

ISSN: 2686-7818

# **ЭКСПЕРТ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА**

---

**2020, №1 (4)** 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, доктор  
технических наук, профессор, академик  
РААСН, Саратовский государственный  
технический университет им. Ю.А. Гагарина

*Бильчак Василий Степанович* - 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* - доктор  
технических наук, профессор, академик  
РААСН, 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

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

*Селяев Владимир Павлович* - Заслуженный  
деятель науки РФ, доктор технических  
наук, профессор, академик РААСН,  
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* - доктор  
технических наук, профессор, академик  
РААСН, 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, Dr. of Technical, Prof., Academician of RAABS, Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, (Saratov, Russia)

*Vasily S. Bilchak* – 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* - Dr. of Technical, Prof., Academician of RAABS, 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)

*Vladimir I. Rimshin* - Honored Builder of the Russian Federation, Dr. of Technical, Prof., Corresponding Member of RAABS, 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, Dr. of Technical, Prof., Academician of RAABS, Head of the Department of Building Structures, Mordovian State University named after N. P. Ogarev (Saransk, Russia)

*Evgeniy M. Chernyshov* - Dr. of Technical, Prof., Academician of RAABS, 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, 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* – 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, директор института строительства и архитектуры, Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола

*Куприянов Валерий Николаевич* - доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН, Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

*Мурашкин Геннадий Васильевич* - Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН, кафедра «Строительные конструкции», Самарский государственный технический университет

*Низина Татьяна Анатольевна* - доктор технических наук, 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* - доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН, Заслуженный деятель науки и техники РТ, лауреат госпремии РТ, научный консультант АО “Казанский Гипрониавиапром”

*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* - 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, Balakovsky 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* - 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* - Dr. of Technical, Prof., Corresponding Member of RAABS, 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)

*Gennady V. Murashkin* - Honored Worker of Science of the Russian Federation, Dr. of Technical, Prof., Corresponding Member of RAABS, Department of Building Structures, Samara State Technical University (Samara, Russia)

*Tatyana A. Nizina* - Dr. of Technical, Advisor to RAABS, 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* - Dr. of Technical, Prof., Corresponding Member of RAABS, 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* - 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

**Алимов М.Ф., Селяев П.В.**

Напряженно-деформируемое состояние фундаментной плиты с учетом физической нелинейности: расчет и оценка ..... 9

**Анпилов С.М.**

Основные недостатки применения монолитного безбалочного каркаса при возведении объектов и варианты их решения ..... 15

**Исакулов Б.Р., Акулова М.В., Конысбаева Ж.О., Шалабаева С.И.,  
Сартова А.М., Исакулов А.Б.**

Формирования прочности серосодержащих арболитовых композитов при длительных нагрузках ..... 22

**Куприянов В.Н., Петров А.С., Чебышева Д.Г.**

Влияние дождей на процесс старения и разрушения материалов наружных стен. Расчет количества дождей ..... 28

**Низина Т.А., Низин Д.Р., Артамонов Д.А., Канаева Н.С., Ланкина Ю.А.**

Анализ климатической стойкости модифицированных эпоксидных полимеров в условиях умеренно-континентального климата ..... 33

**Селяев В.П., Низин Д.Р., Низина Т.А., Чернов А.Н., Горенкова А.И.**

Воздействие сезонности на натурное климатическое старение эпоксидных полимеров ..... 43

## ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Стаханова Е.Ю.**

Становление государственно-правовой политики в сфере защиты правового статуса студента в дореволюционной России ..... 50

## ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ, ОТРАСЛЯМИ, КОМПЛЕКСАМИ

**Перепёлкин В.А., Горюшина Е.А., Казакова Е.А.**

Акционерный краудфандинг в Германии ..... 56

**Разумовская Е.А., Петрова И.А.**

Тенденции развития российского рынка межбанковских кредитов ..... 61

**Разумовская Е.А., Шугаев И.А.**

Ликбез по трейдингу: теоретические и практические аспекты ..... 66

# CONTENT

---

## ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

<b>Alimov M.F., Selyaev P.V.</b> The stress and strain state of a base plate considering physical nonlinearity: calculation and evaluation .....	9
<b>Anpilov S.M.</b> The main disadvantages of the monolithic girderless frame application in the case of building objects, variants of solution .....	15
<b>Isakulov B.R., Akulova M.V., Konysbaeva J.O., Shalabaeva S.I., Sartova A.M., Isakulov A.B.</b> Formation of strength of sulfur-containing arbolite composites under long-term loads .....	22
<b>Kupriyanov V.N., Petrov A.S., Chebysheva D.G.</b> Rain impact on aging and destruction of external walls materials. The amount of rain calculation .....	28
<b>Nizina T.A., Nizin D.R., Artamonov D.A., Kanaeva N.S., Lankina Yu.A.</b> Analysis of the climatic resistance of modified epoxy polymers in a temperate continental climate .....	33
<b>Selyaev V.P., Nizin D.R., Nizina T.A., Chernov A.N., Gorenkova A.I.</b> Seasonality impact on the natural climatic aging of epoxy polymers .....	43

## LEGAL SCIENCE

<b>Stakhanova E.Yu.</b> Formation of state legal policy in the area of legal status of a student in pre-revolutionary Russia .....	50
--	----

## ECONOMICS, ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF ORGANIZATIONS, BRANCHES, COMPLEXES

<b>Perepelkin V.A., Goryushina E.A., Kazakova E.A.</b> Equity-based crowdfunding in Germany .....	56
<b>Rasumovskaya E.A., Petrova I.A.</b> Development trends of the russian interbank lending market .....	61
<b>Rasumovskaya E.A., Shugaev I.A.</b> Trading likbez: theoretical and practical aspects .....	66

## НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМОЕ СОСТОЯНИЕ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ С УЧЕТОМ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ: РАСЧЕТ И ОЦЕНКА\*

© 2020 М.Ф. Алимов, П.В. Селяев\*\*

В статье представлены результаты расчета фундаментной плиты с учетом физической нелинейности с применением ПК SCAD 21.1.

*Ключевые слова:* фундаментная плита, физическая нелинейность, напряженно-деформируемое состояние, шагово-итерационный метод.

Задачи связанные с расчетом несущих конструкций учитывающие особенности поведения системы на всех этапах ее работы, не могут быть решены методами линейной строительной механики, поэтому в последние годы уделяется большое внимание развитию нелинейных методов расчета строительных конструкций [1-4].

Развитие программных комплексов для расчета строительных конструкций позволило более точно определять напряженно-деформируемое состояние конструкций. Одним из актуальных направлений исследования выдвигается проблема учета нелинейного поведения конструктивного элемента, работающего в составе конструктивной системы [4-6].

Анализ публикаций, посвященных проблемам нелинейного расчета показывает, что большинство авторов рассматривают способы определения НДС для нелинейных задач, что позволяет выполнить расчет на устойчивость и стремление более полноценно использовать возможности конструкции.

В нормах [7] действующих на сегодняшний день, изложены требования о необходимости выполнения нелинейных расчетов, например:

*“5.1.2 Расчет бетонных и железобетонных конструкций (линейных, плоскостных, пространственных, массивных) по предельным состояниям первой и второй групп производят по напряжениям, усилиям, деформациям и перемещениям, вычисленным от внешних воздействий в конструкциях и образуемых ими системах зданий и сооружений с учетом физической нелинейности (неупругих деформаций бетона и арматуры), возможного образования трещин и в необходимых случаях – анизотропии, накопления повреждений и геометрической нелинейности (влияние деформаций на изменение усилий в конструкциях). Физическую нелинейность и анизотропию следует учитывать в определяющих соотношениях, связывающих между собой напряжения и деформации (или усилия и перемещения), а также в условиях прочности и трещиностойкости материала.”*

Однако, нормы не содержат указаний, как по их трактовке так и пошаговых указаний выполнения расчета. Нормы не содержат информации на каком этапе расчета следует учитывать нелинейные требования.

Интенсивное развитие компьютерной техники и разработки вычислительных про-

---

\* Работа представлена на Всероссийской научно-технической конференции, посвящённой 75-летию Заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук, профессора Селяева В.П. (3–5 дек. 2019 г., Саранск) «Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций».

\*\* Алимов Марат Фатихович (ntorm80@mail.ru) – аспирант; Селяев Павел Владимирович (ntorm80@mail.ru) – кандидат технических наук, доцент; оба - ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», г. Саранск, Россия



граммных комплексов, позволили применять нелинейные расчеты в практике проектирования. В вычислительном комплексе SCAD 21.1.9.3, в результате последних обновлений (март 2019 г.), реализована возможность расчета конструкций с учетом физической и геометрической нелинейности методом конечных элементов. Метод конечных элементов позволяет приближенно численно решать широкий спектр физических проблем, которые математически формулируются в виде системы дифференциальных уравнений или в вариационной постановке.

В физически нелинейных задачах отсутствует прямая пропорциональность между напряжениями и деформациями. Материал конструкции подчиняется нелинейному закону деформирования. Закон деформирования может быть и несимметричным – с различ-

ными пределами сопротивления растяжению и сжатию. В геометрически нелинейных задачах отсутствует прямая пропорциональность между нагрузками и перемещениями.

Основные сравнительные особенности расчета линейных и нелинейных задач представлены в таблице 1.

Основная особенность в формировании исходной информации для физически нелинейных конечных элементов состоит в том, что следует задать данные о характере (нелинейной) работы материала. При этом является возможность выбора типа материала. В программе SCAD реализованы два вида нелинейных материалов. Выбор первого из них условно названного “произвольный” означает, что конструкция изготовлена из мономатериала. Второй вариант — железобетон, то есть биматериальная кон-

**Таблица 1. Основные сравнительные особенности расчета линейных и нелинейных задач**

Особенность	Линейная задача	Нелинейная задача
Зависимость смещения от нагрузки	Смещения линейно зависят от приложенной нагрузки	Зависимость смещения от нагрузки нелинейная
Связь между напряжениями и деформациями	Принимается линейная зависимость между напряжениями и деформациями	В задачах, где рассматривается физическая нелинейность, зависимость "напряжение-деформация" может являться нелинейной функцией напряжения или деформации
Величина смещения	Изменение в геометрии благодаря смещению считается малым, и игнорируется при проверке равновесия	Смещения могут быть не малыми, для проверки равновесия необходимо использовать деформированное состояние
Обратимость	Все деформации полностью обратимы и исчезают при разгрузке системы	После снятия нагрузки состояние системы может отличаться от исходного
Граничные условия	Граничные условия в течении расчета остаются неизменными	Граничные условия могут изменяться, например, меняются площадки контакта
Последовательность приложения нагрузки	Последовательность приложения нагрузок не важна, заключительное состояние от нее не зависит	Состояние конструкции может зависеть от последовательности приложения нагрузок
Использование результатов	Результаты расчета на разные нагрузки допускают сложение или умножение на некоторые коэффициенты, с целью объединения расчетных состояний	Разложение задачи на составляющие и последующее объединение результатов невозможно
Исходное напряженно-деформируемое состояние	Исходное напряженно-деформированное состояние несущественно	Исходное напряженно-деформированное состояние обычно требуется задать, в особенности для нелинейности, связанной с поведением материала

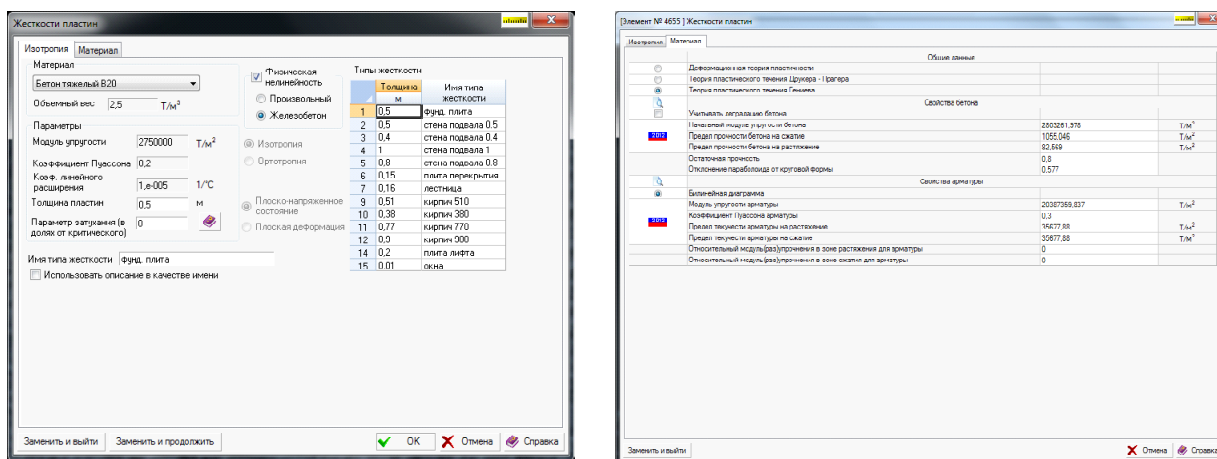


Рис. 1. Расчетные характеристики при рассмотрении расчета с учетом физической нелинейности

струкция, состоящая из бетона с арматурными включениями.

Расчет с учетом физической нелинейности биматериальной конструкции возможен по следующим расчетным моделям:

1. Деформационная теория пластичности;
2. Теория пластического течения Друкера-Прагера;
3. Теория пластического течения Гениева.

При задании свойств бетона реализована возможность учитывать деградацию бетона. Однако, в учебно-методическом пособии SCAD Office нет разъяснений какие модели деградации заложены и учтены при расчете.

Для выполнения расчета необходимо ввести следующие числовые значения для бетона и арматуры:

1. Предел прочности бетона на сжатие;
2. Предел прочности бетона на растяжение;
3. Относительный модуль (раз)упрочнения билинейной диаграммы при растяжении;
4. Относительный модуль (раз)упрочнения билинейной диаграммы при сжатии;
5. Предел текучести арматуры на растяжение;
6. Предел текучести арматуры на сжатие;
7. Относительный модуль (раз)упрочнения в зоне растяжения для арматуры;
8. Относительный модуль (раз)упрочнения в зоне сжатия для арматуры.

Нелинейные расчеты выполняются с применением шагового метода, идея которого основана на отслеживании поведения

системы при относительно малых приращенных нагрузках. При этом, на каждом шаге решается линеаризованная система разрешающих уравнений для текущего приращения вектора узловых нагрузок, сформированного для рассматриваемого нагружения.

Расчет ориентирован на решение нелинейных задач в нескольких модификациях шагового метода:

- ❖ простой шаговый метод;
- ❖ шаговый метод с уточнениями;
- ❖ шагово-итерационный метод.

В простом шаговом методе (рис. 2а) на каждом шаге  $\Delta P$  решается линеаризованная задача и в предположении, что это решение является достаточно точным, реализуется переход к следующему шагу нелинейного нагружения. Погрешность решения нелинейной задачи не контролируется, количество шагов задается пользователем. При этом жесткость линеаризованной системы (тангенс наклона  $\varphi$ ) принимается без учета невязки в усилиях.

Шаговый метод с уточнениями предусматривает итерационное уточнение нелинейной нагрузки на очередном шаге  $\Delta P$  за счет учета невязки в уравнениях равновесия. При этом итерации выполняются с неизменным значением линеаризованной матрицы жесткости (рис. 2б), которая была вычислена в начале очередного шага (угол  $\varphi$  остается неизвестным на шаге).

Наконец, в шагово-итерационном методе (рис. 2в) производится итерационное уточнение решения на каждом шаге  $\Delta P$  с

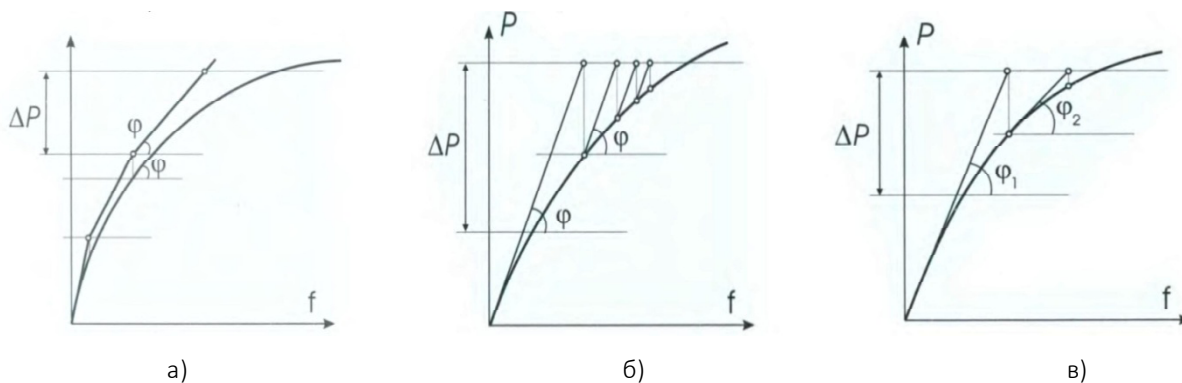


Рис. 2. Графическая иллюстрация модификаций шагового метода:  
а)-простой; б)-с уточнениями; в)-шагово-иттерационный

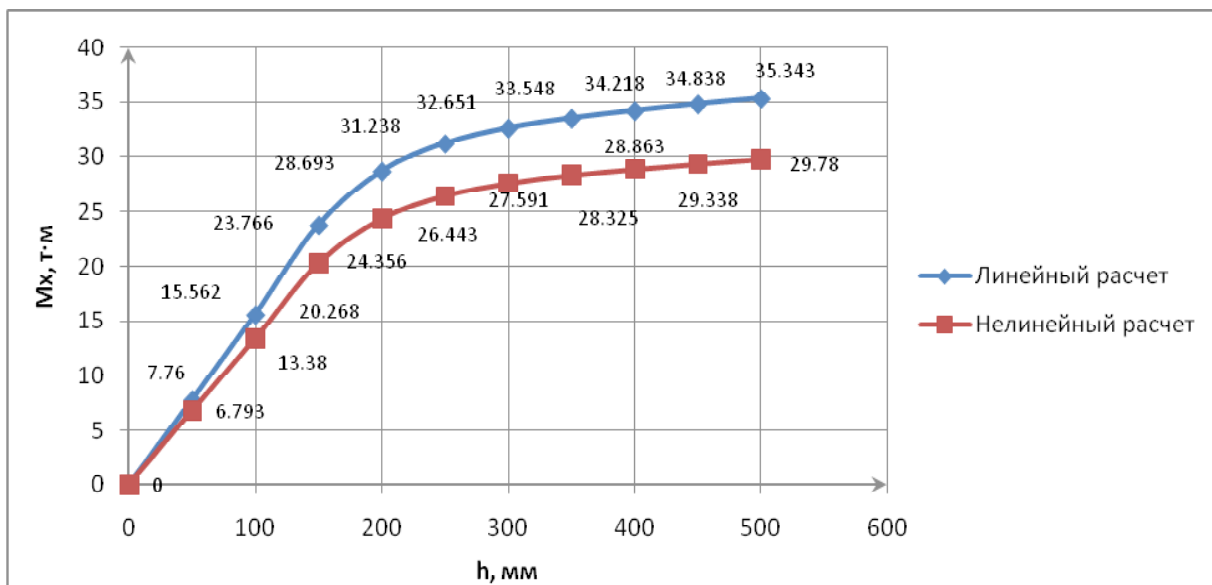


Рис. 3. График зависимости изгибающего момента от толщины плиты при постоянной величине действующей нагрузки

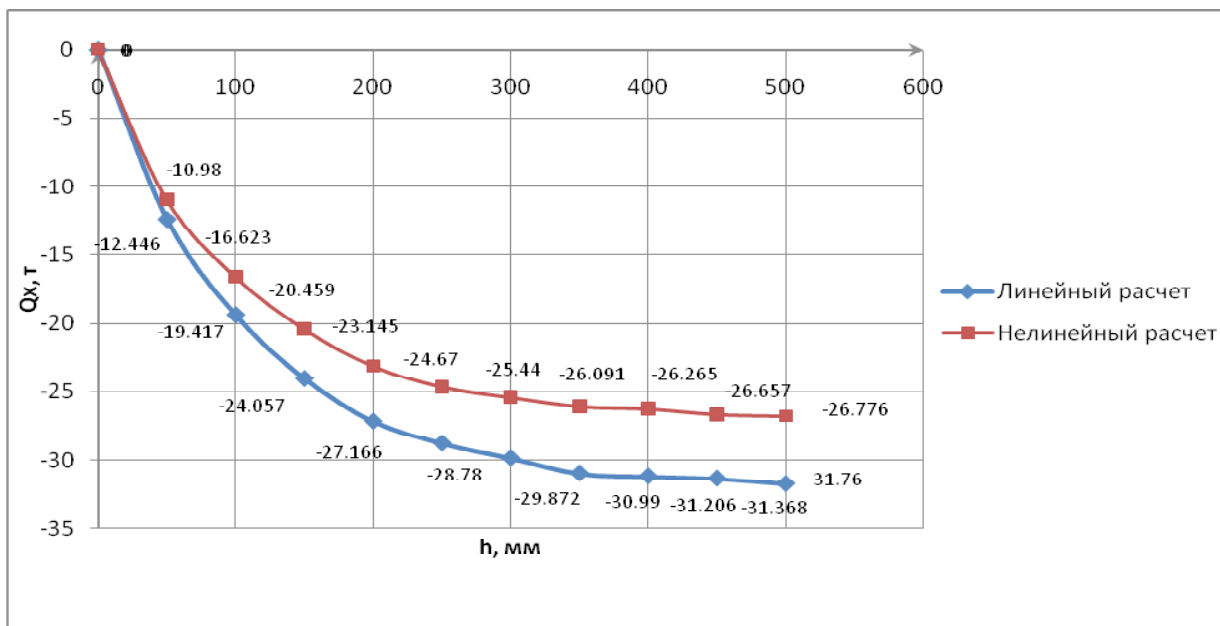


Рис. 4. График зависимости поперечной силы от толщины плиты при постоянной величине действующей нагрузки



корректировкой линеаризованной матрицы жесткости на каждой итерации (угол  $\varphi$  меняется внутри шага).

Шаговый процессор имитирует поведение системы при увеличивающейся (уменьшающейся, если значения коэффициента загрузки отрицательны) интенсивности нагрузок, действующих на систему. При этом предполагается, что все компоненты нагрузок, относящиеся к указанному нагружению, увеличиваются (уменьшаются) одновременно в одной и той же пропорции.

Выполним расчет согласно теории пластического течения Гениева фундаментной плиты с учетом физической нелинейности. Результаты представлены на рис. 3, 4.

Анализ показывает, что применение расчета с учетом физической нелинейности позволяет более полноценно использовать конструкцию. Численная величина внутренних усилий уменьшается на 11,7 ... 15,7%, что дает возможность значительно экономить расход арматуры на изготовление конструкции.

Учитывая требование п. 6.2.6 СП 52-103-2007, в котором рекомендуется применять модуль упругости бетона с понижающим коэффициентом 0,3 для плит с учетом длительности действия нагрузки можно добиться еще более существенной экономии арматуры.

#### Библиографический список

1. Петров В.В. Расчет неоднородных по толщине оболочек с учетом физической и геометрической нелинейности. // Academia. Архитектура и строительство. - 2016. - №1. - С. 112-117.
2. Петров В.В., Пенина О.В., Селяев П.В. Расчет плит из нелинейно-деформируемого материала с произвольной диаграммой деформирования. // Academia. Архитектура и строительство. - 2008. - №3. - С. 79-83.
3. Инженерные методы нелинейной теории железобетона / В.М. Бондаренко, С.В. Бондаренко. – М.: Стройиздат, 1982. – 287 с.
4. Карпенко Н.И., Карпенко С.Н. Об учете физической нелинейности при расчете зданий из монолитного железобетона по первой и второй группам предельных состояний // Новые конструктивные решения пространственных покрытий и перекрытий зданий и сооружений: тезисы докладов. – НИИЖБ, 2005. - С. 431-444.
5. Травуш В.И., Белостойкий А.М., Акимов П.А. Цифровые технологии в строительстве: декларация и реальность // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта. - 2018. - С.9-24.
6. Аналитическое описание диаграмм деформирования бетона для расчета прогибов пластин из нелинейно деформируемого материала / В.П. Селяев и др. // Строительство и реконструкция. - 2018. - №3 (77). - С. 22-30.
7. СП 52-10-2007 Железобетонные монолитные конструкции зданий.

Поступила в редакцию 17.01.2020 г.



THE STRESS AND STRAIN STATE OF A BASE PLATE CONSIDERING PHYSICAL NONLINEARITY:  
CALCULATION AND EVALUATION

© 2020 M.F. Alimov, P.V. Selyaev\*

The paper shows the results of the base plate calculation considering physical nonlinearity and using PC SCAD 21.1.

*Keywords:* base plate, physical nonlinearity, stress and strain state, step-iterative method.

Received for publication on 17.01.2020

---

\* Alimov Marat Fatihovich (ntorm80@mail.ru) - Postgraduate; Selyaev Pavel Vladimirovich (ntorm80@mail.ru) - Candidate of Technical, Associate Professor; Mordovian State University named after N. P. Ogarev, Saransk, Russia.



## ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ МОНОЛИТНОГО БЕЗБАЛОЧНОГО КАРКАСА ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ОБЪЕКТОВ И ВАРИАНТЫ ИХ РЕШЕНИЯ

© 2020 С.М. Анпилов\*

Представлены основные недостатки применения в строительстве монолитного безбалочного каркаса: усадочные деформации; стык плиты перекрытия и колонны. Предложены варианты решения указанных недостатков, выработанные по результатам проведенных исследований и натурных испытаний, подтвержденные практическим опытом при применении монолитного безбалочного каркаса на объектах строительства.

*Ключевые слова:* строительство, строительные конструкции, безбалочный каркас, монолитное домостроение, строительные материалы.

Если вначале применения железобетона особенности сооружения определялись желаниями архитектора и возможностями ручного труда, то при современном уровне требований экономики, обеспеченности механизмами, наличия различного вида опалубки и вспомогательного оборудования, взаимосвязь архитектуры и конструктивного решения здания с технологией производства становится все более тесной. Механизированное и автоматизированное производство требует более простых решений, и архитектурная вычурность заменяется простыми формами.

Конструктивные системы каркасных многоэтажных зданий могут быть рамными, рамно-связевыми, и связевыми [см. подр. 1-2].

Для здания с **рамной** системой характерно то, что все нагрузки, действующие на сооружение, воспринимаются каркасом здания.

Для здания со **связевой** системой характерно то, что вертикальные нагрузки на здание воспринимаются каркасом, а горизонтальные нагрузки воспринимаются связями.

Для зданий с **рамно-связевой** системой характерно то, что вертикальные и горизонтальные нагрузки, действующие на сооружение, воспринимаются совместно.

Для обеспечения конструктивного и социального качества сооружения и требований экономики, необходима комплексная увязка

между собой архитектурного, конструктивного и технологического решения сооружения - опалубки; оборудования по приготовлению, укладки и уплотнению бетона; методов за уходом и контролем качества строящегося объекта; соответствующей квалификации работников. Процесс оптимизации всего комплекса вопросов в замкнутом виде на теоретической основе при большом числе неоднородных факторов пока остается разрешимым лишь в простейших случаях. Поэтому на практике используется вариантный метод проектирования технологического процесса, опирающийся на опыт предыдущих строителей и интуицию создателей нового проекта.

Разработанные теоретические основы построения прогрессивной технологии возведения полносборных зданий, изложенные в работах А.А. Афанасьева [3-6], позволяют выбрать оптимальный вариант и для монолитных сооружений. Однако при этом необходимо определить не только положительные свойства монолитного бетона, но и свести к минимуму имеющиеся недостатки.

### 1. Усадочные деформации в монолитном железобетоне

К одному из недостатков, снижающему надежность работы сооружения и нарушающего его сплошность, является проявление

\* Анпилов Сергей Михайлович (anpilovsm@gmail.com) - доктор технических наук, Заслуженный изобретатель РФ, Почётный строитель, советник РААСН; АНО "Институт судебной строительно-технической экспертизы, 445047 РФ, Самарская область, г. Тольятти, а/я 25.



в монолитном перекрытии усадочных деформаций [7-9].

Для монолитных перекрытий применяется подвижная бетонная смесь, и значение усадочных деформаций достигает предельных деформаций бетона на растяжение. Следовательно, если задержать развитие усадочных деформаций, то в конструкции неизбежно появятся сквозные трещины. Сквозные трещины принципиально меняют расчетную схему работы конструкции, превращая ее на начальном этапе работы из изгибаемой конструкции в висячую.

Наиболее эффективным, с технической точки зрения, приемом, обеспечивающим устранение усадочных деформаций, является применение безусадочного цемента. Однако, из-за высокой стоимости безусадочного цемента и побочных эффектов, этот способ применяется в исключительных случаях в условиях строительной площадки.

Эффективным способом уменьшения или компенсации усадочных деформаций является также способ создания в плите перекрытия предварительных напряжений, используемый в зарубежной практике. Однако, из-за трудоемкости и технологических и конструктивных сложностей в условиях строительной площадки, предварительное напряжение оказывается дорогостоящим мероприятием и применяется в настоящее время очень редко, только в сооружениях уникальных, имеющих большие пролеты и сложные ячейки.

В строительной практике, применяя для перекрытия обычный тяжелый бетон, стараются снизить влияние усадки путем бетонирования по захваткам, устройством специальных швов, более дисперсным расположением арматуры и т.д. Однако, и освобождение перекрытия от стен по контуру и бетонирование по отдельным захваткам не позволяет полностью исключить влияние усадки бетона на работу перекрытия. Растягивающие напряжения в бетоне, в этом случае, появляются в результате сдерживания усадки арматурой самого перекрытия и жесткого соединения перекрытия с колоннами, перегородками и т.д. [7].

При проявлении усадки бетона в железобетонном элементе возникают деформации сжатия арматуры растяжения бетона. С увеличением коэффициента армирования напряжения в арматуре от усадочных деформаций падают, а в бетоне возрастают.

К напряжениям в бетоне от усадочных деформаций, сдерживаемых арматурой, добавляются напряжения, образующиеся в результате статической неопределенности и температурных условий. В результате не редко в плите перекрытия образуются трещины, как при распалубке, так и через некоторое время после нее. Эффективные приемы снижения влияния усадочных деформаций или компенсации их позволит более точно определить необходимое армирование и снизить опасность нарушения эксплуатационных характеристик, таких как чрезмерное раскрытие трещин и сверхнормативные прогибы, т.е. сделать конструкцию более надежной.

Снижение влияния усадочных деформаций бетона на эксплуатационные характеристики безбалочных перекрытий является первостепенной.

## **2. Недостатки технологии и конструкции “стандартного” стыка плиты перекрытия и колонны**

С конструктивной точки зрения несущий каркас монолитного многоэтажного здания с безбалочным перекрытием представляет многократно статически неопределимую пространственную систему, состоящую из плоских сплошных монолитных железобетонных плит, соединенных между собой монолитными железобетонными колоннами [см. 1-2].

Наиболее опасным и сложным для расчета, конструирования и технологии исполнения являлся стык плиты перекрытия и колонны. Понимая это, зодчие первых безбалочных перекрытий выполняли их с капителями. Основная задача капителей - увеличить площадь опирания плиты на колонну, чем обеспечивается повышенное сопротивление продавливанию плиты перекрытия, т.е. повышается надежность стыка. Однако,



капители усложняли опалубочные работы и саму опалубку, технологию укладки бетона, затрудняли электро- и сантехнические работы и т.д. Поэтому исследователи стремились постоянно к изменению конструкции стыка плиты и колонны.

Первые решения монолитных безбалочных безкапительных перекрытий представляли собой скрытые капители. Капитель выполнялась из более прочного материала, стали. В результате, размер самой капители значительно уменьшался и позволял «скрыть» ее внутри плиты перекрытия. Наиболее распространенным вариантом стало перекрытие с применением «воротников». Воротники выполнялись как балочная крестовина или обойма сваренная из листовой или профилированной стали. Варианты таких конструкций, представлены на рис. 1. [10] Первые здания с такой конструкцией перекрытия были построены еще в 1905г. в США. Но наибольшее распространение получили в сороковых годах XX века.

бетон плиты на отдельные разрозненные фрагменты. При этом теряется целостность железобетонной конструкции. В зоне перехода от металлической конструкции вкладыша к основному телу плиты образуется опасная зона с сильной концентрацией напряжений. Это связано с переходом от стального сечения с очень высокой жесткостью к железобетонному сечению, жесткость которого, безусловно, ниже.

В настоящее время наибольшее распространение получила конструкция стыка плиты перекрытия и колонны, разработанная научно-исследовательским институтом НИИЖБ. Основная идея стыка заключается в том, что перерезывающие усилия в плите в зоне опоры воспринимает поперечная арматура, установленная вертикально.

Обладая достаточно высокой несущей способностью, такой стык, тем не менее на практике оказался достаточно нетехнологичным. Дело в том, что в данном стыке кроме продольного двойного армирования уста-

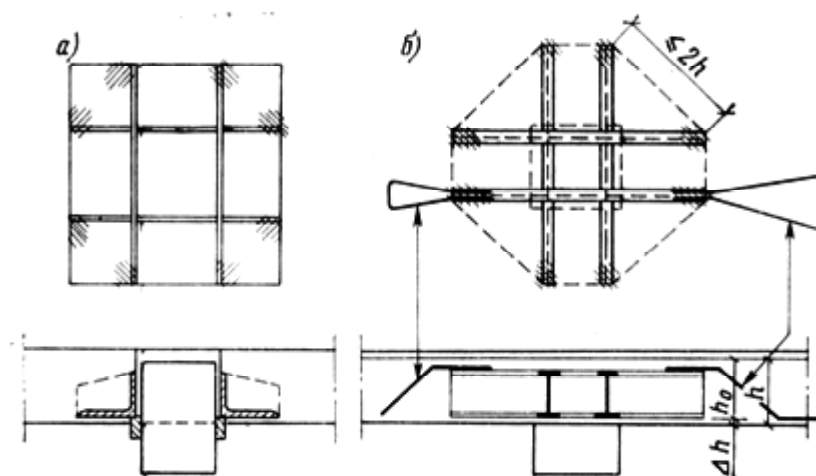


Рис. 1. Схемы стальных воротников:

а) из листовой стали, б) из профилированной стали

Монолитные безбалочные перекрытия сооруженные со скрытыми капителями имеют ряд серьезных недостатков. Наиболее важным, из них является высокая металлоемкость. Кроме того, на первый план выходит низкая технологичность изготовления сложных металлических конструкций. К серьезным недостаткам можно отнести и то, что металлические воротники разделяют

навливается значительное число каркасов поперечного армирования. В перекрытиях зданий с сеткой колонн 6.0х6.0 м, опыт строительства и эксплуатации которых уже имеется, в зоне только одного стыка устанавливается до 32 каркасов с поперечными стержнями. Это связано с требованием норм, исключающих возможность продавливания плиты перекрытия под действием сосредото-



точных усилий у колонны. Сложности связаны не только с установкой многочисленных каркасов в проектное положение в зоне стыка, но и обеспечением должного уплотнения бетона в связи с частым расположением арматурных стержней. Вероятность недоуплотнения бетона здесь значительно выше, чем в средней части плиты, что увеличивает опасность разрушения от продавливания. Совершенствование стыка колонны и плиты в безбалочном перекрытии в технологическом плане является второй важнейшей задачей данной работы.

В начале прошлого века еще не было достаточного количества данных по экспериментальным исследованиям и теоретическим изысканиям. По этой причине расчет плит безбалочных перекрытий с капителями выполнялся грубо приближенными методами. Анализ существующих приближенных методов расчета посвящены работы А.Ф. Лолейта, Б.Г. Галеркина, М.Я. Штаермана и др.

На основании исследований проведенных учеными А.С. Щепотьевым В.С. Булгаковым и др., под руководством проф. А.А. Гвоздева [10-11], в 1940 г. ЦНИПС в новом варианте инструкции по расчету безбалочных перекрытий были учтены особенности работы железобетона с использованием метода расчета по разрушающим усилиям. За основу расчета несущей способности безбалочных плит приняты следующие предположения:

1) При разрушении железобетонная плита превращается в геометрически изменяемую систему. Эта система состоит из ряда жестких звеньев, соединенных пластически-ми шарнирами.

2) В момент образования пластического шарнира напряжение в арматуре в нем равно пределу текучести.

3) В момент, непосредственно предшествующий образованию шарнира, перемещения системы малы по отношению с основными размерами конструкции.

Таким образом, для определения несущей способности плиты необходимо установить возможную схему разрушения и места образования пластических шарниров, кото-

рые должны соответствовать минимальной несущей способности.

Предложенная в инструкции схема работы безбалочного перекрытия существенно уточняла предложенные ранее методы и стала основой для проектирования сооружений на много лет вперед. Однако и эта инструкция ориентировалась на "ручной" способ расчета и не позволяла полностью учесть пространственную работу сооружения, из-за необходимости решения совместно системы множества уравнений. Эта задача могла быть разрешена лишь с применением ЭВМ.

Современная вычислительная техника позволяет производить расчеты сложных конструктивных решений монолитных безбалочных каркасов. Расчеты ведутся на базе современных вычислительных методов. Наиболее распространенным, из которых, является метод конечных элементов МКЭ. Разработаны различные вычислительные комплексы, выполняющие расчеты математических моделей конструкций. К наиболее известным в мире расчетным системам относятся ABAQUS, ADINA, ANSYS, MSC/NASTRAN, Cosmos, ЛИРА, Мираж, SCAD [12].

Выполнение расчета при помощи метода МКЭ сводится к решению больших систем линейных алгебраических уравнений [13]. Переменные коэффициенты в этих уравнениях зависят от напряжений в конечных элементах.

Возможности метода конечных элементов позволяют производить анализ напряженного состояния нестандартных конструкций состоящих из большого количества элементов. Кроме того, МКЭ позволяет производить разнообразные условия загрузки - от простых статических до сложных динамических нагрузок, различные сценарии приложения нагрузок и воздействий.

МКЭ обладает определенными особенностями, которые приходится учитывать при выборе вычислительного комплекса и создании расчетной схемы. Исходные данные при расчете МКЭ обладают значительным объемом, что влечет за собой появление случайных ошибок, затрудняет как создание расчетной модели, так и обработку результатов.



Сложность расчетной схемы в свою очередь влияет на время счета и уровень сложности анализа ошибок. Кроме того, на устойчивость результатов влияет и то, что вычисления производятся итерационным методом. Увеличение количества шагов расчета приводит к значительному росту времени счета [см. подр. 1].

На современном этапе развития вычислительных методов возникает комплекс вопросов, связанный с созданием более совершенных моделей деформирования материалов. Роль применения нелинейной диаграммы деформирования подчеркивают в своих работах академики РААСН Н.И. Карпенко и В.И. Травуш. Они видят одним из важнейших направлений «создание современных компьютерных методов расчета в проектировании конструкций, зданий и сооружений на базе достижений механики материалов» [14]. В современных нормах проектирования основное внимание уделяется оценке несущей способности по уже полученным внешним усилиям. При этом расчет сечений, как правило, производится с учетом физической нелинейности материала, что позволяет добиться определенной экономии материалов. Но при этом само определение внешних усилий выполняется в линейной постановке, что приводит к погрешностям «сводящим на нет» учет нелинейности при подборе сечений.

Учет нелинейности материалов при определении внутренних усилий и напряжений – дает возможность уточнить границы предельного равновесия и получить более реальную картину напряженно-деформированного состояния. Нелинейности деформирования бетона посвящены работы многих авторов [1-2; 11; 15-19].

На современном этапе строительства в России применяется стык колонны и плиты перекрытия разработанный в НИИЖБ, в котором перерезывающее усилие воспринимает вертикальная арматура.

Расчет стыка колонны и плиты перекрытия производится по СНиП 2.03.01-84 [см. подр. 1], в соответствии, с которым, расчет продавливающей силы в плитных конструкциях с бетонным сечением осуществляется по условию:

$$F \leq \alpha \cdot R_{bt} \cdot U_m \cdot h_0$$

где  $\alpha$  – коэффициент зависящий от вида бетона;  $U_m$  – среднеарифметическое значение периметров верхнего и нижнего оснований пирамиды, образующейся при продавливании в пределах высоты рабочей зоны  $h_0$ .

При установке в пределах пирамиды продавливания хомутов, нормальных к плоскости плиты, в расчет вводится дополнительное слагаемое, определяющее величину усилия, воспринимаемого хомутами. Воспринимают усилия только те хомуты, стержни которых пересекают грани расчетной пирамиды продавливания. Считается, что хомуты воспринимают усилия с коэффициентом 0.8. Т.е. лишь 80% поперечного сечения хомутов вовлекается в работу. Тогда расчет производится из условия, что продавливающая сила:

$$F \leq F_b + 0.8 F_{sw}$$

где  $F_b$  – усилие воспринимаемое бетоном;  $F_{sw}$  – сумма всех поперечных усилий, воспринимаемых хомутами, пересекающими боковые грани расчетной пирамиды продавливания.

Для возможного решения основных недостатков применения монолитного безбалочного каркаса при возведении объектов, в соавторстве с членом-корреспондентом РААСН Мурашкиным Г.В. были предложены варианты стыка с введением в него, вместо многочисленных арматурных сеток, металлических пластин - вставок [20]. Был изучен мировой опыт,

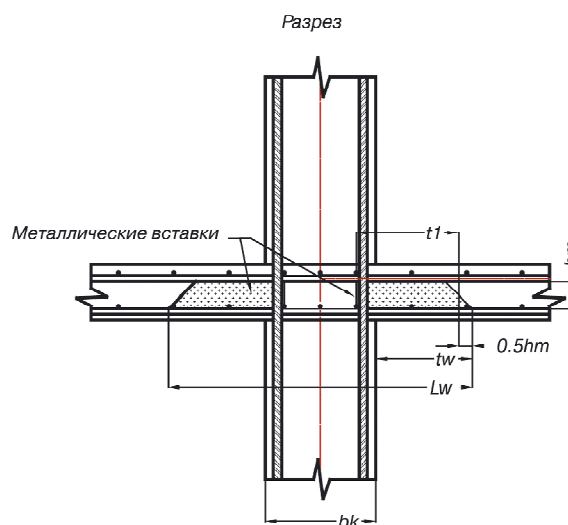


Рис. 2. Стык плиты перекрытия и колонны с металлическими вставками



проведены теоретические и практические исследования по восприятию нагрузок в стыке монолитной плиты перекрытия, армированной металлическими вставками и колонны.

Прототипом такой конструкции стали короткие консоли в колоннах серии 1.020. Вставки, сваренные с продольной арматурой, попадая в зону продавливания должны обеспечить восприятие усилия, которое в "стандартном" стыке воспринимается поперечными стержнями.

Результаты проведенных исследований и натурных испытаний, подтвердили верное направление выбора вариантов устранения основных недостатков при применении монолитного безбалочного каркаса на объектах строительства. Что подтверждено широким применением предложенного стыка колонны и монолитной плиты перекрытия, армированной металлическими вставками в практике проектирования и возведения объектов в строительной отрасли.

#### *Библиографический список*

1. Анпилов С.М. Здания с эффективным монолитным безбалочным каркасом. Экспериментальные и теоретические исследования, методы расчета и возведения: дисс... доктора технических наук / 05.23.01 - Строительные конструкции, здания и сооружения. - Самара, 2005. – 215 с.
2. Анпилов С.М. Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 545 с.
3. Афанасьев А.А. Интенсификация работ по возведению зданий и сооружений из монолитного железобетона. - М.: Стройиздат, 1990. - 384 с.
4. Технология возведения полносборных зданий / Афанасьев А.А. и др. - М.: АСВ. 2000. - 361 с.
5. Технология строительных процессов / Афанасьев А.А. и др. - М.: Высшая школа, 1999. - 463 с.
6. Афанасьев А.А. Поточная организация строительства. - Л.: Стройиздат, 1990. - 320 с.
7. Некоторые особенности проектирования каркаса подземной части зданий возводимых с использованием «Стены в грунте» / Клевцов В.А. и др. // Бетон и Железобетон. - 2000. - №6.
8. Мурашкин В.Г. Влияние усадочных деформаций на работу безригельного монолитного перекрытия // Актуальные проблемы современного строительства: материалы Всероссийской XXXI научно-технической конференции. – Пенза: ПГАСА. - 2001.
9. Мурашкин В.Г. Влияние усадочных деформаций на работу безригельного монолитного перекрытия // Известия ТулГУ. Сер. Технология, механика и долговечность строительных материалов конструкций и сооружений. –т 2001. - №2. - С. 86-90.
10. Экспериментально-теоретическое исследование работы железобетонной рамы при переменном во времени нагружении / Гвоздев А.А. и др. // Совершенствование методов расчета статически неопределимых железобетонных конструкций: сб. научн. тр. - М.: НИИЖБ, 1987. - С.25-36.
11. Гвоздев А.А., Байков В.Н. К вопросу о поведении железобетонных конструкций в стадии близкой к разрушению // Бетон и железобетон. - 1977. - №9. - С.22-24.
12. Баженов Ю.М., Воробьев В.А., Илюхин А.В. Задачи компьютерного материаловедения строительных композитов // Известия ВУЗов. Строительство. - 2000. - №12.
13. Межевой Г.Н., Залманов В.Л., Фишман М.Д. Монолитное до-мостроение. - Кишинев: Картя Молдавеняска, 1980. – 238 с.
14. Карпенко Н.И., Травуш В.И. Развитие методов проектирования строительных конструкций, зданий и сооружений // Эффективные строительные конструкции: теория и практика: сб. ст. междунар. науч. тех. конфер. – Пенза: 2002. - С.5-8.
15. Байков В.Н., Фролов А.К., Кондратьев В.А. Податливость стыковых соединений в неразрезных плитных системах покрытий промзданий // Совершенствование строительных конструкций и методов расчета: межвуз. сб. науч. трудов. – Омск: ОМПИ, СибАДИ, 1991. - С.36-41.
16. Методические рекомендации по уточненному расчету железобетонных элементов с учетом полной диаграммы сжатия бетона / Бамбура А.Н. и др. - Киев: НИИСК Госстроя СССР, 1987. - С. 3-12.
17. Болотин В.В., Радин В.П., Чирков В.П. Упругопластический анализ несущих элементов зданий и сооружений при интенсивных сейсмических воздействиях // Известия ВУЗов, Строительство. - 2002. - №6. - С. 4-9.
18. Бондаренко В.М., Бондаренко С.В. Инженерные методы нелинейной теории железобетона. - М.: Стройиздат, 1982. - С.88-105.
19. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. - М.: Стройиздат, 1996.
20. Патент РФ №2194825. Стыковое соединение безбалочного железобетонного перекрытия с колонной. / Анпилов С.М., Мурашкин Г.В. - Оpub. 20.12.2002. Бюл. №35.

Поступила в редакцию 23.01.2020 г.



---

THE MAIN DISADVANTAGES OF THE MONOLITHIC GIRDERLESS FRAME APPLICATION  
IN THE CASE OF BUILDING OBJECTS, VARIANTS OF SOLUTION

© 2020 S.M. Anpilov\*

Have been presented the main disadvantages of the monolithic girderless frame application in the construction: shrinkage deformations, the joint of the slab and the column. Proposed possible solutions that were developed on the basis of the conducted research results and field tests, confirmed by practical experience in the application of a monolithic girderless frame at construction sites.

*Keywords:* building, building constructions, girderless frame, monolithic homebuilding, building materials.

Received for publication on 23.01.2020

---

\* Anpilov Sergey Mihailovich (anpilovsm@gmail.com) - Doctor of Technical, Honored Inventor of the Russian Federation, Honorary Builder, Advisor RAABS; INO "IFCTE", Togliatti, Russia.



## ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ АРБОЛИТОВЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ\*

© 2020 Б.Р. Исакулов, М.В. Акулова, Ж.О. Конысбаева,  
С.И. Шалабаева, А.М. Сартова, А.Б. Исакулов\*\*

В статье рассматриваются вопросы по исследованию прочностных и деформативных характеристик серосодержащих арболитовых композитов с использованием вторичных ресурсов, которая является актуальным в регионах с жарким и резко континентальным климатом. Это один из самых легких строительных материалов, обладающий низкой теплопроводностью и хорошей звукоизоляционной способностью. Целью данного исследования является определение механизма формирования прочности и разрушение серосодержащих арболитовых композитов при различных длительных нагрузках и обоснование эффективности их использования в жилищном строительстве.

*Ключевые слова:* серосодержащие арболитовые композиты, прочность, фаза твердения, длительная нагрузка, модуль деформации, растворная составляющая, разрушения.

**Введение.** В связи с бурным развитием строительной отрасли и с расширением промышленного и гражданского строительства в регионах Казахстана с каждым днем возрастает потребность в строительных материалах и конструкциях, что создание конструкционно-теплоизоляционных материалов с применением вторичных ресурсов является актуальным. Особое место в производстве строительных материалов в регионах с жарким климатом занимает арболитобетон, который сочетает в себе легкость, экологичность, высокие теплоизоляционные качества и может содержать в своем составе растительные отходы сельского хозяйства, которыми богаты степ-

ные районы. Также в регионах Казахстана имеются также огромные сырьевые ресурсы в виде многотоннажных отходов промышленности, утилизация их в составе строительных материалов является первоочередным решением народного хозяйства страны. Однако возросшие требования к качеству арболита ставят задачу по дальнейшему повышению его строительно-эксплуатационных, технологических и прочностных показателей. Целью исследования является разработка высокоэффективных арболитобетонов на основе композиционных серосодержащих вяжущих, разработка научных основ формирования их структуры, состава и свойства при использо-

\* Исследование выполнено при поддержке научного гранта в соответствии с решением Национального научного совета о грантовом финансировании Министерством образования и науки Республики Казахстан «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции» от 23.01. 2017 года.

\*\* Исакулов Байзак Разакович (mr.baizak@mail.ru) - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Дизайн и строительства», «Баишев Университет», Актобе Казахстан; Акулова Марина Владимировна (m\_akulova@mail.ru) - доктор технических наук, профессор, Советник РАССН, заведующая кафедрой «Строительного материаловедения, специальных технологии и технологических комплексов», Ивановский государственный политехнический университет, Россия; Конысбаева Жанна Онгаровна (zhankon7@mail.ru) – аспирант, Ивановский государственный политехнический университет, Россия; Шалабаева Сауле Изтлеуовна – аспирант, Ивановский государственный политехнический университет, Россия; Сартова Асима Мусаевна (akkete86@mail.ru) - аспирант, Ивановский государственный политехнический университет, Россия; Исакулов Абилхаир Байзакович (abulik92@mail.ru) - преподаватель кафедры «Строительство», Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, Актобе, Казахстан.



вании в качестве стенового материала для жилищного строительства. Для достижения цели исследованы влияния добавок серосодержащих отходов нефтехимической промышленности на структурообразование и физико-химические свойства композиционных вяжущих, влияния их основных компонентов на физико-механические свойства серосодержащего арболита с использованием фибры измельченного тростника, механизма формирования прочности и разрушения серосодержащего арболита в зависимости от вида и способа нагружения, анализ использования арболита в строительных конструкциях.

Исследованиями установлено, что улучшить свойства, упростить технологию изготовления и повысить эффективность производства арболита можно целенаправленным изменением его свойства и структуры с различными добавками промышленных и растительных отходов в состав [1-2; 4; 7-8]. Анализа многочисленных данных [1; 3; 5-6] показывает, что в отличие от обычного арболита на основе древесной дробленки, где органический целлюлозный наполнитель чаще всего является наименее прочной составляющей, серосодержащие компоненты растворной части оказывают существенное влияние на его прочностные и деформативные характеристики.

**Материалы:** Объектом исследования являются промышленные отходы предприятий в регионе Казахстана в виде шламов и твердых веществ.

1. Портландцемент марки 400 Чимкентского цементного завода.

2. В качестве дополнительной добавки использованы пиритные огарки бывшего АО «Фосфорхим», состоящие главным образом из смеси оксидов железа (II, III)  $Fe_3O_4$  ( $Fe_2O_3$ ), с пересчетом на содержание железа 40 – 63 %, и примесей серы 1-2 %. Остальное - оксиды цветных металлов.

3. В качестве модифицирующей добавки использовалась техническая сера - вторичный продукт переработки высокосернистой нефти месторождений Республики Ка-

захстан. Сера представляет собой гранулированный продукт, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 127.1-93.

В качестве исходных пористых заполнителей для получения серосодержащих арболитов использовались измельченные фибры тростника. Физико-химические свойства тростника, его химический и фракционный состав установлены опытным путем в соответствии с требованиями ГОСТ 19222, ГОСТ 25820-2000, а также на основании справочных и литературных данных [1 - 11].

**Методы.** Характеристики исходного и активированного вяжущего определяли в соответствии с ГОСТ 30515-97, ГОСТ 31108-2003 и ГОСТ 7473-2010. Определение предела прочности серосодержащих вяжущих на растяжение и при изгибе производилось на образцах-балочках размерами 40x40x160 мм на приборе ИП 2710. С помощью рентгенофазового анализа определяли фазовый состав активированного серосодержащего вяжущего. Рентгенографическая съемка выполнялась на дифрактометре «ДРОН-3». При проведении съемки был выбран интервал углов дифракции от 2 до 32°. Расшифровка рентгенограмм осуществлялась на основании эталонных рентгенограмм составляющих минералов. Дифференциально-термический анализ гидратированных серосодержащих цементных порошков проводили на фоторегистрирующем дериватографе фирмы МОМ Будапешт (Венгрия) по стандартной методике. Характер формирования прочности и причины разрушения серосодержащего арболита изучали с помощью тензометрической аппаратуры и глубинных тензодатчиков с базой 10-50 мм, наклеенных на фибры тростника с помощью быстротвердеющего клея «Момент», ориентированных, вдоль и перпендикулярно прилагаемой нагрузке к призмами, установленных до бетонирования. Задача испытаний состояла в том, что глубинные тензометрические датчики были установлены как на фибрах измельченного тростника, так и в серосодержащей растворной составляющей материала, что давало возможность определить первопричину пос-

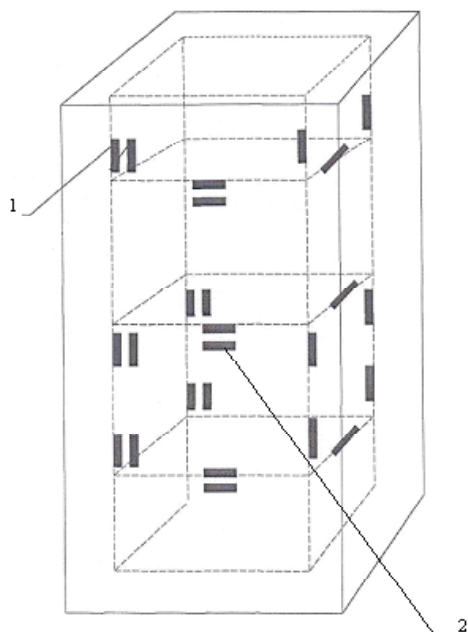


Рис. 1 - Схема установки глубинных тензодатчиков:

1- датчик на фибрах тростника; 2 - датчик в растворной составляющей

ледовательности разрушения отдельных составляющих серосодержащего материала (рис. 1) [см. подр. 1].

Исследования проводились на образцах серосодержащего арболита в 7-ми, 28-ми и 90 суточном возрасте. Изучение влияния возникающих деформаций на предел прочности при сжатии серосодержащего арболита основывалось на определенных моделях структуры бетона. Серосодержащий арболит рассматривался как двухкомпонентная система, состоящая из фибры измельченного тростника и серосодержащей растворной составляющей, при этом прочность растворной части была величиной переменной.

Для проведения исследования было изготовлено четыре серии образцов из серосодержащего арболита, а пятая серия, для сравнения – из серосодержащего керамзитобетона. Каждая серия состояла из шести образцов призм размером 150x150x600 мм, три из которых (модель I) состояли только из серосодержащей растворной части (отношение серы к пиритному огарку 1:3), а в трех других призмах (модель II) в середину помещались фибры измельченного тростника диаметром около 18-20 мм.

Все образцы после тепловой обработки до испытаний хранились в естественных условиях лаборатории. Интервал максимальной нагрузки на испытываемые образцы варьировался от 60 до 120 кН, что определялось предельным уровнем нагружения образцов, равным  $0,75R_{пр}$  ( $R_{пр}$  - призмная прочность серосодержащего арболита).

Известно [8-11], что ползучесть серосодержащего керамзитобетона, в основном определяется ползучестью геля, входящего в состав цементного камня, поэтому было сделано предположение, что эти закономерности применимы и к серосодержащему арболиту. Составы серосодержащего арболита и серосодержащего керамзитобетона для изготовления опытных образцов приведены в табл. 1 и 2 [см. подр. 1].

**Результаты.** Наши исследования показали следующие результаты:

1. Глубинные тензометрические датчики, расположенные в серосодержащей растворной составляющей материала, фиксируют момент его разрушения и достижение

Таблица 1 - Состав серосодержащих арболитовых призм-образцов

№ серий образцов	Состав арболитобетона (по массе), %	Водоцементное отношение, В/Ц	Расход цемента на 1м <sup>3</sup> бетона, кг
1	Цемент 33,3%: измельченные фибры тростника 22,4%: добавки в виде технической серы и пиритного огарка 10,8% : вода 33,5%	1,34	321
2	Цемент 34,4% : измельченные фибры тростника 21,4%: добавки в виде технической серы и пиритного огарка 10,8% : вода 33,4%	1,37	335
3	Цемент 34,9%: измельченные фибры тростника 20,6%: добавки в виде технической серы и пиритного огарка 10,94% : вода 33,56%	1,4	345



Таблица 2 - Состав серосодержащих керамзитовых призм-образцов

№ серий образцов	Состав керамзитобетона (по массе), %	Водоцементное отношение, В/Ц	Расход цемента на 1м <sup>3</sup> бетона, кг
1	Цемент 37,8%: керамзит 20,9%: добавки в виде технической серы и ипиритного огарка 10,8% : вода 30,5%	0,97	390
2	Цемент 38,2%: керамзит 21,8%: добавки в виде технической серы и ипиритного огарка 10,8% : вода 29,2%	1,2	400
3	Цемент 38,6%: керамзит 22,7%: добавки в виде технической серы и ипиритного огарка 10,8%: вода 27,9%	1,1	410

предельной растяжимости серосодержащего арболита в призмах перпендикулярно действующей нагрузки пресса. В этом случае стрелка манометра пресса падает, то есть всегда наблюдается первоначальное разрушение серосодержащего материала. При этом тензометрические датчики, закрепленные, на фибрах измельченного тростника и ориентированные вдоль и поперек действующей нагрузки продолжают показывать рост деформаций, а стрелка манометра прессе продолжает показывать рост напряжений. Эти эффекты не выявляются в серосодержащем арболите пористого или крупнопористого строения низкой плотности менее 500 кг/м<sup>3</sup>.

2. При испытаниях серосодержащего арболита плотного строения одновременно разрушения серосодержащей растворной составляющей и органического заполнителя не происходило. Обычно наблюдалось последовательное разрушение, связанное с заполнителем, затем с серосодержащей растворной составляющей, но только во второй фазе твердения. Разрушение же серосодержащего материала по растворной составляющей происходило только в первой фазе твердения.

При испытании серосодержащего арболита плотного, пористого и крупнопористого строения, существенное значение имеет поверхность сцепления фибры измельченного тростника с серосодержащей растворной составляющей, при этом для материала плотного строения прочность сцепления растворной составляющей меньше чем, прочность органического заполнителя. Для пори-

стого и крупнопористого материала прочность сцепления растворной составляющей больше чем, прочность органического заполнителя.

**Обсуждения.** Проведенные исследования дают основание для уточнения гипотез формирования прочности и причины разрушения серосодержащего арболита. Теория прочности А. И. Ваганова [5] приемлема для объяснения процесса нарастания прочности серосодержащего материала при твердении, когда деформативность серосодержащей растворной составляющей меньше деформативности кольматированных фибр измельченного тростника. Для объяснения повышения прочности серосодержащего арболита плотного строения во второй фазе твердения, данная теория твердения требует дополнительного уточнения, так как одновременного разрушения органического заполнителя и растворной составляющей не наблюдается. Разрушение серосодержащего материала во второй фазе твердения происходит ступенчато, сначала органический заполнитель, затем серосодержащий раствор. Конечная прочность серосодержащего арболита плотного строения во всех испытанных образцах определялась прочностью растворной составляющей. Так при меньшей прочности серосодержащего раствора по сравнению с прочностью заполнителя происходит однофазное твердение и одноступенчатое разрушение – по раствору. При большой прочности серосодержащего раствора по сравнению с прочностью органического заполнителя происходит двухфазное твердение и двухступенчатое разрушение.



Прочность серосодержащего арболита пористого строения формируется в одну фазу, разрушение происходит одноступенчатое – по кольматированному органическому заполнителю, прочность которого и определяет в основном прочность материала [см. 1].

Проведенные исследования позволяют направлено планировать получение серосодержащего арболита различной прочности в зависимости от фракции зерна или длины фибры органического заполнителя.

#### *Библиографический список*

1. Исакулов Б.Р. Получение высокопрочных арболитобетонов на основе композиционных шлакощелочных и серосодержащих вяжущих: дис... доктора технических наук / 05.23.05. - Строительные материалы и изделия. - Иваново: 2015.
2. Легкие бетоны на основе безобжиговых цементов / К.А. Бисенов и др. - Алма-Ата, 2005. - 300 с.
3. Технология сухих строительных смесей: учеб. пособие для вузов / Ю.М. Баженов. - М.: АСВ, 2003. - 95 с.
4. Модифицированные высококачественные бетоны / Ю.М. Баженов, С.В. Демьянова, И.В. Калашников. - М.: АСВ, 2006. - 368 с.
5. Зависимость прочности легкого бетона от свойств раствора и заполнителей / А.И. Ваганов // Строительная промышленность. - 1950. - №5. - С. 15–18.

6. Строительные композиты на основе шлаковых отходов / А.Д. Корнеев, Н.Ф. Сапронов, М.А. Гончарова // Современные проблемы строительного материаловедения: материалы пятых акад. чтений РААСН. - Воронеж: ВГАСА, 1999.

7. Строительные композиционные материалы на основе шлаковых отходов / А.Д. Корнеев, М.Ю. Гончарова, Е.А. Бондарев. - Липецк, 2002. - 120 с.

7. Строительное материаловедение / И.А. Рыбьев. - М.: Высш. шк., 2007. - 435 с.

8. Физико-химические процессы структурообразования в строительных материалах из минеральных отходов промышленности / С.Т. Сулейменов - М.: Науч.-исслед. и изд. фирма "Манускрипт", 1996. - 298 с.

9. Разработка и исследование свойств вяжущих на основе отходов промышленности / М.В. Акулова, Б.Р. Исакулов и др. // Вестник РААСН. - Курск; Воронеж, 2013. - С. 256–260.

10. Комплексная электромеханическая активация золошламовых вяжущих для получения легких арболитобетонов / М.В. Акулова, Б.Р. Исакулов и др. // Научно-технический вестник Поволжья. - 2014. - № 1. - С. 45–49.

11. Разработка состава и исследование характера формирования прочности арболитовых композитов на основе различных отходов промышленности и растительного сырья / Ю.А. Соколова и др. // Научное обозрение. – 2017. - №2. - С. 6-15.

Поступила в редакцию 12.01.2020 г.



---

**FORMATION OF STRENGTH OF SULFUR-CONTAINING  
ARBOLITE COMPOSITES UNDER LONG-TERM LOADS**

**© 2020 B.R. Isakulov, M.V. Akulova, J.O. Konysbaeva,  
S.I. Shalabaeva, A.M. Sartova, A.B. Isakulov\***

The article discusses the study of the strength and deformation characteristics of sulfur-containing arbolite composites using secondary resources, which is relevant in regions with a hot and sharply continental climate. This is one of the lightest building materials with low thermal conductivity and good sound insulation ability. The aim of this study is to determine the mechanism of strength formation and the destruction of sulfur-containing arbolite composites under various long-term loads and to substantiate the effectiveness of their use in housing construction.

*Keywords:* Sulfur-containing arbolite composites, strength, hardening phase, long-term load, deformation modulus, mortar component, fracture.

Received for publication on 12.01.2020

---

\* B.R. Isakulov (mr.baizak@mail.ru) - Doctor of Technical, Professor, Head of the Department of Design and Construction, Baishev University, Aktobe Kazakhstan; M.V. Akulova (m\_akulova@mail.ru) - Doctor of Technical, Professor, Advisor to RAABS, Head of the Department of Building Materials, Special Technologies and Technological Complexes, Ivanovo State Polytechnic University, Russia; J.O. Konysbaeva (zhankon7@mail.ru) – postgraduate, Ivanovo State Polytechnic University, Russia; S.I. Shalabaeva – postgraduate, Ivanovo State Polytechnic University, Russia; A.M. Sartova (akkete86@mail.ru) – postgraduate, Ivanovo State Polytechnic University, Russia; A.B. Isakulov (abulik92@mail.ru) - Lecturer, Department of “Construction”, Aktobe Regional State University named after K. Zhubanova, Kazakhstan.



## ВЛИЯНИЕ ДОЖДЕЙ НА ПРОЦЕСС СТАРЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ НАРУЖНЫХ СТЕН. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ДОЖДЕЙ

© 2020 В.Н. Куприянов, А.С. Петров, Д.Г. Чебышева\*\*

В статье приведен анализ методов расчета косых дождей. Показано, что известные методы используют параметры дождя, отсутствующие в систематических наблюдениях на метеостанциях, что дает ошибки в расчетах на 200-500%. Предложен метод расчета, основанный на параметрах дождя, которые широко представлены в справочной литературе по климату.

*Ключевые слова:* количество осадков, интенсивность осадков, диаметр капель, скорость ветра, направление ветра, косые дожди.

Воздействие дождя негативно влияет на эксплуатационные свойства материалов наружных стен. Прежде всего происходит увлажнение фасадных покрытий, в силу чего снижается теплозащита, возникают коррозионные процессы, развивается плесень. Периодическое увлажнение и высушивание материалов изменяет их структуру за счет вымывания водорастворимых фракций. Переменное замораживание и оттаивание увлажненных материалов приводит к их разрушению.

Во-вторых, дождевые капли несут кинетическую энергию и оказывают механическое воздействие на поверхность стеновых материалов. Это воздействие тем выше, чем выше скорость падения капель и их диаметр (масса). При ветре капли дождя отклоняются от вертикали и попадают на стены зданий, при этом энергия ветра добавляется к кинетической энергии свободного падения капель.

Исследованию прихода дождей к наружным стенам, так называемых «косых дождей», посвящено большое количество работ [1–5], однако ряд вопросов остается неизученным.

Регламентация дождей, как фактора старения стеновых материалов складывается из решения двух задач: определения количества дождей, приходящих к наружным стенам и расчет энергии дождевых капель, значимо влияющих на изменение свойств материалов.

Настоящая статья посвящена решению первой задачи – определению количества дождей, приходящих к наружным стенам зданий, которое может привести к увеличению влажности стеновых материалов со всеми негативными последствиями.

Для решения поставленной задачи требуется статически обеспеченная информация о параметрах дождя. Это приход жидких осадков на горизонтальные и вертикальные поверхности (мм) за определенные интервалы времени (час, месяц, год). Продолжительность дождя (часы или минуты). Интенсивность дождя (мм/мин). Диаметр капель дождя (мм) и скорость их падения (м/с). Скорость ветра во время дождя (м/с).

В известных климатических справочниках [4–7] систематизированная информация представлена только по количеству осадков

\* Работа представлена на Всероссийской научно-технической конференции, посвящённой 75-летию Заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук, профессора Селяева В.П. (3–5 дек. 2019 г., Саранск) «Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций».

\*\* Куприянов Валерий Николаевич (kuprivan@kgasu.ru) – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН; Петров Артем Сергеевич (ruarty@mail.ru) – кандидат технических наук; Чебышева Диляра Георгиевна (ruarty@mail.ru) – магистрант; Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Россия.



Таблица 1 - Эмпирические формулы по определению диаметра дождевых капель и скорости их падения

Параметр дождя	Формула	Источник
Диаметр капли	$d_k = 0,63 \cdot i^{0,25}$ (1)	Kelkar V.N [11] Blocken B.J.E [8]
	$d_k = 1,105 \cdot q_r^{0,323}$ (2)	
Скорость падения капли	$V_k = 4,5 \cdot i^{0,107}$ (3)	Kelkar V.N [11] Богданова А.В [5] Blocken B.J.E [9]
	$V_k = 3,75 \cdot i^{0,2}$ (4)	
	$V_k = -0,166033 + 4,91844 \cdot d_k - 0,054888 \cdot d_k^2$ (5)	
Примечание: $q_r$ - количество дождя на горизонтальной поверхности.		

на горизонтальную поверхность и продолжительности дождей. Остальные параметры дождя в явном виде в справочниках не представлена.

Самым неопределенным параметром дождя является интенсивность в силу нестабильности процесса каплеобразования. Формирование капель дождя происходит внутри облаков, где образуются капли разных размеров. Скорость падения крупных капель выше, чем мелких и в общем потоке дождя происходит соударение крупных капель, в результате чего происходит разрушение или укрупнение капель вплоть до 5–6ммв диаметре, что, в свою очередь, еще больше увеличивает скорость их падения.

Во многих исследованиях [1,9,14] расчеты по приходу дождей к стенам зданий базируются на их интенсивности  $i$ , мм/мин (мм/час). Через величину интенсивности определяются и диаметр капель дождя, мм и скорость их падения  $v_k$ , м/с. В таблице 1 приведены несколько наиболее известных эмпирических формул.

Круглова А.И [1] изучала закономерности прихода дождей к стенам зданий ( $q_r$ , мм) в зависимости от интенсивности дождей ( $i$ , мм/мин), скорости ветра) и количества осадков, выпадающих на горизонтальную поверхность ( $q_r$ , мм), рис. 1. Из рис.1 видно, что дожди малой интенсивности в большей степени отклоняются ветром от вертикали и их количество, приходящее к стенам зданий, в несколько раз может превышать приход дождей на горизонтальную поверхность. Кругловой А.Н [1] предложена формула для расчета прихода дождей к стенам зданий

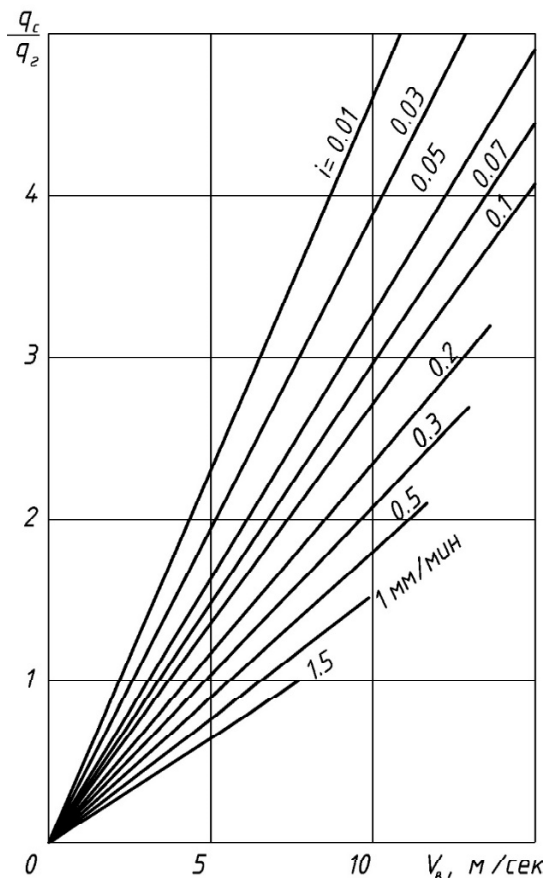


Рис. 1. Соотношение количества дождей, выпадающих на стены  $q_c$  и на горизонтальную поверхность  $q_r$ , в зависимости от интенсивности дождей  $i$  и скорости ветра  $V_b$

( $q_c$ ) в зависимости от прихода дождей к горизонтальной поверхности ( $q_r$ ), скорости ветра ( $V_b$ ) и скорости падения капель ( $V_k$ ).

$$q_c = q_r \frac{V_b}{V_k}, \tag{6}$$

Формула имеет простой вид, но ее использование представляет известные труд-

ности в связи с неопределенностью  $V_k$ , которая зависит как от интенсивности дождя, так и от диаметра капель дождя. Если количество дождя на горизонтальную поверхность и скорость ветра широко представлены в климатических справочниках, то скорость падения капель, их диаметр и интенсивность дождя в метеорологической литературе представлена спорадически, в основном путем расчета. Ошибка в расчетах скорости падения капель может достигать 200–500%.

С учетом неопределенности оценки скорости падения дождевых капель  $V_k$ , в работе [9] предложено соотношение, в основе которого использован приход дождя на горизонтальную поверхность  $q_r$  и скорость ветра  $V_b$ :

$$q_c = k \cdot V_b \cdot q_r, \quad (7)$$

Коэффициент  $k$  вычислен в [9] на основе анализа многочисленных экспериментальных данных и получено значение  $k = 0,222$  / м. Формула (7) примет вид:

$$q_c = 0,222 \cdot V_b \cdot q_r^{0,88} \approx 0,222 \cdot V_b \cdot q_r. \quad (8)$$

Формула (8) позволяет определять приход дождя к стенам зданий на основе известных данных по  $V_b$  и  $q_r$ , измеряемых на метеорологических станциях или имеющихся в справочной климатологической информации.

Следует отметить, что при использовании коэффициента свободного дождя  $k = 0,222$ ,  $V_k = 1/0,222 = 4,5$  м/с и  $d_k = 1,2$  мм. Такие капли формируются при интенсивности дождя  $i = 0,0333$  мм/мин или 2 мм/час.

Таким образом, для решения первой задачи – увлажнение ограждающих конструкций дождевой влагой получено расчетное выражение, основанное на метеорологических параметрах, широко представленных в справочной литературе.

Следует отметить, что фасад зданий при любой ориентации подвержен воздействию ветра, а следовательно, воздействию косых дождей, с трех направлений, как это показана

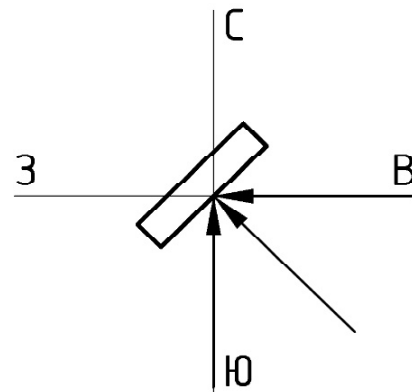


Рис. 2. Схема к расчету количества дождей, приходящих к фасаду здания юго-восточной ориентации, стрелками показано направление ветра

но на рис. 2. В связи с этим общее количество дождей, поступающих на фасад, определяется суммированием дождей по направлениям в соответствии с величиной повторяемости ветра по этим направлениям.

Пример. Рассчитать приход дождей, выпадающих на стену юго-восточной ориентации в условиях Казани.

Для решения этой задачи использовано среднемесячное количество осадков на горизонтальную поверхность  $q_r$ , представленную в табл. 43 [10], а скорость ветра по направлениям, м/с и его повторяемость в %, по этим направлениям и представлены в табл. 20 [10]. Для наглядности фрагмент табл. 20 [10] для теплого периода года (IX–X) и направлений Ю, ЮВ и В представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Средняя скорость (м/с) и повторяемость(%) ветра по направлениям (фрагмент таблицы 20 [10])

Месяц	В	ЮВ	Ю
IV	4.0/8	4.4/17	4.2/20
V	4.5/10	4.2/12	4.3/15
VI	3.7/9	3.7/10	3.6/12
VII	3.9/11	3.3/10	3.3/10
VIII	3.9/13	3.8/13	3.5/11
IX	3.5/6	4.0/11	4.0/19
X	4.1/6	4.4/10	4.5/18

Расчет количества дождей выполнен по формуле (8), а результаты приведены в табл. 3.



Таблица 3 - Расчет количества дождей, приходящих к юго-восточной стене здания за теплый период года

Месяцы	IV		V		VI		VII		VIII		IX		X	
	Ю	ЮВ	Ю	ЮВ	Ю	ЮВ	Ю	ЮВ	Ю	ЮВ	Ю	ЮВ	Ю	ЮВ
Среднее количество осадков на горизонтальную поверхность - $q_r$ , мм	32	42	63	68	64	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Направление ветра	Ю	ЮВ	Ю	ЮВ	Ю	ЮВ	Ю	ЮВ	Ю	ЮВ	Ю	ЮВ	Ю	ЮВ
Скорость ветра по направлению	4	4.2	4.5	4.2	4.3	3.7	3.7	3.3	3.3	3.9	3.8	3.5	4	4.1
Повторяемость ветра, доли единицы	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
Количество осадков по направлению, мм	2.3	5.3	6	4.2	4.7	6	6.5	5	5	7.2	7	5.5	2.4	8.8
Месячная сумма осадков по трем направлениям, мм	13.55	14.9	15.87	16.44	16.69	16.27	16.69	16.44	16.69	16.27	16.27	16.69	16.27	17.27
Сумма осадков за теплый период года	? 114 мм													

Расчеты показали, что фасады юго-восточной ориентации будут испытывать «водяное воздействие» в 114 мм осадков за теплый период года или 114 литров дождя на квадратный метр стены.

*Библиографический список*

1. Климат и ограждающие конструкции / А. И. Круглова. – М.: Стройиздат, 1970. – 167 с.
2. Об учете косоугольного дождя и капиллярных свойств материалов при оценке влагосодержания ограждающих конструкций / В.И. Никитин, В.А. Кофанов // Вестник Брянского ГТУ. Строительство и Архитектура. – 2013.– № 1. – С.91–95.
3. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами / Н.В. Кобышева и др.–СПб.: ГГО им. А.И. Воейкова, 2008.– 336 с.
4. Атмосферные осадки на территории СССР / Ц.А. Швер. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 302 с.
5. Специализированные характеристики интенсивности осадков для прикладных целей: автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Иванова Е.В. – СПб., 2011. – 20 с.
6. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3, выпуск 12, части 1-6. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 647 с.
7. ГОСТ Р 53613-2009. Воздействия природных внешних условий на технические изделия. – Введ. 2011–11–11. – М.: Стандартинформ, 2011.
8. Intercomparison of wind-driven rain deposition models based on two case studies with full-scale measurements / B.J.E. Blocken, M. Abuku, K. Nore, P.M. Brüggen, H.L. Schellen, J.V. Thue, S. Roels, J.E. Carmeliet // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 2011. – №. 99 (4), – P.448–459.
9. A review of wind-driven rain research on building science/ B.S.E. Blocken, J.E. Carmeliet // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 2004. – №92(13), –P. 1079–1130.
10. Климат Казани. / Ц.А. Швер, Н.В. Колотова, Э.П. Наумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 187 с.
11. Kelkar V.N. Sizedistributionofraindrops. Part III // Indian Journal of Meteorology Geophysics. – 1961. –Vol.12. № 4.

Поступила в редакцию 17.01.2020 г.



---

RAIN IMPACT ON AGING AND DESTRUCTION  
OF EXTERNAL WALLS MATERIALS. THE AMOUNT OF RAIN CALCULATION

© 2020 V.N. Kupriyanov, A.S. Petrov, D.G. Chebysheva\*

The article gives a method analysis of slanting rains calculation. It is shown that the known methods use parameters of rain, which are absent in systematic observations on weather stations, and that gives errors in calculations by 200-500%. Suggested a method of calculation that is based on the parameters of rain, which are widely presented in the climate reference literature.

*Keywords:* amount of precipitation, precipitation intensity, drop diameter, wind speed, wind direction, slanting rain.

Received for publication on 17.01.2020

---

\* Kupriyanov Valery Nikolaevich (kuprivan@kgasu.ru) – Dr. of Technical, Prof., Academician of RAABS; Petrov Artem Sergeevich (ruarty@mail.ru) - Candidate of Technical; Chebysheva Dilyara Georgievna (ruarty@mail.ru) - undergraduate; Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Russia.



## АНАЛИЗ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННО-КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА\*

© 2020 Т.А. Низина, Д.Р. Низин,  
Д.А. Артамонов, Н.С. Канаева, Ю.А. Ланкина\*\*

Представлены результаты исследования технологических и упруго-прочностных показателей модифицированных низковязких эпоксидных смесей и композитов на их основе. Получены числовые значения параметров математических зависимостей, описывающих изменение прочностных и деформативных показателей исследуемых композитов в зависимости от длительности натурального экспонирования и интенсивности актинометрических параметров. Выявлены эпоксидные композиции, обладающие наиболее высокой подвижностью и жизнеспособностью, а также минимальным разогревом смесей в процессе отверждения. Изучено влияния вида отвердителей на упруго-прочностные показатели эпоксидных композитов, а также кинетика изменения их свойств в процессе натурального климатического старения в умеренно-континентальном климате в течение одного календарного года. Проведено моделирование изменения относительного предела прочности и удлинения эпоксидных полимеров при растяжении в зависимости от длительности натурального экспонирования и накопленной интенсивности суммарной солнечной радиации и ультрафиолетовых излучений диапазонов А и В.

*Ключевые слова:* эпоксидная смола, отвердитель, полимерный композит, вязкость, жизнеспособность, прочность при растяжении, удлинение.

Основная задача строительного материаловедения заключается в создании материалов с повышенными эксплуатационными характеристиками в сочетании со снижением себестоимости, материалоемкости и трудоемкости процесса производства. В настоящее время скорость разработки строительных материалов различного функционального назначения и покрытий на их основе становится всё выше. На рынке всё чаще появляются составы, обладающие, по заявлениям производителей, множеством ценных свойств, превосходящих по их сочетанию большинство известных аналогов. В частности, при выборе защитно-декоративных покрытий строительных изделий и конструкций особое внимание

необходимо уделять не только упруго-прочностным характеристикам композитов на основе применяемых составов, а также их реологическим показателям, жизнеспособности, длительности отверждения и т.д., обеспечивающим надежное адгезионное сцепление и, как следствие, выполнение покрытиями своих защитных функций [1 – 3]. Кроме того, защитные покрытия, наносимые на поверхность бетонных и железобетонных строительных изделий и конструкций, эксплуатирующихся в условиях воздействия климатических факторов, должны обладать высокой стойкостью к натуральным факторам (перепады температуры и влажности, актинометрические параметры и т.д.) [4 – 7].

\* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №18-08-01050.

\*\* Низина Татьяна Анатольевна (nizinata@yandex.ru) – доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные конструкции», советник РААСН; Низин Дмитрий Рудольфович (nizindi@yandex.ru) – кандидат технических наук; Артамонов Денис Александрович (denartam@gmail.com) – аспирант; Канаева Надежда Сергеевна (aniknadya@yandex.ru) – аспирант; Ланкина Юлия Алексеевна (ntorm80@mail.ru) – кандидат технических наук, доцент; все – ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Россия.



При разработке составов защитно-декоративных покрытий наибольший интерес представляют низковязкие эпоксидные смолы и отвердители, композиции на основе которых обладают требуемыми технологическими характеристиками без дополнительного использования разбавителей и пластификаторов, приводящих к существенному снижению свойств формируемых покрытий.

В качестве связующих при изготовлении полимерных составов в данной работе использовались эпоксидные смолы ЭД-20, Этал-247, Этал-370 и отвердители производства АО «ЭНПЦ ЭПИТАЛ» – Этал-1440Н, Этал-1460, Этал-1472, Этал-45М, представляющие собой смеси ароматических и алифатических аминов [8, 9]. Также параллельно были реализованы сравнительные испытания составов на основе смол ЭД-20 и Этал-247, отверждаемых ПЭПА. Все используемые в работе составы отверждаются при комнатной температуре, то есть используется механизм «холодного отверждения», что очень важно для обеспечения технологичности составов.

При проведении экспериментальных исследований оценивались как технологические характеристики (динамическая вязкость, жизнеспособность, максимальная температура разогрева) и упруго-прочностные показатели (предел прочности и относительное удлинение при растяжении) эпоксидных составов, так и их климатическая стойкость при экспонировании в натуральных условиях в течение одного календарного года.

Вязкость компонентов полимерных смесей и составов на их основе измерялась с помощью реометра HAAKEMARSIII. Управление

процессом измерения осуществлялось внутренним микроконтроллером с помощью специального программного комплекса HAAKE RheoWin. При анализе изменения динамической вязкости от температуры использовалось уравнение Аррениусовского типа [10]:

$$\eta_0 = A \cdot \exp\left(\frac{E_n}{RT}\right), \quad (1)$$

где  $A$  – предэкспоненциальный множитель, Па·с;

$E_n$  – энергия активации, Дж/моль;

$R$  – универсальная газовая постоянная (8,31

$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ );

$T$  – абсолютная температура, К.

Рассчитанные значения предэкспоненциального множителя и энергии активации компонентов полимерных смесей приведены в табл. 1. Вязкость практически всех используемых отвердителей ниже вязкости смол, что позволяет использовать их для снижения общей вязкости составов, тем самым увеличивая технологичность. Исключение составляет отвердитель Этал-1460, вязкость которого превышает аналогичный показатель для смолы Этал-247 в среднем в 2,8 раза; однако с учетом высокой подвижности самой смолы вязкость смесей на ее основе для используемых видов отвердителей всегда минимальна (рис. 1).

Учитывая, что вязкость всех видов используемых отвердителей значительно ниже вязкости эпоксидных смол ЭД-20 и Этал-370, введение их в состав полимерных смесей приводит к ожидаемому повышению под-

Таблица 1 - Значения коэффициентов  $A$  и  $E_n$  уравнения (1)

Исследуемые компоненты смесей		Энергия активации $E_n$ , кДж/моль	Предэкспоненциальный множитель $A$ , Па·с
Эпоксидные смолы	ЭД-20	76,271	$4,62 \times 10^{-13}$
	Этал-247	55,383	$2,05 \times 10^{-10}$
	Этал-370	66,609	$1,46 \times 10^{-11}$
Отвердители	Этал-1440Н	63,573	$8,49 \times 10^{-12}$
	Этал-1460	73,728	$3,24 \times 10^{-13}$
	Этал-1472	62,007	$1,22 \times 10^{-11}$
	Этал-45М	58,987	$7,17 \times 10^{-11}$
	ПЭПА	36,464	$2,18 \times 10^{-8}$

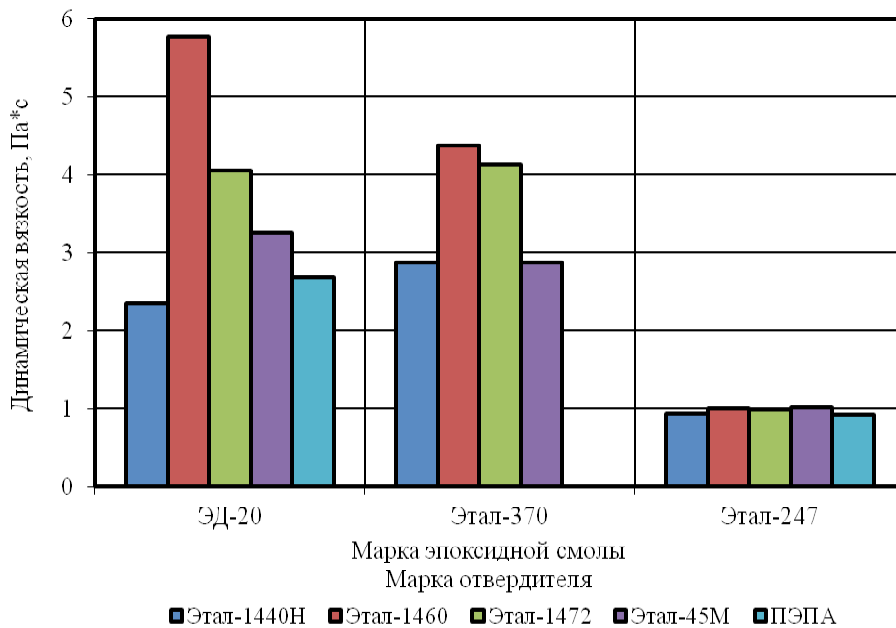


Рис. 1. Динамическая вязкость эпоксидных смесей при температуре 25°C через 1 минуту после замеса

вижности (рис. 1). Использование более низковязких, чем смолы, отвердителей позволяет повысить подвижность смесей на основе ЭД-20 от 1,6 до 4 раз. Наибольший эффект наблюдается для смесей ЭД-20+Этал-1440Н и ЭД-20+Этал-45М. Эти же виды отвердителей (Этал-1440Н и Этал-45М) позволили получить наиболее подвижные составы на ос-

нове модифицированной смолы Этал-370 (рис. 1).

Известно, что отверждение эпоксидных связующих низкомолекулярными аминами сопровождается выделением тепла и повышением температуры реакционной смеси. Важными технологическими показателями составов защитно-декоративных покрытий

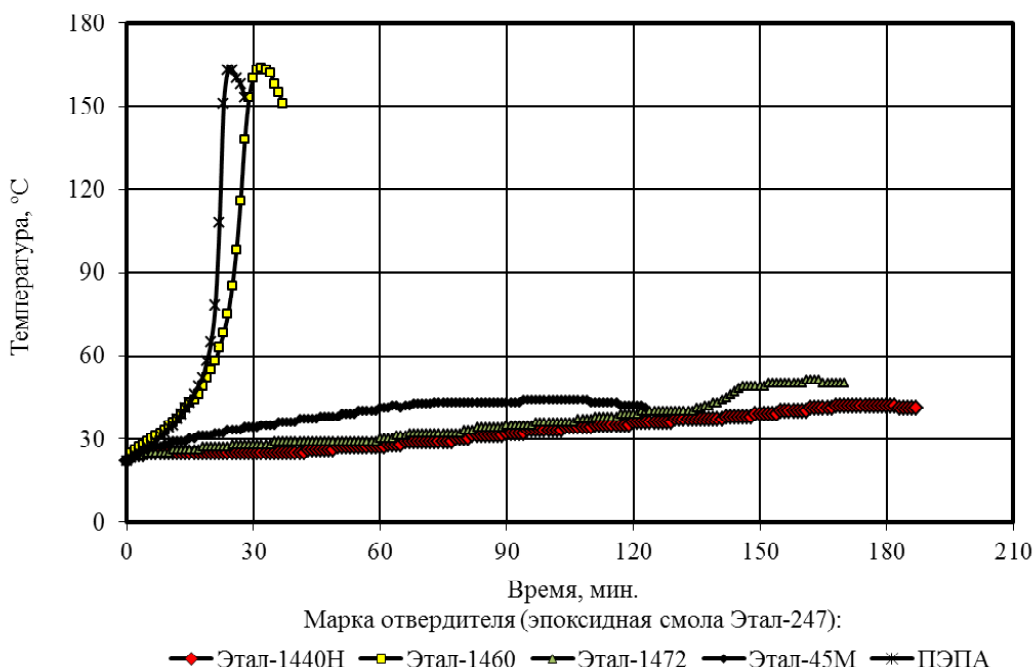


Рис. 2. Кинетические кривые набора температуры полимерных связующих на основе модифицированной эпоксидной смолы Этал-247 в зависимости от вида отвердителя



являются: максимальная температура разогрева смеси и время ее достижения. Также к важным показателям следует отнести жизнеспособность, обеспечение которой позволяет использовать составы в течение достаточно продолжительного времени (не менее 1– 1,5 часов) [11, 12].

Анализ результатов исследования кинетики отверждения эпоксидных связующих показал (рис. 2), что составы, содержащие отвердитель Этал-1460, начинают быстро разогреваться уже через 15-20 минут после со- вмещения смолы с отвердителем, что свя-

зано с началом активной фазы химической реакции. Характер кривой набора температуры при использовании отвердителя Этал-1460 подобен кривой для эпоксидных составов, отверждаемых ПЭПА. Использование отвердителей Этал-1460 и ПЭПА приводит к разогреву смесей до 163÷202 °С (рис. 2, табл. 2) и, как следствие, существенному снижению их жизнеспособности и времени отверждения.

При замене отвердителя Этал-1460 на Этал-1440Н, Этал-1472 или Этал-45М наблюдается плавный и медленный рост температуры в течение первых 2–3 часов. Макси-

Таблица 2 - Технологические показатели исследуемых составов эпоксидных полимеров

Марка эпоксидной смолы	Марка отвердителя	Динамическая вязкость при 25°С, Па·с	Максимальная температура разогрева, °С	Жизнеспособность, мин
ЭД-20	Этал-1440Н	2,35	46	113
	Этал-1460	5,77	172	19
	Этал-1472	4,05	64	77
	Этал-45М	3,26	53	70
	ПЭПА	2,68	186	31
Этал-247	Этал-1440Н	0,94	42	130
	Этал-1460	1,01	164	27
	Этал-1472	0,99	51	97
	Этал-45М	1,02	44	94
	ПЭПА	0,92	163	15
Этал-370	Этал-1440Н	2,88	54	126
	Этал-1460	4,37	202	25
	Этал-1472	4,13	55	82
	Этал-45М	2,88	59	70

Таблица 3 - Свойства эпоксидных композитов в исходном состоянии

Марка эпоксидной смолы	Марка отвердителя	Исследуемая характеристика		
		Плотность, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное удлинение при максимальной нагрузке, %
ЭД-20	Этал-1440Н	1,15	52,86	9,77
	Этал-1460	1,11	47,16	8,18
	Этал-45М	1,11	59,28	8,62
Этал-247	Этал-1440Н	1,08	40,81	8,60
	Этал-1460	1,11	44,26	8,37
	Этал-1472	1,08	50,92	10,76
	Этал-45М	1,09	36,28	7,61
Этал-370	Этал-1440Н	1,11	54,70	11,05
	Этал-1460	1,04	33,70	6,37
	Этал-45М	1,09	37,34	6,68
ЭД-20	ПЭПА	1,12	53,16	6,29
Этал-247	ПЭПА	1,07	52,34	7,64



мальная температура разогрева смесей для вышеуказанных отвердителей в зависимости от вида смоляной части варьируется в интервале от 42 до 64 °С, что в 3÷3,5 раза меньше максимальных температур в случае применения Этал-1460 или ПЭПА (табл. 2). Наибольший разогрев смеси в этом случае достигается для состава ЭД-20+Этал-1472, наименьший – для Этал-247+ Этал-1440Н.

Результаты механических испытаний исследуемых эпоксидных полимеров свидетельствуют (табл. 3) о существенном варьировании физико-механических свойств в зависимости от вида смолы и отвердителя. Для выявления наиболее оптимальных составов по комплексу технологических показателей полимерных смесей и физико-механических характеристик полимеров на их основе (в исходном состоянии) было проведено сравнение полученных полимеров с составом ЭД-20+ПЭПА. Установлено, что близкими по прочности при растяжении с контрольным композитом, обладающим  $\sigma_{расм} = 53,16$  МПа, являются составы ЭД-20+Этал-1440Н, Этал-247+Этал-1472, Этал-247+Этал-45М и Этал-370+Этал-1440Н. Наибольшей прочностью при растяжении, составляющей 59,28 МПа, обладает состав на основе эпоксидной смолы ЭД-20, отверждаемой Этал-45М.

При этом все составы на основе отвердителей фирмы «ЭПИТАЛ» позволяют получить полимеры с большей или сопоставимой (по сравнению с контрольным составом) деформативностью (табл. 3). Наибольшее относительное удлинение при растяжении, варьирующееся от 8,6 до 11,05%, зафиксировано для составов, отверждаемых Этал-1440Н. Также достаточно высокой способностью к удлинению, составляющей 10,8%, обладает полимер Этал-247+Этал-1472. Относительное удлинение при растяжении для вышеуказанных композитов превышает аналогичный показатель контрольного состава в 1,37÷1,77 раза.

Из анализа научно-технической литературы [4–7, 13–16], посвященной анализу климатической стойкости полимерных материалов, известно, что к наиболее агрессивным

воздействующим факторам относят интенсивность солнечной радиации, в том числе ее ультрафиолетовые составляющие. Учитывая, что интенсивность воздействующих климатических факторов существенно варьируется в зависимости от месяца экспонирования, исследовалась динамика накопления актинометрических параметров в зависимости от месяца и сезона экспонирования.

Анализ изменения основных метеорологических параметров производили с помощью автоматической станции контроля загрязнения атмосферного воздуха [17]. Измерение метеорологических параметров осуществлялось автоматически каждые 20 минут, актинометрических параметров – каждые 10 минут в круглосуточном режиме. Для экспонирования образцов использовались испытательные стенды, размещенные на базе эколого-метеорологической лаборатории Национального Исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва (г. Саранск).

Для описания изменения относительного предела прочности и относительного удлинения эпоксидных композитов при растяжении в зависимости от длительности экспонирования и актинометрических параметров использовались экспоненциальные зависимости вида:

$$\Delta\sigma_{расм}^x = \exp(\alpha_x \cdot X^{\beta_x}), \quad (2)$$

$$\Delta\varepsilon_{расм}^x = \exp(\alpha_x \cdot X^{\beta_x}), \quad (3)$$

где  $\alpha_x, \beta_x$  – коэффициенты уравнения, зависящие от состава исследуемого композита;  $X$  – переменный фактор, отождествляемый в зависимости от вида анализируемых кривых с длительностью экспонирования ( $T$ , сутки), суммарной солнечной радиацией ( $Q$ , МДж/м<sup>2</sup>) или суммарным ультрафиолетовым излучением диапазона  $A$  ( $U_A$ , МДж/м<sup>2</sup>),  $B$  ( $U_B$ , кДж/м<sup>2</sup>).

Графические зависимости, описывающие изменение относительного предела прочности при растяжении полимеров на основе эпоксидных смол ЭД-20, Этал-247 и Этал-370 в зависимости от суммарной солнечной радиации представлены на рис. 3. Ус-

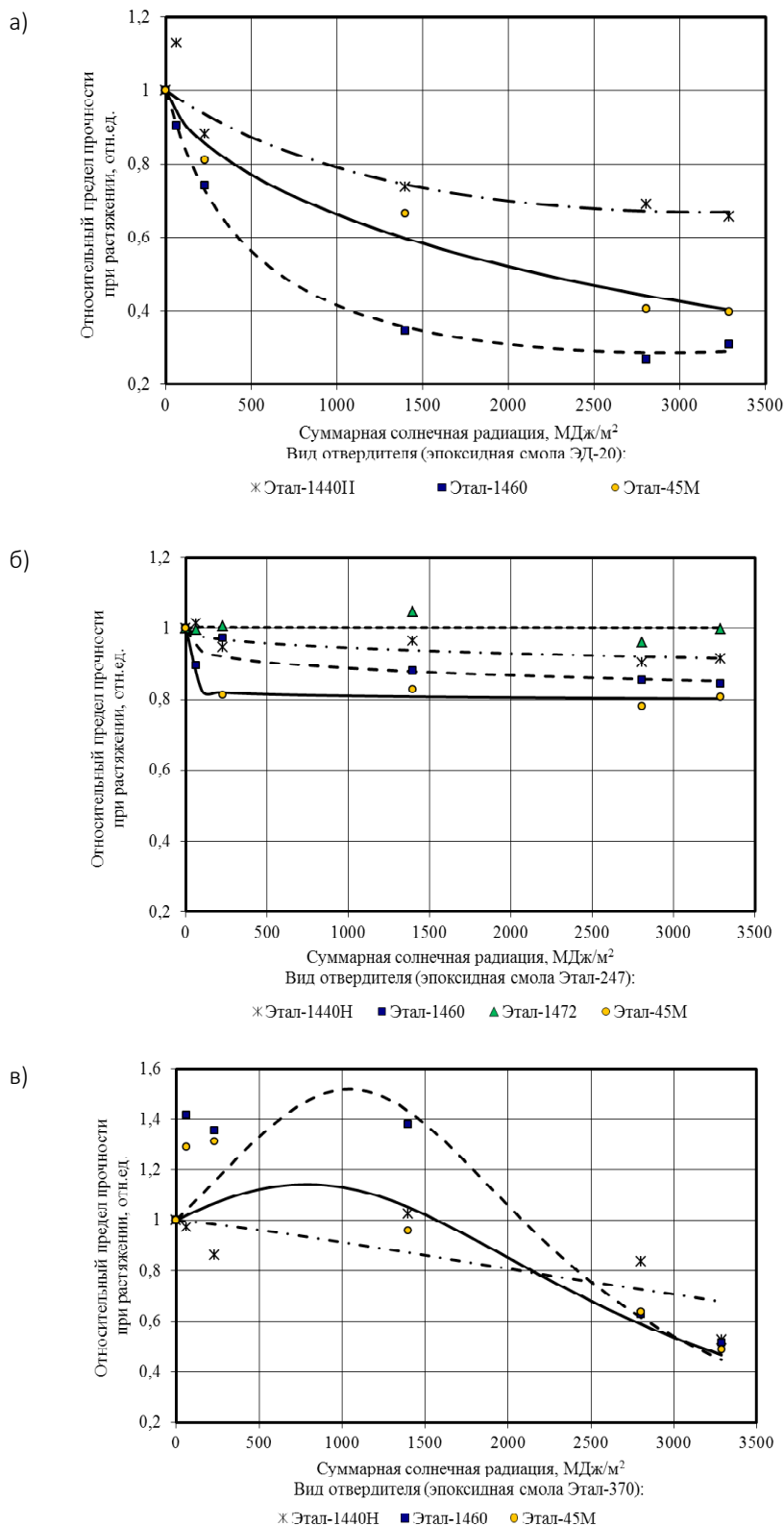


Рис. 3. Изменение относительного предела прочности при растяжении эпоксидных полимеров на основе смол ЭД-20 (а), Этал-247(б), Этал-370 (в) в зависимости от суммарной солнечной радиации (отвердители: Этал-1440Н – штрихпунктирная линия; Этал-1460 – штриховая линия; Этал-45М – сплошная линия)



тановлено, что наибольшей климатической стойкостью обладают составы на основе модифицированной эпоксидной смолы Этал-247 (рис. 3, б). Максимальное снижение предела прочности при растяжении после года натурального экспонирования не превышает 20% для состава, отвержденного Этал-45М. Для полимеров, отверждаемых Этал-1440Н и Этал-1460, остаточная прочность составляет, соответственно, 98 и 84% от контрольных показателей. Воздействие на состав Этал-247+Этал-1472 климатических факторов практически не приводит к изменению свойств на всем исследуемом временном интервале. При этом относительный предел прочности при растяжении для композитов на основе эпоксидной смолы Этал-370 для всех исследуемых видов отвердителей через

один год натурального экспонирования составляет около 0,5 (рис. 3, в). Для составов на основе смолы ЭД-20 и отвердителей Этал-1460 и Этал-45М данный показатель через 12 месяцев испытаний снижается еще больше – до 0,3 и 0,4 соответственно (рис. 3, а). Наиболее высокой стойкостью в условиях воздействия климатических факторов в данном случае обладает композит ЭД-20+Этал-1440Н, для которого относительная прочность через год составляет около 65%.

Значения коэффициентов аппроксимирующих зависимостей, описывающих изменение относительного передела прочности (2) и относительного удлинения (3) при растяжении эпоксидных полимеров представлены в табл. 4. Из анализа значений коэффициентов детерминации  $R^2$  следует, что изме-

**Таблица 4 - Значения коэффициентов уравнений (2) и (3), описывающих влияние длительности экспонирования ( $T$ , сутки), интенсивности суммарной солнечной радиации ( $Q$ , МДж/м<sup>2</sup>) и ультрафиолетовых излучений диапазонов А ( $U_A$ , МДж/м<sup>2</sup>) и В ( $U_B$ , кДж/м<sup>2</sup>) на прочностные (2) и деформативные (3) характеристики при растяжении эпоксидных полимеров, экспонированных в умеренно-континентальном климате (г. Саранск)**

Вид отвердителя	Исслед. фактор	Значения коэффициентов уравнения (2)			Значения коэффициентов уравнения (3)		
		$\alpha_x$	$\beta_x$	$R^2$	$\alpha_x$	$\beta_x$	$R^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
Эпоксидная смола ЭД-20							
Этал-1440Н	$T$	$-2,69 \times 10^{-3}$	0,876	0,754	$-4,85 \times 10^{-3}$	0,908	0,823
	$Q$	$-1,15 \times 10^{-2}$	0,444	0,773	$-2,33 \times 10^{-2}$	0,452	0,864
	$U_A$	$-4,21 \times 10^{-2}$	0,448	0,774	$-8,77 \times 10^{-2}$	0,456	0,866
	$U_B$	$-3,78 \times 10^{-2}$	0,301	0,858	$-1,43 \times 10^{-1}$	0,226	0,943
Этал-1460	$T$	$-8,97 \times 10^{-2}$	1,284	0,925	$-5,22 \times 10^{-3}$	1,055	0,969
	$Q$	$-7,96 \times 10^{-3}$	0,644	0,975	$-3,15 \times 10^{-2}$	0,529	0,985
	$U_A$	$-5,28 \times 10^{-2}$	0,649	0,976	$-1,49 \times 10^{-1}$	0,533	0,986
	$U_B$	$-1,22 \times 10^{-1}$	0,295	0,982	$-2,92 \times 10^{-1}$	0,249	0,991
Этал-45М	$T$	$-1,10 \times 10^{-3}$	1,161	0,971	$-4,71 \times 10^{-3}$	0,970	0,987
	$Q$	$-8,88 \times 10^{-3}$	0,566	0,967	$-2,62 \times 10^{-2}$	0,477	0,986
	$U_A$	$-4,65 \times 10^{-2}$	0,572	0,967	$-1,06 \times 10^{-1}$	0,482	0,986
	$U_B$	$-4,15 \times 10^{-2}$	0,380	0,957	$-9,56 \times 10^{-2}$	0,321	0,981
Эпоксидная смола Этал-247							
Этал-1440Н	$T$	$-4,69 \times 10^{-3}$	0,493	0,662	$-3,60 \times 10^{-2}$	0,309	0,772
	$Q$	$-1,46 \times 10^{-2}$	0,205	0,603	$-7,01 \times 10^{-2}$	0,132	0,731
	$U_A$	$-2,67 \times 10^{-2}$	0,207	0,604	$-1,04 \times 10^{-1}$	0,133	0,731
	$U_B$	$-2,67 \times 10^{-2}$	0,131	0,686	$-1,21 \times 10^{-1}$	0,064	0,740
Этал-1460	$T$	$-1,00 \times 10^{-2}$	0,461	0,719	$-4,56 \times 10^{-1}$	-0,084	0,754
	$Q$	$-2,11 \times 10^{-2}$	0,238	0,732	$-4,34 \times 10^{-1}$	-0,057	0,762
	$U_A$	$-4,25 \times 10^{-2}$	0,238	0,730	$-3,68 \times 10^{-1}$	-0,057	0,762
	$U_B$	$-7,08 \times 10^{-2}$	0,068	0,589	$-3,48 \times 10^{-1}$	-0,030	0,766



Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8
Этал-1472	$T$	–	–	–	$-1,21 \times 10^{-1}$	0,145	0,912
	$Q$	–	–	–	$-1,50 \times 10^{-1}$	0,077	0,922
	$U_A$	–	–	–	$-1,88 \times 10^{-1}$	0,078	0,923
	$U_B$	–	–	–	$-2,09 \times 10^{-1}$	0,035	0,920
Этал-45М	$T$	$-1,42 \times 10^{-1}$	0,076	0,968	$-1,50 \times 10^{-2}$	0,511	0,790
	$Q$	$-1,65 \times 10^{-1}$	0,035	0,968	$-2,66 \times 10^{-2}$	0,297	0,864
	$U_A$	$-1,83 \times 10^{-1}$	0,036	0,968	$-6,31 \times 10^{-2}$	0,302	0,867
	$U_B$	$-1,82 \times 10^{-1}$	0,023	0,968	$-5,69 \times 10^{-2}$	0,207	0,880
Эпоксидная смола Этал-370							
Этал-1440Н	$T$	$-3,34 \times 10^{-4}$	1,221	0,609	$-1,05 \times 10^{-1}$	0,339	0,707
	$Q$	$-3,55 \times 10^{-3}$	0,569	0,437	$-2,41 \times 10^{-1}$	0,132	0,654
	$U_A$	$-1,89 \times 10^{-2}$	0,572	0,432	$-3,56 \times 10^{-1}$	0,132	0,653
	$U_B$	$-3,76 \times 10^{-2}$	0,270	0,369	$-4,41 \times 10^{-1}$	0,051	0,629
Этал-1460	$T$	$-4,24 \times 10^{-4}$	1,250	0,301	$-6,12 \times 10^{-6}$	2,130	0,884
	$Q$	$-7,50 \times 10^{-9}$	2,260	0,346	$-3,18 \times 10^{-4}$	1,019	0,847
	$U_A$	$-1,27 \times 10^{-6}$	2,576	0,366	$-6,34 \times 10^{-3}$	1,026	0,846
	$U_B$	$-1,75 \times 10^{-11}$	3,085	0,421	$-2,08 \times 10^{-2}$	0,492	0,815
Этал-45М	$T$	$-1,54 \times 10^{-11}$	4,220	0,631	$-1,70 \times 10^{-4}$	1,516	0,824
	$Q$	$-1,22 \times 10^{-12}$	3,351	0,676	$-8,22 \times 10^{-5}$	1,180	0,915
	$U_A$	$-1,87 \times 10^{-8}$	3,418	0,677	$-2,47 \times 10^{-3}$	1,202	0,916
	$U_B$	$-7,60 \times 10^{-10}$	2,608	0,675	$-8,27 \times 10^{-4}$	0,913	0,927

нение вышеуказанных показателей для композитов на основе смолы ЭД-20 с достаточно высокой степенью надежности описывается экспоненциальными зависимостями (2) и (3). Также высокой достоверностью обладают зависимости вида (2) для составов Этал-247+Этал-45М ( $R^2 = 0,968$ ). Коэффициенты детерминации для составов, получаемых на основе низковязкой смолы Этал-247 и отвердителей Этал-1440Н и Этал-1460, варьируются в пределах от 0,589 до 0,732.

Учитывая, что используемая зависимость (2) не позволяет с достаточной точностью описать процесс повышения прочностных показателей на первоначальном этапе натурального экспонирования, выявленный для составов Этал-370 + Этал-1460 и 12 Этал-370 + Этал-45М, было предложено заменить ее на уравнение вида:

$$\Delta\sigma_{расм}^x = \frac{1}{1 + \gamma_x \cdot X + \theta_x \cdot X^2}, \quad (4)$$

где  $\gamma_x$ ,  $\theta_x$  – коэффициенты уравнения, зависящие от состава исследуемого полимера;  
 $X$  – то же, что и для зависимостей (2) и (3).

Смена вида аппроксимирующего уравнения для данных полимеров с (2) на (4) позволила повысить коэффициент детерминации с  $0,301 \div 0,677$  до  $0,657 \div 0,914$  (табл. 5), что подтверждает целесообразность подобной замены.

По совокупности проведенных исследований можно сделать вывод, что наиболее климатически-стойкие композиты получены на основе эпоксидной смолы Этал-247. При этом, учитывая, что полимерные смеси на основе данной смолы, отверждаемые аминными отвердителями Этал-1440Н, Этал-1472 и Этал-45М, обладают наилучшими технологическими показателями (высокая подвижностью и жизнеспособность), а также наименьшей температурой разогрева в процессе отверждения, именно их следует отнести к наиболее перспективным в плане использования в виде защитно-декоративных покрытий бетонных и железобетонных изделий и конструкций, подвергающихся воздействию природных климатических факторов.



Таблица 5 - Значения коэффициентов уравнения (4), описывающего влияние длительности экспонирования ( $T$ ), интенсивности суммарной солнечной радиации ( $Q$ ) и ультрафиолетовых излучений диапазона  $A (U_A)$  и  $B (U_B)$  на прочностные характеристики при растяжении эпоксидных полимеров, экспонированных в умеренно-континентальном климате (г. Саранск)

Вид отвердителя	Исслед. фактор	Значения коэффициентов уравнения (4)		
		$\gamma_x$	$\theta_x$	$R^2$
Эпоксидная смола Этал-370				
Этал-1460	$T$ , сутки	-6,01	2,660	0,914
	$Q$ , МДж/м <sup>2</sup>	-0,39	0,031	0,764
	$U_A$ , МДж/м <sup>2</sup>	-8,35	12,08	0,769
	$U_B$ , кДж/м <sup>2</sup>	-0,40	0,038	0,657
Этал-45М	$T$ , сутки	-4,85	2,590	0,955
	$Q$ , МДж/м <sup>2</sup>	-0,12	0,020	0,742
	$U_A$ , МДж/м <sup>2</sup>	-2,75	7,990	0,745
	$U_B$ , кДж/м <sup>2</sup>	-0,02	0,019	0,680

#### Библиографический список

1. Полимерные покрытия для бетонных и железобетонных конструкций / В.П. Селяев и др. – Саранск: Изд-во СВМО, 2010. – 224 с.
2. Низина Т.А. Защитно-декоративные покрытия на основе эпоксидных и акриловых связующих. - Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2007. – 258с.
3. Полимербетоны: монография / В.П. Селяев, Ю.Г. Иващенко, Т.А. Низина. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2016. – 284 с.
4. Зависимость температуры поверхности образцов от характеристик климата при экспозиции в натуральных условиях / В.О. Старцев, И.М. Медведев, А.С. Кротов, С.В. Панин // Коррозия: материалы, защита. - 2013. - №7. – С. 43-47.
5. Климатические испытания строительных материалов / под общ. ред. д-ра техн. наук проф. О.В. Старцева, акад. РААСН д-ра техн. наук проф. В.Т. Ерофеева, акад. РААСН д-ра техн. наук проф. В.П. Селяева. – М.: Издательство АСВ, 2017. – 558 с.
6. Низин Д.Р. Климатическая стойкость защитно-декоративных покрытий на основе модифицированных эпоксидных связующих : дис. ... канд. техн. наук. – Казань, 2017. – 216 с.
7. Коррозионная агрессивность приморской атмосферы. Ч.1. Факторы влияния (обзор) / Е.Н. Каблов и др. // Коррозия: материалы, защита - 2013. - №12. – С. 6-18.
8. Эпоксидные материалы / Т.В. Лапицкая, В.А. Лапицкий // Композитный мир. – 2006. – №7. – С. 16–17.
9. Отвердители эпоксидных смол / В.А. Бобылев // Композитный мир. – 2006. – №4. – С. 20–24.
10. Roller M. V. Characterization of the Time–Temperature–Viscosity Behavior of Curing B–Staged Epoxy Resin / M.V. Roller // Polym. Eng. Sci. – 1975. – v. 15, No 6. – Pp. 406–414.
11. Влияние отвердителей на технологичность эпоксидных связующих и механические свойства полимеров на их основе / Т.А. Низина и др. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород. – 2017. – №9. – С. 19-24.
12. Анализ изменения технологических характеристик эпоксидных смесей и физико-механических свойств полимеров на их основе в зависимости от вида смол и отвердителей / Т.А. Низина и др. // Строительство: новые технологии – новое оборудование. – 2018. – №1-2. – С. 46-51.
13. Климатическое старение композиционных материалов авиационного назначения. I. Механизмы старения / Е.Н. Каблов и др. // Деформация и разрушение материалов. – 2010. – № 11. – С. 19–27.
14. Климатическое старение композиционных материалов авиационного назначения. II. Релаксация исходной структурной неравномерности градиент свойств по толщине / Е.Н. Каблов и др. // Деформация и разрушение материалов. – 2010. – №12. – С. 40–46.
15. Климатическое старение композиционных материалов авиационного назначения. III. Релаксация исходной структурной неравномерности градиент свойств по толщине / Е.Н. Каблов и др. // Деформация и разрушение материалов. – 2011. – № 1. – С. 34–40.
16. Анализ влияния отвердителя на климатическую стойкость эпоксидных компози-



онных материалов / Т.А. Низина и др. // Известия ВУЗов. Строительство - 2017. – № 1. – С. 55-64.

17. Материальная база вуза как инновационный ресурс развития национального исследо-

вательского университета / Т.А. Низина, В.П. Се-  
ляев // Долговечность строительных материа-  
лов, изделий и конструкций: мат. Всеросс. науч.-  
техн. конф. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та,  
2014. – С. 115-121.

Поступила в редакцию 17.01.2020 г.

## ANALYSIS OF THE CLIMATIC RESISTANCE OF MODIFIED EPOXY POLYMERS IN A TEMPERATE CONTINENTAL CLIMATE

© 2020 T. A. Nizina, D. R. Nizin,  
D. A. Artamonov, N. S. Kanaeva, Yu. A. Lankina\*

The results of the research of technological and elastic-strength indicators of modified low-viscosity epoxy mixtures and composites on their basis are presented. Numerical values of mathematical dependences parameters are obtained. They describe change of strength and deformation parameters of investigated composites depending on duration of the field exposure and intensity of actinometric parameters. Epoxy compositions with the highest mobility and viability together with minimal heating of mixtures during curing have been revealed. Has been studied the influence of the hardener species on the elastic-strength indices of epoxy composites, as well as the kinetics of their properties in the process of natural climatic aging in a moderately continental climate during one calendar year. Modeling of changes in the relative strength limit and extension of epoxy polymers under stretching, which is depending on the duration of the field exposure and the accumulated intensity of total solar radiation and ultraviolet radiation of ranges A and B, was carried out.

*Keywords:* epoxy, hardener, polymer composite, viscosity, viability, tensile strength, lengthening.

Received for publication on 17.01.2020

---

\* T.A. Nizina (nizinata@yandex.ru) - Dr. of Technical, Advisor to RAABS, Professor of the Department of Building Structures; D. R. Nizin (nizindi@yandex.ru) - Candidate of Technical; D. A. Artamonov (denartam@gmail.com) - Postgraduate; N. S. Kanaeva (aniknadya@yandex.ru) - Postgraduate; Yu. A. Lankina (ntorm80@mail.ru) – Candidate of Technical; Mordovian State University named after N. P. Ogarev (Saransk, Russia)



## ВОЗДЕЙСТВИЕ СЕЗОННОСТИ НА НАТУРНОЕ КЛИМАТИЧЕСКОЕ СТАРЕНИЕ ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ\*

© 2020 В.П. Селяев, Д.Р. Низин, Т.А. Низина,  
А.Н. Чернов, А.И. Горенкова\*\*

Исследовано изменение упруго-прочностных и сорбционных свойств эпоксидных полимеров в процессе натурального старения с учётом последовательности воздействия различных климатических сезонов. Выявлены различия в протекании процессов структурной релаксации и устранения исходной неравновесности в зависимости от сезона начала экспонирования. Разработаны математические модели, описывающие изменения упруго-прочностных свойств эпоксидных полимеров в процессе климатического старения в зависимости от накопленных количественных значений действующих факторов окружающей среды. Впервые в качестве варьируемого параметра предложено использовать суммарную длительность временных интервалов за исследуемый период, температура поверхности образцов на которых превышала температуру стеклования.

*Ключевые слова:* эпоксидные полимеры, модификаторы, климатическая стойкость, сезонность, солнечная радиация, температуры стеклования, влажность, прочность.

Вне зависимости от своего функционального назначения и природы, все существующие изделия и конструкции в той или иной мере подвержены влиянию климатических факторов. Основными характеристиками климатического воздействия как агрессивной среды принято считать:

- 1) комплексность, предполагающую единовременное влияние сразу нескольких действующих факторов;
- 2) возникающий вследствие этого синергетический эффект;
- 3) широкую амплитуду колебания количественных значений факторов окружающей среды в зависимости от местоположения.

В совокупности, это приводит к возникновению определенных сложностей при

оценке стойкости материалов к действию климатических факторов – высокой длительности экспериментальных исследований при натурном экспонировании образцов; невысокой точности, а также крайней ограниченностью области применения полученных результатов вследствие невозможности воспроизведения в лабораторных условиях всех возникающих синергетических эффектов при искусственных климатических испытаниях образцов. Дополнительные трудности возникают в связи с необходимостью проведения подобных испытаний для каждой из климатических зон будущего использования исследуемых материалов.

Возможным путем решения сформулированной проблемы можно считать разра-

\* Работа представлена на Всероссийской научно-технической конференции, посвящённой 75-летию Заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук, профессора Селяева В.П. (3–5 дек. 2019 г., Саранск) «Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций».

\*\* Селяев Владимир Павлович (ntorm80@mail.ru) - Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, академик РААСН, заведующий кафедрой строительных конструкций; Низин Дмитрий Рудольфович (nizindi@yandex.ru) – кандидат технических наук; Низина Татьяна Анатольевна (nizinata@yandex.ru) – доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные конструкции», советник РААСН; Чернов Алексей Николаевич (ntorm80@mail.ru) – аспирант; Горенкова Анастасия Ивановна (ntorm80@mail.ru) – аспирант; все - ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Россия.



ботку математических моделей изменения свойств материалов, в зависимости от количественных значений факторов окружающей среды. Это позволит оценивать изменения свойств исследуемых материалов «в реальном времени», поскольку для расчета значения остаточного ресурса изделия или конструкции будут использоваться значения, полученные непосредственно в ходе их эксплуатации.

В свою очередь, высокая комплексность климатического воздействия может быть преодолена посредством изучения изменения свойств материалов во временных рамках климатических сезонов, выделяемых на основании особенностей климата. Влияние сезонности широко изучается в экономике, медицине, биологии, пищевой промышленности, животноводстве, социологии и многих других отраслях науки и хозяйственной деятельности. При этом, влияние сезонности на изменение свойств полимерных материалов в процессе климатического старения практически не изучено.

В качестве объекта исследования использовались образцы ненаполненных эпоксидных полимеров типа 2 по ГОСТ 11262–2017, получаемые на основе компонентов производства АО «ЭНПЦ Эпитал»:

1) эпоксидной смолы ЭД-20 (ГОСТ 10587-84) с массовой долей эпоксидных групп  $20 \div 22,5\%$ ;

2) модифицированной эпоксидной смолы Этад-247 (ТУ 2257-247-18826195-07) с массовой долей эпоксидных групп  $21,4 \div 22,8\%$ ;

3) активного разбавителя Этал-1 (ТУ 2225-027-00203306-97), представляющего собой трехфункциональную эпоксидную смолу с массовой долей эпоксидных групп  $14,5 \div 18,5\%$ ;

4) отвердителя Этал-45М (ТУ-2257-045-18826195-01), представляющего собой смесь ароматических и алифатических ди- или полиаминов, модифицированную салициловой кислотой.

Натурное экспонирование образцов полимерных материалов осуществлялось на

испытательном полигоне эколого-метеорологической лаборатории ФГБОУ ВО «НИ МГУ им. Н.П. Огарёва» (г. Саранск). Процесс старения исследуемых эпоксидных полимеров оценивался на основании изменения предела прочности на растяжение. Учет сезонности климатического воздействия осуществлялся посредством выкладки серий образцов на испытательную площадку в начале каждого климатического сезона (1 марта, 1 июня, 1 сентября, 1 декабря) и фиксацией изменения механической прочности образцов через каждые 3 месяца натурной экспозиции. Общая длительность экспонирования образцов каждой серии составляла 12 месяцев. Сбор и фиксация количественных значений факторов окружающей среды осуществлялась посредством автоматической станции контроля загрязнения атмосферного воздуха с актинометрическим комплексом в составе (АСК). Измерение метеорологических параметров и концентрации загрязняющих веществ осуществлялось автоматически каждые 20 минут, актинометрических параметров – каждые 10 минут в круглосуточном режиме.

Как правило, в качестве основных воздействующих факторов старения эпоксидных полимеров рассматривают [1-4]:

- суммарную интенсивность солнечной радиации;
- суммарное ультрафиолетовое излучение диапазонов А и В;
- относительную влажность воздуха;
- температуру воздуха.

Количественные значения суммарной солнечной радиации и ультрафиолетового излучения диапазонов А и В, накопленных полимерными образцами в процессе климатического старения с учетом сезона начала экспонирования, приведены в табл. 1.

Известно [2; 5-12], что основные изменения структуры полимерной матрицы происходят при температуре выше температуры стеклования; как следствие, можно предположить подобное ускорение процессов термического старения и в случае разогрева образцов под действием факторов окружа-



Таблица 1 – Изменение актинометрических параметров климатического воздействия в зависимости от сезона испытания

Актинометрические параметры	Даты начала и окончания периода испытания							
	01.03.2014- 01.06.2014	01.06.2014- 01.09.2014	01.09.2014- 01.12.2014	01.12.2014- 01.03.2015	01.03.2015- 01.06.2015	01.06.2015- 01.09.2015	01.09.2015- 01.12.2015	
Суммарная солнечная радиация, МДж/м <sup>2</sup>	1287,66	1334,44	491,25	229,51	1166,92	1367,04	483,52	
Суммарное ультрафиолетовое излучение диапазона А, МДж/м <sup>2</sup>	66,32	69,29	21,95	12,01	60,06	72,21	21,61	
Суммарное ультрафиолетовое излучение диапазона В, кДж/м <sup>2</sup>	1005,24	1364,88	289,32	56,40	868,38	1463,46	295,14	

ющей среды. Возможность разогрева эпоксидных полимеров до температуры выше температуры стеклования в условия натурального климатического старения подтверждается исследованиями, в которых зафиксировано превышение температуры поверхности образцов по сравнению с температурой окружающей среды на 30 °С и более [11; 12]. Руководствуясь этим, авторами впервые предложено использовать в качестве ещё одного варьируемого параметра модели климатического старения накопленную за исследуемый период длительность временных интервалов, температура поверхности образца на которых превышает температуру стеклования полимера данного состава. Количественные значения температуры стеклования, определенные с помощью метода динамического механического анализа, а

также длительность накопленных временных интервалов в зависимости от сезона представлены в таблице 2.

Наряду с количественными показателями окружающей среды, в качестве фактора, оказывающего прямое влияние на механическую прочность эпоксидных полимеров, рассматривают влажность образцов в момент непосредственного проведения испытания [5, 6, 13, 14]. В частности, известно, что в процессе натурального климатического старения имеет место необратимое повышение массы экспонируемых полимерных образцов, что описывается некоторыми исследователями с точки зрения устранения исходной структурной неравновесности [2; 14-16].

Для разработки математической модели, учитывающей интенсивность воздействия агрессивных факторов с учетом сезон-

Таблица 2 – Изменение суммарной длительности временных интервалов с температурой поверхности образцов, превышающих температуру стеклования ( $\Delta t_{(>T_c)}$ , час.), в зависимости от сезона испытания

Вид эпоксидного полимера (номер состава), температура стеклования	Даты начала и окончания периода испытания							
	01.03.2014- 01.06.2014	01.06.2014- 01.09.2014	01.09.2014- 01.12.2014	01.12.2014- 01.03.2015	01.03.2015- 01.06.2015	01.06.2015- 01.09.2015	01.09.2015- 01.12.2015	
ЭД-20 + Этал-45М (состав 1), $T_c=46,6$ °С	186,8	624,4	51,6	0,0	127,6	602,4	121,5	
(90% ЭД-20+10% Этал-1) + Этал-45М (состав 2), $T_c=44,7$ °С	258,2	913,9	112,2	0,0	231,8	789,6	142,8	
(75% ЭД-20 + 25% Этал-1) + Этал-45М (состав 3), $T_c=41,8$ °С	281,9	1123,4	175,9	0,0	252,7	1065,5	200,5	
Этал-247 + Этал-45М (состав 4), $T_c=39,4$ °С	302,4	1165,4	182,0	0,0	137,2	1210,9	173,0	



ности, в качестве варьируемых параметров были выбраны:  $t$  – длительность климатического воздействия с начала натурального экспонирования (сутки);  $\Delta Q$  – суммарная солнечная радиация, воздействующая на образцы эпоксидных полимеров в исследуемом временном интервале (МДж/м<sup>2</sup>);  $\Delta U_A$  – суммарное ультрафиолетовое излучение диапазона А (МДж/м<sup>2</sup>);  $\Delta U_B$  – суммарное ультрафиолетовое излучение диапазона В (кДж/м<sup>2</sup>);  $\Delta t_{(>T_c)}$  – суммарная длительность временных интервалов за исследуемый период, температура поверхности образцов на которых превышала температуру стеклования (часы);  $W$  – влажность образцов в момент испытания (%). Первые четыре варьируемых фактора ( $t$ ,  $\Delta Q$ ,  $\Delta U_A$  и  $\Delta U_B$ ) были одинаковыми для всех исследуемых эпоксидных полимеров, а последние два ( $\Delta t_{(>T_c)}$  и  $W$ ) – менялись в зависимости от состава полимерного материала [17, 18].

В качестве математической модели, описывающей изменение относительного пре-

дела прочности эпоксидных полимеров при растяжении, был выбран полином вида:

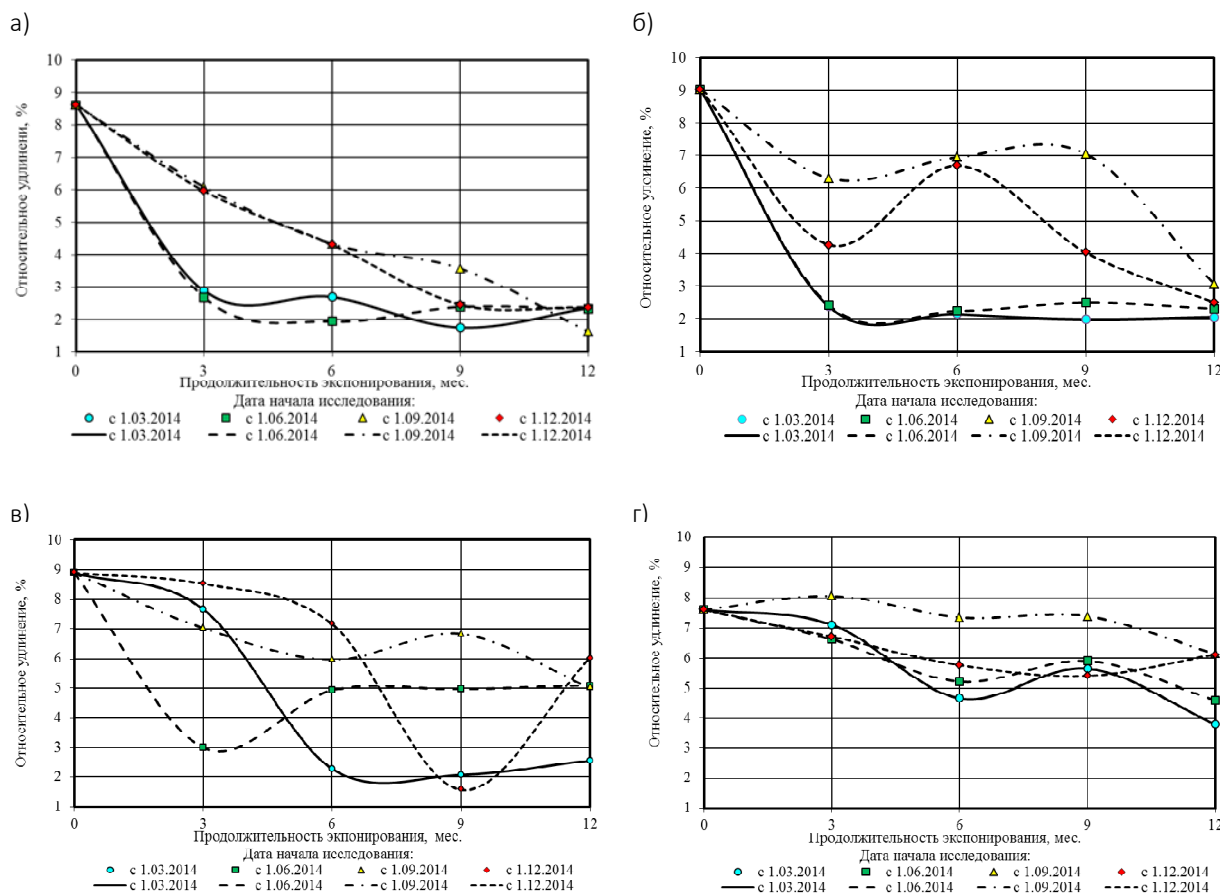
$$\Delta\sigma_{t_n-t_{n-1}}^{\%} = \alpha_1 \cdot t + \alpha_2 \cdot \Delta Q + \alpha_3 \cdot \Delta U_A + \alpha_4 \cdot \Delta U_B + \alpha_5 \cdot \Delta t_{(>T_c)} + \alpha_6 \cdot W + (\alpha_{11} \cdot t + \alpha_{22} \cdot \Delta Q + \alpha_{33} \cdot \Delta U_A + \alpha_{44} \cdot \Delta U_B) \cdot t + \alpha_{25} \cdot \Delta Q \cdot \Delta t_{(>T_c)} + \alpha_{35} \cdot \Delta U_A \cdot \Delta t_{(>T_c)} + \alpha_{45} \cdot \Delta U_B \cdot \Delta t_{(>T_c)} + \alpha_{26} \cdot \Delta Q \cdot W + \alpha_{36} \cdot \Delta U_A \cdot W + \alpha_{46} \cdot \Delta U_B \cdot W, \quad (1)$$

где  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_{11}, \alpha_{22}, \alpha_{33}, \alpha_{44}, \alpha_{25}, \alpha_{35}, \alpha_{45}, \alpha_{26}, \alpha_{36}, \alpha_{46}$  – коэффициенты полиномиального уравнения, описывающие степень агрессивного воздействия переменных факторов на изменение прочности эпоксидных полимеров при растяжении.

Числовые значения коэффициентов полиномиального уравнения (1), описывающего относительное изменение предела прочности эпоксидных полимеров при растяжении с учетом сезонности климатического воздействия приведены в таблице 3, результаты экспериментальных исследований и предсказанные по модели значения – на рис. 1.

Таблица 3 – Значения коэффициентов полиномиального уравнения (1), описывающего относительное изменение предела прочности ЭП при растяжении с учетом сезонности климатического воздействия

Коэффициенты полиномиального уравнения	Вид эпоксидного полимера			
	ЭД-20 + Этал-45М	(90% ЭД-20 + 10% Этал-1) + Этал-45М	(75% ЭД-20 + 25% Этал-1) + Этал-45М	Этал-247 + Этал-45М
$\alpha_1$	-0,133	0,910	-0,510	0,726
$\alpha_2$	-1,590	-7,080	5,046	73,831
$\alpha_3$	1,543	100,61	-79,59	-1430,06
$\alpha_4$	2,191	4,813	-1,104	0,855
$\alpha_5$	2,285	-9,481	-0,675	-53,25
$\alpha_6$	387,42	1203,04	-105,00	147,79
$\alpha_{25}$	-0,0104	0,0472	0,0025	0,0316
$\alpha_{35}$	0,155	-0,517	-0,097	0,020
$\alpha_{45}$	-0,0012	-0,0167	0,0032	0,0061
$\alpha_{26}$	-2,262	-0,619	-1,162	5,411
$\alpha_{36}$	18,80	-111,92	28,93	-115,47
$\alpha_{46}$	1,305	5,653	-0,269	0,680
$\alpha_{11}$	-0,00039	-0,00110	0,00130	-0,00139
$\alpha_{22}$	0,00036	-0,00348	0,00267	-0,00345
$\alpha_{33}$	0,015	0,038	-0,056	0,056
$\alpha_{44}$	-0,0010	0,0010	0,0004	0,0007



**Рисунок 1 – Изменение относительного удлинения ЭП при растяжении:**

а – ЭД-20 + Этал-45М (состав 1); б - (90% ЭД-20 + 10% Этал-1) + Этал-45М (состав 2);  
 в – (75% ЭД-20 + 25% Этал-1) + Этал-45М (состав 3); г – Этал-247 + Этал-45М (состав 4)

Примечание - Точками показаны экспериментальные данные, линиями – значения, полученные по модели (1)

Используя предлагаемый подход к оценке климатической стойкости эпоксидных полимеров с учетом сезонности воздействия, получены математические зависимости, количественно описывающие влияние интенсивности переменных факторов (длительность климатического воздействия, суммарная солнечная радиация и ультрафиолетовые излучения диапазонов А и В, длительность временных интервалов с температурой поверхности образцов, превышающих температуру стеклования) и влажности образцов на изменение механической прочности эпоксидных полимеров при растяжении.

*Библиографический список*

1. Климатическое старение композиционных материалов авиационного назначения. I. Механизмы старения / Е.Н. Каблов и др. // Де-

формация и разрушение материалов. – Москва, 2010. – № 11. – С. 19–27.

2. Климатическое старение композиционных материалов авиационного назначения. II. Релаксация исходной структурной неравномерности градиент свойств по толщине / Е.Н. Каблов и др. // Деформация и разрушение материалов. – Москва, 2010. – №12. – С. 40–46.

3. Климатическое старение композиционных материалов авиационного назначения. III. Релаксация исходной структурной неравномерности градиент свойств по толщине / Е.Н. Каблов и др. // Деформация и разрушение материалов. – Москва, 2011. – № 1. – С. 34–40.

4. Научные основы инженерной климатологии полимерных и композитных материалов / Ю.С. Уржумцев, И.Н. Черский // Механика композитных материалов – 1985. – №4. – С. 708-714.

5. Старцев О.В. Старение полимерных авиационных материалов в теплом влажном климате: Дис. ... д-ра техн. наук. - М. :ВИАМ, 1990. – 80 с.



6. Молекулярная подвижность и релаксационные процессы в эпоксидной матрице композита. 2. Эффекты старения во влажном субтропическом климате / О.В. Старцев, Г.П. Машинская, В.А. Ярцев // *Механика композитных материалов*. – 1984. – №4. – С. 593–597.
7. Изменение структурной неоднородности эпoxисоединений при водонасыщении / В.О. Старцев, В.П. Руднев // *Авиационные материалы. Коррозия и старение материалов в морских субтропиках*. - М.: ВИАМ, 1983. – С. 71-77.
8. Влияние влаги на свойства углепластика холодного отверждения, используемого для защиты инженерных сооружений / О.В. Старцев и др. // *Известия Вузов. Строительство*. – 2002. – №10. – С.67-74.
9. Kong E.S.-W. Physical Aging in Epoxy Matrices and Composites // *Advances in Polymer Science*, 1980. – V. 80. – Pp. 125-171.
10. Зависимость температуры поверхности образцов от характеристик климата при экспозиции в натуральных условиях / О.В. Старцев и др. // *Коррозия: материалы, защита*. – 2013. – №7. – С. 43–47.
11. Влияние цвета полимерных композиционных материалов на режим эксплуатации защитно-декоративных покрытий в условиях воздействия натуральных климатических факторов / Т.А. Низина и др. // *Региональная архитектура и строительство*. – 2016. – №1. – С. 59–67.
12. Влияние цвета эпоксидных композитов на изменение колориметрических характеристик в процессе натурального экспонирования / Т.А. Низина и др. // *Вестник МГСУ*. – 2016. – №7. – С. 67-80.
13. Climatic Ageing of Organic Fiber Reinforced Plastics: Water Effect / O.V. Startsev, A.A. Krotov, G.P. Mashinskaya // *J. Polymer. Mater.* – 1997. – V. 37. – P. 161-171.
14. Startsev O.V. Structural Heterogeneity and Physical Properties of Climatic Aged Polymeric Composite Materials / *EUROMECH 350: Proc. Conf. Image Analysis, Porous Materials and Physical Properties (Carcans, France, 7 June 1996)*.
15. Моделирование влагопереноса в слоистых пластиках и стеклопластиках / О.В. Старцев и др. // *Физическая мезомеханика*. – 2002. – Т. 5. – №2. – С. 109-114.
16. Исследование термовлажностного старения авиационного стеклопластика / О.В. Старцев и др. // *Клеи, герметики, технологии*. – 2009. – №8. – С. 18-22.
17. Низин Д.Р. Климатическая стойкость защитно-декоративных покрытий на основе модифицированных эпоксидных связующих : дис. ... канд. техн. наук. – Казань, 2017. – 216 с.
18. Nizin D.R. Natural climatic aging of epoxy polymers taking into account the seasonality impact. / D.R. Nizin, T.A. Nizina, V.P. Selyaev, A.N. Chernov, A.I. Gorenkova // *Key engineering materials*. – 2019. – Vol. 799. – Pp. 159-165.

Поступила в редакцию 17.01.2020 г.



---

SEASONALITY IMPACT ON THE NATURAL CLIMATIC  
AGING OF EPOXY POLYMERS

© 2020 V.P. Selyaev, D.R. Nizin, T.A. Nizina,  
A.N. Chernov, A.I. Gorenkova\*

Has been investigated the change of elastic-strength and sorption properties of epoxy polymers in the process of natural aging considering the sequence of various climatic seasons influence. Differences in the course of structural relaxation processes and elimination of initial nonequilibrium, which depends on the season of exposure start, have been revealed. Have been developed mathematical models describing changes in elastic-strength properties of epoxy polymers in the process of climatic aging depending on the built-up quantitative values of the acting environmental factors. For the first time it is proposed to use the total duration of time intervals as a variable parameter for the period under study, the surface temperature of samples on which exceeded the glass transition temperature.

*Keywords:* epoxy polymers, modifiers, climate resistance, seasonality, solar radiation, glass transition temperature, humidity, strength.

Received for publication on 17.01.2020

---

\* Selyaev V.P. (ntorm80@mail.ru) - Honored Worker of Science of the Russian Federation, Dr. of Technical, Prof., Academician of RAABS, Head of the Department of Building Structures; Nizin D.R. (nizindi@yandex.ru) - Candidate of Technical; Nizina T.A. (nizinata@yandex.ru) - Dr. of Technical, Advisor to RAABS, Professor of the Department of Building Structures; Chernov A.N. (ntorm80@mail.ru) - Postgraduate; Gorenkova A.I. (ntorm80@mail.ru) - Postgraduate; Mordovian State University named after N. P. Ogarev (Saransk, Russia).

## СТАНОВЛЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННО-ПРАВОВОЙ ПОЛИТИКИ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВОВОГО СТАТУСА СТУДЕНТА В ДЕРЕВОЛЮЦИОННОЙ РОССИИ

© 2020 Е.Ю. Стаханова\*

Статья открывает цикл публикаций, посвященный правовой политике в сфере защиты правового статуса студента в России. В данной статье анализируются первые нормативные акты, регулирующие правовой статус студента.

*Ключевые слова:* правовой статус, студент, университет.

Непосредственно студенческому сословию законодательное внимание было уделено с открытием в 1755 г. Московского университета, открытие которого сопровождалось принятием Указа Екатерины I «Об учреждении московского университета и двух гимназий» [1], в нем и состоялась первая попытка установить правовое положение обучающихся в Университете. Но, несмотря на значение, которое имеет создание указанного университета в становлении образовательной политики России в XVIII в., расцвет законодательного внимания и фактической деятельности государства в области высшего образования и правового статуса обучающихся в высших учебных заведениях пришелся только на начало XIX в.

Характерной особенностью этого периода законодательного регулирования деятельности высших учебных заведений стало принятие многочисленных университетских уставов, являвшихся прообразами нормативного регулирования всего высшего образования в стране.

В 1804 г. был принят первый Устав Московского университета [2], который послужил образцом для уставов Харьковского и Казанского университетов и стал, по мнению некоторых авторов, самым прогрессивным в череде последующих уставов [3, с. 159].

Применительно к теме правового статуса студентов хотелось бы отметить следующие особенности этого документа.

Прежде чем быть принятым в Университет, необходимо было иметь «нужные познания» о науках, которые преподаются в Университете (§109 Устава). Устанавливался и своеобразный критерий обучения – польза себе и Отечеству: «между науками, в Университете преподаваемыми, находятся такие, которым необходимо должны учиться все желающие полезными быть себе и Отечеству, какой бы образ жизни и какую службу ни избрали, и того тот только может перейти в самое Отделение наук, соответствующих будущему состоянию, кто прослушал Науки Подготовительные» (§112 Устава).

Первый университетский устав характеризовался довольно высокой степенью независимости от публичной власти, а также широким кругом зачатков демократических свобод. В то же время нормы Устава 1804 г. во многом так и остались на бумаге, поскольку университетская жизнь в начале XIX в. полностью контролировалась государством как учредителем и «владельцем» Московского университета.

Правовой статус студентов в первой трети XIX в. характеризовался тем, что был урегулирован только лишь непосредственно к образовательному процессу, порядку прохождения обучения и получения ученых степеней. Кроме того, стоит заметить, что для Устава 1804 г. и издававшихся на его основе иных нормативных актов была характерна довольно высокая степень демократизации

\* Стаханова Екатерина Юрьевна (stakatya@ Rambler.ru) – кандидат юридических наук, доцент, кафедра государственного и административного права, ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», 443086 РФ, г. Самара.



жизни и деятельности студенчества. Однако со временем университетская автономия корректируется главным образом в сторону ограничения самостоятельности университетов и их корпоративных структур. С 1820 г. вводится надзор за преподавателями и студентами - учреждается кафедральная должность попечителя; программы кафедральных курсов не могли изменяться читавшими данные курсы преподавателями [4, с. 123].

Следующий Университетский устав был принят в 1835 г. [5] («Общий Устав Императорских Российских Университетов») и характеризовался «откатом» государства в сторону более жесткого контроля за деятельностью университетов, набравших к тому времени достаточный вес и влияние. Те небольшие зачатки университетской автономии, которые, так или иначе, были характерны для Устава 1804 г., были полностью искоренены. Некоторые авторы именуют значение Устава 1835 г. университетской реформой, указывая, что «одним из центральных её вопросов стал вопрос о реформировании инспектуры, главной функцией которой являлся контроль за нравственностью и политической благонадёжностью студентов» [6, с. 24].

С этим стоит согласиться, однако не нельзя не отметить, что особенностью Устава 1835 г. является тот факт, что специально был выделен раздел (Отделение III. «Порядок определения учащихся» Главы V. «Порядок определения и увольнения лиц, принадлежащих к Университету, и главные их обязанности»), специально посвященный студентам. Таким образом, политика государства в отношении студентов проявляется уже не только в упоминании их прав и обязанностей, но и в целенаправленном выделении студенчества как особой страты населения и университетского сообщества.

Однако сущностное отношение к студенчеству стало меняться не в лучшую сторону. Характерно презрение Николая I к университетам и студентам, выраженное им в резолюции на некоторые статьи, которые были приняты Комитетом устройства учебных заведений на заседании 3 сентября 1827 г.:

«Уставы есть, но или не хороши, или худо соблюдаются; стало должно исправить и строжайше Министерству просвещения смотреть за их соблюдением... Студенты: у нас их нет, а называются такими сволочь шалунов, или мальчишек, не только не готовых следовать курсам университетов, но с трудом годящихся в высшие классы гимназий».

Такое отношение императора не могло не сказываться и на государственном подходе к определению места студенчества в обществе, которое, в свою очередь, зависело от общей политики государства в сфере образования.

В первой трети XIX в. ведущая роль в развитии образования в России принадлежала государству. Николай I покончил с остатками университетской автономии. Вся сфера образования была подчинена государственному контролю, причем этот контроль был ужесточен настолько, что даже за частным и домашним образованием был установлен надзор со стороны государства. Учебный процесс был предельно бюрократизирован.

Справедливости ради необходимо отметить и положительные черты Устава 1835 г. Например, в документе была оговорена возможность перехода студентов из одного учебного заведения в другое, чего ранее не было никогда. Однако уровень контроля за студенчеством был весьма высоким. Так, за студентами осуществлялся надзор специальный инспектор, назначаемый попечителем (ст.ст. 69-75 Устава).

Чем была обусловлена такая политика? Как представляется, не только событиями декабря 1825 г., но и фактом того, что университеты к концу первой трети XIX в. представляли собой немалую общественно-политическую силу, что внушало государству небеспочвенные опасения относительно возможности ее применения. Как справедливо указывает Ю.Н. Мантров, «постепенно центральная власть приходила к осознанию определяющего влияния университетов на политическое воспитание молодёжи. Осознание этого факта вело не только к усилению контроля за политической благонадёжностью преподавателей и студен-



тов, но также к постепенной ликвидации университетской автономии и ограничению университетского образования профессиональной специализацией».

Отметим, что в 1855 г. во всех российских университетах обучалось около 3140 студентов (дворян - примерно 65%, разночинцев - около 24%). В 1864 г. картина изменилась: количество студентов университетов увеличилось до 4084 человек, а в 1875 г. студентов стало еще больше - 5596 человек. С позиции сегодняшнего времени приведенные цифры о количестве студентов в вузах страны в XIX в. вряд ли впечатлит, однако не стоит забывать, что применительно к тому времени это была наиболее прогрессивная часть населения, способная проявить лидерские качества, и этот факт не мог ускользнуть от власти.

18 июня 1863 г. был принят очередной Университетский устав [7]. К этому периоду университеты уже имели большое научное значение, являясь также центрами общественно-политической жизни страны. Активизация студенческого движения, которое к рассматриваемому периоду превратилось в по-настоящему реальную силу, признаки назревавшей революционной ситуации, обусловили очередные жесткие изменения в правовом положении студентов как в процессе обучения, так и вне его.

Согласно Уставу в каждом университете должен быть образован университетский суд, который состоял из трех судей и трех кандидатов в судьи (п. 56 Устава). Ведению университетского суда подлежали следующие дела касательно студентов:

- 1) о нарушении ими в зданиях и учреждениях Университета порядка;
- 2) о столкновениях между студентами, с одной стороны, и преподавателями и должностными лицами университета - с другой, хотя бы они произошли и вне зданий и учреждений Университета (п. 56 Устава).

Таким образом, несмотря на высокую степень контроля за студентами, стоит отметить некоторую «оттепель» главного нормативного акта, регулирующего деятельность высшей школы. Учреждение университетских судов – самый

яркий тому пример. Кроме того, нельзя не отметить и факт отхода законодателя от принципа благонадежности при приеме в студенты.

Либерализация рассматриваемых правил по Уставу 1863 г. повлекла появление в студенческой среде неимущих классов и, как следствие, вызвала массовые студенческие волнения в 70-х гг. XIX в. (например, в 1869, 1874, 1878 гг.) по политическим мотивам. Ответной мерой Правительства было решение об ограничении притока в университеты необеспеченных учащихся, ограничении стипендии, повышении платы за обучение и уменьшении льгот по оплате.

В 1867 г. были приняты «Правила о надзоре за студентами вне стен университета». Правила были разработаны Особой комиссией под руководством заместителя министра просвещения И.Д. Делянова, были рассмотрены в Комитете министров и высочайше утверждены 26 мая 1867 г. Согласно этим правилам, предписывалось извещать полицию и учебную администрацию о всех сомнительных в нравственном и политическом отношении лицах, «составляющих самый опасный и ненадежный элемент в университетской молодежи» [8, с. 567]. Таким образом, всего через четыре года после принятия довольно либерального университетского Устава 1863 г. образовательное законодательство совершило «разворот» в сторону более жесткого регулирования положения студентов и пристального за ними контроля.

Последний дореволюционный университетский устав был принят 23 августа 1884 г., который окончательно закрепил государственный статус высших учебных заведений и исключил остатки университетского самоуправления. Университеты были поставлены в прямую зависимость от Министерства народного просвещения и попечителей учебных органов.

Особенностью Устава 1884 г. является закрепление в нем норм социального характера по отношению к студентам. Так, в Уставе был урегулирован вопрос о «вспоможениях» студентам. Во-первых, им могли быть назначены стипендии из средств государствен-



ного казначейства, различных ведомств, учреждений, обществ и частных лиц, при условии прохождения обязательной государственной службы по окончании курса обучения; во-вторых, могли быть назначены стипендии без обязательств прохождения госслужбы; и в-третьих, могли быть установлены пособия «в достаточном для обеспечения первых нужд жизни размере, выдаваемые впредь до назначения стипендии, под условием безукоризненного поведения и успешности занятий» (п. 127 Устава).

Представляется, что процитированные нормы указывают на все более осознанную правовую и социальную политику государства в отношении студенчества. Отметим и тот факт, что в рассматриваемый период в России существовала широкая система государственной и общественной поддержки студенчества. Это не устраняло, но в значительной степени помогало снизить остроту социальных конфликтов.

Таким образом, период 1880-1890-х гг. характеризовался политикой «закручивания гаек» как в отношении образовательного процесса, так и в сфере регулирования положения студентов. Что, в свою очередь, спровоцировало усиление студенческого движения на почве борьбы против реакционной политики царского правительства в деле организации высшего образования (университетский устав 1884 г. и циркуляры Министерства народного просвещения, грубый полицейско-административный произвол в отношении студенчества). и было направлено на завоевание академических прав и свобод. Проявлялось оно в различных специфических формах: коллективный бойкот лекций реакционных профессоров, неподчинение распоряжениям учебного начальства, участие в неразрешенных сходках, кратковременные забастовки, коллективные петиции, манифестации и т.д. [9, с. 84].

В дальнейшем ситуация только осложнялась. Активное участие студенчества в революционных событиях начала 1905 г. повлекло за собой закрытие правительством высших учебных заведений в марте того же года

с последующей угрозой увольнения профессоров и студентов, если занятия не возобновятся осенью 1905 г.

Очередной систематизированный нормативный акт, регулирующий деятельность высших учебных заведений в России, был принят в том же 1905 г. Это были Временные правила об управлении вузами Министерства просвещения, введенные в действие вследствие попыток государства реформировать высшую школу, преобразовать высшие учебные заведения и найти компромисс между потребностями реформирования и уставом 1884 г.

Последовавшая затем Первая мировая война вывела вопросы студенческого статуса и образовательной политики в разряд второстепенных для государственной политики. В 1917 г. Временное правительство, хотя и успело подготовить проект Общего устава российских государственных университетов, было озабочено не осуществлением подлинных реформ, а поиском путей и средств предотвращения свободомыслия студентов и профессуры. Фактически шла борьба «за автономию университета от революции» [10, с. 18].

Таким образом, в рассматриваемый период, с одной стороны, университеты «рассматривались как учебные заведения, готовившие интеллектуальную элиту общества. Правительство было заинтересовано в том, чтобы эти учебные заведения комплектовались лучшей молодежью из числа выпускников классических гимназий, так как большинство из них в дальнейшем принимались на государственную службу» [11, с. 174]. С другой стороны, оценивая состояние правового положения студенчества в период с 1905 г. до революции 1917 г. необходимо сказать, что оно характеризуется очередным витком попыток установления жесткого контроля за свободами студентов, коих к 1916 г. насчитывалось всего по стране 135842 человека [12, с. 45].

Итак, сделаем выводы. В целом необходимо отметить, что начало формирования законодательства Российской Империи, регулирующего правовой статус студентов, приходится на середину XVIII в., а точнее, -



на 1755 г., когда был создан Московский университет. Первоначально, с учетом крайней малочисленности студенческого сословия, положение обучающихся в вузах страны характеризовалось довольно высокой степенью самостоятельности и самоорганизации жизнедеятельности.

В дальнейшем, с ростом количества как вузов, так и обучающихся в них, с постепенным превращением студенчества в общественно-политическую силу, права и свободы студентов все более становились под контроль государства. В течение всего XIX в., а также XX в. вплоть до революции академические свободы студентов всецело определялись политической обстановкой в России. За периодом политической разрядки (конец XVIII - начало XIX вв.) последовало принятие Устава 1804 г., характеризующего наиболее демократическим содержанием. Следующий университетский Устав – 1835 г. – наоборот, отражает реакционную политику российской власти, попытки ограничить самостоятельность университетов. Устав 1863 г. снова предоставляет существенные автономии в университетской жизни, но в 1884 г. студенческо-преподавательские свободы вновь ставятся под жесткий контроль государства. Наконец, в 1905 г. делается последняя попытка государства по поиску компромисса между необходимостью в наличии высокообразованного общества, с одной стороны, и риском неустойчивости политической ситуации, с другой, обусловленного, в свою очередь этим же сословием.

Таким образом, с момента своего становления студенческое сословие в императорской России было по своей сути практически единственной общественной стратой, которая формировала гражданское общество в стране. Государство же, крайне нуждаясь в таком сословии, одновременно старалось ограничить его общественное и политическое влияние в целях обеспечения своего стабильного существования. Отсюда и крайне перманентная и непоследовательная политика Российского государства в течение более полутора веков в отношении студенчества – от демократизации студен-

ческой жизни до тотального контроля за деятельностью студентов.

#### *Библиографический список*

1. Полное собрание законов Российской империи (ПСЗ). Собрание I. - Т. XIV. - №10346. - СПб., 1830.
2. Устав императорского Московского университета // Полное собрание законов Российской империи. - Собр. I. - Т. XXVIII. - 1804-1805. - №21498.
3. Нечаев Н.Н., Князев Е.А. Реформы и контрреформы: из истории российских университетов // Народное образование. - 1991. - №3.
4. Юртаева Е.А. Система юридического образования в Российской Империи // Журнал российского права. - 2009. - №3.
5. Общий устав Императорских Российских Университетов. 1835 г. // Сборник постановлений по Министерству Народного Просвещения. - СПб., 1875. - Т.2: 1825-1855. Отделение 1-е. 1825-1839. - Сб. 972.
6. Мантров Ю.Н. Государственная политика России по управлению и развитию университетов в первой трети XIX века: автореф. дисс. канд. ист. наук: 07.00.02. – Отечественная история; ГУУ. - М., 2007. – 25 с.
7. Общий устав Императорских Российских Университетов. 1863 г. // Сборник постановлений по Министерству Народного Просвещения. - СПб., 1876. - Т.3 - 1855-1864. - Сб. 1042-1043.
8. Сборник постановлений по министерству народного просвещения. Т. 9. Царствование императора Александра III. (1889-1890). - СПб., 1895.
9. Краснов П.В. «Оградить учащуюся молодежь от доминирующего влияния на нее злонамеренного меньшинства...». Записка С.В. Зубатова о студенческом движении рубежа XIX-XX вв. // Отечественные архивы. - 2007. - №5.
10. Корбут М.К. Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина за 125 лет. 1804/05-1929/30. - Т. 2. - Казань, 1930.
11. Перковская Г.А. Развитие исторического образования в университетах России во второй половине XVIII – начале XX в.: дисс... канд. ист. наук: 07.00.02. – Отечественная история. – Ставрополь, 2005. – 260 с.
12. Синецкий А.Я. Профессорско-преподавательские кадры высшей школы СССР. - М.: Советская наука, 1950.

Поступила в редакцию 25.01.2020 г.



---

FORMATION OF STATE LEGAL POLICY IN THE AREA OF LEGAL STATUS OF A STUDENT  
IN PRE-REVOLUTIONARY RUSSIA

© 2020 E. Stakhanova\*

The article opens a series of publications on legal policy in the area of protection of legal status of students in Russia. This article analyzes the first regulations governing the student's legal status.

*Keywords:* legal status, student, university.

Received for publication on 25.01.2020

---

\* Stakhanova Ekaterina (stakatya@rambler.ru) – Associate Professor, Department of State and Administrative Law, Samara National Research University Named After Academician S.P. Korolev, 443086 Samara, Russian Federation.

**АКЦИОНЕРНЫЙ КРАУДФАНДИНГ В ГЕРМАНИИ**

**© 2020 В.А. Перепёлкин, Е.А. Горюшина, Е.А. Казакова\***

В статье подвергнут изучению акционерный краудфандинг в Германии в качестве способа финансирования инновационных проектов в условиях существующих законодательных ограничений. Проанализирована взаимосвязь распространения сети Интернет и зарождения краудфандинга, а также выделены основные центры развития краудфандинга прежде всего в применительно к Европе, и, в частности, к Германии.

*Ключевые слова:* краудфандинг, краудфандинговая платформа, Интернет, проект, объем финансирования, Европа, акционерный краудфандинг, Германия, платформа Seedmatch.

Краудфандинг (от англ. crowdfunding: crowd - «толпа», funding - «финансирование») - это способ коллективного финансирования проектов, при котором деньги на создание нового продукта поступают от пользователей, получающих взамен какие-либо товары или услуги, в том числе, итоговый продукт финансируемого проекта. Данный вид коллективного финансирования используется для сбора необходимой суммы средств или ее части [6, с. 8].

Поиск источников финансирования может занимать несколько месяцев или даже лет, в то время как краудфандинговые платформы связывают начинающий бизнес и инвесторов в сети Интернет значительно быстрее. Сейчас краудфандинг является одним из самых быстро развивающихся и востребованных альтернативных способов поиска финансовой поддержки для развития любого проекта. Одновременно это способ повысить осведомленность населения о зарождающихся проектах и найти единомышленников, будущих работников, клиентов или партнеров.

Для инвесторов основное преимущество краудфандинга заключается в возможности инвестировать временно свободные денежные средства в один из представленных на

электронной платформе проектов, выбирая наиболее интересную сферу. На платформе размещается информация о проекте, условиях участия в его финансировании, в дальнейшем есть возможность следить за состоянием проекта онлайн. Если на проект была собрана лишь часть денежных средств, а сроки сбора необходимой суммы подошли к концу, то участникам возвращают все полученные средства.

Термин «краудфандинг» был предложен Майклом Салливаном в 2006 г. и происходит он близкого по содержанию понятия «краудсорсинг», который подразумевает под собой осуществляемое при посредстве интернет-коммуникаций содействие широкого круга добровольных непрофессиональных помощников в реализации определенной задачи. Основное отличие заключается в том, что первый предполагает исключительно денежную форму инвестирования, в то время как второй включает в себя все возможные формы поддержки [1]. Краудфандинг разделяется на нефинансовый и финансовый краудфандинг. В первом случае спонсор не получает денежного дохода от своих инвестиций, осуществляя их в виде безвозмездных пожертвований либо в ожидании будущих бонусов и льгот. При нефинансовом

\* Перепёлкин Вячеслав Александрович (slavaap@rambler.ru) - доктор экономических наук, профессор кафедры мировой экономики; Горюшина Елена Александровна (e.goryusninaa@gmail.com) – студент; Казакова Елена Алексеевна (helen\_kazakova5@mail.ru) – студент; все – Самарский государственный экономический университет, 443090, г. Самара, ул. Советской Армии, 141

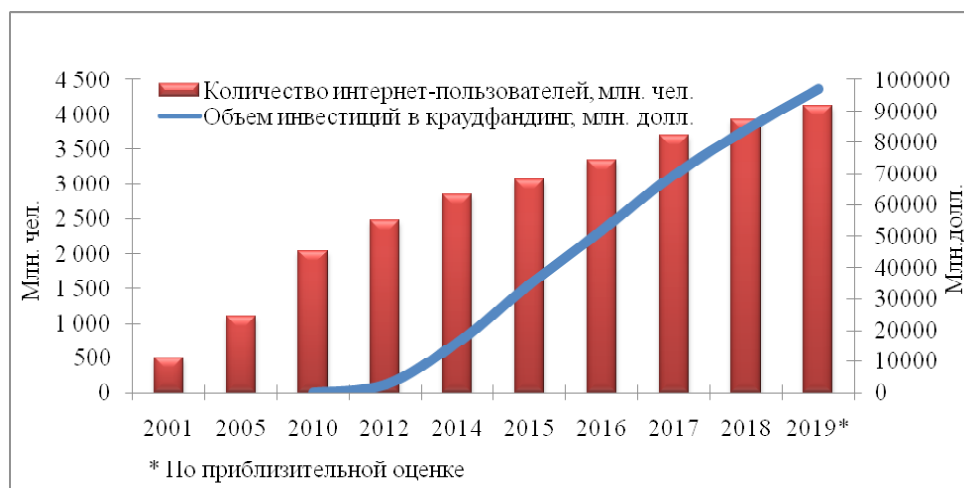


Рис. 1. Динамика количества интернет-пользователей и объема инвестиций в краудфандинг за 2001-2019 гг. [2; 5]

краудфандинге с вознаграждением предприниматель создает принадлежащую ему компанию без выпуска дополнительных акций, вознаграждая инвесторов различными «бонусами». Этот тип краудфандинга получил распространение в кинопроизводстве, разработке свободного программного обеспечения, а также в научных исследованиях. Финансовый краудфандинг подразделяется на акционерный краудфандинг (краудинвестинг) и кредитный краудфандинг (краудлендинг или р2р-кредитование). Главным признаком акционерного краудфандинга является получение спонсором доли в бизнесе компании на первоначальной стадии ее развития. Краудинвестинг предназначен для инвестирования небольшие сумм в непубличные компании. Кредитный (долговой) краудфандинг, или краудлендинг, основан на существовании между спонсором и автором проекта денежных отношений, которые по своей форме похожи на банковский кредит. Автор проекта занимает деньги у спонсоров и выплачивает их с процентами. Соответственно, кредитный краудфандинг похож на типичные кредитные продукты банков, но кредиторами являются не крупные финансовые организации, а разнообразные группы лиц [7, с. 49].

Все описанные виды финансирования предполагают техническую поддержку через создание общедоступных краудфандинговых платформ, благодаря которым и возмо-

жен процесс аккумулирования перечисляемых через онлайн-платежные системы средств домашних хозяйств и юридических лиц. Оттого появление и последующий рост краудфандинга произошли после достижения числа интернет-пользователей значительных величин и превращения оплаты покупок онлайн в повседневную реальность.

С момента возникновения краудфандинговых платформ в 2010 г. краудфандинг рос минимум на 30% в год. В 2015 г. объем привлеченных через платформы по всему миру средств составил 34 млрд. долл. США, а в 2017 г. - 69,7 млрд. долл. США. Согласно прогнозу Всемирного банка, к 2020 г. объем крауд-индустрии должен был составить 96 млрд. долл. США [2]. Если в 2010 г. количество краудфандинговых платформ в мире составляло 283, то уже в 2012 г. их стало почти вдвое больше - 536. Доход от краудфандинга к 2018 г. достиг в Северной Америке 17,2 млрд. долл. США, в Азии - 10,54 млрд. долл. США, в Европе - 6,48 млрд. долл. США. Однако по количеству этих платформ лидирует Европа (553), затем следуют Северная Америка (375) и Азия (112).

Доминирует на краудфандинговом рынке Европы Великобритания, о чем свидетельствуют данные таблицы 1.

Рынок Великобритании составляет около 75% от общего краудфандингового рынка, что в немалой мере определяется активной поддержкой ему со стороны правитель-



Таблица 1 - Объем финансирования через альтернативные финансовые платформы в отдельных европейских странах по состоянию на 2018 г, в млн. евро [3]

Страна	Великобритания	Франция	Германия	Нидерланды	Италия
Объем финансирования	7006	661	595	279	240

ства данной страны. Основные черты британских краудфандинговых платформ: относительно высокие сборы; фокус на арендном бизнесе; низкий порог инвестиций.

Краудфандинг во Франции также растет быстро. На сегодняшний день в стране существует около 70 платформ, тогда как шесть лет назад их было всего две. Правительство Франции оказывает новому способу финансирования необходимую поддержку, разработав нормативные акты, облегчающие функционирование краудфандинговых ресурсов.

В Германии уже в 2013 г. двадцать три компании собирали деньги посредством краудфандинговых платформ, обороты которых поступательно росли (см. таблицу 2).

тия данной инвестиционной технологии она с каждым годом все больше превращается в серьезную альтернативу прочим видам инвестиционной деятельности благодаря следующим присущим ей преимуществам:

1) возможность реализации перспективных инвестиционных проектов без участия нескольких крупных инвесторов.

2) эффективность и простота механизма, открывающему любому человеку возможность вложить денежные средства в новый проект.

3) самостоятельность движения частных капиталов участников платформы [7, с. 58].

Таким образом, главная особенность работы платформ в Германии: объем финанси-

Таблица 2 - Объем финансирования с помощью краудфандинговых платформ в мире и в Германии в 2013-2018 гг., млн. долл. [2; 4, с. 57]

Объем инвестиций	2013	2014	2015	2018
в мире	6100	16200	34400	84100
в Германии	55	103	303	666

Вместе с тем, ряд нормативных актов ограничивают рост краудфандинга. Так, в августе 2015 г. началось законодательное регулирование краудфандинговой деятельности, прежде всего путем установления предельной величины средств, привлекаемых посредством соответствующих электронных платформ. Мелким инвесторам в Германии можно вложить сумму не более 1000 евро в краудфандинговые проекты. Если инвестор подтверждает наличие активов на сумму более в 100000 евро, ему могут увеличить предельную сумму инвестиций. В данной связи возникают определенные трудности, ограничивающие сферу применения этого вида финансирования. Начались поиски пробелов в законодательстве за счет сбора денег без лицензии, что послужило зарождению акционерного краудфандинга.

Акционерный краудфандинг выступает наиболее продвинутой и передовой формой краудфандинга в Германии. По мере разви-

рования за год не должен превышать более 100 тысяч евро. Так, один из лидеров рынка привлек инвестиций на сумму более ста тысяч евро, учтя хитрость акционерного займа. Платформа Seedmatch показала пример на собственном опыте, что дало сильный импульс в развитии акционерного краудфандинга. Другие ресурсы сделали аналогичным образом.

На платформе Seedmatch, лидера германского акционерного краудфандинга, с момента ее запуска было профинансировано более 170 проектов на общую сумму более 48 миллионов евро. Пользовательская база ресурса составила более 64000 участников. Отличие Seedmatch от наиболее известных американских краудфандинговых платформ Indiegogo и Kickstarter заключается в том, что тут инвестор не совершает заказ готового продукта, а инвестирует в готовый проект. Минимальный порог для инвестирования составляет 250 евро. Именно на этой краудфандинговой площадке были про-

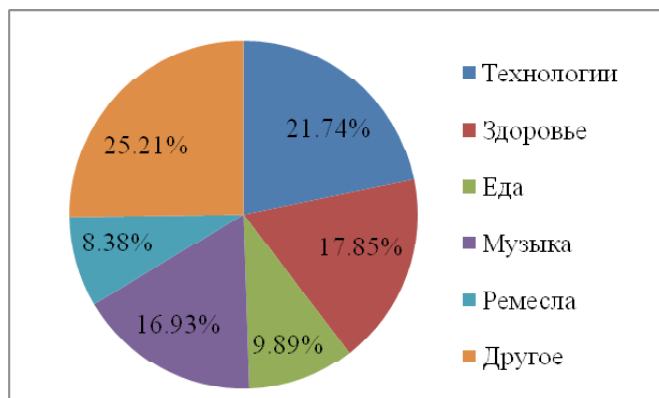


Рис. 2. Доля проектов по сферам деятельности из получивших финансирование на платформе Seedmatch [8]

финансированы 80% от всего количества инновационных проектов Германии[8].

Платформа Seedmatch продвигает проекты из разных сфер деятельности, основные из которых представлены на рисунке 2.

Наибольшее количество профинансированных проектов пришлось на технологии (21,74%), здравоохранение (17,85%) и музыку (16,93%), поскольку они часто не в состоянии найти финансовую поддержку традиционными способами и краудфандинг часто выступает для них единственной возможностью для воплощения и развития проекта.

Акционерный краудфандинг в Германии постепенно развивается и набирает обороты. Пока можно выделить лишь четверку самых крупных краудфандинговых платформ: Seedmatch, Companisto, Innvestment и Bergfirst. Несмотря на это, существует много мелких игроков рынка. Однако, в данный момент их деятельность ограничена из-за того, что правительство Германии разработало специальную законодательную базу для предотвращения потерь от высокорискованных проектов. С одной стороны, она направлена на защиту мелких инвесторов, но, с другой стороны, это создает барьер для привлечения денежных средств для реализации проект.

#### Библиографический список

1. Castrataro D. A social history of crowdfunding // Social Media Week. URL: [https://socialmediaweek.org/blog/2011/12/a-social-history-of-crowdfunding/#.UiRidBbGL\\_k](https://socialmediaweek.org/blog/2011/12/a-social-history-of-crowdfunding/#.UiRidBbGL_k)

[org/blog/2011/12/a-social-history-of-crowdfunding/#.UiRidBbGL\\_k](https://socialmediaweek.org/blog/2011/12/a-social-history-of-crowdfunding/#.UiRidBbGL_k)

2. Crowdfunding's Potential for the Developing World, Information for Development Program (infoDev) / The World Bank. URL: <http://www.infodiv.org/crowdfunding>

3. Amount of funding delivered via alternative finance platforms in selected European countries as of 2017, Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/412372/europe-alternative-finance-funding-amounts-country>.

4. Crowdfunding from an investor perspective. Final report prepared for the European Commission, Financial Services User Group. URL: [https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/financial-reforms-and-their-progress/regulatory-process-financial-services/expert-groups-comitology-and-other-committees/financial-services-user-group-fsug/fsug-studies-and-papers\\_en](https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/financial-reforms-and-their-progress/regulatory-process-financial-services/expert-groups-comitology-and-other-committees/financial-services-user-group-fsug/fsug-studies-and-papers_en)

5. ITU World Telecommunication/ICT Indicators database. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>

6. Горюва В.В. Практическое пособие по краудфандингу / Под ред. Ф.В. Мурачковского. – Москва, 2016 – 125 с. URL: [http://www.kdobru.ru/netcat\\_files/171/143/PRAKTICHESKOE\\_POSOBIE\\_po\\_kraudfandingu.pdf](http://www.kdobru.ru/netcat_files/171/143/PRAKTICHESKOE_POSOBIE_po_kraudfandingu.pdf)

7. Ермакова Е.А., Нестеренко Е.А., Ларионов Н.А. Краудфандинг как инструмент финансирования инноваций. – Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2017. – 132 с. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_30677986\\_86041543.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_30677986_86041543.pdf) .

8. Официальный сайт платформы Seedmatch. URL: <https://www.seedmatch.de>.

Поступила в редакцию 14.01.2020 г.



---

EQUITY-BASED CROWDFUNDING IN GERMANY

© 2019 V.A. Perepelkin, E.A. Goryushina, E.A. Kazakova\*

The article examined the study of equity crowdfunding in Germany as a convenient way to finance innovative projects in the presence of certain legislative restrictions. The relationship between the spread of the internet and the origin of crowdfunding is analyzed, as well as the main centers for the development of crowdfunding with a more detailed study of Europe, in particular, Germany, are identified.

*Keywords:* crowdfunding, crowdfunding platform, internet, project, amount of financing, Europe, equity-based crowdfunding, Germany, seedmatch platform.

Received for publication on 14.01.2020

---

\* Perepelkin Viacheslav Alexandrovich (slavaap@rambler.ru) - Doctor of Economics, Professor of the Department of World Economy; Goryushina Elena Aleksandrovna (e.goryusninaa@gmail.com) - student; Kazakova Elena Alekseevna (helen\_kazakova5@mail.ru) - student; all Samara State University of Economics, 443090, Samara, Soviet Army St., 141.



## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО РЫНКА МЕЖБАНКОВСКИХ КРЕДИТОВ

© 2020 Е.А. Разумовская, И.А. Петрова\*

Статья посвящена рассмотрению некоторых аспектов и тенденций развития одного из наиболее распространенных финансовых инструментов – межбанковского кредита (МБК); проведен простой анализ российского рынка МБК. Предпринята попытка выявить благоприятные и негативные факторы, влияющие на текущее состояние рынка межбанковского кредитования и на перспективы его развития в условиях стагнации национальной экономики РФ.

*Ключевые слова:* межбанковское кредитование, рынок МБК, рейтинговые оценки и агентства.

Актуальность исследований в области межбанковского кредитования обусловлена тем интересом и потребностью, со стороны самих банков, которая составляет суть кредитных отношений. Межбанковский кредит выступает для банков регулятором их текущей ликвидности, а также позволяет поддерживать стабильное функционирование экономики за счет поддержания платежеспособности всей банковской системы в целом.

В данном виде кредитования существует две стороны: банк-кредитор и банк-заемщик. Банк-кредитор уделяет большое внимание качеству предоставляемых ссуд, так как в этой системе присутствует высокая степень риска, которая может привести к значительным убыткам. Банк-заемщик путем займа

устраняет кассовые разрывы за счет привлечения ликвидных активов, и производит фондирование активных операций. Заключение сделок по межбанковскому кредиту имеет разносторонний характер и может осуществляться в нескольких формах, которые отражены на рисунке 1.

Межбанковский кредит представляет собой инструмент денежного рынка, на котором происходит кредитование одного банка другим под небольшой процент (межбанковская ставка) в форме кредитной линии на срок чаще всего от одной ночи до недели. Поскольку межбанковский кредит имеет высокий спрос, порождающий как положительные, так и отрицательные ситуации из-за присутствия спекуляции была создана система оценки его качества.

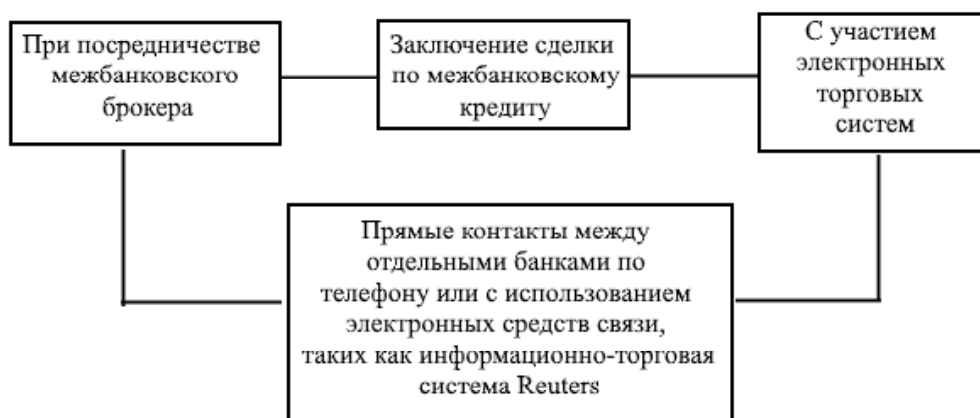


Рис. 1. Форматы заключения сделок на рынке межбанковских кредитов [3]

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



На сегодняшний день существуют следующие разновидности МБК:

- ❖ однодневные «овернайт» (со сроком одного операционного дня с низким уровнем риска);
- ❖ короткие (сроком до недели, аналогично с низким уровнем риска);
- ❖ средние (спекулятивного характера, срок до 30 дней, средний риск); и
- ❖ длинные (от 30 до 90 дней с высоким уровнем риска).

Категории качества, предоставляемых ссуд, представлены на рисунке 2.

речень показателей, используемых для анализа финансового положения заемщика, кредитная организация определяет самостоятельно».

Для ускорения процесса проверок были разработаны специальные методы и рейтинги, позволяющие наиболее точно понять не только благосостояние контрагента, но и самого кредитора. Такими методами могут выступать традиционные, статистические, математические и многие другие. Наиболее востребованными рейтинговыми агентствами на сегодняшний день на российском рынке

Обслуживание долга	Финансовое положение		
	хорошее	среднее	плохое
Хорошее	Стандартные (I категория качества)	Нестандартные (II категория качества)	Сомнительные (III категория качества)
Среднее	Нестандартные (II категория качества)	Сомнительные (III категория качества)	Проблемные (IV категория качества)
Плохое	Сомнительные (III категория качества)	Проблемные (IV категория качества)	Безнадежные (V категория качества)

Рис. 2. Классификация банковских кредитов по категориям качества [5]

Проблематика рассматриваемой разновидности кредитования и формирования высокоразвитого межбанковского рынка заключается в ослабленном информационном взаимодействии банковских организаций, низкой степени доверия в банковской среде, высокой степени рисков и многих других причинах. Данные факторы тесно связаны с управленческими составляющими и в большей степени от применяемой системы оценки качества кредитования.

Такая система позволяет выявить дефекты в функционировании данного механизма. В соответствии с законодательством РФ, оценка качества любой разновидности кредита осуществляется только по единственному критерию, а именно кредитному риску [4]. Так, в Положении Банка России № 254-П, действующем с 01.08.2004, качество кредита (ссуды) «определяется вероятностью его обесценения», связанном с тем, что заемщик суммы основного долга и неуплаты процентов по нему. При этом «пе-

выступают: «Национальное Рейтинговое Агентство», «АКРА», «Эксперт РА».

В оценке качества межбанковского кредитования существует несколько уровней. На предварительном этапе основными показателями, которые используются при оценке, выступают [2]:

- ❖ состояние кредитного портфеля банка и кредитная политика;
- ❖ собственный капитал, доходы и расходы банка;
- ❖ рыночное положение кредитной организации;
- ❖ принадлежность к финансово-промышленным группам;
- ❖ деятельность контрагента на рынке МКБ;
- ❖ форексные операции и наличие кредитных линий;
- ❖ механизм установления предельных объемов сделок (лимитов);
- ❖ оценка конкурентоспособности банка;



Таблица 1. Крупнейшие банки РФ по объему МБК, 2019 г. [1]

Место	Название банка	Город	Межбанковские кредиты, тыс. руб.	Межбанковские кредиты/активы, %
1	СБЕРБАНК РОССИИ	Москва	1685200475	8,02
2	НАЦИОНАЛЬНЫЙ КЛИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР	Москва	1221660497	48,21
3	ВТБ	С.-Петербург	811556132	9,28
4	ВТБ 24	Москва	764231227	24,84
5	БИНБАНК	Москва	630317133	56,5
6	АЛЬФА-БАНК	Москва	266077898	12,05
7	РОССЕЛЬХОЗБАНК	Москва	259076079	10,13
8	ЮНИКРЕДИТ БАНК	Москва	233184764	22,64
9	ФК ОТКРЫТИЕ	Москва	197624047	7,83
10	РОСБАНК	Москва	196362169	26,02

❖ риск ликвидности, оценка рисков операций и многие другие.

На начальном этапе происходит сравнение полученных результатов на достоверность и принадлежность тем целям, которые были поставлены перед экспертами и аналитиками. В заключение производится оформление окончательного результата анализа исследований и прогнозирования, подводятся итоги.

Межбанковское кредитование осуществляется в пределах установленных лимитов, в ходе которых определяются банки-заемщики (контрагенты), с которыми в дальнейшем предстоит сотрудничество, а также лимит количества сделок, установленных кредитным комитетом [1]. Расчет банка-кредитора по установлению лимита производится после анализа финансового состояния заемщика, потому что чем лучше положение,

тем больше денежных средств можно получить при предоставлении межбанковского кредита.

При установлении лимита так же существуют критерии, такие как: публикация в известных рейтингах, хорошая деловая репутация, наличие валютной лицензии, сопоставимый с базовыми показателями уставный капитал и многие другие факторы. Наибольшее значение в этой структуре имеет осуществление четкого контроля за соблюдением данных лимитов и возникающие при малейших несоответствиях проблемы.

По данным «Коммерсантъ» [7] на конец 2019 года были опубликованы данные 50 крупнейших банков по объему межбанковских кредитов, 10 из которых представлены в таблице ниже. Лидирующие позиции занимают «Сбербанк», «Национальный клиринговый центр», «ВТБ».

Таблица 2. Показатели среднего дневного оборота рынка межбанковских кредитов (депозитов) и операций РЕПО, руб. [6]

Периоды	Депозитные операции		РЕПО	
	между резидентами	с нерезидентами	между резидентами	с нерезидентами
Январь	367 752	97 616	590 458	17 587
Февраль	345 732	96 760	514 328	10 247
Март	359 491	112 446	464 892	13 150
Апрель	321 087	106 360	484 311	19 110
Май	324 868	110 802	485 420	19 261
Июнь	344 269	107 147	493 110	22 865
Июль	343 314	92 681	473 390	18 239
Август	313 787	100 680	360 468	15 194
Сентябрь	349 736	89 115	385 158	16 310
Октябрь	362 979	97 986	406 811	14 906
Ноябрь	360 706	97 421	452 017	22 966
Декабрь	378 012	103 634	467 581	23 457



По представленным (но требующим уточнения данным) за 2019 год данным, заметна тенденция снижения выдачи межбанковских кредитов. Данные Центрального Банка России за 2019 год по показателям среднего дневного оборота рынка межбанковских кредитов (депозитов) и операциям РЕПО отражены в таблице 2, демонстрирующие незначительные колебания в депозитных операциях резидентов и снижение РЕПО, тогда как во взаимодействии с нерезидентами прослеживается сохранение величины депозитных операций, а также увеличение в сделках РЕПО.

Современное межбанковское кредитование имеет актуальную и очень распространенную форму ссуды в сфере банковского сектора, которое требует постоянного развития и анализа. Безусловным преимуществом данного кредита перед остальными видами займов выступает мобильность в заключении договора и совершении сделки, что в свою очередь полностью отвечает всем требованиям текущей ликвидности банковской организации, подверженной постоянным изменениям.

При возникновении излишка денежных средств банк своевременно размещает их на рынке межбанковского кредитования, поскольку таким образом банк имеет максимально надежные условия для быстрой реализации краткосрочных ресурсов коммерческого банка с наибольшей выгодой.

Особое внимание стоит уделять и экономическим изменениям, которые могут

нести в себе как благоприятные, так и негативные факторы развития. Именно по этой причине, во избежание невозврата денежных средств, банкам-кредиторам следует производить тщательные проверки своих контрагентов на соответствие предоставляемой информации и документов реальным данным. Банкам-заемщикам, в свою очередь, следует правильно оценивать свое положение и обязательства, которые они на себя принимают.

#### *Библиографический список*

1. Большакова А.Б. Теоретические и практические аспекты функционирования российского рынка МБК // Экономика. Бизнес. Банки. - 2016. - №6. - С. 132-138.
2. Коробова Г.Г. Банковские операции. - М.: Магистр, 2016. - 544 с.
3. Кузнецова Е.И. Финансы. Денежное обращение. Кредит. - М.: Юнити, 2017. - 556 с.
4. Лисюткина И.А. Современные направления развития рынка межбанковского кредитования в России // Современное состояние и перспективы развития национальной финансово-кредитной системы: сб. III междунар. конф. - 2019. - С. 44-47.
5. Щегельский М.И. Рынок МБК: проблемы и перспективы // Перспективные направления развития банковского дела: сб. VI междунар. научн. студ. конгресса, 2017. - С. 20-28.
6. Официальный сайт Банка России. Электронный ресурс. URL: <https://www.cbr.ru/> (дата обращения 12.01.2020 г.)
7. Официальный сайт ИД «Коммерсантъ». URL: <https://www.kommersant.ru/> (дата обращения 12.01.2020 г.)

Поступила в редакцию 15.01.2020 г.



---

## DEVELOPMENT TRENDS OF THE RUSSIAN INTERBANK LENDING MARKET

© 2020 E.A. Rasumovskaya, I.A. Petrova\*

The article is devoted to development trends examination of one of the most common financial instruments – interbank lending; the simple analysis of the Russian interbank lending market was carried out. The research tried to identify positive and negative factors affecting the current state of the interbank lending market and the prospects for its development in conditions of the Russian national economy stagnation.

*Keywords:* interbank lending, interbank lending market, ratings and agencies.

Received for publication on 15.01.2020

---

\* Rasumovskaya Elena Alexandrovna (rasumovskaya.pochta@gmail.com) - Doctor of Economics, Professor Department of Finance, cash circulation and credit, Petrova Irina Alekseevna - 1-st year master student Department of Finance, cash circulation and credit; Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, RF, Ekaterinburg.



## ЛИКБЕЗ ПО ТРЕЙДИНГУ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

© 2020 Е.А. Разумовская, И.А. Шугаев\*

В статье авторами рассмотрены направления инвестирования капитала, а также предпринята попытка выделить наиболее «интересный» с позиции доходности вариант размещения свободных денежных средств. Проведено сравнение некоторых показателей деятельности крупнейшего финансового российского института – Московской межбанковской биржи и одного из крупнейших американских – Нью-Йоркской биржи, в ходе которого авторами выделены основные преимущества и недостатки обоих площадок. С учетом особенностей бирж авторы представляют мнение по критериям выбора площадки для старта трейдинга и обосновывают его рядом аргументов и характеристик трейдера.

*Ключевые слова:* инвестиции, биржа, трейдинг, трейдер, технический анализ, фундаментальный анализ.

Современные люди все больше и чаще начинают задумываться о возможности получения дохода при помощи инвестиций. Особый толчок к данной тенденции придало государство, предоставив возможность получить возврат 13% по ИИС. В этой связи представляется актуальным остановиться на сущности и видах доступных широким массам не профессиональных инвесторов.

Согласно 39-ФЗ инвестиции это денежные средства, ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, иные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты предпринимательской и (или) иной деятельности в целях получения прибыли и (или) достижения иного полезного эффекта [1].

Авторы предлагают рассматривать инвестиции как вложение денежных средств или использование имущества для получения прибыли.

Если с сутью инвестиций более и менее понятно, то с видами инвестиций все немного уже сложнее. Любой человек, имеющий вклад в банке уже является инвестором. Но вклады в банках, как правило, в лучшем слу-

чае смогут спасти финансы от инфляции, но никак не преумножить их и дать средства к существованию. В наше время наиболее популярными инвестициями с пассивным доходом являются:

1) ПИФы - паевые инвестиционные фонды предлагают своим клиентам приобрести пай или долю в сформированном инвестиционном портфеле, в который входят ценные бумаги различных компаний. Это классическая форма пассивных инвестиций. В конце отчетного периода (обычно календарный год) пайщик получает часть прибыли, пропорционально равную размеру выкупленного им пая. Подбор ценных бумаг для инвестиционного портфеля ПИФа осуществляет специальный управляющий. Сам пайщик не имеет к этому процессу никакого отношения. Обычно паевые инвестиционные фонды формирует несколько разных инвестиционных портфелей, каждый из которых имеет собственную потенциальную доходность и уровень рисков.

2) Банковские вклады - традиционный и самый популярный вид инвестиций среди россиян. Основным его плюсом является га-

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



рантированное получение заранее прописанного в договоре дохода. Минус банковских депозитов состоит в крайне низком уровне доходности.

3) Доверительное управление - способ инвестирования, который напоминает покупку пая в ПИФе. Основное отличие состоит в персонифицированном подходе, которым отличается доверительное управление. Другими словами, инвестор не вкладывает деньги в уже сформированный инвестиционный портфель, а отдает их в управление своему доверенному лицу. Ключевой фигурой в данной ситуации становится управляющий. Это должно быть юридическое лицо или конкретный человек, в профессионализме которого инвестор не сомневается.

4) Негосударственные пенсионные фонды - финансовые структуры, предлагающие инвесторам услуги, по управлению денежными средствами, из которых в дальнейшем будет сформирована часть их будущей пенсии. Суть этого способа осуществления инвестиций состоит не столько в сохранении, сколько в увеличении финансовых активов клиента.

5) Недвижимость - инвестиции в недвижимость имеет смысл серьезно рассматривать в периоды устойчивого развития национальной экономики. Это связано с тем, что в периоды экономических кризисов объекты недвижимости серьезно теряют в стоимости и ликвидности. Данные вложения в первую очередь делятся по объектам жилой и коммерческой недвижимости.

6) Торговля на бирже - вид финансовых вложений является гораздо более сложным, чем участие в ПИФах или передача денег в доверительное управление. В такой ситуации инвестору остается полагаться исключительно на собственные знания и опыт биржевого трейдинга. Следовательно, риски данной разновидности инвестирования существенно возрастают, но при этом и потенциальная доходность по данному виду инвестиций гораздо выше.

7) Тезаврационное инвестирование - инвестиционная деятельность, которая непосредственно связана с вложением денеж-

ных средств в предметы искусства (картины, гравюры и прочее), драгоценные металлы, камни, ювелирные украшения и предметы антиквариата. Подобные инвестиции также предполагают наличие специфических знаний и понимание ценообразующих факторов. Кроме того, вложения такого плана являются долгосрочными и чаще всего требуют существенной денежной суммы.

8) Венчурное инвестирование - подобные инвестиции характеризуются вкладыванием финансовых активов в стартапы, инновационные бизнес-идеи и проекты. Этой сфера инвестирования отличается очень высокими рисками. По статистике только 10-15% от всех запущенных стартапов становятся успешными компаниями.

9) ИИС – индивидуальные инвестиционные счета - сравнительно молодой инвестиционный инструмент, появившийся в 2015 году. ИИС счет в брокерской компании позволяет инвестировать в ценные бумаги на срок от трех лет, получая при этом налоговые вычеты.

Спектр финансовых инструментов достаточно широк – возможностей действительно много, однако, по большей части для работы с данными инструментами нужны существенные средства. Так, при вложении в недвижимость, тезаврационное инвестирование, венчурное инвестирование инвестор явно не сможет обойтись 5 тысячами рублей, а выгоду от НПФ инвестор увидит лишь при выходе на пенсию, а при открытии ИИС или передаче денежных средств в доверительное управление он не может повлиять на прибыль [3].

Наиболее «интересным» способом вложения является торговля на фондовых биржах, таких как Московская межбанковская валютная биржа, Фондовая биржа Санкт-Петербурга, валютная биржа в Санкт-Петербурге и Московская ФБ и не только российских биржах. К сожалению, широкие массы обывателей не имеют прямого доступа на биржи, для этого придется использовать услуги брокера, который работает за комиссию.



К выбору брокера нужно отнестись серьезно: определить спектр желаемых активов, которые инвестор планирует использовать. К примеру, акции каких компаний планируется приобретать? - будут это только российские компании (Сбербанк, Газпром и т.д.), либо еще и зарубежных компаний (Google, Apple и т.д.), так как не все брокеры имеют доступ на международные биржи. Одним из главных критериев отбора брокера является его надежность, отражающаяся в рейтинге: чем выше рейтинг, тем больше вероятности, что брокер надежен. Далее - тарифы брокера, которые мы платим от каждой сделки, обычно он составляет около 0,02-0,5%. Процент кажется ничтожно малым, но при активной деятельности на бирже итоговая сумма комиссии за год может составить существенную сумму, плюс иные платежи, такие как плата за ведение счета и т.п.

После выбора брокера можно начинать торговать на бирже, для чего прежде всего необходимо изучить технический и фундаментальный анализ. Не останавливаясь подробно, заметим, что технический анализ предполагает прогнозирование цен, основывая на информации полученной в результате рыночных торгов в основе которого лежит изучение определенных закономерностей в движении графика котировок. При данном методе трейдер может даже и не знать, чем занимается организация, и нацелен на краткосрочные торги. Фундаментальный анализ базируется на финансовых показателях организации и производственной деятельности. Данным анализом оперируют игроки, нацеленные на длительную перспективу. Однако, ограничиться использованием лишь один из анализов не получится.

Обобщая сказанное, авторы выделяют преимущества и недостатки Российский биржи – Московская Биржа, и Нью-Йоркской биржи как образцового, всеми признанного участника мирового финансового рынка.

Бытует мнение, что Нью-Йоркская биржа является эталоном и предоставляет возможность для профессионального трейдинга и достойного заработка, хотя на ней есть

место и манипулятивным сделкам [2]. И это не бесосновательно, ибо именно на ней в котировальном листе находится около 2300 компаний, и ежедневный оборот рынка акций составляет примерно 1,5 трлн долларов. Кроме того, данная торговая площадка обладает низкой политизированностью, то есть политические события внутри страны оказывают совсем не значительное влияние на торговлю. И это несомненный плюс, ведь трейдеры, могут более уверенно планировать свои сделки, не обращая внимания на политику. И еще одним плюсом является бесплатное страхование вкладчиков от вне-рыночных рисков.

Однако, всегда есть «НО». В данном случае для российских трейдеров могут возникнуть сложности:

во-первых, языковой барьер;

во-вторых, это нюансы американского законодательства, в которых нужно будет разобраться;

в-третьих, наиболее значимая сложность – это наличие более высокого спреда торговых инструментов на бирже США, и сама торговля имеет более высокий порог входа, что значительно усложняет вход на биржу новичкам.

Что касается Московской Биржи - это самая популярная площадка для трейдинга в России, и это логично, поскольку у нее нет серьезных аналогов. Из плюсов нашей биржи можно выделить:

во-первых перспективность, ибо Московская Биржа относительно молодая площадка, и она продолжает расти, развиваться и набирать обороты;

во-вторых, данная площадка регулируется законодательством и защищает от мошенничества;

в-третьих, более спокойная торговля за счет меньшего количества акций ритм торговли более спокойный.

Ну и про наличие русского языка говорить не приходится.

Есть у Московской Биржи, конечно и свои минусы. Относятся они не к самой бирже, а скорее к особенностям инвестицион-



ных процессов в России. К сожалению, торговля ценными бумагами и их производными очень зависит от ситуации в стране на политическом уровне. Плюсом большое влияние на стоимость акций оказывает политическая события в стране, экономическая ситуация и цена на нефть. Поэтому при анализе и оценке рисков необходимо делать поправку на динные факторы. И еще одним минусом являются более высокие комиссии.

Выбор площадки для трейдинга обусловлен следующими факторами: каким опытом и знанием обладает трейдер, каков уровень владения английского языка, а главное каким капиталом он обладает. Для старта трей-

дерской деятельности лучше начать работу на Московской бирже, и лишь при получении определенного опыта в торговле можно обратить взор в сторону Уолл-стрит.

#### *Библиографический список*

1. Инвестиции // под ред. Юзвович Л.И., Дегтярева С.А., Князевой Е.Г. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 610 с.
2. Разумовская Е.А., Плетнев К.В. Направления сдерживания манипулятивных сделок на российском финансовом рынке // Вестник Самарского ГЭУ. - 2018. - №8(166). - С. 67-74.
3. Рынок ценных бумаг / В.А. Татьянников и др. – Екатеринбург, Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 496 с.

Поступила в редакцию 15.01.2020 г.

### TRADING LIKBEZ: THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS

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

In this article the authors examine the directions of capital investment. They also attempt to highlight the most “interesting” option of placing free funds from the position of profitability. Has been carried out the comparison of some activity indicators of the largest financial Russian institute - Moscow Interbank Exchange – and one of the American largest – New York Stock Exchange. The authors highlighted the main advantages and disadvantages of both platforms. Considering the peculiarities of the exchanges the authors present an opinion on the criteria for choosing the platform for starting trading and justify it with a number of arguments and characteristics of the trader.

*Keywords:* investment, exchange, trading, trader, technical analysis, fundamental analysis.

Received for publication on 15.01.2020

---

\* Rasumovskaya Elena Alexandrovna (rasumovskaya.pochta@gmail.com) - Doctor of Economics, Professor Department of Finance, cash circulation and credit, Shugaev Ivan Aleksandrovich - 1-st year master student Department of Finance, cash circulation and credit; Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, RF, Ekaterinburg.

## 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**  
**№ 1 (4) 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](https://vk.com/ann_sarachai)

Дата выхода в свет 26.02.2020. Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Печать оперативная.  
Усл. печ. л. 8,37 (9,0). Уч.-изд. л. 7,8. Тираж 1000 экз. Первый завод 100 экз.  
Распространяется бесплатно. Заказ № 000.

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**  
**№ 1 (4) 2020**

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

Approved for publication 26.02.2020. Format 60x84/8. Offset paper.  
Offset printing. Printed signatures 8,37 (9,0). Publisher's signatures 7,8.  
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.