятий топливно-энергетического комплекса образуются техногенные месторождения, которые занимают обширные площади земель и негативно воздействуют не только на состояние водных ресурсов, но и атмосферу (рис. 1). Предприятия топливно-энергетического комплекса расходуют значительные средства на транспортировку и складирование твердых отходов, платят за их размещение и загрязнение окружающей природной среды, возникающее вследствие вредных выбросов и сбросов в местах размещения терриконов и отвалов.

Уровень утилизации отходов топливно-энергетического комплекса в России составляет около 4-5 %; в ряде развитых стран - около 50, во Франции и Германии - 70, а в Финляндии - около 90 % их текущего выхода [24; 26]. В этих странах проводится государственная политика, стимулирующая их использования.

Одним из наиболее перспективных направлений по использованию отходов производства является - вовлечение их во вторич-

ный оборот в качестве вторичных материальных или энергетических ресурсов. За счет вовлечения промышленных отходов в производство керамического кирпича, возможно, кардинально изменить параметры сырьевой базы России, что способствует также снижению экологической напряженности в регионах.

В отходах топливно-энергетического комплекса содержится значительное количество металлов и их соединений. При пересчете на смертельные дозы в годовых выбросах ТЭС мощностью 1 млн. кВт содержится алюминия и его соединений свыше 100 млн. доз, железа - 400 млн. доз, магния - 1,5 млн. доз. Летальный эффект этих загрязнителей не проявляется только потому, что они попадают в организмы в незначительных количествах. Это, однако, не исключает их отрицательного влияния через воду, почвы и другие звенья экосистем.

Техногенные отходы, используемые в качестве сырьевых материалов

В настоящей работе исследовано использование в качестве отощителя и влияние шлака от выплавки ферросплавов на механические свойства кирпича. Химический состав шлака представлен в табл. 1., плотность и температуры плавления в табл. 2, а гранулометрический состав в табл. 3.

Таблица 1. Химический состав исследуемых компонентов

Компонент	Содержание оксидов, мас. %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃ +TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	R ₂ O	п.п.п.
Шлак от выплавки ферросплавов (г. Серов)	34,24	9,4	0,48	45,18	8,87	0,98	
Межсланцевая глина	45,4	13,87	5,6	11,3	2,3	3,5	18,03

Примечание: п.п.п. - потери при прокаливании; R₂O =Na₂O+K₂O

Таблица 2. Плотность, огнеупорность

Компонент	Плотность, г/см ³			Огнеупорность, °С	
	истинная	средняя	насыпная	начало плавления	полное плавление
Шлак от выплавки ферросплавов (г. Серов)	2,8-3,0	2,2-2,4	1,8-2,0	1210-1230	1270-1300

Таблица 3. Гранулометрический состав шлака

Компонент	Содержание фракций (мм), %				
	<0,315	0,315-0,63	0,63-1,25	1,25-2,5	>2,5
Шлак от выплавки ферросплавов (г.Серов)	12,1	24,8	26,7	32,8	3,6

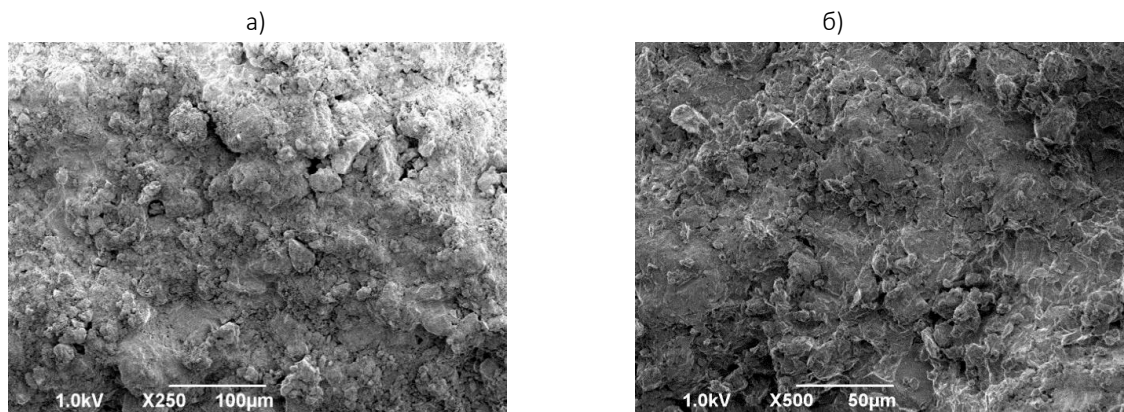


Рис. 1. Микроструктура исследуемых отходов:

а) - шлак от выплавки ферросплавов; б) - межсланцевая глина

Отощающие материалы вводят в керамические массы для уменьшения усадки и деформации изделий при сушке [27-30]. С увеличением содержания отощающих материалов облегчается перемещение влаги из глубинных слоев к поверхности, сокращаются продолжительность и стоимость сушки. В качестве отощающих материалов для производства керамического кирпича в основном используют кварцевый песок с содержанием SiO_2 не более 65-70%.

Как видно из табл. 1, шлак от выплавки ферросплавов имеет повышенное содержание оксида кальция ($\text{CaO} = 45,18\%$)

Как известно, что CaO , несмотря на высокую температуру плавления, в глинодержащих массах является сильным плавнем вследствие образования с Al_2O_3 и SiO_2 сравнительно легкоплавкие соединения [27-28]. По данным авторов работы [28] при температурах около 1000°C взаимодействие между CaO и глинистыми веществами еще незначительно. При более высоких температурах реакция интенсифицируется и образуются уплотняющие легкоплавкие соединения, эвтектики и стекла.

Особый интерес представляют в литературе сведения, касающиеся использования в керамических массах металлургических шлаков в качестве отощителя. Техногенное сырье с повышенным содержанием оксида кальция ($\text{CaO} > 35\%$), помимо снижения чувствительности глин к сушке еще и интенсифицирует процессы обжига (снижает температуру обжига) кирпича [27-30].

Минералогический состав исследуемого шлака представлен стеклофазой (рис. 1), кварцем, псевдоволластонитом, анортитом и монтичеллитом.

Межсланцевая глина, образуется при добыче горючих сланцев на сланцеперерабатывающих заводах (на шахтах). Межсланцевая глина является отходом горючих сланцев. По числу пластичности межсланцевая глина относится к среднепластичному глинистому сырью (число пластичности 20-25) с истинной плотностью $2,55-2,62 \text{ г/см}^3$ [25]. Химический оксидный состав межсланцевой глины представлен в табл. 1, а гранулометрический (фракционный) в табл. 4, технологические показатели в табл. 5, а микроструктура на рис. 1,б

Таблица 4. Фракционный состав межсланцевой глины

Содержание фракций в %, размер частиц в мм				
>0,063	0,063-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,0001
5	7	12	14	62

Таблица 5. Технологические показатели межсланцевой глины

Теплотворная способность, ккал/кг	Огнеупорность, °C		
	начало деформации	размягчение	жидкоплавкое состояние
1100	1260	1290	1320



Глинистые минералы в межсланцевой глине в основном представлены монтмориллонитом с примесью гидрослюд, поэтому она вполне может заменить монтмориллоновую глину при производстве пористого заполнителя, например керамзита [25].

Экспериментальная часть

Для изучения влияния шлака на физико-механические показатели кирпича были исследованы составы, приведенные в табл. 6. Керамическая масса готовилась пластическим способом при влажности шихты 18-22%. Сформированный кирпич, высушенный до остаточной влажности не более 8%, обжигался при температуре 1050°C.

При исследовании зависимости между содержанием шлака и основными механическими характеристиками кирпича использовался достаточно распространенный метод линейной регрессии. Этот метод позволяет выявить, как изменения одной переменной влияют на другую [31]. Модель строится на основании результатов фактического эксперимента и аналитически описывает зависимость результатов серии опытов.

При проведении экспериментов некоторые факторы, такие как давление прессования и температура обжига, не изменяли своих значений. Поэтому влияния на полученные результаты они не оказывали. Таким образом, определяющим фактором качества

Таблица 6. Составы керамических масс

Компоненты	Содержание компонентов (мас. %)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Межсланцевая глина	100	90	85	80	75	70	68	65	62	60
Шлак от выплавки ферросплавов	-	10	15	20	25	30	32	35	38	40

Таблица 7. Экспериментальные данные зависимостей параметров изделия от содержания шлака

Показатели	Составы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X - содержание шлака	-	10	15	20	25	30	32	35	38	40
Y ₁ - водопоглощение, %	11,3	11,1	11,3	11,1	11,0	10,7	11,4	12,0	13,1	15,0
Y ₂ - прочность на сжатие, МПа	12,6	12,6	12,6	12,8	13,1	13,2	12,8	12,0	10,8	9,3
Y ₃ - усадка, %	6,4	6,6	6,5	6,6	6,8	6,9	6,8	6,1	5,4	4,54
Y ₄ - морозостойкость, циклы	28	28	28	29	30	32	29	26	20	14

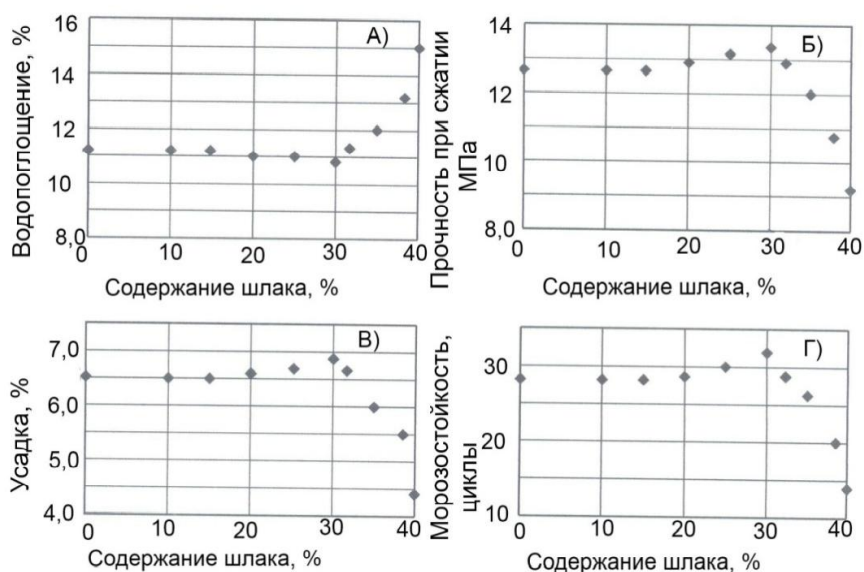


Рис. 2. Вид экспериментальных зависимостей показателей от содержания шлака:
А) - водопоглощение; Б) - прочность на сжатие; В) - усадка; Г) - морозостойкость



кирпича является единственный показатель - процентное содержание шлака в массе. Эксперимент состоял из 10 опытов. В первом опыте независимая переменная X принимала минимальное значение, равное 0%. В каждом последующем опыте содержание шлака увеличивали, а в последнем опыте X приняла максимальное значение равное 40% (табл. 6). Зависимость механических показателей кирпича от содержания шлака представлена в табл. 7.

Графики зависимостей функций Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 от X (содержание шлака) имеют вид, представленный на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что все зависимости показателей от содержания шлака имеют явно нелинейный характер.

Постановка задач заключалась в подборе функции - модели, описывающей экспе-

риментальные данные, определения ее параметров, оценка точности и построение доверительных интервалов для данной функции. Отметим, что все исследуемые зависимости Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 имеют качественно подобный характер, поэтому для данных зависимостей воспользуемся одной и той же моделью

$$Y_1(X) = \frac{a+cX+eX^2}{1+bx+dX^2}(1),$$

которая как было показано в работе [25] является оптимальной. Затем для каждой из зависимостей Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 методом наименьших квадратов, найден коэффициент R^2 , а также были вычислены и построены 95% доверительные интервалы.

Значения параметров представлены в табл. 8, а на рис. 3 представлены модельные функции с доверительными интервалами.

Таблица 8. Значения параметров функций Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 и коэффициент R^2

	$Y_1(X)$	$Y_1(X)$	$Y_1(X)$	$Y_1(X)$
a	11,30522	12,54797	6,39884	27,23876
b	-0,04563	-0,04833	-0,04592	-0,04935
c	-0,52691	-0,59187	-0,28393	-1,27577
d	0,00053	0,00060	0,00054	0,00063
e	0,00637	0,00714	0,00320	0,01516
R^2	0,991	0,990	0,972	0,981

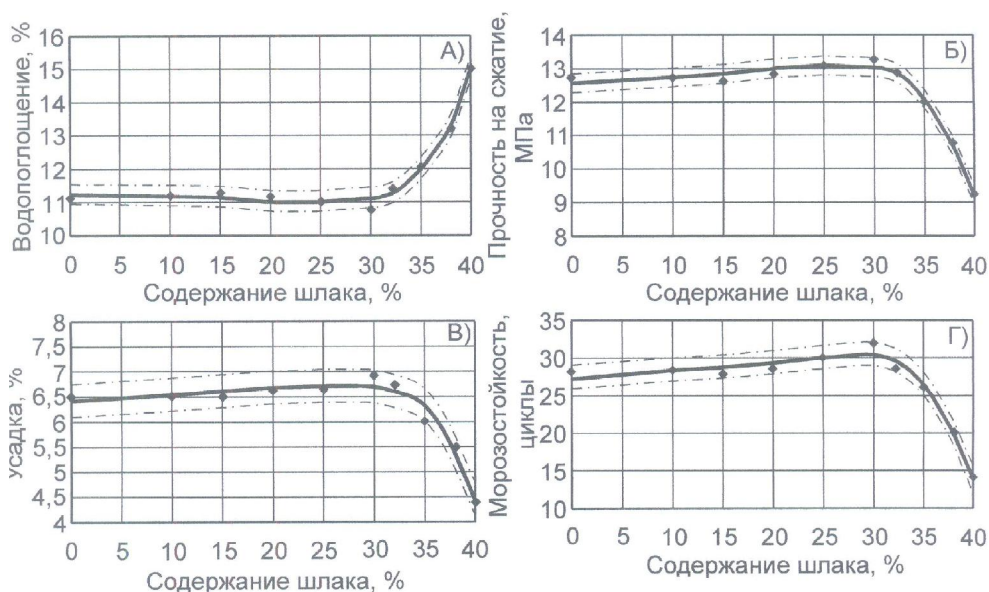


Рис. 3. Графики зависимостей водопоглощения, прочности на сжатие, усадки и морозостойкости от содержания шлака: ———— модельная функция; - - - - 95% доверительный интервал;

■ - экспериментальные данные.

А) - водопоглощение; Б) - прочность на сжатие; В) - усадка; Г) - морозостойкость.



Для построения доверительного интервала по уравнению регрессии $y=y(x)$ использовались следующие данные:

1. Оценка остаточной дисперсии по формуле (2)

$$S^2 = \sum_{i=1}^n ; \quad (2)$$

2. Средние значения независимой переменной по формуле (3)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad (3)$$

3. Оценка средней групповой дисперсии по формуле (4)

$$S_{y_x}^2 = S^2 \quad (4)$$

При определении доверительного интервала для индивидуальных значений зависимой переменной в пункте 3 можно использовать формулу (5)

$$S_{y_0}^2 = S^2 \quad (5)$$

здесь x - значение переменной, для которой ищутся границы доверительного интервала.

4. Зная надежность γ и число степеней свободы ($k=n - 2$), по таблице Стьюдента находим $t_{\gamma,k}$.

5. Вычисляем отклонение: $\Delta = S_{y_x} \cdot t_{\gamma,k}$.

6. Записываем результат в виде: $y = y_x \pm \Delta$, с надежностью γ .

x - объясняющая переменная; y - фактические значения зависимой переменной; y_x - значение зависимой переменной по уравнению регрессии; \bar{x} - среднее значение x ; S^2 - оценка остаточной дисперсии; n - число фактических данных; γ - надежность.

На рис. 4 представлена предлагаемая технология для производства керамического кирпича.



Рис. 4. Технология производства керамического кирпича



Таким образом, экспериментальные данные показали, что кирпич имеет оптимальные физико-механические показатели при содержании шлака в составах керамических масс 30%. Метод регрессионного анализа по результатам зависимостей физико-механических показателей от содержания количества шлака показал, что экспериментальные данные достаточно хорошо описываются математическими зависимостями с точностью, принятой в практических расчетах, приведенные модули дают достаточно хорошие результаты, поэтому их можно оставить в приведенном здесь виде.

Выводы

1. Получен керамический кирпич с использованием отходов черной металлургии - шлака от выплавки ферросплавов и топливно-энергетического комплекса - межсланцевой глины с высокими физико-механическими показателями без применения природных традиционных материалов.

2. Экспериментальные данные показали, что кирпич имеет оптимальные физико-механические показатели при содержании шлака в составах керамических масс 30 %.

3. Метод регрессионного анализа по результатам зависимостей физико-механических показателей от содержания количества шлака показал, что экспериментальные данные достаточно хорошо описываются математическими зависимостями с точностью, принятой в практических расчетах, приведенные модули дают достаточно хорошие результаты, поэтому их можно оставить в приведенном здесь виде.

4. Безусловным достоинством использования многотоннажных отходов топливно-энергетического комплекса и черной металлургии является разгрузка экологической обстановки и способствует решению следующих задач:

а) утилизации промышленных отходов способствует охране окружающей среды;

б) учитывая, что в настоящее время природные сырьевые ресурсы истощены, способствует вовлечению техногенных образо-

ваний в производственный оборот для производства строительных материалов;

в) освобождению значительных земельных участков от воздействия негативных антропогенных факторов и рациональному использованию ингредиентов промышленных отвалов на объектах стройиндустрии;

г) снижению стоимости строительных материалов;

д) рациональному природопользованию за счет вовлечение отходов в производство керамических материалов;

е) использованию накопленных и вырабатываемых отходов производства;

ж) снижению экологической напряженности в России;

з) охране окружающей среды, и расширению сырьевой базы для получения строительных материалов;

и) исключает затраты на геологоразведочные работы, на строительство и эксплуатацию карьеров;

к) снижение поступления в водную экосистему за счет атмосферных осадков тяжелые металлы, содержащихся в отходах теплоэнергетики.

Библиографический список

1. Кайракбаев А.К., Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Экономические, экологические, и практические аспекты использования горелых пород и бурового шлама в производстве пористого заполнителя // Экология и промышленность России. 2019. Т. 23. №11. С. 26-31.

2. Абдрахимов В.З. Технические свойства и структура пористости клинкерных материалов на основе отходов цветной металлургии Восточного Казахстана // Химическая технология. 2019. №11. С. 499-506.

3. Абдрахимов В.З. Использование флотационного углеобогащения в производстве пористого заполнителя на основе жидкого стекла // Экология промышленного производства. 2014. №4. С. 25-29.

4. Абдрахимов В.З. Влияние отходов производства минеральной ваты % диабазовой шихты на физико-механические показатели и фазовый состав керамического кирпича // Известия вузов. Строительство. 2019. №8. С. 37-44.



5. Ильина П.Х., Абдрахимов В.З., Кайракбаев А.К., Абдрахимова Е.С. Снижение экологического ущерба экосистемам за счет использования нефелинового отвального шлама и шлака от выплавки ферротитана в производстве жаростойкого бетона. // Экологические системы и приборы. 2017. №10. С. 21-32.
6. Абдрахимов В.З., Лобачев Д.А., Абдрахимова Е.С. Проблема экологического образования не способствует развитию «зеленой» экономики // Экология и промышленность России. 2016. Т. 20. №11. С. 54-58.
7. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Использование шлама карналлитовых хлоратов и отработанного катализатора в производстве жаростойких бетонов // Экологические системы и приборы. 2016. №12. С. 36-41.
8. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Лобачев Д.А. Экологическое образование для специалистов по управлению отходами производств способствует развитию «зеленой» экономики // Педагогическое образование в России. 2016. №4. С. 161-167.
9. Абдрахимов В.З., Лобачев Д.А., Абдрахимова Е.С. Оценка экономической эффективности и современные приоритеты развития при использовании отходов нефтедобычи в производстве теплоизоляционных материалов // Экологические системы и приборы 2016. №11. С. 47-53.
10. Абдрахимов В.З. Использование отхода обогащения угля и бейделлитовой глины в производстве пористого заполнителя на основе жидкостекольных композиций // Известия вузов. Строительство. 2019. №7. С. 25-34.
11. Абдрахимов В.З. Использование нефтяного шлама в производстве пористого заполнителя способствует развитию «Зеленой» экономики и транспортно-логистической инфраструктуры // Бурение и нефть. 2019. №11. С. 54-59.
12. Putz H.-J., Hamm U., Schabel S. Final fate of residues from the German recovered paper processing industry // Research Forum on Recycling, Quebec City, Sept. 27-29. 2004. - PARTAC. - 2004. - С. 239 - 244.
13. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova, E.S. Study of the Distribution of Iron Oxides in Intershale Clay and Oil Sludge Porous Filler with Mossbauer Spectroscopy // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. Volume 53, Issue 4, July 2019. Pages 703-707
14. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. Study of Phase Composition of Ceramic Materials Based on Nonferrous Metallurgy Chemical, and Petrochemical Industry Aluminum-Containing Waste // Refractories and Industrial Ceramics: Volume 56, Issue 5 (2015), Page 5-10.
15. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S., Kolpakov A.V. Study of the Effect of Al_2O_3 on Acid and Thermal Shock Resistance of Acid-Resistant Refractories Using a Regression Analysis Method // Refractories and Industrial Ceramics: Volume 56, Issue 3 (2015), Page 276-280.
16. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Использование электроплавильного шлака в производстве керамического кирпича и жаростойких бетонов // Экология промышленного производства. 2016. №2. С. 3-7.
17. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Снижение экологического ущерба экосистемам за счет использования отходов горючих сланцев в производстве теплоизоляционных материалов // Экология промышленного производства. 2016. №3. С. 18-24.
18. Имангазин М.К. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З., Кайракбаев А.К. Инновационные направления использования отходов черной металлургии в производстве керамического кирпича // Металлург. 2017. №2. С. 22-25.
19. Абдрахимов В.З., Кайракбаев А.К. Абдрахимова Е.С. Перспективное направление для «зеленой» экономики использование шлама от производства ферросилиция и глинистой части «хвостов» гравитации в получение керамических материалов // Экологические системы и приборы. 2015. №12. С. 30-34.
20. Абдрахимов В.З., Пичуров С.Н., Абдрахимова Е.С., Абдрахимова И.Д. Снижение нанесения экологического ущерба биосфере в целом за счет использования отходов энергетики и цветной металлургии в производстве керамического кирпича // Экология промышленного производства. 2017. №1. С. 3-6.
21. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Перспективное использование отходов углеобогащения в производстве теплоизоляционного материала без применения природных традиционных материалов // Перспективные материалы. 2017. №3. С. 69-77.
22. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Инновационные направления по использованию бурового шлама в производстве направление



для «Зеленой» экономике // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. №3. С. 26 -31.

23. Абдрахимова Е.С., Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З. Использование отходов углеобогащения в производстве керамических материалов - современные приоритеты развития для «зеленой» экономики // Уголь. 2017. №2. С. 54-57.

24. Сафронов Е.Г., Сунтеев А.Н., Коробкова Ю.Ю., Абдрахимов В.З. Экологические, экономические и практические аспекты использования многотоннажных отходов топливно-энергетического комплекса - сланцевой золы в производстве пористого заполнителя // Уголь. 2019. №4. С. 44-49.

25. Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Исследование методом ЯГР-спектроскопии оксидов железа, фазового состава и структуры пористости керамического кирпича на основе межсланцевой глины и шлака от сжигания бурого угля // Стекло и керамика 2019. №2. С. 15-22.

26. Абдрахимов В.З., Колпаков А.В. Аспекты использования отходов топливно-энергетического комплекса и химической промышленности в производстве керамического кирпича // Эко-

логия и промышленность России. 2019. Т. 23. №1. С. 46-59.

27. Абдрахимов В.З. Производство керамических изделий на основе отходов энергетики и цветной металлургии - Усть-Каменогорск: Восточно-Казахстанский технический университет. - 1997. - 238 с.

28. Рохваргер Е.Л., Белопольский М.С., Добужинский В.И., Красноусова А.С., Хиж А.Б. Новая технология керамических плиток - М: Стройиздат, 1977. - 228 с.

29. Абдрахимов В.З. Технология стеновых материалов и изделий/ В.З. Абдрахимов. Самара. Самарский государственный архитектурно - строительный университет. 2005. 194 с.

30. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Физико-химические процессы структурообразования в керамических материалах на основе отходов цветной металлургии и энергетики. - Усть-Каменогорск: Восточно-Казахстанский технический университет, 2000. - 374 с.

31. Агафонова Н.С., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Долгий В.П. Оптимизация состава керамических масс по механическим свойствам кирпича // Известия Вузов. Строительство. - 2005. - №5. - С. 53-58.

Поступила в редакцию 05.11.2020 г.



REGRESSION ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF SLAG FROM FERROALLOY SMELTING
ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES INDICATORS OF CERAMIC BRICKS

© 2020 V.Z. Abdrakhimov, L.E. Khabibullina, D.V. Abdrakhimov*

The use of ferrous metallurgy waste-slag from the smelting of ferroalloys and waste of the fuel and energy complex-inter-shale clay allows you to get a ceramic brick with high physical and mechanical characteristics without the use of natural traditional materials. Experimental data have shown that the brick has optimal physical and mechanical characteristics at the content of slag in the compositions of ceramic masses 30%. The method of regression analysis based on the results of the dependence of physical and mechanical parameters on the content of the amount of slag showed that the experimental data are well described by mathematical dependencies with the accuracy accepted in practical calculations, the given modules give quite good results.

Keywords: slag, inter-shale clay, ceramic brick, regression analysis, indicators, mathematical dependence.

Received for publication on 05.11.2020

* Abdrakhimov Vladimir Zakirovich (3375892@mail.ru) - Doctor of Technical Sciences, Professor; Samara State University of Economics (Samara, Russia); Khabibullina Lilia Evgenievna (khabibullina1987@yandex.ru) - Teacher of Mathematics and Computer Science, MBOU "Polytechnic Lyceum No. 182" (Kazan, Russia); Abdrakhimov Dmitry Vladimirovich - Student, School No. 16 (Samara, Russia).



МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖФАЗНОГО ПЕРЕХОДНОГО СЛОЯ В КЕРАМИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТАХ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ДЕФЕКТОВ СТРУКТУРЫ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

© 2020 А.Ю. Столбоушкин, О.А. Фомина*

Показана актуальность расширения сырьевой базы производства строительных керамических материалов за счет использования техногенного и некондиционного природного силикатного сырья. Рассмотрено формирование переходного слоя на границе раздела между оболочкой (матрицей) и ядром (агрегированным наполнителем) керамического материала с матричной структурой. Представлена концепция изготовления многослойного образца, моделирующего на макроуровне переход между оболочкой и ядром керамического матричного композита. Дано соотношение сырьевых материалов ядра и оболочки для приготовления различных слоев модельного образца с использованием техногенного и природного сырья. Отмечена зависимость свойств композиционных материалов от термодинамической, кинетической и механической совместимости компонентов при взаимодействии на границе раздела фаз.

Ключевые слова: керамический матричный композит, переходный межфазный слой, многослойный керамический образец.

Введение. В современных геополитических условиях для самосохранения и развития России жизненно необходимы новые драйверы комплексного развития ее территории [1]. Перспективы урбанизации и создания эшелонированной многоуровневой инфраструктуры требуют разработки новых строительных технологий и материалов с высокими эксплуатационными характеристиками. При этом, керамические изделия, проверенные временем, в настоящее время и в обозримом будущем доминируют в общей структуре производства мелкоштучных стеновых материалов. Растущий дефицит сырья для традиционных технологий изготовления высококачественных керамических изделий требует новых научных решений в области составов и технологии строительной керамики [2-3]. С учетом необходимости ресурсосбережения [4] важными стратегическими аспектами развития строительного материаловедения являются разработки теоретических решений создания композиционных материалов и технологий с использованием промышленных отходов [5].

На сегодняшний день накоплены сотни миллионов тонн промышленных отходов, прежде всего горнодобывающего и энергетического комплекса, и проблема их утилизации является одной из первоочередных [6]. Как правило, более 50-60 % в составе полезных ископаемых приходится на алюмосиликаты, которые при переработке и обогащении далее не используются и идут в отвал. С учетом химико-минералогической составляющей целесообразна их строительнотехнологическая утилизация, которая позволит сохранить природные ресурсы и улучшить экологическую обстановку [7]. Таким образом, для производства строительных керамических материалов актуальным является расширение сырьевой базы за счет использования техногенного и некондиционного природного силикатного сырья, при этом, традиционные технологии не решают задачи изготовления материалов с высокими эксплуатационными характеристиками.

Постановка проблемной задачи. Фундаментальные исследования показывают, что

* Столбоушкин Андрей Юрьевич (stanyr@list.ru) - доктор технических наук, профессор; Фомина Оксана Андреевна (soa2@mail.ru) - кандидат технических наук, доцент; оба - Сибирский государственный индустриальный университет (РФ, Кемеровская область, Новокузнецк)



для обеспечения высокой структурной прочности (коэффициента конструктивного качества) керамических материалов необходима целенаправленная пространственная организация фаз внутри материала. В результате создаются различные группы керамических матричных композитов (Ceramic Matrix Composites), наполненных и армированных различными компонентами в виде дисперсных частиц, волокон, листов или агрегированных материалов. Благодаря синергизму за счет комбинации керамической основы с арматурой и (или) наполнителем матричные композиты обладают часто уникальными свойствами, например: высокой прочностью, особой твердостью, эффективностью и др. Во многом эти свойства композиционных материалов определяются межфазовым взаимодействием компонентов, которое зависит от их термодинамической, кинетической и механической совместимости. При обжиге формирование переходного слоя между матрицей и наполнителем, состоящего из продуктов обеих фаз, способствует снижению термических напряжений на границе раздела фаз и объединению компонентов системы в единый матричный композиционный материал.

Формирование научной идеи. В научной литературе имеются данные по технологической реализации идеи керамических матричных композитов из промышленных отходов и природного силикатного сырья различными способами [2; 8-9]. В результате проведенных ис-

следований [10] авторами сформулирована научная идея, согласно которой отходы агрегируются в гранулы с последующими покрытием поверхности гранул глинистым или силикатным легкоплавким материалом, формованием изделий, их сушкой и обжигом. При обжиге происходит трансформация матричной структуры сырца в керамический матричный композит. На границе контакта гранул активированная глинистая составляющая шихты продуцирует расплав, который внедряется в периферийную зону ядра и после кристаллизации образует матричную структуру, состоящую из ядер, покрытых оболочкой из продуктов спекания легкоплавкой компоненты. В переходном слое композита из продуктов матрицы и гранулированного наполнителя формируется стеклокристаллическая микроструктура, повышающая прочностные характеристики матрицы. На макроуровне в керамическом материале возникает прочный пространственный ячеистозаполненный каркас. При этом купирование дислокаций, возникающих при сверхкритических напряжениях внутри материала, границами раздела сред ядро-оболочка обеспечивает более высокие показатели прочности при изгибе и морозостойкости керамических матричных композитов.

Результаты исследований и их обсуждение. В соответствии с научной идеей авторами разработаны модель формирования структуры керамических матричных композитов из техногенного сырья (рис. 1, а) и спо-

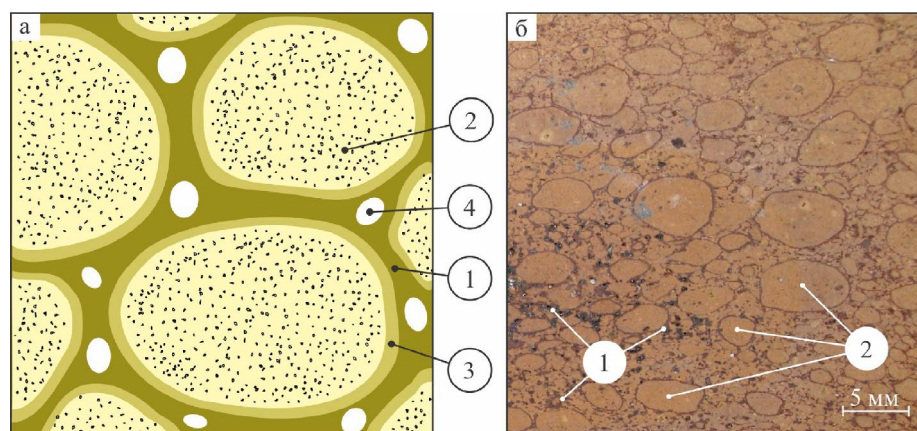


Рис. 1. Модель формирования структуры керамических матричных композитов (а) и матричная структура керамики из гранулированных шихт на основе шламистых железорудных отходов (б): 1 - матрица (наполненное связующее); 2 - ядро (гранулированный наполнитель); 3 - переходный слой между матрицей и ядром; 4 - поры

собы получения стеновых керамических изделий с высокими показателями прочности и морозостойкости [10].

На примере шламистых железорудных отходов (или отходов углеобогащения) матричная структура керамического материала (рис. 1, б) обеспечила высокую прочность и морозостойкость изделий (прочность при сжатии кирпича формата F1 составила 15-25 МПа, морозостойкость более 35-50 циклов) при содержании глинистой фракции в шихте не более 20-25 % по массе [10]. Полученный керамический композит имеет полиструктурное строение: матрица, сформированная из глины, представляет собой наполненное связующее и образует систему первого уровня, а гранулы

из отходов выступают в роли заполнителя и образуют систему второго уровня (рис. 2, а).

Для получения бездефектных и прочных строительных материалов необходимо установить и оптимизировать смесевые и технологические факторы разработанной керамической технологии [11]. Как уже было отмечено, важным критерием здесь является механическая совместимость матрицы и ядер керамического композита. Для дифференцированного исследования их фазового состава и структуры были разработаны модель формирования переходного слоя из продуктов взаимодействия ядрооболочка и план-схема модельного образца на границе раздела фаз матричного композита (рис. 2).

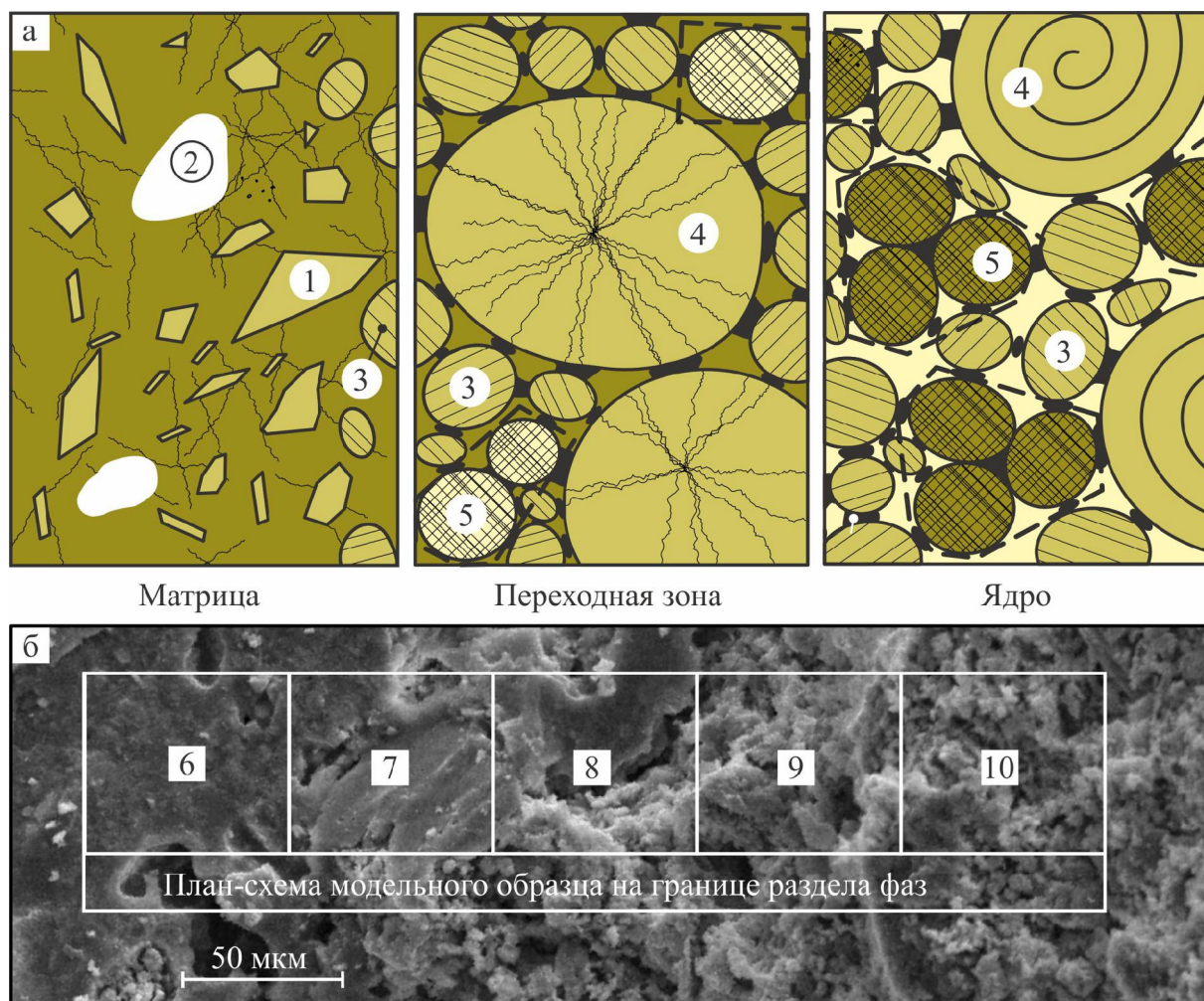


Рис. 2. Модель формирования переходного слоя из продуктов взаимодействия оболочки и ядра керамического матричного композита (а) и план-схема модельного образца на границе раздела фаз с использованием шламистых железорудных отходов (б): 1 - наполнитель матрицы (кристаллическая фаза); 2 - пора; 3 - не агрегированные частицы; 4 - укрупненные агрегаты частиц; 5 - кластеры; 6 - матрица (оболочка); 7 - переходная зона со стороны оболочки; 8 - центральная область переходной зоны; 9 - переходная зона со стороны ядра; 10 - ядро



В соответствии с план-схемой (рис. 2, б) была разработана модель многослойного керамического образца на границе ядрооболочка матричного композита и в лабораторных условиях изготовлены модельные образцы цилиндры из техногенных отходов, глины и их смесей (рис. 3).

ной прогнозируемой прочности матрицы [11].

Заключение. Проведенные экспериментальные исследования показали, что механические и физико-химические процессы, протекающие на границе раздела фаз материала, в значительной мере определяют экс-

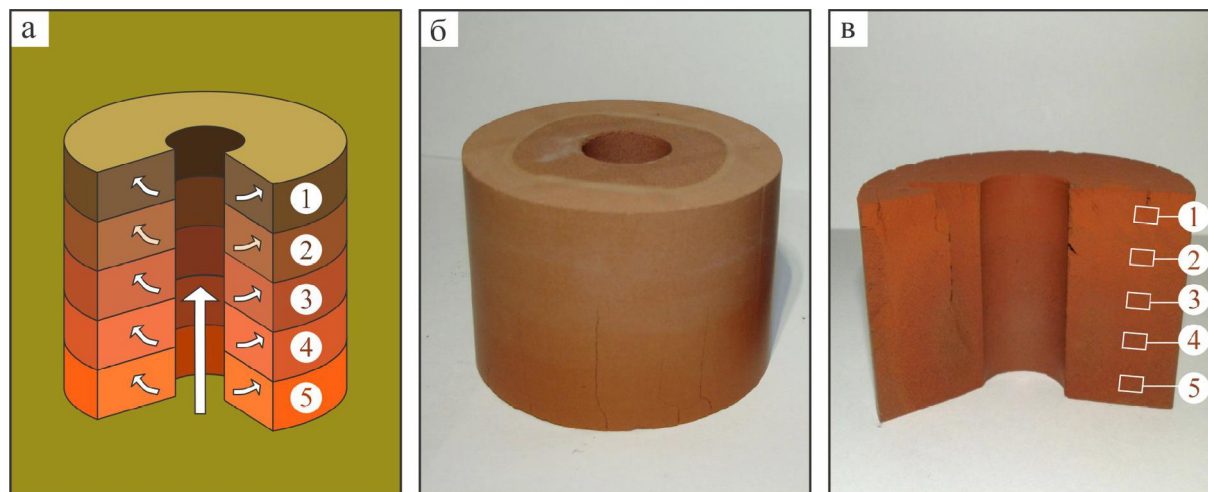


Рис. 3. Модель (а), внешний вид (б) и поперечное сечение (в) многослойного керамического образца из отходов углеобогащения, глины и их смесей: 1 - ядро; 2 - переходная зона со стороны ядра; 3 - центральная область переходной зоны; 4 - переходная зона со стороны оболочки; 5 - матрица (оболочка)

Методика изготовления многослойных образцов изложена в работе [11]. Количество и состав сырьевых компонентов слоев приведены в табл. 1.

пластические свойства керамических матричных композитов. Выравнивание усадочных деформаций подбором состава сырьевых компонентов позволяет снизить риски разру-

Таблица 1. Состав сырьевых компонентов слоев модельного образца

Наименование сырья	Содержание компонента в шихте в %, номер слоя образца				
	1	2	3	4	5
Техногенные отходы	100	75	50	25	-
Глина (плавень)	-	25	50	75	100

С использованием модельных образцов разработана методология комплексного исследования переходного слоя ядрооболочка строительных керамических матричных композитов [12]. Комплекс методов включает в себя дифференцированное исследование фазового состава, микроструктуры и физико-механических свойств слоев, имитирующих границу раздела сред в композиционном материале. Дилатометрические исследования материала и измерение усадки слоев при обжиге позволяют «спроектировать» условия для достижения максималь-

шения композиционного материала на границе «заполнительматрица при внешних воздействиях. Установлено взаимодействие матричной оболочки с силикатными и оксидными фазами ядра, что обеспечивает высокую прочность композита после обжига.

Библиографический список

1. Лосев К.С. Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке. М.: Космо-Информ, 2001. - 399 с.
2. Моделирование структуры и оценка прочности строительной керамики из грубозер-



нистых масс / В.И. Верещагин, А.Д. Шильцина, Ю.В. Селиванов // Строительные материалы. - 2007. - № 6. - С. 6568.

3. Керамические камни компрессионного формования на основе опок и отходов углеобогащения / В.Д. Котляр [и др.] // Строительные материалы. - 2013. - № 4. - С. 4448.

4. Заседание Государственного совета по вопросу об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений. 27 декабря 2016 года. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/53602>

5. Чернышов Е.М. К проблеме развития исследований и разработок в области материаловедения и высоких строительных технологий: основные акценты // Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии: материалы XV Академических чтений РААСН Международной научно-технической конференции Казань: КГАСУ, 2010. - Т. 1. - С. 89.

6. Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с применением техногенного сырья / Р.З. Рахимов, У.Х. Магдеев, В.Н. Ярмаковский // Строительные материалы. - 2009. - № 12. - С. 811.

7. Экологические, теоретические и практические аспекты использования алюмосодержащих отходов в производстве керамических материалов различного назначения без применения природного традиционного сырья / В.З. Абдрахимов [и др.] // Экология и промышленность России. - 2013. - № 5. - С. 2832.

8. Mecholsky J.J. Evaluation of mechanical property testing methods for ceramic matrix composites // American society-bulletin. 1986. Vol. 65, № 2. P. 315322.

9. Использование отходов обогащения руд для получения строительной керамики с повышенными физико-техническими свойствами / О.В. Суворова [и др.] // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН: сб. науч. тр. - Апатиты, 2017. - № 14. - С. 263266.

10. Столбоушкин А.Ю. Керамические стеновые материалы матричной структуры на основе неспекающегося малопластичного техногенного и природного сырья / А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Бердов, В.И. Верещагин, О.А. Фомина // Строительные материалы. - 2016. - № 8. - С. 1923.

11. Phase Composition of the CoreShell Transition Layer in a Construction Ceramic Matrix Structure Made from Non-Plastic Raw Material with Clay Additives / A.Yu. Stolboushkin, V.I. Vereshchagin, O.A. Fomina // Glass and Ceramics, Vol. 76. Pp. 1621. DOI 10.1007/s10717-019-00124-3.

12. Столбоушкин А.Ю. Метод комплексного исследования переходного слоя ядрооболочка в керамических матричных композитах полусухого прессования // Строительные материалы. - 2019. - № 9. - С. 2835.

Благодарности. Результаты исследования получены при поддержке стипендии Президента России, исследовательский проект SP-4752.2018.1.

Поступила в редакцию 25.10.2020 г.



**MODELING OF AN INTERPHASE TRANSITION LAYER IN CERAMIC MATRIX COMPOSITES
FOR REDUCING STRUCTURAL DEFECTS IN BUILDING MATERIALS**

© 2020 A.Yu. Stolboushkin, O.A. Fomina*

It has been shown the urgency of expanding the raw material base for the production of building ceramic materials through the use of technogenic and substandard natural silicate raw materials. It was presented the formation of a transition layer at the interface between the shell (matrix) and the core (aggregated filling material) of a ceramic material with a matrix structure. The concept of manufacturing a multilayer sample simulating the transition at the macro level between the shell and the core of the ceramic matrix composite is presented. It is presented the ratio of the raw materials of the core and shell for the preparation of various layers of the model sample using technogenic and natural raw materials. It has been noted the dependence of the properties of composite materials on the thermodynamic, kinetic and mechanical compatibility of components during interaction at the interface.

Keywords: ceramic matrix composite, interfacial transition layer, multilayer ceramic sample.

Received for publication on 25.10.2020

* Stolboushkin Andrey Yuryevich - Doctor of Sciences, Professor; Fomina Oksana Andreevna - Candidate of Sciences, Associate Professor; both - Siberian State Industrial University (RF, Kemerovo region, Novokuznetsk).

**ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ВУЗОВ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА НАУКОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

© 2020 С.М. Анпилов, А.Н. Сорочайкин*

Проведен анализ динамики наукометрических показателей государственных ВУЗов Самарской области за период с 2009 года по настоящее время.

Основным методом исследования выступил библиометрический анализ, применённый для расчетов наукометрических показателей указанных образовательных учреждений, отражённых в базе данных РИНЦ на 3-6 ноября 2020 года.

Авторами указаны положительные и отрицательные моменты в динамике количественных и качественных закономерностей наукометрии государственных ВУЗов Самарской области и издаваемых ими научных журналов.

Ключевые слова: РИНЦ, наукометрия, библиометрический анализ, вуз, Самарская область, индексирование, индекс Хирша, импакт-фактор, SCIENCE INDEX.

Настоящая публикация развивает цикл работ по оценке продуктивности (результативности) публикационной активности государственных ВУЗов Самарской области [1-3].

На данном этапе ставилась задача проследить за изменениями в динамике библиометрических показателей в сравнении по четырем реперным годам - 2009, 2014, 2018, 2019.

Базу исследования составили «большие данные» [4], выявленные путем поиска в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) по состоянию на 3-6 ноября 2020 г. с

учётом регулярного пополнения, самоодернизации и проведения комплекса мер по «самоочищению» [5], откуда мы отобрали необходимую информацию и традиционно представили её тремя блоками: библиометрические показатели публикационной активности руководителей ВУЗов, самих ВУЗов и основных научных журналов данных учебных заведений. Отдельно отмечаем, что все данные за 2009 год даются по итогам исследования, которые зафиксированы в публикации за 2019 год [см. 2].

Таблица 1. Библиометрические показатели публикационной активности руководителей государственных вузов Самарской области на основе БД РИНЦ на 08 октября 2014 г., на 01 декабря 2019 г. и на 01 ноября 2020 г.

	<i>кол-во публик. 2014/2019/2020</i>	<i>кол-во цитир. 2014/2019/2020</i>	<i>индекс Хирша 2014/2019/2020</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Поволжский государственный университет сервиса</i>			
Ерохина Лидия Ивановна, <i>ректор, д. э. н., профессор</i>	118/121/122	301/785/851	7/14/15
Наумова Ольга Николаевна, <i>проректор по учебной работе и качеству образования, д. э. н., доцент</i>	17/40/42	22/118/135	2/6/7

* Анпилов Сергей Михайлович (anpilovsm@gmail.com) эксперт, Заслуженный изобретатель РФ, доктор технических наук, советник РААСН; Сорочайкин Андрей Никонович (expert763@mail.ru) - кандидат экономических наук, доктор философских наук; оба - АНО «Институт судебной строительно-технической экспертизы» (РФ, Тольятти).



Продолжение табл. 1

	кол-во публик. 2014/2019/2020	кол-во цитир. 2014/2019/2020	индекс Хирша 2014/2019/2020
1	2	3	4
Якунин Вадим Николаевич, проректор по научной и инновационной деятельности, д. и. н., профессор	33/164/266	84/1488/1697	3/24/28
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики			
Мишин Дмитрий Викторович, ректор, д. т. н., профессор	10/39/50	46/96/133	2/2/4
Салмин Алексей Александрович, проректор по учебной работе к.т.н., доцент	-/14/15	-/30/34	-/2/2
Осипов Олег Владимирович, проректор по науке и инновациям, д. ф.-м. н., доцент	-/87/105	-/391/434	-/6/7
Самарский государственный аграрный университет			
Гужин Игорь Николаевич ВРИО ректора с 17марта 2020 г., к. т. н., доцент	7/26/31	6/161/186	1/5/5
Краснов Сергей Викторович ВРИО проректора по учебной работе, к. т. н., доцент	-/-/21	-/-/14	-/-/2
Васин Алексей Васильевич ВРИО проректора по научной работе, д. с.-х. н., профессор	65/159/174	62/636/722	3/13/14
Самарский государственный медицинский университет			
Колсанов Александр Владимирович, ректор, д.м.н., профессор	-/293/397	-/706/883	-/11/12
Котельников Геннадий Петрович, президент, академик РАН	178/395/439	880/2858/3129	7/14/14
Авдеева Елена Владимировна, проректор по учебной работе, д. фарм. н., профессор	-/144/159	-/1025/1173	-/15/16
Давыдкин Игорь Леонидович, проректор по научной работе, д. м. н., профессор	110/358/379	67/621/798	4/10/12
Самарский государственный социально-педагогический университет			
Мочалов Олег Дмитриевич ректор, д. и. н., доцент	11/43/47	39/1074/1486	2/7/9
Вершинин Игорь Владимирович президент, д. фил. н., профессор	15/28/29	41/177/188	3/5/5
Кислова Наталья Николаевна проректор по учебно-методической работе и качеству образования, к. филолог. н., доцент	3/24/24	4/32/32	1/4/4
Репинецкий Александр Иванович проректор по научно-исследовательской работе, д. и. н., профессор	35/66/77	164/287/329	6/6/7



Продолжение табл. 1

	кол-во публик. 2014/2019/2020	кол-во цитир. 2014/2019/2020	индекс Хирша 2014/2019/2020
1	2	3	4
Самарский государственный технический университет			
Быков Дмитрий Евгеньевич, <i>ректор, д. т. н., профессор</i>	73/149/161	136/621/717	4/11/11
Ненашев Максим Владимирович, <i>первый проректор - проректор по научной работе, д. ф.-м. н., профессор</i>	55/99/110	43/160/182	2/5/5
Юсупова Ольга Викторовна, <i>проректор по учебной работе, д. п. н., профессор</i>	-/41/41	-/181/196	-/8/8
Самарский государственный университет путей сообщения			
Андрончев Иван Константинович, <i>ректор, д. т. н., профессор</i>	43/121/154	22/135/199	2/5/6
Асабин Виталий Викторович, <i>первый проректор, к. т. н., доцент</i>	3/26/52	1/11/63	1/2/4
Булатов Андрей Александрович, <i>проректор по учебно-воспитательной работе, к.т.н., доцент</i>	-/56/66	-/44/71	-/4/5
Гаранин Максим Алексеевич, <i>проректор по научной работе и инновациям, к. т. н., доцент</i>	23/143/149	18/415/505	2/9/10
Самарский государственный экономический университет			
Ашмарина Светлана Игоревна, <i>ректор, д. э. н, профессор</i>	73/173/187	207/1059/1181	6/18/18
Пискунов Владимир Александрович, <i>проректор по учебной и воспитательной работе д. э. н., профессор</i>	20/77/82	37/397/449	2/10/10
Павлова Аделия Вадимовна, <i>проректор по научной работе, д. э. н, доцент</i>	-/58/72	-/238/274	-/6/7
Самарский национальный исследовательский университет имени академика Королева С.П.			
Богатырёв Владимир Дмитриевич, <i>ректор, д.э.н., профессор</i>	-/88/94	-/405/446	-/9/10
Сойфер Виктор Александрович, <i>президент, академик РАН</i>	461/593/587	3491/9604/11198	23/48/55
Шахматов Евгений Владимирович, <i>научный руководитель, д. т. н., профессор</i>	82/152/174	106/773/874	3/14/15
Прокофьев Андрей Брониславович, <i>первый проректор - проректор по научно-исследовательской работе, д. т. н., доцент</i>	34/83/83	86/362/383	3/11/11
Гаврилов Андрей Вадимович, <i>проректор по учебной работе, к. ф.-м. н., доцент</i>	-/30/32	-/234/290	-/5/7



Окончание табл. 1

	кол-во публик. 2014/2019/2020	кол-во цитир. 2014/2019/2020	индекс Хирша 2014/2019/2020
1	2	3	4
Тольяттинский государственный университет			
Кристал Михаил Михайлович <i>ректор, д. ф.-м. н., профессор</i>	106/167/179	372/898/1017	11/16/16
Бабошина Эльмира Сергеевна, <i>проректор по учебной работе, к.э.н., доцент</i>	-/9/9	-/46/49	-/4/4
Петерайтис Сергей Ханцасович <i>проректор по научно-инновационной деятельности, к. т. н., доцент</i>	12/18/33	9/19/42	1/3/4
Самарский государственный институт культуры			
Наумова Ольга Сергеевна <i>ИО ректора с 01 января 2020г. к. филолог. н., доцент</i>	-/20/25	-/30/42	-/3/3
Алашеева Светлана Анатольевна <i>ИО проректора по учебно-методической работе, к. пед. н., доцент</i>	-/-/26	-/-/11	-/-/1
Сложеникина Юлия Владимировна <i>ИО проректора по научной работе и международным связям, д. филолог. н., профессор</i>	-/-/120	-/-/568	-/-/12

В таблице 1 библиометрические показатели публикационной активности руководителей ВУЗов на 2014, 2019 и 2020 годы - ректор, президент или научный руководитель (при наличии таковых), первый проректор (при наличии таковых), проректор по учебной работе и проректор по научной работе*. Это именно те официальные лица, которые определяют жизнедеятельность каждого из образовательных учреждений, а также несут персональную ответственность за показатели научной и учебной работы. В таблице 1 ВУЗы расположены в алфавитном порядке от университетов к институту.

В таблице 2 представлены данные по библиометрическим показателям государственных ВУЗов Самарской области по состоянию на 3-6 ноября 2020 года - показатели количества публикаций и цитирований приведены по итогам 2009, 2014, 2018 и 2019

* Данные по руководителям ВУЗов, наименованиям ВУЗов и научным журналам получены с официальных сайтов учебных заведений по состоянию на 08.11.2020 г.

годов; число авторов, публикаций и цитирований в базе РИНЦ за весь период систематизации научной информации на 2019 и 2020 годы; индекс Хирша, g-индекс, i-индекс - по состоянию на 08.10.14 [1], 01.12.19 [2] и 03.11.2020 годов. Ранжирование производилось по индексу Хирша, в случае равенства указанного показателя - по g-индексу.

По таблице 2 хотелось бы обратить внимание на следующие факты.

1. Итоговая синергетическая ревалоризация библиометрических показателей четырех объединённых ВУЗов безоговорочно закрепляет Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва (далее СНИУ) и СамГТУ на 1-м и 2-м место соответственно.

2. За текущий год СНИУ проделал большую работу по систематизации и архивации публикаций своих авторов за предыдущие годы в библиометрических базах данных (БД), в том числе в РИНЦ, что наглядно фиксируется не только по скачку индекса Хирша за 2020 год (+10), но и по сравнительной



Таблица 2. Библиометрические показатели публикационной активности государственных вузов Самарской области на основе БД РИНЦ на 03 ноября 2020 года

№ п/п	ВУЗ	2009	2014	2018	2019	Индекс Хирша 2014/2019/2020	g-индекс 2014/2019/2020	i-индекс 2014/2019/2020	Число авторов в РИНЦ 2019/2020	Число публ. в РИНЦ 2019/2020	Число цитир. в РИНЦ 2019/2020
		кол-во публикаций / кол-во цитирований									
1	СНИУ	1683/3766	3365/13525	4765/21575	4329/19416	20/96/106	26/164/172	12/21/22	2563/3806	42008/48868	141061/167555
2	СамГТУ	1244/1823	3704/8996	3373/10693	2562/8490	18/73/76	33/115/121	8/16/16	2406/2928	34203/36697	84225/92871
3	СГЭУ	609/968	1777/4136	2571/7042	3622/6503	23/61/63	35/92/96	7/15/16	898/1238	21585/23899	46708/52198
4	ТГУ	800/856	1313/5422	1156/5642	1220/5403	29/55/56	46/95/99	10/14/14	941/1257	15604/16555	44429/48449
5	СамГАУ	439/670	690/1319	1520/5660	1447/5361	9/48/55	12/62/67	5/13/14	399/572	12106/13222	27518/31759
6	СамГМУ	511/666	1499/1959	2051/4060	1296/3247	18/49/52	39/84/87	8/14/15	1390/1864	14984/15949	24503/27730
7	ПУС	246/247	762/1920	421/1891	261/1474	13/39/41	15/51/55	6/11/11	311/440	7108/7507	15029/17138
8	СГСПУ	278/213	667/1084	979/2713	745/2138	11/34/35	15/58/63	7/12/12	468/702	7387/7937	13053/14842
9	СГИК	55/62	302/294	546/1495	603/1683	4/32/35	5/47/51	2/8/8	163/202	3384/3914	4716/6247
10	СамГЛПС	433/126	516/754	698/1776	456/1496	7/27/29	8/35/37	6/10/10	620/811	6919/7274	8435/9623
11	ПУГИ	97/89	359/448	598/1154	421/1090	9/25/27	19/40/43	5/8/9	306/399	3498/3810	5363/6290

динамике изменений количественных и качественных показателей (например, по g-индексу рост в +8) за период 2010-2019 гг.

3. СамГТУ на текущий момент явно недооценил эффективность синергетической ревалоризация библиометрических показателей (СамГТУ + СГАСУ) и данный потенциал остается для университета недокапитализированным.

4. СГЭУ продолжает выбранную стратегию направленную на улучшение качественных показателей, в первую очередь, в международных библиометрических БД. Ранее созданный запас прочности позволяет данному ВУЗу заниматься такой избирательной деятельностью.

5. ТГУ замедлил рост своих количественных показателей (индекс Хирша +1), больше уделяя внимание качественным (рост g-индекс на +4 до 99 - это высокий показатель для российских региональных ВУЗов).

6. Интересна своей агрессивной напористостью динамика роста библиометрических показателей СамГАУ - индекс Хирша +8, g-индекс +5.

Еще раз отметим факт того, что аграрный университет уверенно вошёл в 5-ку лучших ВУЗов Самарской области, вытеснив из неё СамГМУ (как мы и прогнозировали в ноябре 2019 года [см. 2, с. 49]).

Продолжение данного курса позволит СамГАУ обойти по итогам 2020 года ТГУ.

7. Продолжает приятно удивлять СГИК - институт культуры на сегодня сравнялся по индексу Хирша с СГСПУ и есть все основания предполагать, что по итогам 2020 года обойдёт его по данному показателю.

8. Для объективной оценки сложившейся ситуации обратим внимание читателей на следующие параметры качества публикационной активности. Большое количество авторов в РИНЦ у СНИУ - 3806 (в ноябре 2019 было 2563) и у СамГТУ - 2928 (было - 2406) - это негативное последствие синергетического эффекта объединения ВУЗов, которое выразится в понижающих трендах на библиометрических показателях в ближайшие 5-7 лет.



Таблица 3. Библиометрические показатели публикации научной активности научных журналов государственных вузов Самарской области
на основе БД РИНЦ на 04 ноября 2020 года

№ п/п	Название журнала	Место в общем рейтинге SCIENCE INDEX за 2018/2019 годы	Место в пер. списке на 2019 год [2]	Статей / Цитиров. всего	Просмотров / запросов за год	Показатель в рейтинге SCIENCE INDEX				Пятилетний импакт-фактор РИНЦ / Пятилетний импакт-фактор РИНЦ без самоцитирования				Пятилетний коэффициент самцитирования, % за 2010/2014, 2018/2019 годы	Год основания
						2009	2014	2018	2019	2009	2014	2018	2019		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Вектор науки ТГУ, ТГУ, Тольятти	64 / 237	1	2209 / 11931	25182 / 7178	0,017	0,955	2,600	1,474	- / -	0,524 / 0,509	0,375 / 0,365	0,309 / 0,295	8,7 / 2,8 / 2,6 / 4,5	2008
2	Вестник СамГУ. Серия «Физико-математические науки», СамГУ, Самара	722 / 531	2	1467 / 4355	6427 / 1505	0,090	0,163	0,560	0,828	0,167 / -	0,394 / 0,269	0,394 / 0,340	0,516 / 0,456	50,0 / 31,8 / 13,8 / 11,6	1996
3	Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение, СНИУ, Самара	748 / 813	3	2491 / 5411	11719 / 3523	0,120	0,210	0,547	0,549	0,127 / -	0,192 / 0,045	0,193 / 0,094	0,188 / 0,088	39,5 / 21,6 / 8,9 / 6,4	2002
4	Самарский научный вестник, СГСПУ, Самара	1227 / 835	5	1333 / 3990	14038 / 4752	-	0,327	0,317	0,528	- / -	1,500 / 1,431	0,432 / 0,413	0,432 / 0,408	- / 4,6 / 4,5 / 5,6	2012
5	Вестник СГЭУ, СГЭУ, Самара	1442 / 870	7	3500 / 16653	19471 / 5774	0,018	0,074	0,255	0,507	0,048 / -	0,466 / 0,329	0,461 / 0,449	0,359 / 0,345	26,7 / 29,4 / 2,6 / 3,9	1999
6	Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология, СНИУ, Самара	652 / 926	12	2366 / 11683	12127 / 4913	0,072	0,192	0,623	0,478	0,064 / -	0,152 / -	0,558 / 0,509	0,400 / 0,367	1,7 / 2,8 / 8,7 / 8,2	1995
7	Наука и инновации в медицине, СамГМУ, Самара	1829 / 1104	-	237 / 488	1804 / 795	-	-	0,179	0,388	- / -	- / -	0,299 / 0,268	0,333 / 0,307	- / - / 10,3 / 7,8	2016
8	Юридический вестник Самарского университета, СНИУ, Самара	2028 / 1189	14	506 / 771	7447 / 4186	-	-	0,154	0,357	- / -	- / -	0,223 / 0,208	0,289 / 0,272	- / - / 6,9 / 5,9	2015
9	Journal of Biomedical Photonics & Engineering СНИУ, Самара	1003 / 1274	-	150 / 493	392 / 27	-	-	0,405	0,327	- / -	- / -	0,884 / 0,826	0,519 / 0,519	- / - / 6,0 / 0,0	2014



Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10	Вектор науки ТГУ. Серия «Педагогика. Психология» ТГУ, Тольятти	1527/ 1469	8	1966/ 6624	15745/ 5532	-	0,072	0,234	0,271	-/-	0,620/ 0,564	0,271/ 0,262	0,207/ 0,201	- / 9,0 / 3,3 / 2,9	2010
11	Известия СГСХА СамГАУ, Кинель	1365/ 1623	4	1964/ 7660	7773/ 1560	0,004	0,089	0,275	0,237	0,031 / -	0,239/ 0,176	0,418/ 0,351	0,364/ 0,308	34,8 / 26,4 / 15,9 / 15,2	2006
12	Вектор науки ТГУ. Серия «Экономика и управление» ТГУ, Тольятти	1300/ 1779	6	689/ 3148	8051/ 3534	-	0,144	0,297	0,209	-/-	1,239/ 1,196	0,357/ 0,355	0,232/ 0,229	- / 3,5 / 0,7 / 1,4	2010
13	Градостроительство и архитектура СамГУ, Самара	2343/ 2195	-	797/ 3978	8517/ 2275	-	0,089	0,112	0,138	-/-	0,529/ 0,276	0,221/ 0,158	0,187/ 0,143	- / 47,8 / 28,6 / 23,7	2011
14	Поволжский педагогический вестник СГСПУ, Самара	2500/ 2243	15	524/ 718	3332/ 1178	-	-	0,097	0,133	-/-	-/-	-/-	0,111/ 0,111	- / - / 0,0 / 0,0	2013
15	Вестник СамГУПС, СамГУПС, Самара	3268/ 2521	13	1078/ 2485	8635/ 3782	-	0,074	0,042	0,103	-/-	0,258/ 0,211	0,237/ 0,192	0,237/ 0,200	57,1 / 18,4 / 18,9 / 15,6	2004
16	Вестник ТГУ. Серия «Юридические науки» ТГУ, Тольятти	2643/ 2531	17	1003/ 1422	15378/ 7198	-	0,024	0,086	0,102	-/-	0,294/ 0,150	0,114/ 0,107	0,125/ 0,118	0,0 / 49,0 / -5,5 / 5,5	2010
17	Вестник Самарского университета. Экономика и управление СНИУ, Самара	1744/ 2588	9	882/ 907	5777/ 1809	-	0,087	0,193	0,096	-/-	0,586/ 0,385	0,234/ 0,210	0,111/ 0,105	- / 34,2 / 10,2 / 5,6	2011
18	Вестник СамГУ. Серия «Психолого-педагогические науки», СамГУ, Самара	2911/ 2687	18	893/ 1868	4776/ 1841	0,001	0,112	0,064	0,086	-/-	0,827/ 0,638	0,178/ 0,147	0,181/ 0,153	91,7 / 22,9 / 17,8 / 15,7	2004
19	Вестник СамГУ. Серия «Технические науки», СамГУ, Самара	3553/ 3144	20	1621/ 3082	8035/ 2503	0,015	0,101	0,027	0,048	-/-	0,270/ 0,198	0,164/ 0,092	0,157/ 0,109	50,0 / 26,9 / 43,8 / 30,7	1994
20	Инфокоммуникационные технологии, ПГУТИ, Самара	2813/ 3237	10	1107/ 3593	8636/ 1901	0,175	0,094	0,071	0,042	-/-	0,380/ 0,289	0,263/ 0,201	0,280/ 0,183	28,2 / 23,8 / 23,6 / 34,4	2003
21	Вестник трансгорта Поволжья, СамГУПС, Самара	3303/ 3277	11	1098/ 2523	7914/ 2687	0,069	0,022	0,040	0,040	0,095 / -	0,209/ 0,122	0,292/ 0,214	0,227/ 0,160	40,0 / 41,7 / 26,6 / 29,7	1999
22	Вестник Самарского университета. Естественнонаучная серия СНИУ, Самара	2490/ 3422	19	1162/ 1324	3602/ 1161	0,378	0,182	0,098	0,033	0,156 / -	0,306/ 0,244	0,198/ 0,160	0,156/ 0,099	10,8 / 20,3 / 19,2 / 36,2	1995
23	Вестник ПГУС. Серия «Экономика», ПГУС, Тольятти	2694/ 3691	16	1568/ 3454	3524/ 286	0,000	0,119	0,080	0,019	0,007 / -	0,560/ 0,528	0,163/ 0,149	- / -	33,3 / 5,7 / 8,4 / 2,8	1995



Рассмотрим влияние количества зарегистрированных авторов в РИНЦ на библиометрические показатели ВУЗа на примере следующих коэффициентов - **К1** (соотношение количества публикаций к количеству авторов), **К2** (соотношение количества цитирований к количеству авторов) и **К3** (соотношение количества цитирований к количеству публикаций).

Показатели для указанных вузов таковы:

- ❖ СНИУ К1=22,84; К2=44,02; К3=3,43;
- ❖ СамГТУ К1=12,53; К2=31,72; К3=2,53;
- ❖ СГЭУ К1=19,31; К2=42,16; К3=2,18;
- ❖ ТГУ К1=13,17; К2=38,54; К3=2,93;
- ❖ СамГАУ К1=23,12; К2=55,52; К3=2,40;
- ❖ СГИК К1=19,38; К2=30,93; К3=1,60.

В таблице 3 собраны библиометрические данные основных научных журналов исследуемых ВУЗов. При этом надо обратить внимание, что РИНЦ выдает показатели с привязкой к 2019 году и постоянно вносит изменения в собираемые показатели в зависимости от динамики деятельности журналов, активности авторов и цитируемости размещённых материалов, а также с учетом последствий применения системы мер по «самоочищению» [5]. Последнее наиболее сильно (по текущему году) затронуло именно систему оценки показателей периодических изданий, что наглядно видно по итоговым результатам таблицы 3.

В таблицу 3 внесены журналы государственных вузов Самарской области выпускаемые каждым вузов единолично, имеющие актуальные данные в РИНЦ на 04.11.2020 года. Представленные журналы выставлены по порядку в зависимости от места в общем рейтинге РИНЦ за 2019 год (на 04.11.2020 года).

С нашей точки зрения, в представленной таблице 3 наиболее важный индикатор - показатель журнала в рейтинге SCIENCE INDEX, который отражает деятельность журнала в динамике и дает возможность оценить стабильность (или нестабильность) журнала. Данный показатель учитывает тематическое направление журнала, уровень самоцитирования, авторитетность источника цитирования, неоднородность наполнения базы дан-

ных и другие факторы, влияющие на цитирование журнала. Необходимо отметить, рейтинг SCIENCE INDEX - оригинальная разработка БД РИНЦ [2, с. 51].

Некоторые итоги по журналам.

1. Журнал «Вектор науки ТГУ» остается бесспорным лидером среди изданий аффилированных ВУЗам Самарской области. Но стоит обратить внимание на то, что данный журнал (в том числе и в силу вышеуказанных причин) сместился за год с 64-й позиции на 237-е место. Руководству ТГУ необходимо оперативно внести корректировки в редакционно-издательскую политику всех своих периодических изданий.

2. На 2-й позиции «Вестник СамГТУ. Физико-математические науки». Журнал улучшил свои позиции, переместившись из 8-й сотни рейтинга на 531-ю позицию, увеличив отрыв от ближайших преследователей в региональном списке.

3. Кардинально разный вектор движения журналов по наиболее конкурентной и востребованной тематике «Экономика. Экономические науки».

Журнал «Вестник СГЭУ» уверенно пошёл вверх - переместившись с 1442 места на 870-е, другие переместились резко вниз - «Вектор науки ТГУ. Серия «Экономика и управление» (с 1300 на 1779-е); «Вестник Самарского университета. Экономика и управление» (с 1744 на 2588-е); «Вестник ПГУС. Серия «Экономика» (с 2694 на 3691-е).

Особенно досадно за журнал «Вестник Самарского университета. Экономика и управление», который из лидеров среди региональных журналов по тематике «Экономика. Экономические науки» за последние три-четыре года откатился в явные аутсайдеры (например, пятилетний импакт-фактор РИНЦ за 2014 год равен 0,586, а на текущий момент он уменьшился в 5 с лишним раз и равен 0,111).

4. Общая ситуация по научным журналам государственных ВУЗов Самарской области оставляет желать лучшего: думается, что нахождение региональных изданий Самарской области во второй, третьей и четвертой ты-



сяче журналов не делает чести ни региону, ни ВУЗу.

5. И в завершении темы журналов. Анонсированный прорыв (создание) регионального научного журнала рядом ВУЗов Самарской области, в том числе в рамках государственной инициативы «Проект 5-100», не выдал на-гора желаемый результат.

Каждый ВУЗ самостоятельно выбирает стратегию своего развития, тактику ведения научно-исследовательской работы, а общий итог этого процесса отражается и в библиометрических базах данных, которые выложены в открытом доступе.

Авторы не претендуют на конечную оценку уровня публикационной активности государственных ВУЗов Самарской области. Подобные исследования, по мнению авторов, констатируют не только уровень наукометрической активности учебных заведений в общем, но и рост внимания к научно-исследовательской деятельности конкретного ВУЗа и его руководству.

Библиографический список

1. Оценочные характеристики публикационной активности государственных вузов Самарской

области на основе базы данных РИНЦ / А.Н. Сорочайкин // Основы экономики, управления и права. - 2014. - №5(17). - С. 3-11.

2. Динамика публикационной активности государственных вузов Самарской области в период 2014-2019 годов (на основе БД РИНЦ) / С.М. Анпилов, А.Н. Сорочайкин // Эксперт: теория и практика. - 2019. - №3(3). - С. 44-54. DOI 10.24411/2686-7818-2019-00007

3. Применение наукометрических показателей БД РИНЦ для сравнительной характеристики качества публикационной активности ряда самарских вузов / С.М. Анпилов, А.Н. Сорочайкин // Основы экономики, управления и права. - 2019. - №1(19). - С. 39-47.

4. Луценко Е.В., Глухов В.А. Интеллектуальная привязка некорректных ссылок к литературным источникам в библиографических базах данных с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» (на примере российского индекса научного цитирования - РИНЦ) // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2017. - №125.- С. 1-65. DOI: 10.21515/1990-4665-125-001

5. БД РИНЦ URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения 03-06.11.2020)

Поступила в редакцию 07.11.2020 г.



PERFORMANCE MANAGEMENT OF STATE UNIVERSITIES IN SAMARA REGION BASED ON THE SCIENTOMETRIC ANALYSIS

© 2020 *S.M. Anpilov, A.N. Sorochaikin**

The article carries out the analysis of scientometric indicators behavior from 2009 up to now of Samara region higher education institutes.

The main research method was a bibliometric analysis. This method was applied to calculate the scientometric of these educational institutions in the RSCI database on date 3-6 November 2020. The authors point out positive and negative developments in the behavior of quantitative and qualitative patterns of Samara region state universities scientometrics and scientific journals published by them.

Keywords: RSCI, scientometrics, bibliometric analysis, higher education institute, Samara region, indexing, Hirsch index, impact factor, SCIENCE INDEX.

Received for publication on 07.11.2020

* Anpilov Sergey Mihailovich (anpilovsm@gmail.com) - expert, Honored Inventor of the Russian Federation, Doctor of Technical Advisor RAABS; Sorochaikin Andrey Nikonovich (expert763@mail.ru) - expert, Candidate of Economic, Doctor of Philosophy; both - INO "IFCTE" (Togliatti, Russia).



**ПРОБЛЕМА КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДНИМ МЕДИЦИНСКИМ ПЕРСОНАЛОМ
В БЮДЖЕТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ)**

© 2020 Г.П. Королёва, В.В. Лукьянова*

В статье рассматривается проблема дефицита специалистов здравоохранения со средним медицинским образованием в медицинских учреждениях. Определяются пути решения кадрового обеспечения средним медицинским персоналом в бюджетных организациях здравоохранения в городах и сельских населенных пунктах Самарской области.

Ключевые слова: здравоохранение, кадровые проблемы здравоохранения, средний медицинский персонал, престиж профессии.

Здравоохранение является одной из главных социальных функций общества в мире, обеспечивающая охрану здоровья граждан любой страны, и представляет собой комплекс мер, направленных на оказание необходимой медицинской помощи, лечение и профилактику заболеваний, сохранение и укрепление физического здоровья человека, и поддержание его многолетней активной жизни [1].

Одним из главных критериев оказания качественной медицинской помощи каждому гражданину является оптимальное распределение трудовых ресурсов на каждом уровне системы здравоохранения. Обеспечение необходимым количеством квалифицированными кадрами лечебно - профилактических учреждений в сфере здравоохранения является главной составляющей в развитии и стабилизации данной отрасли.

В одном из докладов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) отмечено, что дефицит медицинских кадров - одна из наиболее острых проблем мирового масштаба.

Самая большая профессиональная группа в секторе здравоохранения, на которую приходится почти 60% от общего количества медицинских работников являются специа-

листы со средним медицинским образованием. Пандемия новой коронавирусной инфекции COVID - 19 еще больше обнажила глобальную проблему нехватки квалифицированных медицинских сестер. На данный момент отрасли не хватает почти 6 млн. среднего медицинского персонала [4].

Одной из приоритетных проблем в здравоохранении в России остается кадровый дефицит. Почти во всех регионах наблюдается острая нехватка медицинских кадров со средним медицинским образованием [8].

За последние десятилетия произошло падение престижа профессии медицинской сестры, что привело к уменьшению количества абитуриентов, поступающих в образовательные учреждения, осуществляющие подготовку средних медицинских работников, и как следствие, снижение социально - профессионального статуса представителей этой профессии.

Средний медицинский персонал несет значительную часть при решении задач ухода за пациентами, лечения и профилактики заболеваний. Для обеспечения должного качества оказания медицинской помощи в мировой практике на одного врача в среднем приходится четыре медицинской сестры. В российской системе здравоохранения

* Королева Галина Петровна - магистрант; Лукьянова Валентина Васильевна (vv2724@mail.ru) - кандидат экономических наук, доцент, кафедра государственного и муниципального управления; оба - ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва (РФ, Самара).



соотношение врач - медицинская сестра имеет тенденцию к снижению, и в среднем на одного врача приходится две медицинские сестры [9]. Это приводит к дисбалансу в системе оказания медицинской помощи.

Постоянная нехватка медицинских работников среднего звена, а также низкий уровень оплаты труда, по сравнению с другими отраслями экономики, приводит к тому, что большинство медицинских сестер, акушеров, лаборантов и фельдшеров работают более чем на одну ставку, перерабатывая норму часов в 1,5 - 2 раза. Немало важным является взаимоотношение между врачом и медицинской сестрой. Многие врачи прямо или косвенно выражают свое превосходство, допускают некорректность в отношении среднего медицинского персонала, что значительно снижает желание их работать [5]. В связи с этим возрастает физическая и психоэмоциональная нагрузка, отмечается спад трудовой мотивации, снижение уровня престижа профессии, что, в свою очередь, негативно влияет на уровень и качество оказания медицинской помощи [3].

Кроме того, отрицательно сказывается реализация Федерального закона «О специальной оценке труда», согласно которому произошло сокращение срока отпусков, увеличение продолжительности рабочего времени, сокращение доплат за вредные условия труда специалистов здравоохранения [6].

Развитие частной системы здравоохранения спровоцировало миграцию среднего медицинского персонала из бюджетных организаций здравоохранения. Коммерческое здравоохранение обладает лучшими условиями труда и более высокой заработной платой [см. 7, С. 41-51].

Несправедливая оплата труда, высокая ответственность, постоянно растущие нагрузки привело к уходу специалистов среднего звена из системы здравоохранения, смене рода деятельности.

В Самарской области не хватает свыше 1 тысячи специалистов со средним медицинским образованием не только в городских

лечебных учреждениях, но и фельдшерско-акушерских пунктах.

Ежегодно из медицинских колледжей региона выпускается около 2000 молодых специалистов, но только 25 % остаются в системе здравоохранения. Причем, из числа оставшихся в медицине, больше половины поступают в медицинские ВУЗы, что положительно сказывается на увеличении количества молодых врачей, но при этом отмечается отрицательная динамика в пополнении лечебных учреждений средним медицинским персоналом. Таким образом, на фоне сокращения количества молодых специалистов постоянно растет процент «стареющих кадров».

Неблагоприятная эпидемиологическая ситуация в регионе обострила проблему дефицита среднего медицинского персонала. Этому способствовало многие факторы: уход на самоизоляцию сотрудников старше 65 лет; миграция специалистов в «красную зону», где производятся дополнительные стимулирующие выплаты за работу с особо опасными инфекциями; увеличение числа заболевших среди сотрудников медицинских организаций. Это привело к увеличению нагрузки, эмоциональному выгоранию, и как следствие, массовому увольнению.

Для решения этой проблемы в Самарской области было решено привлечь на помощь бригадам скорой помощи и работникам первичного звена студентов старших курсов медицинских ВУЗов, ординаторов, и студентов медицинских колледжей в качестве младших медицинских сотрудников [3].

Решение проблемы кадрового обеспечения в сельской местности реализуется в рамках государственной программы Самарской области - «Развитие здравоохранения в Самарской области», путем предоставления меры социальной поддержки, в виде единовременной компенсационной выплаты среднему медицинскому персоналу в возрасте до 50 лет, прибывшим на работу в фельдшерско-акушерские пункты и отделения скорой медицинской помощи сельских больниц - в размере 500 тысяч рублей (программа «Зем-



ский фельдшер», «Земская медицинская сестра»). По условиям заключенного договора медицинские работники, получившие выплату, обязаны отработать в сельском учреждении в течение 5 лет [2].

В Самарской области продолжает реализовываться Федеральный проект «Обеспечение медицинских организаций системы здравоохранения квалифицированными кадрами» в рамках Национального проекта «Здравоохранение», целью которого является обеспечение медицинских организаций системы здравоохранения квалифицированными кадрами, увеличение численности врачей и средних медицинских работников в медицинских организациях.

Таким образом, в целях реализации национального проекта по улучшению кадрового обеспечения бюджетных организаций здравоохранения необходимо соблюдение и выполнение ряда мер:

- ❖ повышение уровня оплаты труда, которое позволит повысить престиж профессии медицинского работника, уменьшить миграцию кадров среди регионов РФ, предотвратить уход средний медицинский персонал в иные сферы деятельности;

- ❖ поддержание процедуры первичной аккредитации и целевого обучения специалистов с целью устранения дисбаланса и дефицита обеспеченности персоналом со средним медицинским образованием;

- ❖ обеспечение служебным жильем или возможностью полной или частичной компенсации оплаты съемного жилья для иногородних сотрудников

- ❖ первоочередное зачисление детей медицинских работников в дошкольные образовательные учреждения.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 21.11.2011г № 323-ФЗ (последняя редакция) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» // СПС «КонсультантПлюс».

2. Постановление Правительства Самарской области от 27.11.2013 № 674 «Об утверждении государственной программы Самарской области «Развитие здравоохранения в Самарской области» на 2014-2019 годы» // СПС «КонсультантПлюс».

3. Реализация региональной политики по обеспечению учреждений здравоохранения квалифицированными кадрами со средним медицинским образованием / Министерство здравоохранения Самарской области. URL: <http://minzdrav.samregion.ru/>

4. Состояние сестринского дела в мире, 2020 г.: вложение средств в образование, рабочие места и воспитание лидеров / Всемирная организация здравоохранения, 2020. URL: <https://tropsa.ru/images/sobyitiya/2020/07/21-07-20.pdf>

5. Козлова, Т.В. Трудовая мотивация медицинских сестер: проблемы и перспективы решения / Т.В. Козлова // Психологические науки: теория и практика: матер. I Междунар. науч. конф. (г. Москва, февраль 2012 г.). - М.: Буки-Веди, 2012. - С. 72-75.

6. Титова Е.Я. Кадровая политика в здравоохранении: риски и пути решения // Анализ риска здоровья. - 2017. - № 1. - С 125-131

7. Улумбекова Г.Э. Здравоохранение в России. Что надо делать. Научное обоснование «Стратегии развития здравоохранения РФ до 2020 года. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 592 с.

8. Министерство здравоохранения РФ. URL: <https://www.rosminzdrav.ru/>

9. Федеральная служба государственной статистики РФ. URL: <http://www.gks.ru>

Поступила в редакцию 02.11.2020 г.



THE PROBLEM OF MIDDLE-GRADE MEDICAL STAFFING
IN BUDGETARY HEALTH ORGANIZATIONS
(THE CASE OF SAMARA REGION)

© 2020 G.P. Koroleva, V.V. Lukyanova*

The article considers the shortage problem of health-care professionals with secondary medical education in health institutions. Determined the ways of action to resolve the issue of providing middle-level medical personnel in the budget health-care organizations in towns and rural settlements of Samara region.

Keywords: health-care, health staffing problems, middle-grade medical staff, prestige of the profession.

Received for publication on 02.11.2020

* Galina Petrovna Koroleva - Master's student; Lukyanova Valentina Vasilievna (vv2724@mail.ru) - Candidat of Economics, Associate Professore of Departament of State and Municipal Administration; Samara National Research University Named After Academician S. P. Korolev (Samara, Russian Federation).



НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ ЦЕННЫХ БУМАГ

© 2020 Е.А. Разумовская, И.А. Шугаев*

Авторами рассмотрены виды налогообложения и налоговые льготы на доходы от операций с основными ценными бумагами - акциями и облигациями, оборачивающимися на российском и американском финансовых рынках. Проведено сравнение процентных ставок, видов доходов от ценных бумаг: купоны, дивиденды и положительный результат от купли-продажи ценной бумаги - спекулятивный доход. Особое внимание уделено возможностям снижения налоговой нагрузки по доходам, полученным от операций с ценными бумагами.

Ключевые слова: ценные бумаги, налогообложение, акции, облигации, инвестиции.

Дополнительный доход, желательный - пассивный - всегда привлекателен для всех людей. Однако, не все помнят, что и он, являясь доходом, подлежит налогообложению, поэтому государство всегда потребует оплатить с него налог. Авторы предлагают рассмотреть, какие налоги инвесторы должны платить с дохода, получаемого от разных операций с ценными бумагами, и как можно эти налоги минимизировать.

Исходить следует из основных категорий. Так, необходимо знать, что налоговой базой, в соответствии с действующим законодательством, является финансовый результат по операциям с ценными бумагами, который определяется как доходы от операций за вычетом соответствующих расходов (п. 12 ст. 214.1. НК РФ). В свою очередь, доходами по операциям с ценными бумагами государством признаются доходы от реализации (погашения) ценных бумаг, полученные в налоговом периоде (п. 7 ст. 214.1. НК РФ). Расходами по операциям с ценными бумагами являются расходы, связанные с приобретением, реализацией, хранением и погашением ценных бумаг (п. 10 ст. 214.1. НК РФ). Процентами (как доходом) выступает любой заявленный (установленный) доход, в том числе в виде дисконта, получен-

ный по долговому обязательству любого вида (п. 3 ст.43 НК РФ)

Наиболее простым с точки зрения анализа налогообложения, являются облигации: облигации федерального займа, облигации участников Союзного государства (Белоруссии), государственные ценные бумаги бывшего СССР, субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления не облагаются налогом на прибыль. При этом, по корпоративным облигациям выпущенных до 1 января 2017 года доходы в виде купона и положительной разницы ценой купли-продажи облагаются налогом по ставке НДФЛ 13% [2]. Наряду с этим, по корпоративным ценным бумагам эмитированным после 1 января 2017 года действует налог на превышение ключевой ставки +5%, и составляет он 35%. Номинальный процентный доход исчисляется как отношение суммы выплат по купонам за год к номиналу облигаций, а не к цене покупки. То есть, если инвестор приобретает облигации за 50 рублей с купонным доходом 8% годовых, а номинальная стоимость облигации 100 рублей и фактическая доходность для инвестора будет в районе 16% налог все равно не удержат. А если будут приобретены облигации за 100 рублей с купонным доходом 11% годовых, а номи-

* Разумовская Елена Александровна (rasumovskaya.pochta@gmail.com) - доктор экономических наук, профессор кафедры финансов, денежного обращения и кредита; Шугаев Иван Александрович - магистрант; оба - ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (РФ, Екатеринбург)



нальная стоимость облигаций 50 рублей и фактическая доходность по облигациям составит около 6%, то с инвестора будет удержан налог в размере 35%. А еще - с положительной разницы от операции купли-продажи 13%.

При этом стоит отметить, что, согласно Федеральному закону от 01 апреля 2020 №102-ФЗ купонные доходы по всем видам облигаций в независимости от даты эмиссии и совокупной суммы будут облагаться единым налогом в размере 13% [3].

Доход, полученный по операциям с акциями в виде дивидендного дохода и дохода от положительного результата купле-продажи, так же облагается налогом в 13% [1].

Такое налогообложение относится к российским ценным бумагам. Если же инвестор приобретает иностранные, например - американские ценные бумаги, то налогообложение будет формироваться иначе. С 1993 года между Российской Федерацией и Соединенными Штатами Америки действует соглашение об избежании двойного налогообложения. Наиболее просто обстоят дела с доходом от купле-продажи иностранных ценных бумаг: с положительного результата необходимо заплатить налог, равный 13%, а вот с дивидендами и купонным доходом немного сложнее. Стандартно с инвестора удерживают 30% с дохода от дивидендов по американским акциям и 15% с купонного дохода по облигациям, но при условии заполнения формы W-8BEN, которая действует три года, можно снизить налоговую нагрузку до 13%. К примеру, по дивидендам 10% удержат автоматически и на счет придет сумма, уже освобожденная от уплаты этих процентов, а вот оставшиеся 3% инвестору необходимо будет оплатить в бюджет РФ самостоятельно, то есть отчитаться о полученном доходе в налоговом периоде и оплатить разницу. Если инвестор решит приобрести акции на американской бирже, скажем, Ferrari, то с полученных им дивидендов будет удержан налог, в соответствии с законодательством страны-эмитента, в примере - это 23%, поскольку акции выпущены в Италии. В этом случае «стандартных» 10%+3% доплачивать

в пользу ФНС России уже не нужно будет. Есть и еще один нюанс - с инвестиционными фондами недвижимости, акции которых так же торгуются на американских биржах. Так как доходы в виде дивидендов по ним выплачиваются в размере 100% от прибыли, то налог с них удерживают в размере 30% в любом случае.

Итак, интерес инвесторов могут составлять возможности уменьшения налоговой нагрузки, которые существенно влияют на доходы от операций с ценными бумагами. Обратимся к таким возможностям, предоставляемым Российской Федерацией [4].

Первый вариант уменьшения налоговой базы - это долгосрочное владение ценными бумагами. Положительная разница от купле-продажи ценных бумаг (акций, облигаций и инвестиционных паев) не облагается налогом на доходы физических лиц (НДФЛ) при соблюдении следующих условий:

- ❖ непрерывное владение ценными бумагами не менее трех лет;
- ❖ распространяется только на акции, облигации и на паи открытых паевых инвестиционных фондов, торгуемых на российских рынках ценных бумаг, в том числе - на фондовой бирже;
- ❖ максимальная сумма дохода, не облагаемая налогом, составляет 3 миллиона рублей за каждый год владения ценными бумагами;
- ❖ ценные бумаги учитываются не на индивидуальном инвестиционном счете;
- ❖ ценные бумаги были приобретены после 1 января 2014 года.

При этом, для получения данного налогового вычета необходимо заполнять заявление установленной формы, в противном случае - вычета не будет.

Вторым вариантом уменьшения налоговой базы является приобретение ценных бумаг высокотехнологичных компаний. Вычет распространяется на акции, облигации и паи закрытых паевых инвестиционных фондов, обращающихся на рынке инноваций и инвестиций Московской биржи. Два основных условия получения вычета таковы:



❖ владение ценными бумагами должно осуществляться непрерывно не менее одного года;

❖ вычет предоставляется с 1 января 2016 года по 31 декабря 2022 года;

Третьим вариантом уменьшения налоговой базы является открытие брокерского индивидуального инвестиционного счета (ИИС), или индивидуального инвестиционного счета доверительного управления. Индивидуальный счет открывается на три года и имеет два вида налогового вычета «а» и «б». При вычете типа «а» есть возможность возвращать ежегодно до 13% от сумм взносов через заявление в ФНС, но не более 52 тысяч рублей в год, то есть максимум с 400 тысяч рублей и для этого физическому лицу необходимо иметь официальный доход, который позволяет претендовать на указанные вычеты. При вычете типа «б» владельцу индивидуального инвестиционного счета можно не платить налог на доходы с биржевых сделок, но есть некоторые нюансы:

❖ физическое лицо может иметь только один индивидуальный инвестиционный счет;

❖ открывать ИИС могут только налоговые резиденты Российской Федерации;

❖ выводить денежные средства можно только по окончании срока, то есть через 3 года, либо позже;

❖ денежные средства на индивидуальном инвестиционном счете наследуются.

Четвертый вариант уменьшения налоговой базы состоит в переносе убытка по операциям с ценными бумагами за отчетный год на следующие налоговые периоды. Существуют определенные условия переноса, а именно:

❖ убыток, полученный по операциям с ценными бумагами, может уменьшить налоговую базу по операциям только с ценными бумагами, а убыток по операциям с производными финансовыми инструментами может уменьшить налоговую базу только по

доходу, полученному от производных финансовых инструментов;

❖ учесть полученные убытки можно только с 2010 года и позднее, и перенос возможен только в течении 10 лет с момента получения убытка;

❖ использовать убыток можно только в той последовательности, в которой он был получен, то есть учесть убыток, полученный в 2012 году нельзя учесть, пока не будет учтен убыток за 2011 год;

❖ перенос убытков возможен только по ценным бумагам и производным финансовым инструментам, обращающимся на организованном рынке ценных бумаг;

❖ убыток, полученный по индивидуальному инвестиционному счету переносу, не подлежит;

❖ инвестор должен быть резидентом Российской Федерации.

Исходя из изложенного, авторы считают, что:

❖ инвесторам следует уделять внимание тем условиям, которые позволяют сократить налоговую нагрузку на получаемые от операций с ценными бумагами доходы;

❖ оптимизация налогов делает операции с ценными бумагами еще более привлекательными с точки зрения доходности.

Библиографический список

1. Инвестиции // под ред. Юзвович Л.И., Дегтярева С.А., Князевой Е.Г. - Екатеринбург: Издво Урал. унта, 2018. - 610 с.

2. Разумовская Е.А., Плетнев К.В. Направления сдерживания манипулятивных сделок на российском финансовом рынке // Вестник Самарского ГЭУ - № 8 (166). - 2018. - С. 67 - 74.

3. Официальный сайт Консультант плюс. URL: <https://www.consultant.ru/> (дата обращения: 28.09.2020).

4. Официальный сайт Московской биржи. URL: https://www.minfin.ru/common/upload/library/2019/04/main/Budzhethnyy_prognoz_2036.pdf (дата обращения: 28.09.2020).

Поступила в редакцию 30.10.2020 г.



SOME ASPECTS OF SECURITIES TAXATION

© 2020 E.A. Rasumovskaya, I.A. Shugaev*

The authors considered the types of taxation and tax incentives for income from operations with basic securities - stocks and bonds circulating in the Russian and American financial markets. Comparison of interest rates, types of income from securities: coupons, dividends and a positive result from the purchase and sale of securities - speculative income. Special attention is paid to the possibilities of reducing the tax burden on income received from operations with securities.

Keywords: securities, taxation, shares, bonds, investments.

Received for publication on 30.10.2020

* Rasumovskaya Elena Alexandrovna - Doctor of Economics, Professor Department of Finance, Cash Circulation and Credit; Shugaev Ivan Aleksandrovich - master student; both- Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (RF, Ekaterinburg).

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭКОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА
ПО САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2020 С.М. Анпилов, В.З. Абдрахимов*

Рассматриваются современные исследования и анализ экологических проблем, сложившихся в Самарской области, которые показали, что загрязнение окружающей среды не только остается на высоком уровне, но и не улучшается. Исследователи и ученые Самарской области в своих исследованиях показали, что основными источниками загрязнения являются, в первую очередь, предприятия нефтехимической, энергетической, машиностроительной промышленности, производящие выброс стоков непосредственно в реки, протекающие на этой территории. Такой бесконтрольный негативный сброс стоков самарских промышленных предприятий оказывает негативное влияние на качество водных ресурсов Самарской области. Регулярные исследования проб воды самарскими исследователями подтвердили, что находящиеся в составе проб большое количество вредных элементов, а именно: соединения тяжелых металлов - оксидов свинца, хлорорганических пестицидов и фенолов. Исследования экологического состояния 136 небольших рек, имеющих в Самарской области, вызвали у экологов большое опасение. Работы экологического менеджмента хозяйствующих субъектов, должны быть направлены на сохранение окружающей среды методом рационального природопользования при значительном сокращении антропогенного воздействия на ноосферу.

Ключевые слова: экологический менеджмент, окружающая среда, экологические проблемы, международный стандарт.

Общие экологические проблемы

К экологическим проблемам многие ученые и исследователи относят отрицательное изменение окружающей среды (далее - ОС) в результате активной деятельности человечества, которая ведет не только к нарушению структуры, но и функционирования природы [1-3]. Эти проблемы по большей части носят антропогенный характер, так как возникают в результате негативного воздействия человека на природу.

В настоящее время экологические проблемы, как правило, делятся на три вида:

а) локальные, которые затрагивают только определенную местность, к таким проблемам относятся, например, экологические проблемы Самарской области;

б) региональные, например, региональная проблема всего Поволжья - это загряз-

нение Волги, для Беларуси и Украины - это осушение болот Полесья, для Среднеазиатского региона - это изменение уровня вод Аральского моря;

в) глобальные проблемы - это изменения, которые оказывают негативное воздействие на всю биосферу планеты; к ним можно отнести и такие, которые могут даже уничтожить человечество: извержение супервулканов, столкновение с кометой, глобальное потепление, разрушение озонового слоя, загрязнение мирового океана, загрязнение воздуха, нехватка питьевой воды, перенаселение, опустынивание, истощение природных ресурсов земель и т.д.

Сегодня для того, чтобы помочь окружающей среде и природе в локальном масштабе (в конкретном регионе, населенном пункте), каждому человеку нужно мыслить

* Анпилов Сергей Михайлович (anpilovsm@gmail.com) эксперт, Заслуженный изобретатель РФ, Почётный строитель, доктор технических наук, советник РААСН, АНО "Институт судебной строительно-технической экспертизы" (Тольятти, РФ); Абдрахимов Владимир Закирович (3375892@mail.ru) - доктор технических наук, профессор; ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет» (Самара, РФ).



глобально и только в этом случае мы не навредим планете.

Таким образом, локальные и региональные экологические проблемы определенной территории - это кризисные экологические проблемы всей планеты, т.е. глобальные, и для их решения необходимо участие всего человечества. При этом обязательно нужно отметить, что любые локальные и региональные экологические проблемы, в том числе и кризисные, не только связаны со многими глобальными мировыми проблемами, но еще и отрицательно влияют друг на друга, что приводит к возникновению или обострению новых проблем.

Целью данной статьи является: а) показать проблемы экологии и экологического менеджмента в Самарской области; б) установить взаимосвязь экологического менеджмента с экологическими проблемами.

Экологические проблемы Самарской области

Современные исследования и анализ экологических проблем, сложившихся в Самарской области, показали, что загрязнение окружающей среды в регионе в течение последних лет остается на высоком уровне, не улучшается. Ученые Самарской области в своих работах подчеркивают, что основными источниками загрязнения являются, в первую очередь, предприятия нефтехимической, энергетической, машиностроительной промышленности, производящие выброс стоков непосредственно в реки, протекающие на этой территории [2].

Экологические менеджеры считают, что в Самарской области в плане контроля за загрязнением окружающей среды необходимо уделять особое внимание предприятиям жилищно-коммунального хозяйства (доля в общем объеме загрязнений - около 38-40 %), энергетики (примерно 25-27 %), нефтехимической и химической промышленности (свыше 12 %), а также сельского хозяйства (достигает до 8 %).

Загрязнение воздуха. На территории Самары загрязнение воздуха вредными веще-

ствами в среднем больше на 42 % по отношению к другим городам России, а концентрация таких вредных веществ превышает предельно допустимые нормы в десятки раз. Поэтому Самара в начале XXI века является одним из городов России с наиболее загрязненным атмосферным воздухом. Исследователи и экологи (здесь и далее под экологами понимаются непосредственно экологи-практики) в повышенном загрязнении воздуха Самары обвиняют промышленные предприятия, многие из которых не имеют очистных сооружений, действующих достаточно эффективно. Кроме того, причиной загрязнения является большое количество транспорта, пыль от которого перенасыщает атмосферу города. Такая пыль, в свою очередь, забивает легкие и служит переносчиком различных вирусных заболеваний. К основным источникам пыли, как правило, относят плохие дороги, а также многие промышленные предприятия.

В Самарской области быстрыми темпами идет интенсивная нефтедобыча и действуют несколько нефтяных компаний, работа которых отрицательно влияет на атмосферный воздух. Экологами и учеными Самарской области было отмечено, что среди вредных веществ, которые выбрасывают нефтеперерабатывающие предприятия, основную долю составляют именно ароматические углеводороды ПАУ (полициклические ароматические углеводороды). ПАУ - это органические соединения, для которых характерно в химической структуре наличие двух и более конденсированных бензольных колец [4-6]. Такие конденсированные углеводороды, содержащиеся в атмосфере, и их производные очень опасны, так как способствуют образованию окислителей. Полученные окислители в результате фотохимических реакций в присутствии диоксида азота в воздухе образуют ядовитые кислородсодержащие соединения. Именно такие вещества затем активно участвуют в образовании стойких ядовитых туманов (смог) в виде дымки, висящей над городом с интенсивным автомобильным движением.



Экологи Самары считают, что именно ПАУ, среди которых много канцерогенных веществ, сделали особенно неблагоприятную обстановку по подобным загрязнениям в Куйбышевском районе города, где сосредоточены нефтеперерабатывающие и автотранспортные предприятия, покрасочные производства и отопительные котельные. В этом районе города показатели по загрязнению воздуха свинцом, кадмием и другими опасными компонентами значительно превышают допустимые нормы.

Ученые передовых стран Европы, США и Канады в своих исследованиях показали, что нефтепродукты оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки и глаза. Причем токсичность таких нефтепродуктов в первую очередь зависит от химического и гранулометрического составов. Нефть и нефтепродукты, включая и бензины, в настоящее время - самые распространенные загрязнители окружающей среды, так как воздействие на ОС бензинов и содержащихся в них неуглеводородных примесей токсично как в жидком, так и в парообразных состояниях [7-9].

По данным самарских экологов атмосфера в области наиболее загрязнена фтористым водородом, формальдегидом, диоксидом азота, и аммиаком, фенолом и пылью в следующих городах: Самара, Тольятти, Сызрань, Новокуйбышевск, Чапаевск и Отрадный.

Таким образом, в настоящее время в регионе остро стоит проблема загрязнения атмосферного воздуха, особенно в городских поселениях, так как именно в них расположены основные объекты промышленности и теплоэнергетики и здесь же эксплуатируется наибольшее количество автотранспорта; в сельской местности вышеуказанные проблемы обычно не имеют столь острого характера.

В настоящее время экологические менеджеры подразделили источники вредных выбросов на два вида: стационарные и передвижные. Выбросы, которые имеют постоянную территориальную локализацию (тех-

нологические установки и системы вентиляции в промышленности, нефте- и газодобыче, тепло- и электростанции, котельные и т.д.), относятся к стационарным источникам загрязнения. К передвижным источникам загрязнения экологи относят практически все виды транспорта, кроме трубопроводного, так как этот вид транспорта скорее относится к стационарному.

Загрязнение водных ресурсов. Водные ресурсы Самарской области, как считают многие исследователи, загрязнены не только нефтепродуктами, хлорорганическими пестицидами, фенолом, но и соединениями тяжелых металлов. По данным самарских экологов, только в реку и бассейн Волги поступает ежегодно около 200 тыс. загрязненных веществ и отходов, которые отнесены к классу очень токсичных, при этом загрязнены как поверхностные, так и подземные водные ресурсы, которые чаще всего находятся на территориях промышленных, сельскохозяйственных предприятий, а также ряда кладбищ.

Основными загрязнителями рек бассейна Волги являются промышленные предприятия Самары, Тольятти, Сызрани, Жигулевска, Чапаевска, животноводческие комплексы и хозяйства в сельской местности, трубопроводный транспорт, на территории которого происходит в год до 3000 аварий, в результате чего водные и земельные ресурсы загрязняются. Разлившийся объем нефти достигает в год до 1000 т; такой объем загрязнений превратил, например, реки Падовка и Кубра в сточные канавы, в связи с чем эти реки утратили свое природное предназначение.

Такой бесконтрольный сброс стоков самарских промышленных предприятий оказывает негативное влияние на качество водных ресурсов Самарской области. Регулярные пробы воды, которые делали самарские ученые, подтвердили нахождение в составе проб большого количества вредных элементов, а именно: соединений тяжелых металлов, например, оксидов свинца, хлорорганических пестицидов и фенолов.



Таким образом, хотя в Самарской области довольно интенсивное водопользование различных видов - не только для сельскохозяйственного, технического водоснабжения, орошения, рыболовства, но и для питьевого, где предъявляются достаточно высокие требования к качеству воды - большинство средних и малых рек подвергаются систематическому негативному воздействию.

Самарские экологи также отмечают низкое качество воды в транзитных водах, которые приходят с реками - Волга, Большой Кинель, Самара. Кроме этого, сильно загрязненным водным объектом является р. Чапаевка в ее нижнем течении: из-за многолетних сбросов химических загрязнителей предприятиями г. Чапаевска в этой реке, наряду с «традиционными» для средних рек области химическими загрязнениями, постоянно присутствуют еще и накопившиеся в донных отложениях хлорорганические вещества.

Отходы производства и потребления.

Самарские ученые и экологи подсчитали, что примерно в течение 15 лет на территории Самары и Самарской области рост объема образования отходов (промышленных и бытовых) увеличивается ежегодно примерно в пять раз, причем резкий рост увеличения происходит именно в отношении промышленных отходов. Рост этого показателя связан не только с развитием производственных мощностей в Самарской области, но и с тем, что улучшилась, стала более эффективной, сама процедура учета отходов.

В Самарской области основными отраслями образования отходов являются предприятия в следующих отраслях (перечисляются в последовательности по убыванию количества образующихся отходов): 1) автомобилестроение - более 1,2 млн. т.; 2) производство алюминия - 850 тыс. т; 3) производство строительных материалов: цемента, извести и гипса - более 800 тыс. т; 4) нефтепереработка и нефтехимия - более 750 тыс. т; 5) сельское хозяйство - более 250 тыс. т.

Наибольший объем образования отходов (в порядке уменьшения) приходится на следующие предприятия, заводы, компании

и организации: ОАО «АвтоВАЗ», ЗАО «Новокуйбышевская нефтехимическая компания», ОАО «Промсинтез», ОАО «Самарский металлургический завод», ОАО «ВоТГК», ООО «Тольяттикаучук», ОАО «Куйбышевазот», ОАО «Новокуйбышевский нефтеперерабатывающий завод», ОАО «Жигулевские стройматериалы».

Общее накопление отходов производства и потребления в регионе составляет более 8,1 млн. т., причем львиная доля этих отходов сконцентрирована в пределах городских агломераций Самары, Тольятти и Сызрани.

Загрязнение почв. Земельный фонд Самарской области в административных границах составляет 5356,5 тыс. га. Одним из важнейших характеристик оценки по степени загрязнения почвы химическим веществом является предельно допустимая концентрация этого вещества (далее - ПДК).

В регионе был проведен анализ качественного состояния земель, который показал весьма плачевное их состояние, а именно - на исследованной территории области наблюдается устойчивая тенденция деградации почвенного покрова, который отрицательно отражается на продуктивности земель и вызывает расширение ареалов проблемных и кризисных экологических ситуаций. Такие антропогенные воздействия на земли, как показали самарские исследования, возрастают и дают негативные последствия, которые характеризуются дальнейшим усилением процессов эрозии, подтопления, загрязнения и захламления земель, что приводит к разрушению почвенного и растительного покрова пестицидами. Как было отмечено выше, одним из основных источников загрязнения почв является именно сельскохозяйственная деятельность, которая при многолетнем необоснованном использовании различных видов химических и органических веществ в земледелии приводит к накоплению данных веществ в почве. За последние 10-15 лет в Самарской области общий объем применения средств химической защиты растений сельскохозяй-



ственными товаропроизводителями составил 1316,0 т.

Экологический менеджмент в Самарской области

Для эффективного обеспечения охраны ОС самарские предприятия должны действовать в рамках системы экологического менеджмента и соответствовать требованиям международного стандарта ISO 14001-2007 [10-12]. Этот стандарт является общей системой управления предприятием и включает в себя организационную структуру, распределение ответственности, планирование, практические методы, процедуры, процессы и ресурсы, необходимые не только для разработки, внедрения, реализации и анализа, но и для развития экологической политики в Самарской области.

Руководители самарских компаний, принимая решение в пользу разработки, внедрения и дальнейшей сертификации своей продукции, согласно международного стандарта, исходят как из преимуществ с финансовой точки зрения (экономия ресурсов и средств, повышение эффективности самарского производства, развитие потенциальных возможностей на самарском рынке), так и рисков (аварии, санкции регулирующих органов; затруднения в привлечении новых, в первую очередь зарубежных, инвесторов и клиентов, в получении банковского кредита; потеря рынков и т.п.), связанных с неадекватным отношением к экологическим аспектам работы предприятия, которое система позволит в корне изменить.

Основная комплексная работа самарских хозяйствующих субъектов должна быть направлена на сохранение окружающей среды методом рационального природопользования при значительном сокращении антропогенного воздействия на ноосферу - она и называется экологическим менеджментом [10; 13-14].

В экологическом менеджменте под ноосферой понимается именно та сфера, в которой осуществляется взаимодействие человека с ОС. Экологический менеджмент, ко-

торому, в частности, посвящена настоящая работа, предполагает создание для общества качественной среды. Под качественной средой понимается в первую очередь чистый воздух и вода, затем - защита, охрана и восстановление флоры, фауны и биоразнообразия.

Объектом изучения экологического менеджмента является постоянно изменяющийся окружающий мир, среда обитания человека, рациональное использование обществом природных ископаемых, экономические механизмы охраны природы и деятельности не только специалистов по ОС, но и руководителей предприятий. Экологический менеджмент для устойчивого развития всегда включает в состав целевых характеристик состояние ОС, экосистем и природоохранных территорий, такие показатели, как чистота воздуха и воды, количество биообразований, находящихся под угрозой вымирания.

Необходимо отметить, что основными принципами экологического менеджмента являются предотвращение негативных воздействий и улучшение ОС.

Как известно, любое промышленное предприятие в своей хозяйственной деятельности оказывает воздействие на окружающую среду (чаще всего отрицательное). Причем, как показывает экологический менеджмент, каждая компания и предприятие участвует, как правило, в двух действиях: сначала потребляет энергию и ресурсы, а потом производит отходы, и, таким образом, включена в процесс загрязнения окружающей среды. Необходимо отметить, что показательным является тот факт, что, особенно в развитых странах (в отличие от России и некоторых стран СНГ), принципы экологического менеджмента также используют даже те организации, которые в нашем сознании не ассоциируются как загрязнители ОС.

Благодаря производству с высокой эффективностью экологического менеджмента был получен высокий уровень переработки, использования и утилизации образующихся промышленных отходов на ОАО «АВ-



ТОВАЗ», на Самарском металлургическом заводе, на Сызранском, Новокуйбышевском и Куйбышевском нефтеперерабатывающих заводах, в ЗАО «Кинельагропласт», в Самарской кабельной компании и некоторых других предприятиях.

В экологическом менеджменте особое значение в процессах управления отходами любого промышленного предприятия, в том числе их утилизации, как правило, занимают технологии, которые ориентированы на повышение экологической безопасности.

Необходимо отмечать, поощрять, приводить в качестве примера и предавать гласности, публикации положительные результаты в экологическом менеджменте: например, ОАО «Самаранефтегаз» стало лауреатом конкурса «100 лучших организаций России» в номинации «Экология и экологический менеджмент», а генеральный директор этого предприятия Гани Гиладов награжден почетным знаком «Эколог года». Помимо этого, главное нефтедобывающее предприятие Самарской области признано победителем в номинации «За увеличение финансирования экологических программ».

В настоящее время экологический менеджмент по управлению и утилизации отходов требует не только планомерного, но и оригинального системного подхода. Поэтому управление и утилизация отходов производств в сущности и является основной и специфической функцией экологического менеджмента.

Вопросы экологии и защиты окружающей среды в настоящее и будущее время должны выдвигаться на первое место среди локальных, региональных и глобальных задач и приоритетов всего человечества, так как необходимо осознание того, что сохранение и оздоровление среды обитания являются неотъемлемыми условиями устойчивого развития всех стран нашей планеты; повышение качества жизни людей, будущего нашей цивилизации, является одним из основных принципов экологической политики [10; 13-16].

Выводы

1. Современные исследования и анализ экологических проблем, сложившихся в Самарской области, показывают, что загрязнение окружающей среды остается на высоком уровне, не улучшается.

2. Вопросы экологии и защиты окружающей среды в настоящее и будущее время должны выдвигаться на первое место среди локальных, региональных и глобальных задач, приоритетов всего человечества, так как необходимо осознание того, что сохранение и оздоровление среды обитания являются неотъемлемыми условиями устойчивого развития всех стран нашей планеты.

3. Директива ЕС 2008/98/ЕС считает, что для защиты ОС главной задачей является не утилизации промышленных отходов, а их переработка с целью повторного использования в каком-то новом продукте, необходимым для общества.

4. Сегодня, чтобы каждый человек смог помочь ОС и природе локально, нужно мыслить глобально - только в этом случае мы не навредим планете.

Библиографический список

1. Абдрахимов В.З., Абдрахимов Д.В. Школьное образование и экология // Вестник Прикамского социального института. - 2019. - № 2. - С. 60-69.

2. Измайлов А.М., Абдрахимов В.З., Пичуров С.Н., Лобачев Д.А., Репин М.В. Экологическое состояние Самары как экологического кризиса в России // Вестник Прикамского социального института. - 2017. - № 3. - С. 67-73.

3. Абдрахимов В.З. Экономические и практические аспекты использования отходов горючих сланцев в производстве легковесного кирпича // Экономика строительства. - 2020. - №1. - С. 64-73.

4. Mao D., Lookman R., Van de Weghe H., Weltens R., Vanermen G., De Brucker N., Dies L. Estimation of ecotoxicity of petroleum hydrocarbon mixtures in soil based on HPLC - GCXGC analysis // Chemosphere. 2009. V. 77. N 1. P. 1508-1513.



5. Barnes D.L., Chuvilin E. Migration of Petroleum in Permafrost-Affected Regions // Soil Biol. 2009. V. 16. P. 263-278.
6. Liu P.G., Chang T.Ch., Chen Ch.-H., Wang M.-Zh., Hsu H.-W/ Effects of soil organic matter and bacterial community shift on bioremediation of diesel-contaminated soil // Int. Biodeterior. Biodegrad. 2013. V. 85. P. 661-670.
7. Wu G., Zhu X., Ji H., Chen D. Molecular modeling of interactions between heavy crude oil and the soil organic matter coated quartz surface // Chemosphere. 2015. V. 119. P. 242-249.
8. Huesemann M.H., Hausmann T.S., Fortman T.J. Does Bioavailability limit biodegradation? A comparison of hydrocarbon biodegradation and desorption rates in aged soils // Biodegradation. 2014. V. 15. P. 261-274.
9. Абдрахимов В.З. Рециклинг отходов топливно-энергетического комплекса в производстве легковесного кирпича на основе глинистых материалов различного минерального состава // Экология промышленного производства. - 2020. - №1. - С. 10-16.
10. Абдрахимов В.З., Кайракбаев А.К. Экологический менеджмент. Актобе: Актюбинский университет имени академика С. Баишева, 2019. - 240 с.
11. Абдрахимов В.З. Рециклинг отходов энергетики и цветной металлургии в производстве керамического кирпича способствует энергетической безопасности биосферы // Биологическая совместимость: человек, регион, технологии. - 2019. - № 3. - С.71-80.
12. Абдрахимова Е.С. Использование горелой породы и бурового шлама в производстве пористого заполнителя на основе жидкостекольной композиции // Экологические системы и приборы. - 2020. - №5. - С. 12-23.
13. Абдрахимов В.З. Концепция современного естествознания. Самара: СГЭУ, 2015. - 340 с.
14. Лобачев Д.А., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Экологическое состояние в Самарской области - как отражение мирового экологического кризиса // Проблемы современного педагогического образования. Серия педагогика и психология. - 2016. - Выпуск 52. - Часть V. - С. 302-314.
15. Абдрахимова Е.С. Исследование сушильных свойств керамических материалов на основе отходов топливно-энергетического комплекса // Уголь. - 2019. - №9. - С. 67-70.
16. Абдрахимова Е.С. Образование золы легкой фракции и использование ее в производстве плиток для полов // Уголь. - 2019. - №11. - С. 64-66.

Поступила в редакцию 07.11.2020 г.



RELATIONSHIP BETWEEN ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
IN THE SAMARA REGION

© 2020 S.M. Anpilov, V.Z. Abdrakhimov*

Modern research and analysis of environmental problems that have developed in the Samara region are considered, which have shown that environmental pollution not only remains at a high level, but also does not improve. Modern research and analysis of environmental problems that have developed in the Samara region has shown that environmental pollution not only remains at a high level, but also does not improve. Researchers and scientists of the Samara region in their research have shown that the main sources of pollution are: first of all, these are enterprises of the petrochemical, energy, and machine-building industries that emit wastewater directly into the rivers flowing in this territory. This uncontrolled negative discharge of wastewater from Samara industrial enterprises has a negative impact on the quality of water resources in the Samara region. Regular studies of water samples by Samara researchers have confirmed that a large number of samples are in the composition

Key words: ecological management, environment, ecological problems, international standard.

Received for publication on 07.11.2020

* Sergey M. Anpilov - expert, Honored Inventor of the Russian Federation, Honorary Builder, Doctor of Technical, Advisor RAABS, INO "IFCTE" (Tolyatti, Russia), Vladimir Z. Abdrakhimov (3375892@mail.ru) - Doctor of Technical Sciences, Professor, Samara State University of Economics (Russia, Samara).

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

Для публикации в научном журнале “ЭКСПЕРТ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА” принимаются статьи, соответствующие научным требованиям, общему направлению журнала и представляющие интерес для достаточно широкого круга российской и зарубежной научной общественности.

Предлагаемый в статье материал должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных и электронных изданиях, написанный в контексте современной научной литературы, а также содержать очевидный элемент создания нового знания.

Все представленные статьи проходят проверку в программе “Антиплагиат” и направляются на независимое (внутреннее) рецензирование. Решение о публикации принимается редколлегией на основе рецензии.

Правила оформления

Текст статьи

Статья представляется на русском или английском языках в печатном виде (формат А4) и/или электронном виде (e-mail: expert763@mail.ru).

Перед заглавием статьи проставляется шифр УДК.

Название работы, список авторов в алфавитном порядке (ФИО, место работы, индекс и адрес места работы, должность, e-mail), аннотация, ключевые слова должны быть представлены на русском и английском языках.

Текст должен быть набран в текстовом редакторе Word для Windows с расширением doc или rtf гарнитурой Times New Roman 14 кеглем через 1,5 интервала.

Объем основного текста не должен превышать 8-9 страниц.

Рисунки и таблицы предполагают наличие названия и сквозную нумерацию.

Библиографический список оформляется с ГОСТ 2018, 2019 по порядку цитирования после основного текста. Допускается не более 20 источников.

Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках, например [17, с. 27]. Ссылка на иностранные источники приводятся на языке оригинала.

Графика

Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формат TIF.

Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран гарнитурой Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы.

Формулы

Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).

В статье приводятся лишь самые главные, итоговые формулы. Набор формул приводится в редакторе формул Microsoft Equation с параметрами: обычный - 14, крупный индекс - 9, мелкий индекс - 7, крупный символ - 20, мелкий символ - 14.

Вставка в текст статьи формул в виде графических объектов недопустима.

Все использованные в формуле символы следует расшифровать.

Статьи, оформленные не по правилам, редколлегией рассматриваться не будут.

*Редколлегия журнала
“Эксперт: теория и практика”*

Научно-практический журнал

ЭКСПЕРТ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА
№ 6 (9) 2020 г.

Главный редактор - Мурашкин Василий Геннадьевич,
кандидат технических наук, АНО "ИССТЭ", Тольятти

Материалы представлены в авторской редакции

Компьютерная верстка О.В. Егоровой
Дизайн обложки https://vk.com/ann_sarachai

Дата выхода в свет 26.11.2020. Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Печать оперативная.
Усл. печ. л. 10,93 (11,75). Уч.-изд. л. 9,84. Тираж 1000 экз. Первый завод 100 экз.
Распространяется бесплатно. Заказ № 394.

Издатель - АНО "ИССТЭ".
445047, Самарская область, г. Тольятти, Южное шоссе, д. 35А, оф. 401.

Отпечатано в типографии ФГБОУ ВО "СГЭУ".
443090, Самарская область, г. Самара, ул. Советской Армии, д. 141.

Scientific and Practical Journal

EXPERT: THEORY AND PRACTICE
№ 6 (9) 2020

Editor-in-Chief - Murashkin Vasily Gennadievich,
Candidate of Technical, INO "IFCTE" (Tolyatti, Russia)

Approved for publication 26.11.2020. Format 60x84/8. Offset paper.
Offset printing. Printed signatures 10,93 (11,75). Publisher's signatures 9,84.
Circulation 1000 copies.

Publishing house INO "IFCTE".
445047, office 401, the house 35A, Southern Highway,
Tolyatti, Samara region, e-mail: expert763@mail.ru.

Printed in the Printing House of Samara State University of Economics.
443090, Samara, ulitsa Sovetskoi Armii, 141.