

Stroitel'nye Materialy [Construction Materials]

ISSN 0585-430X

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ[®] №3



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С 1955 г.

WWW.RIFSM.RU

МАРТ 2016 г. (735)

CONCRETE VISION

EBAWE разрабатывает, проектирует и устанавливает полностью укомплектованные линии по производству различных сборных бетонных изделий. Мы идеальный партнер для всех Ваших проектов – независимо от их объемов и типов!

www.ebawe.de

Стенд #414, павильон В1
11.04. – 17.04.2016

bauma 2016

www.bauma.de
Мюнхен – Германия



PROGRESS GROUP

HRIZOPRO

СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ ДОБАВКА В ЦМА

основа волокна - МАГНИЙ и КРЕМНИЙ

расход - до 2 кг/т

термостойкость - свыше 700 °С

высокая распушаемость

устойчивость к противогололедным реагентам

www.HRIZOTOP.COM

Учредитель журнала:
 ООО Рекламно-издательская
 фирма «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»
 Журнал зарегистрирован
 Министерством РФ по делам
 печати, телерадиовещания
 и средств массовой информации
 ПИ №77–1989
Входит в Перечень ВАК
 и государственный
 проект РИНЦ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

№3

Основан в 1955 г.

(735) март 2016 г.

Главный редактор:

ЮМАШЕВА Е.И.,
 инженер-химик-технолог,
 почетный строитель России

Редакционный совет:

РЕСИН В.И.,
 председатель, д-р экон. наук,
 профессор, академик РААСН (Москва)

БУРЬЯНОВ А.Ф.,
 д-р техн. наук, директор Российской
 гипсовой ассоциации (Москва)

БУТКЕВИЧ Г.Р.,
 канд. техн. наук, член правления
 Ассоциации «Недра» (Москва)

ВАЙСБЕРГ Л.А.,
 д-р техн. наук, профессор,
 член-корреспондент РАН
 (Санкт-Петербург)

ВЕРЕЩАГИН В.И.,
 д-р техн. наук, профессор (Томск)

ГОРИН В.М.,
 канд. техн. наук, президент Союза
 производителей керамзита и
 керамзитобетона (Самара)

ЖУРАВЛЕВ А.А.,
 Президент Ассоциации «Недра» (Москва)

КОРОЛЕВ Е.В.,
 д-р техн. наук, профессор (Москва)

КРАСОВИЦКИЙ Ю.В.,
 д-р техн. наук, профессор (Воронеж)

КРИВЕНКО П.В.,
 д-р техн. наук, профессор (Украина)

ЛЕОНОВИЧ С.Н.,
 д-р техн. наук, профессор (Беларусь)

ЛЕСОВИК В.С.,
 д-р техн. наук, профессор,
 член-корреспондент РААСН (Белгород)

ОРЕШКИН Д.В.,
 д-р техн. наук, профессор (Москва)

ПИЧУГИН А.П.,
 д-р техн. наук, профессор
 (Новосибирск)

ПУХАРЕНКО Ю.В.,
 д-р техн. наук, профессор,
 член-корреспондент РААСН
 (Санкт-Петербург)

ФЕДОСОВ С.В.,
 д-р техн. наук, профессор,
 академик РААСН (Иваново)

ФИШЕР Х.-Б.,
 доктор-инженер (Германия)

ХЕЛМИ Ш.С.,
 канд. техн. наук (Египет)

ХОЗИН В.Г.,
 д-р техн. наук, профессор (Казань)

ЧЕРНЫШОВ Е.М.,
 д-р техн. наук, профессор,
 академик РААСН (Воронеж)

ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.,
 канд. техн. наук (Омск)

ШТАКЕЛЬБЕРГ Д.И.,
 д-р техн. наук, профессор (Израиль)

ЯКОВЛЕВ Г.И.,
 д-р техн. наук, профессор (Ижевск)

© ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»,
 журнал «Строительные материалы»®, 2016

Крупнопанельное домостроение

**О состоянии рынка сырьевых материалов
 для предприятий крупнопанельного домостроения (Информация).....4**

**«Инжиниринг под ключ» – лозунг деятельности
 ООО «ВКБ-Инжиниринг» (Информация).....8**

**И.Д. ТЕШЕВ, Г.К. КОРОСТЕЛОВА, М.А. ПОПОВА, Ю.Н. ЩЕДРИН
 Модернизация заводов объемно-блочного домостроения.....10**

**PROGRESS GROUP – ваш партнер в области создания
 инновационных долгосрочных решений (Информация).....14**

Преднапряженные пустотные плиты: история и современность (Информация)....16

**И.Н. ЛЕКАРЕВ, А.Г. СИДОРОВ, И.Н. МОШКА
 Серия домов АБД-9000: внедрение BIM-технологий
 на современном производстве.....22**

**А.Г. КОВРИГИН, А.В. МАСЛОВ
 Композитные гибкие связи в крупнопанельном домостроении.....25**

**Г.В. НЕСВЕТАЕВ, Г.С. КАРДУМЯН
 О рациональном применении добавок в бетоны на заводах
 крупнопанельного домостроения.....31**

**Л.И. КАСТОРНЫХ, И.В. ТРИЩЕНКО, М.А. ГИКАЛО
 Эффективность системы рециклинга на заводах товарного бетона
 и сборного железобетона.....36**

Юбиляры отрасли

**Е.М. АКСЕНОВ, Н.Г. ВАСИЛЬЕВ, Т.З. ЛЫГИНА, Р.К. САДЫКОВ
 ФГУП «ЦНИИГеолнеруд» 70 лет. Этапы большого пути.....40**

**ООО «ЛИНГЛ СЕРВИС» ваш партнер по сервису и поставкам запасных частей
 от немецкой фирмы LINGL (Информация).....46**

**Английская группа Istock (Ибсток) вновь выбирает немецкую компанию
 KELLER HCW (КЕЛЛЕР ХЦВ) (Информация).....48**

Отрасль в современных условиях

**И.М. ПОТРАВНЫЙ, И.Б. ГЕНГУТ, ДАВААХУУ НЯМДОРЖ
 Возможности использования ресурсов техногенных месторождений
 для производства строительных материалов
 (на примере КОО «Предприятие Эрдэнэт»).....52**

**Ш.Н. ВАЛИЕВ, Н.Е. КОКОДЕЕВА, С.В. КАРПЕЕВ, А.В. КОЧЕТКОВ
 Основные направления совершенствования Технического регламента
 Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог».....56**

Адрес редакции: Россия, 127434, Москва,
 Дмитровское ш., д. 9, стр. 3
Тел./факс: (499) 976-22-08, (499) 976-20-36
E-mail: mail@rifsm.ru **http://www.rifsm.ru**

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений, точность данных по цитируемой литературе и за использование в статьях данных, не подлежащих открытой публикации. Редакция может опубликовать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора. Перепечатка и воспроизведение статей, рекламных и иллюстративных материалов возможны лишь с письменного разрешения главного редактора. Редакция не несет ответственности за содержание рекламы и объявлений.

Founder of the journal:
«STROYMATERIALY»
Advertising-Publishing Firm, OOO

The journal is registered
by the RF Ministry of Press,
Broadcasting and Mass
Communications,
PI № 77–1989

Monthly scientific-technical and industrial journal

STROYTEL'NYE MATERIALY®

№3

Founded in 1955 (735) March 2016 r.

Editor-in-chief

YUMASHEVA E.,
engineer-chemist-technologist,
Honorary Builder of Russia

Editorial Board

RESIN V.,
Chairman, Doctor of Sciences (Economy),
Professor (Moscow)

BUR'YANOV A.,
Doctor of Sciences (Engineering), Director
of the Russian Association of gypsum
(Moscow)

BUTKEVICH G.,
Candidate of Sciences (Engineering),
member of the Board of Association
«Nedra» (Moscow)

VAYSBERG L.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding Member of RAS
(St. Petersburg)

VERESHCHAGIN V.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor (Tomsk)

GORIN V.,
Candidate of Sciences (Engineering),
President of the Union of Haydite and
Haydite Concrete Producers (Samara)

ZHURAVLEV A.,
President of the Association «Nedra»
(Moscow);

KOROLEV E.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor (Moscow)

KRASOVITSKY Yu.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor (Voronezh)

KRIVENKO P.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor (Ukraine)

LEONOVICH S.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor (Belarus, Minsk)

LESVIK V.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding Member of RAACS
(Belgorod)

ORESHKIN D.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor (Moscow)

PICHUGIN A.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor, Member of the Russian Academy
of Natural Sciences (Novosibirsk),

PUKHARENKO Yu.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor (St. Petersburg)

FEDOSOV S.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor, Academician of RAACS (Ivanovo)

FISHER H.-B.,
Doctor-Engineer (Germany, Weimar)

KHELMI Sh. S.,
Candidate of Sciences (Engineering),
(Egypt, Cairo)

KHOZIN V.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor (Kazan)

CHERNYSHOV E.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor, Academician of RAACS
(Voronezh)

SHLEGEL I.,
Candidate of Sciences (Engineering),
OOO «INTA-Stroy» (Omsk)

SHTACKELBERG D.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor (Israel)

YAKOVLEV G.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor (Izhevsk)

Large-panel housing construction

**About Condition of the Market of Some Raw Materials
for Enterprises of Large-Panel Housing Construction (Information)..... 4**

**«Engineering Turn-Key» is the Slogan of Activity
of OOO «VKB-Engineering» (Information)..... 8**

I.D. TESHEV, G.K. KOROSTELEVA, M.A. POPOVA, Yu.N. SHCHEDRIN
Modernization of Housing Module Prefabrication Plants..... 10

**PROGRESS GROUP is Your Partner in the Field of Creation
of Innovative Long-Term Solutions (Information) 14**

Prestressed Hollow Slabs: History And Modernity (Information)..... 16

I.N. LEKAREV, A.G. SIDOROV, I.N. MOSHKA
**Series of ABD Houses – 9000: Introduction of BIM-Technologies
at Modern Production 22**

A.G. KOVRIGIN, A.V. MASLOV
Composite Flexible Bracing in Large-Panel House Building 25

G.V. NESVETAEV, G.S. KARDUMYAN
**About Rational Application of Additives to Concrete
at Large-panel Prefabrication Plants 31**

L.I. KASTORNYKH, I.V. TRISHCHENKO, M.A. GIKALO
**Efficiency of Recycling System at Ready-Mixed Concrete
and Prefabricated Concrete Plants..... 36**

Persons of the industry whose jubilees are celebrated

E.M. AKSENOV, N.G. VASILIEV, T.Z. LYGINA, R.K. SADYKOV
FSUE «TSNIIGeolnerud»: 70 Years. Stages of a Great Way 40

**OOO «LINGL SERVICE» is Your Partner in Service and Spare Parts Supply
From The German Company LINGL (Information)..... 46**

**English Group Ibstock Again Chooses the German
Company KELLER HCW (Information)..... 48**

Industry under present conditions

I.M. POTRAVNY, I.B. GENGUT, DAVAAHUU NYAMDORJ
**The Possibility of Using Resources Man-Made Deposits for the Production
of Construction Materials (for Example, the CCW «Enterprise Erdenet») 52**

Sh.N. VALIYEV, N.E. KOKODEEVA, S.V. KARPEEV, A.V. KOCHETKOV
**Main Directions of Improvement of Technical Regulations
of the Customs Union «Safety of Highways» 56**

Editorial address: 9/3 Dmitrovskoye Highway,
127434, Moscow, Russian Federation
Tel./fax: (499) 976-22-08, 976-20-36
Email: mail@rifsm.ru http://www.rifsm.ru

The authors of published materials are responsible for the accuracy of the submitted information, the accuracy of the data from the cited literature and for using in articles data which are not open to the public. The Editorial Staff can publish the articles as a matter for discussion, not sharing the point of view of the author. Reprinting and reproduction of articles, promotional and illustrative materials are possible only with the written permission of the editor-in-chief. The Editorial Staff is not responsible for the content of advertisements and announcements.

Строительные материалы № 3

Материалы и технологии

Н.И. КОЖУХОВА, Р.В. ЧИЖОВ, И.В. ЖЕРНОВСКИЙ, В.И. ЛОГАНИНА, В.В. СТРОКОВА Особенности структурообразования геополимерной вяжущей системы на основе перлита с использованием различных видов щелочного активатора	61
В.Н. КОРНОПОЛЬЦЕВ, Д.М. МОГНОНОВ, О.Ж. АЮРОВА Антифрикционные металлополимерные материалы для строительных машин, механизмов и транспорта, эксплуатируемых в условиях российского Севера и Арктики	65
П.Ю. МАТАР, В.Б. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ, Т.Р. БАРКАЯ, М.Ф. БАЙСАРИ, Л.С. ЭЛЬ-ХАСАНИЙЕ Пустотелые стеновые бетонные блоки с рециклированными заполнителями и стеклом	69
В.В. ФИРСОВ, О.С. ТАТАРИНЦЕВА, А.Н. БЛАЗНОВ Эффективность применения базальтоволокнистого утеплителя в пустотелых стеновых блоках	76
А.А. КЕТОВ Перспективы пеностекла в жилищном строительстве	79
Л.А. АБДРАХМАНОВА, А.М. ИСЛАМОВ, В.Х. ФАХРУТДИНОВА Вспененные композиционные материалы на основе поливинилхлорида	82

Stroitel'nye Materialy No. 3

Materials and technologies

N.I. KOZHUKHOVA, R.V. CHIZHOV, I.V. ZHERNOVSKY, V.I. LOGANINA, V.V. STROKOVA Features of Structure Formation of a Geo-polymeric Binding System on the Basis of Perlite with the Use of Different Types of Alkali Activators	61
V.N. KORNOPOL'TSEV, D.M. MOGNONOV, O.Zh. AYUROVA Antifriction Metal-Polymer Materials for Construction Equipment, Machinery and Transport Operated in the Conditions of the Russian North and the Arctic	65
P.Y. MATAR, V.B. PETROPAVLOVSKAYA, T.R. BARKAYA, M.F. BAYSSARY, L.S. EL-HASSANIEH Concrete Wall Hollow Blocks with Recycled Aggregates and Recycled Glass	69
V.V. FIRSOV, O.S. TATARINTSEVA, A.N. BLAZNOV Efficiency of Application of Basalt Fiber Heat Insulation in Hollow Wall Blocks	76
A.A. KETOV Prospects of Foam Glass in Housing Construction	79
L.A. ABDRAKHMANOVA, A.M. ISLAMOV, V. KH. FAKHRUTDINOVA Foamed Composite Materials On the Basis of Polyvinylchloride	82

В журнале «Строительные материалы» № 1–2, 2016 на с. 110–115 опубликована статья:

Н.И. ГОРБУНОВ, Т.П. СИРИНА, Е.Г. ГОНЧАРЕНКО, В.В. ВИКТОРОВ, В.В. ШАЦИЛЛО, Л.Н. ДРЮЧЕВСКАЯ
Использование техногенных растворов от переработки ванадий-, марганецсодержащего сырья в производстве строительных материалов

В шапке статьи следует читать:

Н.И. ГОРБУНОВ¹, канд. техн. наук (nik.iv.gorbunov@mail.ru), Т.П. СИРИНА², канд. техн. наук; Е.Г. ГОНЧАРЕНКО³, директор; В.В. ВИКТОРОВ², д-р хим. наук; В.В. ШАЦИЛЛО⁴, ген. директор; Л.Н. ДРЮЧЕВСКАЯ⁵, преподаватель

¹ Челябинский государственный университет (454001, г. Челябинск, ул. Братьев Кашириных, 129)

² Челябинский государственный педагогический университет (454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69)

³ Южно-Уральский центр дорожных испытаний и исследований (454091, г. Челябинск, ул. Комсомольская, 18)

⁴ ООО «Научно-производственное региональное объединение «Урал» (456780, Челябинская обл., г. Озерск, ул. Музрукова, 43)

⁵ Средняя общеобразовательная школа № 21 (456300, Челябинская обл., г. Миасс, ул. Лихачева, 33А)

О состоянии рынка сырьевых материалов для предприятий крупнопанельного домостроения

По данным Росстата, в настоящее время в России действует около 200 предприятий крупнопанельного домостроения, расположенных практически во всех регионах страны. В последние годы объемы строительства крупнопанельных домов стабильно возрастали, однако темпы роста ввода данного типа жилья отставали от темпов роста жилищного строительства в целом, что привело к снижению доли панельных домов в структуре ввода жилья (без учета строительства жилья населением за счет собственных и заемных средств) с 26,4% в 2009 г. до менее 20% в 2015 г. Сырьевая база и строительная технология традиционно тесно связаны и оказывают взаимное влияние. Рассмотрим кратко состояние рынка основных сырьевых материалов для крупнопанельного домостроения: цемента, щебня и керамзита.

Рынок цемента

В настоящее время в России насчитывается 65 цементных заводов полного цикла и помольных установок суммарной мощностью свыше 100 млн т в год. Загрузка производственных мощностей в 2015 г. составила менее 60%. После пяти лет стабильного роста, по итогам 2015 г. выпуск цемента в России сократился почти на 10% по сравнению с предыдущим годом до уровня 62,1 млн т. При этом положительная динамика сохранилась всего у 20 предприятий отрасли (т. е. менее трети действующих заводов). Преимущественно это были новые или модернизированные в последние годы заводы.

В товарной структуре производства цемента преобладает портландцемент без минеральных добавок — почти 50% от общего объема производства. На втором месте цементы с минеральными добавками — около 45%.

Основной объем производства цемента в РФ приходится на долю холдинга «ЕВРОЦЕМЕНТ групп», доля которого в структуре производства в 2015 г. составила порядка 32,5%. Также в тройку лидеров по объемам производства входят холдинги «Новоросцемент» — около 10% и Lafarge Holcim — около 8%.

На фоне общего падения объемов производства цемента в стране также наблюдалось и снижение объемов его отгрузки. При этом доля отгрузки цемента железнодорожным транспортом составила около 44%, что является абсолютным минимумом за последние годы. Фактически можно говорить о том, что среди клиентов, которым отгрузка цемента осуществляется по железной дороге, остались, преимущественно, крупные и средние производители ЖБИ и торгово-посреднические компании, осуществляющие переалку цемента.

По итогам 2015 г. объем импорта цемента в РФ сократился на 38% до 2,9 млн т. Средняя цена на импортируемый цемент снизилась почти на 25% по сравнению с предыдущим годом и составила около 57 долл. США/т (без НДС, на границе РФ). Поставки осуществлялись из 27 стран мира, однако основной объем импорта традиционно приходится на долю поставок из Белоруссии. В минувшем году в РФ было ввезено почти 1,4 млн т цемента из этой страны, что составило 47% от общего объема импорта.

На фоне общего падения спроса на цемент на внутреннем рынке в 2015 г. не наблюдалось увеличения его экспортных поставок. По итогам года за рубеж было отгружено около 1,7 млн т товарной продукции, что составило 98% к уровню 2014 г. При этом в 4 квартале 2015 г. экспортные поставки упали более чем на 25% по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года, главным образом за счет существенного сокращения поставок в Казахстан, который является основным потребителем российского цемента.

По итогам 2015 г., согласно оценкам «ГС-Эксперт», потребление цемента в РФ сократилось на 11,2% до 63,4 млн т, что соответствует уровню 2011–2012 гг.

Потребление цемента в различных регионах России довольно неравномерно. Так, по итогам 2015 г. около 30% от общего объема потребленного в России цемента пришлось на долю Центрального федерального округа. На втором месте по объемам потребления находится Приволжский федеральный округ — свыше 19% общероссийского потребления. Минимальные объемы потребления в текущем году отмечаются в Крымском федеральном округе.

Среди субъектов Российской Федерации основным рынком сбыта цемента в рассматриваемом периоде времени был Московский регион (Москва и Московская область), где в 2015 г. было реализовано, по оценкам «ГС-Эксперт», около 11,3 млн т цемента или 17,8% от общероссийского потребления этой продукции.

На втором месте по объемам потребления цемента по итогам 2015 г. находятся Санкт-Петербург и Ленинградская область, на долю которых пришлось 7,4% общероссийского потребления этой продукции (порядка 4,7 млн т). Третье место по объемам потребления цемента занимает Краснодарский край 6,1% (3,9 млн т).

Положительная динамика спроса на цемент по итогам 2015 г. отмечена всего в восьми регионах страны.

Средние цены производителей на цемент в последние годы стагнировали. В 2015 г. рост цен составил менее 2%, что существенно ниже сложившегося уровня инфляции в стране. Среднегодовая цена на цемент составила около 2860 р./т (без НДС и доставки).

Аналогичным образом изменяются и средние цены приобретения цемента. В 2015 г. среднегодовая цена с учетом НДС, доставки, сбытовых и посреднических расходов составила около 3910 р./т.

В 2016 г. на фоне имеющегося профицита производственных мощностей и дальнейшего прогнозируемого снижения спроса на цемент, будет наблюдаться дальнейшее усиление конкуренции на рынке. Объем производства цемента может сократиться еще на 10–15%, средние цены на цемент вырастут не более чем на 5–7%. Однако отметим, что в феврале лидер отрасли — «ЕВРОЦЕМЕНТ групп», уже поднял отпускные цены на 8%. Если рынок «проглотит» это повышение, другие игроки также пересмотрят свою ценовую политику к началу строительного сезона. Объемы импорта при сохранении текущего курса рубля продолжит сокращаться. По нашим оценкам, в 2016 г. импортные поставки не превысят 2–2,2 млн т, из которых 1–1,2 млн т будет ввезено из Белоруссии.

Рынок щебня

По данным Росстата, по итогам 2015 г. объем производство щебня и гравия в России снизился на 10,4% по сравнению с 2014 г. и составил около 209 млн м³. Нереализованные складские запасы производителей за год выросли на 7,4 млн м³ до 48,9 млн м³. При этом следует отметить, что в соответствии с принятой классификацией, учет товарной продукцией органами ста-

тистики осуществляется по товарной группе «галька, гравий, щебень», в которую также попадают и песчано-гравийные смеси, что существенно искажает картину. По оценкам «ГС-Эксперт», на долю ПГС приходится более 18% продукции, учитываемой по указанной товарной группе. Согласно нашим оценкам, объем производства щебня и гравия в 2015 г. составил 170,7 млн м³ (-12,4% к 2014 г.), объем производства щебня (без учета гравийного щебня) – около 150 млн м³ (-13,7%).

По итогам 2015 г. во всех федеральных округах, за исключением Крымского, наблюдалось снижение объемов производства. Наиболее сильное падение отмечено в Дальневосточном Федеральном округе (-18,3% к уровню 2014 г.) и Северо-Западном Федеральном округе (-13,1%). Рост объемов производства по итогам прошедшего года отмечен всего в 10 из 73 субъектов Федерации, в которых расположены действующие дробильно-сортировочные заводы.

Объемы отгрузки по железной дороге снизились почти на 17% по сравнению с предыдущим годом, а доля железнодорожного транспорта в структуре отгрузок упала до 58%. При этом среднее расстояние транспортировки по железной дороге в 2015 г. снизилось на 6% и составило 785 км.

В 2015 г. в Россию было ввезено около 9,5 млн м³ щебня и гравия, что на 49% меньше, чем в предыдущем году. Падение объемов импорта во многом было связано с введением Постановления Правительства РФ № 815 от 06.08.2015 г. «О лицензировании импорта щебня и гравия», которое существенно ограничило поставки украинского щебня. В начале 2016 г. действие данного постановления было продлено до 30.06.2016 г.

Импортные поставки щебня и гравия в Россию осуществлялись из 11 стран мира, однако основной объем поставок (около 89%) традиционно пришелся на долю Украины и Беларуси. При этом на фоне существенного сокращения импорта щебня из Украины в 3–4 кварталах 2015 г. наблюдался рост поставок этой продукции из Беларуси, которая по объемам поставок в 4 квартале заняла лидирующую позицию.

Несмотря на трехкратный рост экспортных поставок в 2015 г., их объем составил всего 0,3 млн м³, что практически не оказало влияния на состояние российского рынка. Основной объем щебня (около 90%) экспортировался в Казахстан.

По итогам 2015 г. потребление щебня в России снизилось на 16,5% по сравнению с предыдущим годом и составило около 154,6 млн м³. Положительная динамика спроса на щебень отмечалась всего в 17 регионах страны.

Лидирующую позицию по объемам потребления традиционно занимает Московский регион (Москва и Московская область) на долю которого в 2015 г. пришлось более 9% общероссийского потребления щебня (без учета гравия и гравийного щебня, свыше 14 млн м³). При этом спрос на щебень в регионе, по нашим оценкам, упал на 38% по сравнению с 2014 г.

Второе место по объемам потребления щебня занимает Ленинградский регион – также около 9% общероссийского потребления, -13% к уровню 2014 г. На третьем месте – Тюменская обл. – 6%, потребление снизилось на 24%.

Средняя цена производителей на щебень в 2015 г. выросла на 5,6% по сравнению с уровнем предыдущего года и составила 454 р./м³ (без НДС и доставки). Таким образом, темпы роста цен на щебень продолжают существенно отставать от уровня инфляции в стране, что приводит к дальнейшему ухудшению экономического состояния добывающих предприятий. Средняя цена приобретения щебня в РФ снизилась на 1,8% по сравне-

нию с уровнем 2014 г. и составила 999 р./м³ (с учетом НДС, доставки, сбытовых и посреднических расходов).

В 2016 г. на фоне продолжающегося снижения инвестиционной активности в строительстве, прогнозируется дальнейшее «сжатие» рынка. Спрос на щебень по итогам текущего года может сократиться еще на 15–17%. При этом сохранится тенденция ухудшения финансового состояния производителей и продолжится уход с рынка мелких и ряда средних предприятий.

Рынок керамзита

После кризиса 2009 г. производство керамзита в стране стало восстанавливаться и в 2013–2014 гг. стабилизировалось на уровне около 4,7 млн м³ в год, так и не достигнув докризисного уровня (около 5,2 млн м³). По итогам прошедшего года, как и для большинства других видов строительных материалов, выпуск этой продукции в стране существенно сократился. По предварительным оценкам, падение составило около 10%. При этом средняя загрузка производственных мощностей в отрасли в последние годы, по данным Росстата, составляет всего около 48–52%. Основной объем производства, не менее 50% от общего по стране, традиционно приходится на долю Приволжского и Центрального федеральных округов.

В последние годы многие производители ЖБИ на основе керамзитобетона существенно сократили выпуск данной продукции или полностью прекратили ее выпуск, что связано со снижением спроса и практически повсеместным переходом предприятий индустриального домостроения от керамзитобетонных панелей на трехслойные панели с утеплителем из пенополистирола или минеральной ваты. Керамзитобетонные ЖБИ применяются преимущественно в качестве плит перекрытий крыш, чердаков, подъездных групп и т. д. и производятся преимущественно под заказ. Одновременно с этим наблюдается снижение объемов применения керамзита и в качестве теплоизоляционных засыпок.

Эти факторы привели к заметному изменению товарной структуры производства керамзита: роста объемов выпуска керамзита мелких фракций (прежде всего, 5–10 мм), востребованных в производстве мелкоштучных керамзитобетонных изделий, на фоне сокращения (или полного прекращения некоторыми предприятиями) выпуска керамзита фракции 20–40 мм, используемого, преимущественно в качестве теплоизоляционных засыпок. По оценкам «ГС-Эксперт», в настоящее время на долю производства фракций 10–20 мм и 5–10 мм суммарно приходится более 80% от общего объема производимого в стране керамзита.

Если рассматривать структуру производства керамзита по плотности, то можно отметить стабильный рост выпуска керамзита малой плотности (400 кг/м³ и менее), на долю которого приходится порядка 60–62% от общего объема производства.

Для домостроительных комбинатов, как крупных потребителей цемента, заполнителей и др. сырьевых компонентов важно постоянно анализировать ситуацию на сырьевом рынке с целью оптимизации собственных затрат на сырье и логистику. Также важно объективно оценивать рыночную устойчивость поставщиков сырьевых компонентов, иметь варианты замены материалов. Это обеспечит сырьевую независимость предприятий от колебаний сырьевого рынка.

*А.А. Семенов, канд. техн. наук
генеральный директор ООО «ГС-Эксперт»
тел./факс: (499) 250-48-74
e-mail: info@gs-expert.ru
http://www.gs-expert.ru*



**7-9
сентября
2016 г.**

**Республика Адыгея
г. Майкоп**

**Оргкомитет:
140050, Московская обл.,
п. Красково,
ул. К. Маркса, д. 117,
РГА
Телефон:
+7 8-916-501-36-56
E-mail: rga-service@mail.ru
www.rosgips.ru**

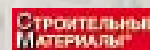
**Российская гипсовая ассоциация
Московский государственный строительный университет
Научно-исследовательский институт строительной физики**

**Восьмая Международная конференция
«Повышение эффективности производства
и применения гипсовых материалов и изделий»**

Тематика конференции:

- технический прогресс в области гипсовых материалов и изделий (исследования, производство и применение)
- ангидритовые вяжущие
- гипсовые материалы в малоэтажном строительстве
- привлекательность и механизмы инноваций в гипсовой отрасли
- современное оборудование для производства гипсовых вяжущих, материалов и изделий на их основе
- лаборатории, менеджмент качества, экологический менеджмент и их роль в обеспечении качества и долговечности гипсовых материалов
- нормативно-техническая документация в соответствии с современными требованиями
- обучение и переподготовка специалистов в области производства и применения гипсовых материалов и изделий

Генеральный информационный спонсор: журнал



Лучшее малоэтажное жилье эконом-класса от ООО «ПСО «Теплит»

ООО «ПСО «Теплит» стало победителем Градостроительного конкурса Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации в номинации «Лучший реализованный проект энергосбережения при строительстве жилья эконом-класса» – многоквартирный дом малоэтажной застройки «Солнечный» в г. Рефтинский Свердловской области.

Дом «Солнечный» построен из твинблоков – укрупненных газосиликатных блоков на основе золы-уноса. Примечательно то, что дом относится к классу энергопотребления группы А согласно СП 50.13330.2012 СНиП 23-02–2003, т. е. потребление энергии на отопление и вентиляцию составляет 77,4 кВт·ч на 1 м² в год. Высокая прочность твинблоков позволяет сооружать здания с несущими стенами до 2–3 этажей и ненесущими стенами любой этажности.

ООО ПСО «Теплит» известно читателям журнала как производитель блоков из газозолобетона



на основе золы-уноса. С 2009 г. компания приступила к выпуску твинблоков, позволяющих значительно форсировать сроки строительства, уменьшить трудозатраты, повысить производительность труда.

По материалам компании «ООО «ПСО «Теплит»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, ОСНАЩЕНИЕ И ЗАПУСК ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

В настоящее время в условиях растущей напряженности в экономике страны и строительстве в частности, инвесторы предпочитают доверять свои средства компаниям, имеющим репутацию проверенных и надежных партнеров.

Компания ООО «ВКБ-Инжиниринг» является одним из лидеров рынка инжиниринговых услуг в Южном федеральном округе Российской Федерации.

ООО «ВКБ-Инжиниринг» объединила лучших специалистов промышленного направления, участвовавших в успешной реализации таких проектов, как завод по производству ячеистого бетона автоклавного твердения (ООО «КСМК», ст. Васюринская, Краснодарский край); завод по производству пустотных плит безопалубочного формования и завод по производству сухих строительных смесей на производственной площадке ООО ИСК «Будмар» (ст. Васюринская); реконструкция и техническое перевооружение завода по производству силикатного кирпича (г. Гулькевичи, Краснодарский край); завод по производству пустотных плит безопалубочного формования. Руководителем компании с момента основания в 2012 г. является Илья Дмитриевич Тешев.

В качестве технического заказчика, компания выполняет полный комплекс работ по реконструкции и строительству промышленных объектов:

- Предпроектные работы (инвестиционное обоснование, разработка концепции, подготовка технико-коммерческой и тендерной документации)
- Организация комплексных инженерных изысканий
- Проектные работы, организация и управление проектированием
- Выполнение функций заказчика-застройщика, технического заказчика
- Управление комплектацией, обеспечение строительства всеми необходимыми материально-техническими ресурсами (комплектация, закупка, поставка)
- Организация строительно-монтажных и пуско-наладочных работ
- Строительный контроль
- Ввод объекта в эксплуатацию с последующим гарантийным обслуживанием
- Осуществление деятельности по сопровождению производства (сертификация, научно-исследовательские работы в сотрудничестве с ведущими институтами страны)

«Инжиниринг под ключ» — лозунг деятельности ООО «ВКБ-Инжиниринг»

ООО «ВКБ-Инжиниринг» имеет успешный опыт участия в строительстве крупных промышленных объектов не только в Краснодарском крае, но и за его пределами.

Дробильно-сортировочная установка по переработке известняка фракции 60–120 мм производительностью 250 тыс. т в год

Заказчик: ОАО «Медвежья гора» (ст. Дербентская, Северский район, Краснодарский край)
Инжиниринг «под ключ» и общее руководство проектом от сбора исходных данных, до ввода объекта в эксплуатацию по стадиям: сбор исходных данных; стадия проект и рабочий проект; поставка и изготовление оборудования; строительство и монтаж конструкций; монтаж оборудования (частично); пуско-наладка; ввод объекта в эксплуатацию.



Цех по производству строительного гипса производительностью 7,5 т/ч (40 000 т в год) для производства сухих смесей (ст. Передовая)

Заказчик: ООО ИСК «Будмар» (Отраденский район, Краснодарский край)
Инжиниринг «под ключ» и общее руководство проектом от сбора исходных данных, до ввода объекта в эксплуатацию по стадиям: сбор исходных данных; стадия проект и рабочий проект; поставка и изготовление оборудования; монтаж оборудования; монтаж емкостей; пуско-наладка; ввод объекта в эксплуатацию.



**Завод по производству ячеистого бетона автоклавного твердения
производительностью 285 тыс. м³ в год (1000 м³/сутки)**

Заказчик: ООО «КСМК-Север» (п. Кадамовский, Октябрьский сельский район, Ростовская обл.)
Общее руководство проектом от сбора исходных данных до ввода объекта в эксплуатацию по стадиям: сбор исходных данных; стадия рабочий проект; поставка и изготовление оборудования; строительные-монтажные работы; монтаж оборудования; пуско-наладка; ввод объекта в эксплуатацию и завершение проекта
На данный момент на объекте ведутся строительные работы. Полностью готовы фундаменты под оборудование, возведен железобетонный каркас, идет монтаж стеновых сэндвич-панелей.



Завод по производству изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения производительностью 340 тыс. м³ в год (1200 м³/сутки)

Заказчик: ООО «Сибирский элемент Рента-К» (д. Обухово, Дзержинский район, Калужская область)
Перечень оказанных услуг: стадия проект и рабочий проект; техническое сопровождение рабочей документации на всех стадиях ее согласования; техническое сопровождение процесса строительства Объекта на основании разработанной рабочей документации; поставка и изготовление оборудования; монтаж оборудования.



Завод по производству ячеистого бетона автоклавного твердения производительностью 285 тыс. м³/год (1000м³/сутки)

Заказчик: ООО «КСМК-Регион» (г. Гулькевичи, Краснодарский край).
Перечень оказанных услуг: стадия проект и рабочий проект; техническое сопровождение рабочей документации на всех стадиях ее согласования; техническое сопровождение процесса строительства Объекта на основании разработанной рабочей документации.



**Воронежский завод ОБД
производительностью 140 тыс. м² общей площади в год**

Заказчик: ООО «Выбор-ОБД» (г. Воронеж).
Перечень оказанных услуг: предпроектная проработка проекта строительства завода; инжиниринговые услуги по подготовке и передаче документации по объектам ООО «Выбор-ОБД»; научно-техническое сопровождение испытаний объемного блока серии ОБД-В17 с выдачей технического заключения.

Благодаря реализованным ООО «ВКБ-Инжиниринг» проектам, получили стабильную работу специалисты в области производства строительных материалов, а государство получило новых крупных налогоплательщиков.

УДК 693.95

И.Д. ТЕШЕВ, генеральный директор (info@vkb-eng.com), Г.К. КОРОСТЕЛЕВА, главный инженер проектов, М.А. ПОПОВА, инженер-технолог, Ю.Н. ЩЕДРИН, зам. генерального директора

ООО «ВКБ-Инжиниринг» (350000, Краснодар, ул. Красноармейская, 36)

Модернизация заводов объемно-блочного домостроения

Показано, что модернизация заводов объемно-блочного домостроения имеет несколько направлений: модернизация самого формовочного оборудования с улучшением его технических характеристик; усовершенствование технологии производства за счет оптимальной компоновки оборудования; улучшение составов бетонных смесей и режимов тепловой обработки. Приведен пример проект завода объемно-блочного домостроения мощностью 140 тыс. м² общей площади в год изделий объемного домостроения из легкого бетона.

Ключевые слова: объемно-блочное домостроение, модернизация, жилой дом, формовочная машина, мощность предприятия, планировка завода.

I.D. TESHEV, General Director (info@vkb-eng.com), G.K. KOROSTELEVA, Chief Engineer of Designs, M.A. POPOVA, Engineer-Technologist, Yu.N. SHCHEDRIN, Deputy General Director
ООО «ВКБ-Engineering» (36 Krasnoarmeyskaya Street, 350000, Krasnodar, Russian Federation)

Modernization of Housing Module Prefabrication Plants

It is shown that the modernization of housing module prefabrication plants has some directions: modernization of molding equipment with improving its technical characteristics; enhancement of the production technology due to the optimal layout of equipment, improvement of concrete mixes compositions and conditions of thermal treatment. An example of the project of a housing module prefabrication plant producing 140 thousand m² of total square of products of space unit house prefabrication made of light concrete per year is presented.

Keywords: space block house prefabrication, modernization, residential house, molding machine, enterprise capacity, layout of plant.

Проектным отделом «ВКБ-Инжиниринг» в 2014–2015 гг. разработан проект завода ОБД производственной мощностью 140 тыс. м² общей площади в год изделий объемного домостроения из легкого бетона [1–10].

За аналог принята номенклатура серии БКР-2 Краснодарского технологического направления ЗАО «ОБД» применительно к 16-этажному жилому дому (см. таблицу). Условно-расчетное количество объемных блоков в односекционном 16-этажном доме равно 206 шт. при усредненной площади одного блока ≈ 18,3 м².

В главном производственном корпусе разработан вариант компоновки из четырех формовочных машин в 24-метровом пролете. Таким образом, предусмотрено размещение 12 формовочных машин в трех проле-

тах с коэффициентом оборачиваемости 2,5 на этапе освоения.

Главный производственный корпус представляет собой пятипролетное здание с размерами в плане 114×180 м с пристроенным крытым пролетом склада металла и готовой продукции размером 18×180 м. Размер каждого пролета в плане – 24×180 м (рис. 1).

Главный производственный корпус включает:

- три формовочных пролета;
- 4-й пролет – производство наружных стеновых панелей, вентблоков, перегородок и доборных элементов;
- 5-й пролет – арматурный цех.

В 4-й пролет вписан двухсекционный бетоносмесительный цех, который обеспечивает бетоном формовочные производства данного корпуса и потребность в товарном бетоне. Кубелями адресной подачи бетон транспортируется к местам выдачи на формовочные посты.

Основные элементы модернизации технологии производства

В данном проекте наряду с классическими традиционными решениями использована модернизация самого формовочного оборудования с улучшением его технических характеристик; усовершенствование технологии производства за счет оптимальной компоновки оборудования, улучшение составов бетонных смесей и режимов тепловой обработки.



Рис. 1. Вид главного производственного корпуса

Аналог (з-д ОБД, Краснодар)	Кол-во блоков в одной секции	Кол-во блоков, выпускаемых в сутки при наличии 12 формовочных машин и коэффициент оборачиваемости	Время (комплектации) 1 блок-секции, сут	Выпуск односекционного жилого дома или блок-секций в год (260 раб. дней)	Кол-во блоков в год (шт.)	Расчетная общая площадь жилья в год (при S блока ≈ 18,3 м ²), тыс. м ²
16-этажный жилой дом – 1 блок-секция серии БКР-2	206	30 блоков при K _{об} = 2,5	206/30 = 7	260/7 = 37	206×37 = 7622	7622×18,3 = 139,5
	206	36 блоков при K _{об} = 3	206/36 = 6	260/6 = 43	206×43 = 8858	8858×18,3 = 162
На 1-м этапе	В расчет принимается 140 тыс. м ² в год					



Рис. 2. Схема формовочного пролета производства объемных блоков

Современное оборудование – важный элемент увеличения производительности предприятия.

Заводы объемно-блочного домостроения для формования объемного блока по типу «лежащий стакан» используют формовочные машины ФМ-4, состоящие из опорной рамы, бортов, гидроцилиндров, электрооборудования.

На опыте Краснодарского завода ЗАО «ОБД» формовочные машины подверглись ряду изменений, в корне отличающих их от первоначальной версии машины, разработанной ЦНИИЭП жилища. На бортах машины была установлена силовая балка, не позволяющая в процессе формования согнуть борта. Были проведены мероприятия, направленные на усиление поддона, сердечника до толщины стали 16–18 мм, на разработку цельной конструкции рамы формовочной машины конструкторами Лабинского завода «Логия» Краснодарского края.

В формовочных пролетах объемных блоков предусматривается три производственные линии (рис. 2).

На первой линии выполняется распалубка, подготовка сердечников и поддонов, армирование.

Предполагается укрупнительная сборка пространственных арматурных блоков на односторонних вертикальных установках СМЖ-56В, установленных в каждом формовочном пролете.

Вторая линия предназначена для формования и первоначальной тепловой обработки объемных блоков. В каждом пролете расположено четыре формовочных машины (рис. 3, 4).

На третьей линии располагается по четыре поста допарки в каждом формовочном пролете.

Все три линии соединены между собой передаточными тележками с толкателем.

Проектом предусмотрено производство наружных стеновых панелей на двух плоских горизонтальных поворотных столах (стендах) взамен громоздкой конвейерной линии.

Поворотные столы (рис. 5) с магнитной опалубкой позволяют производить не только трехслойные, однослойные стеновые панели. Возможно производство

широкой номенклатуры: сваи, балконные панели, лестничные марши и др. Производительность одного стенда 150 м² изделий за смену, при продолжительности одной смены – 8 ч.

Поворотные столы имеют ряд преимуществ:

- переналадка формы требует 2–3 ч без дорогих металлоформ, а установка поворотных столов не требует устройства фундаментов;
- столы опрокидываются на 78°, что обеспечивает оптимальное снятие бетонного элемента для последующей транспортировки;
- поворотные вибростолы оснащены системой термообработки;
- вибраторы, установленные на раме стола уплотняют бетон, при этом рама формовочной части стола с вибраторами отделена специальными антивибрационными пластинами, чтобы не передавать вибрацию на полы и конструкции здания.

Оптимальная компоновка оборудования является также необходимым условием улучшения любой технологии производства.

Улучшение технологии состава и подачи бетонной смеси положительно сказывается на технологии формования объемного блока и качества получаемой готовой продукции.

Очередность подачи и смешивания материалов влияет на прочность бетона. Классическая подача и смешивание материалов в заводских условиях включают следующие этапы: сначала дозируются и смешиваются инертные материалы – песок и щебень, далее дозируется и добавляется цемент. На последнем этапе происходит дозирование воды и добавок. Почему именно так, а не по-другому? В России практически все материалы загрязнены пылевидными, илистыми и глинистыми частицами. Щебень должен иметь прочность в два раза больше, чем прочность бетона. Для обеспечения прочного сцепления цемента с щебнем и песком необходимо активировать поверхность щебня и песка, а также частично и цемента. При изготовлении керамзитобетона керамзит имеет существенно меньшую прочность, чем марочная прочность бетона.



Рис. 3. Общий вид формовочной машины завода «Логия» ЗАО «Логия» (www.zavodlogiya.ru)



Рис. 4. Установка рамы формовочной машины



Рис. 5. Общий вид поворотного стола ЗАО «Вибропресс» (www.vibropress.biz)



Рис. 6. Комнатный блок *Upcrete (объем бетона 6 м³, время заливки 25 мин). В основе технологии Upcrete лежит идея заливать бетон не традиционным способом сверху вниз, а закачивать снизу вверх. Работу над технологией проводила компания Reumann Technik в 2003 г., выполняя заказ на изготовление габаритного смотрового колодца. При вертикальной заливке бетона сборного элемента, имеющего сужение сверху и внизу, такая заливка сопровождалась нарушением качества поверхности
«Ratec» (www.ratec.org)

Поэтому создание прочной матрицы вокруг керамзита и по возможности упрочнение керамзитового заполнителя очень важны.

Известно, что чем прочнее керамзитовый щебень, тем более прочным получается керамзитобетон. С этой целью на ЗАО «ОБД» в Краснодаре совместно с заводской лабораторией проведен ряд опытов, в результате которых установлено, что если изменить очередность подачи и смешивания материалов: в мешалку первым дозировать цемент, далее 70% воды вместе с добавкой и после перемешивания дозируется песок, керамзит и остаток (30%) воды и все это перемешивается до получения однородной смеси (полный цикл дозирования и перемешивания не превышает времени классического цикла), то в итоге бетон быстрее набирает распалубочную прочность; прочность в возрасте 24 ч увеличивается на 15–25%; прочность в возрасте 28 сут повышается на 12–20%, кроме того, в несколько раз уменьшается пыление; меньше износ мешалки, легче происходит работа редуктора и двигателя мешалки. Данное изобретение защищено патентом.

Улучшение технологии подачи бетона для формирования объемных блоков возможно с использованием технологии *Upcrete компании RATEC (Германия).

Основными преимуществами *Upcrete и самоуплотняющегося бетона для производства объемных блоков являются: низкий уровень шума (в связи с отсутствием необходимости виброуплотнения); хорошее качество поверхности изделий; идеально ровная кромка бетонных элементов; снижение расходов на опалубку (рис. 6).

Процесс подачи бетонной смеси осуществляется по всей площади формы под давлением выше атмосферного (бетонирование под давлением снизу вверх) с помощью шлангового насоса *Upcrete. Метод гарантирует получение идеально гладких поверхностей и отличается экономичностью.

Насос *Upcrete (UPP) (рис. 7) со встроенной очистной системой имеет: длину 3000 мм; ширину 1500 мм; высоту 1700 мм; вес 2,3 т; радиодистанционное управление.

Насос способен прокачивать смесь с крупностью заполнителя до 16 мм. Объем прокачивания до 18 м³/ч.



Рис. 7. Насос *Upcrete (UPP) «Ratec» (www.ratec.org)

Использование самоуплотняющегося бетона с предварительной деаэрацией упрощает процесс, благодаря чему удается полностью заформовать самые нестандартные структуры (рис. 8). Поверхности получаются очень гладкими, т. е. отпадает необходимость дополнительного оштукатуривания. Это позволяет достигать высокой точности изделия. Технология обеспечивает высокую производительность до 300 л в минуту.

Одним из инновационных решений в области декорирования фасадов домов объемно-блочного домостроения является использование графического бетона.

Запатентованная технология Graphic Concrete создана для производства долговечных изображений, орнаментов и повторяющихся рисунков на железобетонных и бетонных изделиях.

Графический бетон переносит на бетонную поверхность любые изображения: тексты, узоры, рисунки, даже фотографии (рис. 9).

Графический бетон может производиться в традиционных цехах ДСК или ОБД с использованием специальных мембран, на которые наносится замедлитель схватывания бетона по специальному шаблону.



Рис. 8. Формование объемного блока по технологии *Upcrete «Ratec» (www.ratec.org)



Рис. 9. Пример графического бетона ООО «ГероКрит» (www.herocrete.ru)



Рис. 10. Графическое решение фасада дома ООО «ГероКрит» (www.herocrete.ru)

Технология производства графических бетонных плит включает:

- подготовку формы;
- укладку мембраны с нанесенным по шаблону замедлителем;
- заливку бетонной смеси;
- удаление мембраны с вертикально установленной панели;
- обработку струей высокого давления поверхности панели.

Список литературы

1. Николаев С.В. Возрождение домостроительных комбинатов на отечественном оборудовании // *Жилищное строительство*. 2015. № 5. С. 4–9.
2. Николаев С.В., Шрейбер А.К., Этенко В.П. Панельно-каркасное домостроение – новый этап развития КПД // *Жилищное строительство*. 2015. № 2. С. 3–7.
3. Баранова Л.Н. Развитие индустриального домостроения и промышленности строительных материалов в различных регионах России // *Вестник Российской академии естественных наук (Санкт-Петербург)*. 2013. № 3. С. 61–63.
4. Антипов Д.Н. Стратегии развития предприятий индустриального домостроения // *Проблемы современной экономики*. 2012. № 1. С. 267–270.
5. Мельникова И.Б. Новые средства выразительности многоэтажных многосекционных жилых зданий // *Научное обозрение*. 2015. № 20. С. 86–89.
6. Жигулина А.Ю., Пономаренко А.М. Доступное жилье из объемных блоков. История и современность. *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн: Сборник статей под ред. М.И. Балзаникова, К.С. Галицкова, Е.А. Ахмедовой*. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. Самара, 2015. С. 76–81.
7. Жигулина А.Ю., Мизюряев С.А. Объемно-блочное домостроение как вариант решения жилищной проблемы. *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн: Сборник статей под ред. М.И. Балзаникова, К.С. Галицкова, Е.А. Ахмедовой*. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. Самара, 2015. С. 124–128.
8. Харченко С.Г. Развитие строительства социального жилья на базе модернизации индустриального домостроения. *Современные технологии управления – 2014: Сборник материалов международной научной конференции*. М., 2014. С. 1750–1759.
9. Усманов Ш.И. Формирование экономической стратегии развития индустриального домостроения в России // *Политика, государство и право*. 2015. № 1 (37). С. 76–79.
10. Алпысбаев М.Н., Повышев Ю.Н., Нурбатуров К.А., Заикин В.А. Сейсмический каркас в индустриальной домостроительной системе // *Технологии бетонов*. 2013. № 10 (87). С. 24–27.

Использование графического бетона позволяет создать отличное декорирование в современных бетонных домах (рис. 10).

В заключение следует отметить, что Краснодарский завод ЗАО «ОБД» вложил много сил и средств в изучение энергоэффективности и сейсмостойкости конструкций объемно-блочного домостроения и проведения испытаний совместно с НИИСФ РААСН и МГСУ.

Строительство жилых и общественных зданий из объемных блоков можно считать вполне сложившейся тенденцией в строительной практике.

Этот вид домостроения позволяет превратить строительное производство в высокотехнологизированный процесс сборки и монтажа здания на строительной площадке. Возведение зданий из объемных блоков при условии их правильного расчета и конструирования является эффективной мерой повышения индустриализации, архитектурной выразительности и сейсмостойкости жилищно-гражданского строительства.

References

1. Nikolaev S.V. Revival of House Building Factories on the Basis of Domestic Equipment. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]*. 2015. No. 2, pp. 4–9. (In Russian).
2. Nikolaev S.V., Shreiber A.K., Etenko V.P. Panel and frame housing construction – a new stage of development of efficiency. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]*. 2015. No. 2, pp. 3–7. (In Russian).
3. Baranova L.N. Development of industrial housing construction and the industry of construction materials in various regions of Russia. *Vestnik Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk (Sankt-Peterburg)*. 2013. No. 3, pp. 61–63. (In Russian).
4. Antipov D.N. Strategy of development of the enterprises of industrial housing construction. *Problemy sovremennoi ekonomiki*. 2012. No. 1, pp. 267–270. (In Russian).
5. Melnikova I.B. new means of expressiveness of multystoried multisection residential buildings. *Nauchnoe obozrenie*. 2015. No. 20, pp. 86–89. (In Russian).
6. Zhigulina A.Yu., Ponomarenko A.M. Affordable housing from volume blocks. History and present. *Traditions and innovations in construction and architecture. Architecture and design the collection of articles under the editorship of M.I. Balzannikov, K.S. Galitskov, E.A. Akhmedova*. Samara state architectural and construction university. Samara, 2015, pp. 76–81. (In Russian).
7. Zhigulina A.Yu., Mizuryayev of S. A. Objemno-block housing construction as version of the solution of housing problem. *Traditions and innovations in construction and architecture. Architecture and design the collection of articles under the editorship of M.I. Balzannikov, K.S. Galitskov, E.A. Akhmedova*. Samara state architectural and construction university. Samara, 2015, pp. 124–128. (In Russian).
8. Harchenko S.G. Development of construction of social housing on the basis of modernization of industrial housing construction. *Modern technologies of management – 2014. Collection of materials of the international scientific conference*. Moscow, 2014, pp. 1750–1759. (In Russian).
9. Usmanov Sh.I. Formation of economic strategy of development of industrial housing construction in Russia. *Politika, gosudarstvo i pravo*. 2015. No. 1 (37), pp. 76–79. (In Russian).
10. Alpysbayev M.N., Povyshev Yu.N., Nurbaturov K.A., Zaikin V.A. Seysmichesky a framework in industrial house-building system. *Tekhnologii betonov*. 2013. No. 10 (87), pp. 24–27. (In Russian).

PROGRESS GROUP – ВАШ ПАРТНЕР В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ДОЛГОСРОЧНЫХ РЕШЕНИЙ

- Комплексные решения от единого поставщика
- Долгосрочное сотрудничество, а не только быстрая реализация проекта
- Надежная технология, опробованная на собственном предприятии
- Собственное предприятие–разработчик программного обеспечения PSD (Progress Software Development), собственные программные решения *ebos*[®] и *e^{rp}bos*[®]

e^{rp}bos[®] –

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Программное обеспечение для предприятий–производителей сборных железобетонных элементов. Управление коммерческими предложениями и заказами, гибкое планирование производственных заданий, мобильный обмен данными по монтажу.

Сегодня, в сложившихся экономических условиях, остро встает вопрос об уменьшении производственных затрат с целью снижения себестоимости конечной продукции и повышения конкурентоспособности на рынке. Именно поэтому необходимо делать акцент на оптимизации и повышении эффективности производства. Рациональная организация производства и внедрение современных технологий позволяют заводам, производителям сборного железобетона, выпускать качественную и, главное, востребованную продукцию.

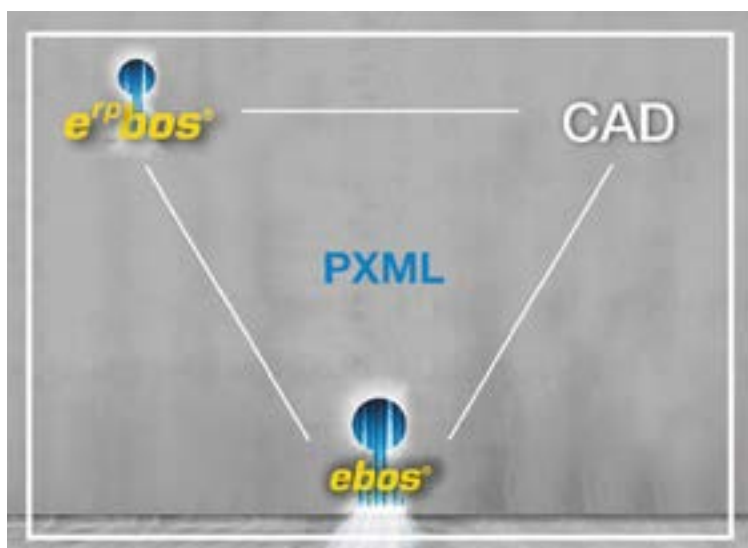
Первым, но очень эффективным этапом реконструкции и создания современного и эффективного предприятия может стать анализ действующего производства и

особенно арматурного цеха: его оптимизация и рационализация, что позволит резко сократить численность персонала и уменьшить производственные затраты.

Все это позволяет выполнить собственный программный продукт *e^{rp}bos*[®], разработанный группой компаний PROGRESS GROUP.

Программный инструмент *e^{rp}bos*[®] для планирования и управления всеми коммерческими и производственными процессами поможет решить эту непростую задачу. Все приложения и функции были разработаны совместно с предприятиями–производителями сборных железобетонных элементов и постоянно оптимизируются.

Модификация *e^{rp}bos*[®] для конструктивных железобетонных элементов адаптирована к специфическим требованиям соответствующих коммерческих и производственных процессов. Другие модификации системы адаптированы для бетонных блоков, бетонных потолочных элементов, шахт и гаражей. Все вместе эти модификации представляют собой комплексную линейку решений для железобетонной промышленности. При этом каждое отраслевое решение в отдельности выигрывает от совершенствования и производственного опыта всех остальных модификаций линейки.



- УДОБНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАНИЙ
- ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАНИЙ И ПРОИЗВОДСТВА
- ОПТИМАЛЬНАЯ ЗАГРУЗКА ПРОИЗВОДСТВА, ПОРЯДОК НА СКЛАДЕ
- УПРАВЛЕНИЕ МАРШРУТАМИ ДОСТАВКИ И ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ
- ПЛАНИРОВАНИЕ МОНТАЖА
- ДОСТУП К ЛЮБОЙ ИНФОРМАЦИИ НА МЕСТАХ ИЛИ В ПУТИ

ТОО «КОСТАНАЙ МБИ» – ОДНА ИЗ САМЫХ БОЛЬШИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ КАЗАХСТАНА.

ТОО «КОСТАНАЙ МБИ» выбрало предприятия группы PROGRESS для строительства нового завода по производству сборных бетонных элементов в Костанайе, где производятся сэндвич-панели, внутренние, межкомнатные панели, элементы преднапряженных пустотных плит перекрытий, сборные лестницы и вентиляционные каналы.

На ТОО «КОСТАНАЙ МБИ» установлено оборудование последнего поколения для производства арматурной сетки, хомутов и сеток типа «лесенка» производства progress Maschinen & Automation.

Завод ТОО «КОСТАНАЙ МБИ» оборудован линией циркуляции паллет (EBAWE Anlagentechnik GmbH), имеющей 56 паллет, а также линией по производству преднапряженных пустотных плит перекрытия фирмы Echo Precast Engineering. Для производства внутренних, меж-



комнатных стеновых панелей, лестничных элементов и вентиляционных шахт была выбрана компания Теспосот.

На установке Теспосот изготавливаются элементы с тремя вентиляционными каналами. Возможно производство особых строительных элементов с высокой про-

изводительностью. Отличительной особенностью установки последнего поколения является снижение трудовых затрат на очистку, смазку и армирование конусов. При использовании установки в две смены можно произвести до 4800 единиц элементов в год.



PROGRESS GROUP GmbH | The Squire 15 Am Flughafen | DE-60549 Frankfurt am Main
www.progress-group.info | +49 6977 044 044

ПРЕДНАПРЯЖЕННЫЕ ПУСТОТНЫЕ ПЛИТЫ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Специалистам, работающим в области сборного железобетона, преднапряженные пустотные элементы хорошо известны. Необходимо отметить, что с конца 1980-х гг. на итальянском рынке стали появляться решения, способные удовлетворить спрос и требования самых взыскательных заказчиков. Такие бетонные элементы обладали большей несущей способностью и большим расстоянием между опорами, что стало значительным шагом вперед для технологии производства сборного железобетона. Новая продукция быстро набрала популярность в Испании, Португалии, на Мальте и в Узбекистане.



Когда речь идет о сборных железобетонных плитах перекрытия, чаще всего имеются в виду пустотные железобетонные элементы. Впервые они появились на строительном рынке в середине 1950-х гг. и быстро набрали популярность во многих странах мира благодаря многочисленным преимуществам по сравнению с традиционными монолитными плитами:

- быстрый и простой монтаж;
- большая несущая способность и прочность;
- большие пролеты, не требующие дополнительных опор;
- отличное качество поверхности «под покраску»;
- эффективное соотношение величины пролетов и высоты плиты, позволяющее уменьшить высоту этажа;
- гибкость производства;
- возможность использования в сейсмически опасных зонах;
- пожаростойкость и износоустойчивость.

Бетонирование преднапряженных пустотных плит производится непрерывным методом на длинном вибростоле. Существуют два основных типа машин, использующихся для бетонирования пустотных плит, но работающих только с жесткими бетонными смесями. Последнее условие является очень важным, поскольку элементы из жестких смесей сохраняют форму с момента бетонирования до тех пор, пока бетон не наберет требуемую прочность и изделие можно будет резать в соответствии с проектными требованиями.

Несущую способность пустотных плит можно увеличить путем изменения параметров высоты, профиля и типа преднапряженной арматуры. Величину пролетов также можно увеличить до 16–18 м.

До середины 1980-х гг. производство пустотных плит ограничивалось элементами высотой до 400 мм – большего не позволяли технические возможности использовавшихся в то время бетоноукладчиков. Для бетонирования пустотных плит используются два типа машин – экструдеры и слипформеры.

Выбор зависит только от требований производителя и типа изделий, которые планируется изготовить.

Технология экструзии получила более широко распространение, поскольку с машинами данного типа проще работать, они обеспечивают оптимальное уплотнение бетона, а готовые изделия имеют идеальную поверхность. Раньше экструдеры позволяли производить пустотные плиты высотой всего 400–500 мм, и перед инженерами стояла задача увеличить эти показатели, чтобы удовлетворить требованиям высокотехнологичных проектов, использующих пустотные плиты перекрытий для строительства промышленных зданий и объектов инфраструктуры.

Все чаще современные проекты подразумевают использование бетонных элементов с максимальными пролетами, как в случае с крытыми парковками и автомобильными мостами. Если плита перекрытия будет обладать большой несущей способностью, а расстояние между пролетами будет максимально большим, количество колонн можно сократить, тем самым увеличив





гибкость конструкции и значительно снизив строительные издержки. Однако при увеличении расстояния между пролетами приходится увеличивать и высоту плиты, чтобы соблюсти проектные требования. Таким образом, у производителей появилась идея: при производстве преднапряженных плит перекрытий высотой более 500 мм использовать поперечную стальную арматурную сетку в дополнение к преднапряженным арматурным прутьям.

Используя свой многолетний опыт, специалисты компании Nordimpianti разработали слипформер, способный производить железобетонные элементы, обладающие всеми вышеперечисленными характеристиками. При этом компания тесно сотрудничала с Gruppo Centro Nord, одним из крупнейших итальянских производителей пустотных плит. Первый слипформер для производства преднапряженных пустотных плит высотой 700 мм был запущен в 1987 г. на производстве Gruppo Centro Nord в Новаре, Италия. С тех пор компания регулярно дополняла ассортимент своей продукции и в 2004 г. впервые представила преднапряженную бетонную плиту высотой 1 м с пролетом величиной более 25 м.

Благодаря целому ряду преимуществ крупные пустотные плиты перекрытия высотой 1 м широко используются в высокотехнологичных проектах, например для укрепления горных тоннелей (плиты с пролетом от 14 м и несущей способностью от 4000 кг/м²), для кровли промышленных зданий (плиты с пролетом от 21 м и несущей способностью от 2 200 кг/м²) и строительства железнодорожных мостов (плиты с пролетом от 25 м и несущей способностью от 2 000 кг/м²).

Новый слипформер Nordimpianti стал не только крупным достижением в сфере сборных железобетонных технологий, но и новой отправной точкой для экспертов в области использования преднапряженных бетонных пустотных плит. За последнее время в Европе было реализовано несколько строительных проектов с использованием пустотных плит перекрытий высотой более 500 мм.

Одним из таких проектов стал Логистический центр поставки алюминиевых профилей, компания Ballut Blocks, Мальта. В проекте использовались пустотные плиты несущей способностью 500 кг/м² высотой 760 мм с пролетом 26 м.

Помимо пустотных плит высотой 500–1000 мм, слипформер Nordimpianti может производить двутавровые балки высотой до 1 м, являющиеся не менее важным инструментом в арсенале архитекторов и проектировщиков.

Компания Nordimpianti занимается производством слипформеров с начала 1970-х гг. С тех пор машины были значительно модернизированы с точки зрения производственной гибкости, стали более простыми в обращении и теперь не требуют дорогого технического обслуживания.

Слипформеры Nordimpianti способны производить следующие виды элементов: пустотные плиты перекрытия, пустотные стеновые панели, тавровые и двутавровые балки, балки U-образного сечения, столбы для виноградников, перемычки, сплошные плиты, столбы электропередачи, ребристые плиты и пр.

Со дня своего основания компания Nordimpianti не раз доказывала свою способность справляться с задачами любой сложности, и сегодня производитель готов использовать накопленный опыт и знания для покорения новых горизонтов.



nordimpianti Concrete Experience...

Nordimpianti System SRL
Via Erasmo Piaggio, 19/A
66100 Chieti (CH) – Abruzzo, Italy
T +39 0871 540222
F +39 0871 562408
info@nordimpianti.com
www.nordimpianti.com

ДИЗАЙН, ЗАВОРАЖИВАЮЩИЙ ВЗГЛЯД



Задача последнего продукта artico компании RECKLI не только структурировать бетон, но и за счет использования оптических эффектов оформлять необходимое пространство.

Фотографические изображения, картинки, нестандартные конструкции или графика могут проявиться за счет частичного уничтожения верхнего слоя цемента в бетоне.

«Artico достигает максимального эффекта с минимальными усилиями», – говорит Лутц Хаммер, руководитель отдела маркетинга компании RECKLI. То, что заметность мотивов не слишком зависит от освещения, является ключевым отличием от фотогравюрных матриц, которые в основном используются для наружных поверхностей.

Мотивы могут проявляться в ином виде в зависимости от расположения солнца. Эффекты, полученные при помощи техники artico, можно увидеть под любым углом и при любом освещении, поэтому продукт может быть использован как на фасаде, так и на открытых фактурных бетонных поверхностях внутри помещения.

На фото показано, какие детальные изображения можно получить при помощи artico. В Маастрихте, одном из самых старых и красивых городов на юго-востоке Нидерландов, подземный железнодорожный переход соединяет две общины – Лиммель и Назарет. Голландский художник Мишель Клуитерс разработал дизайн для этого туннеля. На одной стороне туннеля преобладают бетонные элементы с названиями улиц, которые размещены одно над другим. Проходя через туннель, можно увидеть название улицы в районе, из которого начато движение. Если встать прямо перед стеной, то можно прочитать названия двух общин. С другой стороны туннеля на бетоне проявляются средства передвижения: велосипеды, автомобили, мотоциклы и т. д.

По словам Лутца Хаммера, идея метода artico возникла, потому что архитекторы обращались к фотобетону снова и снова. Для специалистов компании RECKLI в области архитектурного бетона логично было удовлетворить этот спрос и предложить инновационный продукт для заказчиков. Благодаря современной технологии практически любой дизайн можно воплотить на бетонной поверхности в двумерном измерении.

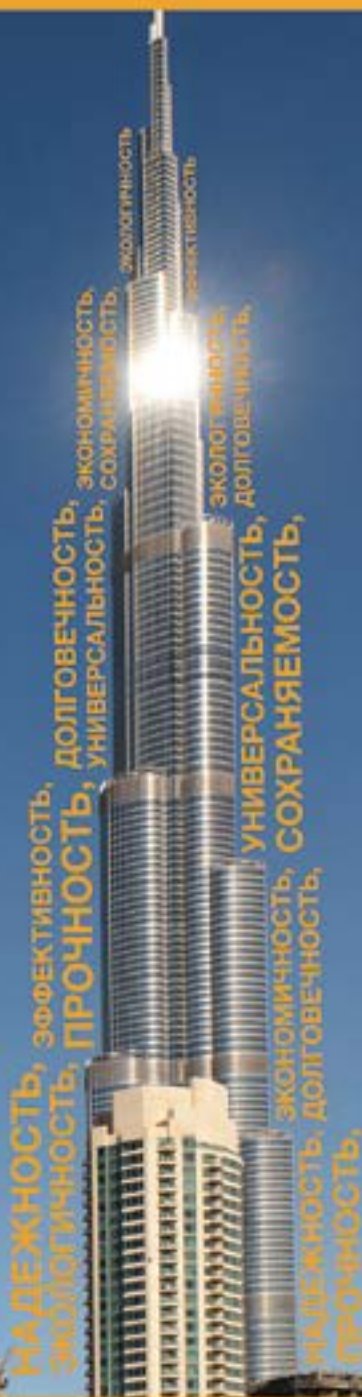
RECKLI RUSSIA
КИЕВСКОЕ ШОССЕ, 11 Б
БИЗНЕС-ЦЕНТР
«ОБНИНСКИЙ»
249030, ОБНИНСК
РОССИЯ
ТЕЛ. +7 916 6050505
INFO@RECKLI-RUS.RU
WWW.RECKLI.COM

RECKLI®
DESIGN YOUR CONCRETE

MASTER®
» BUILDERS
 SOLUTIONS



Мне нужны добавки в бетон для строительства самых амбициозных проектов



Строительство каждого объекта уникально. Использование правильно подобранных добавок в бетон облегчает весь процесс. Часто одним из главных условий является воплощение в жизнь амбициозных архитектурных проектов. Решения Master Builders Solutions от BASF объединяют квалифицированную техническую поддержку с правильными продуктами и составами бетона, пример этому MasterGlenium SKY. Благодаря этой уникальной добавке можно подавать бетон на высоту более 600 м без расслоения.

С добавками в бетон Master Builders Solutions вы достигните любых высот!

Более подробная информация на сайте www.master-builders-solutions.basf.ru
 Тел.: +7 495 225 6436

BASF

We create chemistry

Инновационная мобильная кассетная опалубка Weckenmann

В производстве кассетных форм специалисты фирмы Weckenmann опираются на собственный, уже более чем пятнадцатилетний опыт. В России успешно эксплуатируются кассетные установки Weckenmann, на базе которых разработана мобильная кассетная опалубка для крупных строительных площадок.



Использование мобильной кассетной опалубки на крупном строительном объекте в Сингапуре

При производстве ЖБИ непосредственно на строительной площадке снижаются транспортные расходы и сокращается время строительных работ. Это позволяет быстро адаптироваться к ситуации на строительном объекте. Таким образом, в технологии производства железобетонных изделий можно исключить складскую составляющую.

Мобильная кассетная опалубка успешно используется заказчиками в Сингапуре. Кассеты установлены на стройках в черте города на крупных строительных объектах. В них формируются массивные стены толщиной 100–300 мм. Максимальные размеры готовых изделий составляют 3,5×7,1 м. Таким образом, общая площадь изделий, формируемых в кассете на 20 ячеек, составляет 497 м². Высокая маневренность мобильной кассетной опалубки подтверждена эксплуатацией в плотно застроенной городской черте. К тому же уровень ее шума ниже допустимых значений. Мобильное производство Weckenmann может быть идеальным решением для крупных строительных объектов: реальные инвестиционные расходы, возможность производства здесь и сейчас, высокая гибкость производства. Благодаря компактной конструкции для размещения мобильной кассетной опалубки требуется сравнительно небольшой участок на стройплощадке. Ее монтаж

или демонтаж осуществляется в течение нескольких рабочих дней небольшим количеством персонала.

Процесс производства изделий в кассете прост и удобен. В ее конструкции имеется высокоэффективное устройство уплотнения бетонной смеси, позволяющее сглаживать возможные колебания ее свойств, что обеспечивает высокое качество бетонных изделий.

В регионах с погодными и климатическими ограничениями фундаментную плиту для мобильной кассетной опалубки можно возводить на территории будущей крытой парковки. Делать это можно с одновременным строительством временного производственного помещения или же с возведением здания будущей крытой парковки, где в дальнейшем и будет организовано производство на стройплощадке.

По окончании стройки мобильная кассета перемещается на следующий объект, а производственное здание переоборудуется в крытую парковку.

В условиях урбанизации и роста по всему миру крупных городов и мегаполисов, все более актуальным становится возведение комплексных городских районов, включающих жилье, торговые центры и бизнес-площадки, офисы, места проведения досуга. Для такого рода проектов и предназначена мобильная кассетная опалубка.

W
WECKENMANN

Weckenmann Anlagentechnik GmbH & Co. KG
Birkenstr. 1

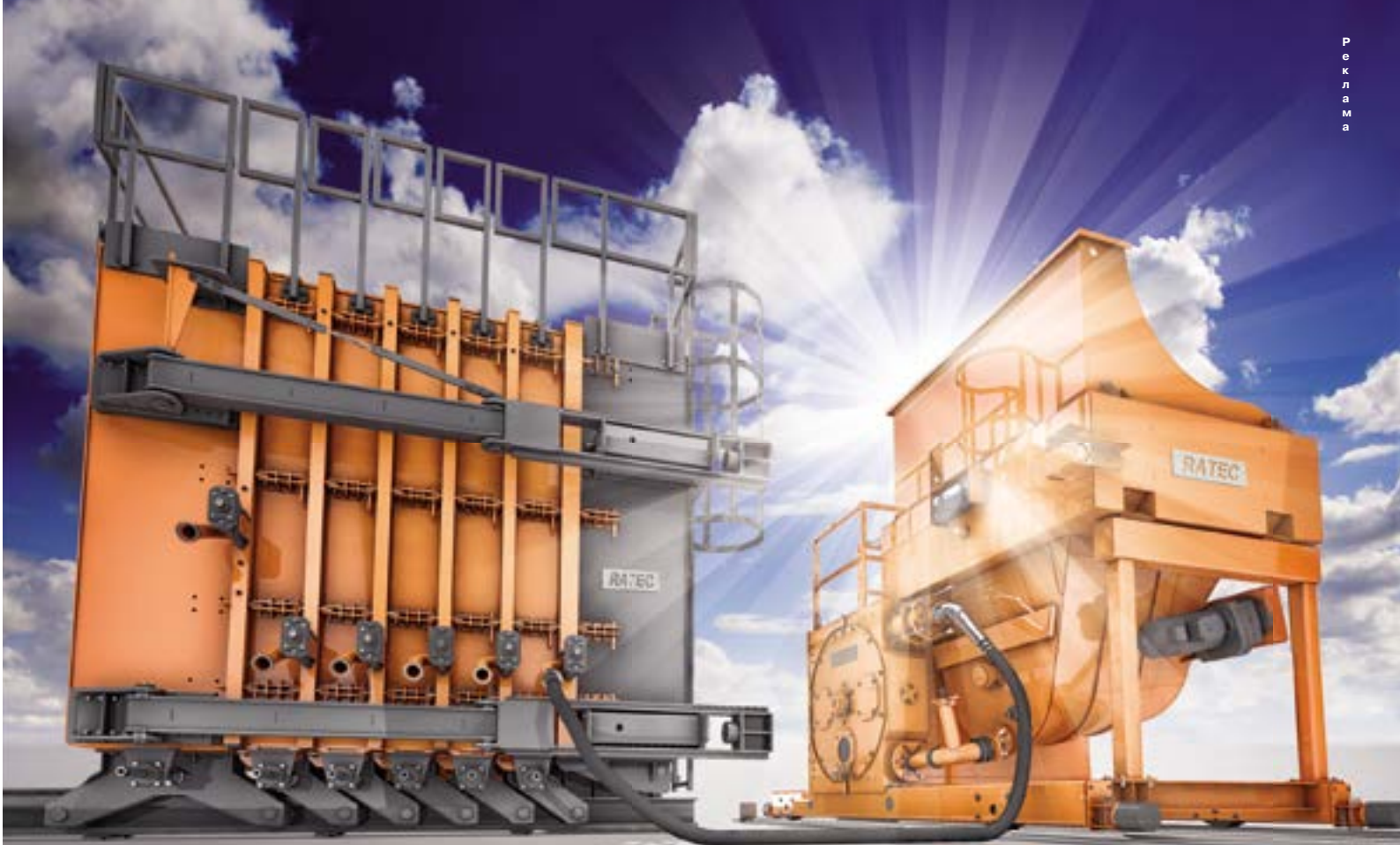
72358 Dormettingen (Germany)

Phone: +49 7427 9493 0

Telefax: +49 7427 9493 29

http://www.weckenmann.com

E-mail: info@weckenmann.de



➤ Upcrete® – революционное явление в производстве сборного железобетона

Инновативная система Upcrete® компании RATEC, воплотилась в новом решении перемещаемого насоса и усовершенствованной модели кассетных установок. С технологией Upcrete® можно вертикально реализовать любую геометрию железобетонного изделия, причем прекрасного качества. Самоуплотняющийся бетон нагнетается в форму снизу вверх и позволяет идеально, без каверн, без помощи вибрации заполнить самые сложноармированные участки. В принцип системы заложена инновативная идея для создания идеальной геометрии и структуры.

Upcrete® гарантирует великолепное качество всех видимых поверхностей изделия. Используйте преимущества выбора технологии Upcrete®.



RATEC



Meet the better ideas!
www.ratec.org

Спросите нас:
Телефон +49 6205 9407 15

И.Н. ЛЕКАРЕВ¹, директор; А.Г. СИДОРОВ², канд. экон. наук, директор;
И.Н. МОШКА¹, зам. директора по подготовке проектов

¹ ООО «АК БАРС Инжиниринг» (420124, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Меридианная, 1)

² ООО «Казанский ДСК» (420087, Республика Татарстан, г. Казань, ул. А. Кутуя, 118)

Серия домов АБД-9000: внедрение BIM-технологий на современном производстве

Старейший домостроительный комбинат Татарстана пережил второе рождение благодаря модернизации. За три года на Казанском ДСК реализован уникальный проект адаптации зарубежного опыта к нуждам отечественного индустриального домостроения. В настоящее время завершена первая очередь модернизации. Итогом второй очереди станет увеличение потенциальной мощности комбината до 250 тыс. м² жилья в год. Сроки строительства снижаются в два раза. Приведен опыт создания проектного бюро и внедрения в работу BIM-технологий.

Ключевые слова: сборный железобетон, железобетонные изделия, Казанский ДСК, крупнопанельное домостроение, модернизация, BIM-технологии, АБД-9000.

I.N. LEKAREV¹, Director, A.G. SIDOROV², Candidate of Sciences (Economics), Director, I.N. MOSHKA¹, Deputy Director for project preparation

¹ ООО «AK BARS Engineering» (1, Meridiannaya Street, Kazan, Republic of Tatarstan, 420087, Russian Federation)

² ООО «Kazansky DSK» (118, A. Kutuya Street, Kazan, Republic of Tatarstan, 420087, Russian Federation)

Series of ABD Houses – 9000: Introduction of BIM-Technologies at Modern Production

The oldest integrated house-building factory of Tatarstan has experienced a rebirth thanks to the modernization. At "Kazansky DSK", during three years, a unique project of adaptation of the foreign experience to the needs of the domestic prefabrication construction was realized. At present, the first stage of modernization is completed. The result of the second stage will be increasing the potential capacity of the integrated factory up to 250 ths m² of housing per year. Construction time is reduced by two times. The experience in creation of the design bureau and introduction of BIM-technologies into operation are presented.

Keywords: precast concrete, reinforced concrete products, Kazansky DSK, large-panel house building, modernization, BIM-technologies, ABD-9000.

В 2015 г. Приволжский федеральный округ получил завод, оборудованный в соответствии с мировыми стандартами производства. Модернизация производственной линии и помещений завода на «Казанском ДСК» началась под руководством группы компаний «АК БАРС Девелопмент» в 2012 г. Прошло техническое перевооружение завода – от реконструкции и ремонта цехов до производственной линии. Совместно с немецкими и финскими специалистами установили новое оборудование таких ведущих производителей, как Sommer Anlagentechnik GmbH, Eurobend и Steel-Kamet Oy. Объем инвестиций составил порядка 1,5 млрд р. Без преувеличения можно сказать, что начался новый этап развития крупнопанельного домостроения в регионе [1–4].

В рамках проведения в Казани V Международной конференции «Развитие крупнопанельного домостроения в России – InterConPan-2015» 1 июля 2015 г. состоялось торжественное открытие завода «Казанский ДСК» после модернизации. В мероприятии приняли участие министр строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ М.А. Минь, Президент Республики Татарстан Р.Н. Минниханов и министр строительства, архитектуры и ЖКХ РТ И.Э. Файзуллин. Министр строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ М.А. Минь отметил: «Президентом России перед нами поставлена задача по увеличению вводимого ежегодно объема жилья. В 2014 г. было введено рекордное количество квадратных метров – больше 83 млн. В этом году ситуация будет более сложной, что связано в том числе с внешней конъюнктурой. Тем важнее создание заделов на будущее, ориентация на проекты 2016 и 2017 гг.».

За три года на Казанском ДСК был реализован уникальный проект адаптации зарубежного опыта к нуждам отечественного индустриального домостроения [5]. Мощности комбината по производству изделий из железобетона уже сейчас, после завершения первого этапа модернизации, могут обеспечить производство 110 тыс. м³ железобетонных изделий вместе с выпуском свай. Это со-

ставляет 150 тыс. м² жилья в год. В пересчете десять 17-этажных домов по 240 квартир каждый. После второй очереди модернизации мощность Казанского ДСК увеличится до 250 тыс. м² жилья в год.

Благодаря техническому перевооружению производственной линии появилась возможность перенести работы по утеплению и отделке фасада в цеха завода и поставлять на стройплощадку готовые блоки с установленными стеклопакетами. Сроки строительства при этом сокращаются вдвое. Например, в жилом комплексе «Светлая долина» сдача «под ключ» одного 17-этажного трехподъездного жилого дома занимает 9–10 месяцев вместо прежних 18 месяцев при количестве занятых рабочих 20–25 человек.

Девелопер старается обеспечивать в новом микрорайоне необходимую инфраструктуру: так, одновременно со строительством первых четырех домов из сборного железобетона был возведен детский сад на 340 мест – самый большой по численности в Казани. По плану будут возведены новые детские сады, школа, здание поликлиники, торгового центра.

Задача, которая была в первую очередь решена при проектировании нового комплекса, – уйти от безликости панельных домов, разрушить стереотипы об индустриальном строительстве советского периода. Яркий дизайн фасадов жилого комплекса создает ощущение солнечного дня в любую погоду. Специалистами собственного архитектурного бюро компании разработаны сотни вариантов квартир от мало- до крупногабаритных в эконом-, бизнес-, комфорт-классах. В результате была создана серия индустриальных домов АБД-9000 («АК БАРС Девелопмент 9000»).

В жилом комплексе «Светлая долина» площадью 38 га планируется внедрить разработки новой серии крупнопанельных домов АБД-9000, в частности в формате малогабаритной линейки с параметрами однокомнатной квартиры до 30 м², двухкомнатной – до 45 м², трехкомнатной – до 75 м². Исследования местного рын-



Производственная линия после модернизации



Торжественное открытие Казанского ДСК

ка показали стабильный спрос на квартиры такого формата. Помимо объемно-планировочных решений, было также уделено особое внимание проектированию размеров оконных проемов: собственное производство диктует необходимость минимизации процента отходов. Был тщательно проработан с целью оптимизации лестнично-лифтовой узел, при этом обеспечено комфортное пространство и соответствие МОП нормам.

Основные характеристики проектируемой серии «АК БАРС Девелопмент 9000»:

- красивые и энергоэффективные фасады, производимые с применением цветных и самоуплотняющихся бетонов;
- разнообразные фасадные решения, достигаемые за счет гибкой технологии формования трехслойных панелей и использования современных архитектурно-дизайнерских приемов;
- благоприятный микроклимат в квартирах благодаря улучшенным системам воздухообмена и отопления;
- снижение конечной цены продаваемого жилья происходит за счет высокой скорости производства железобетонных изделий;
- увеличение заводской производительности обеспечивается проектированием, ориентированным на индустриализацию;
- качественная организация пространства для жизни за счет улучшенных квартирных планировок.

Кроме того, проекты новых домов позволяют упростить и автоматизировать операции, необходимые для производства железобетонных изделий. Завершение первого этапа модернизации на Казанском ДСК обеспечило также платформу для активного внедрения BIM-технологий.

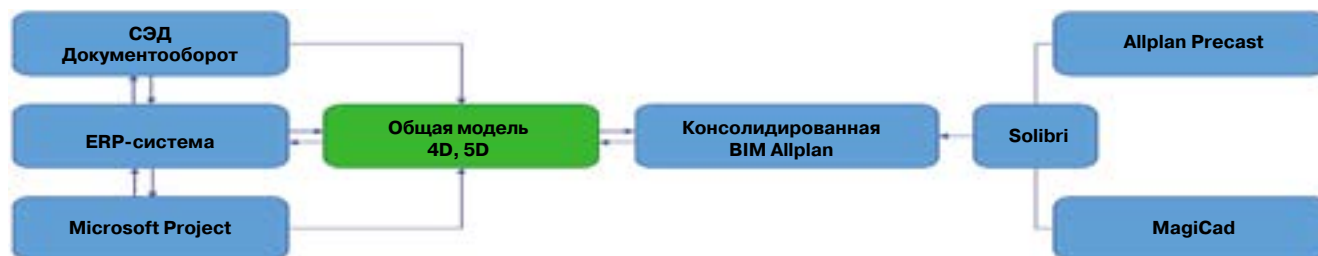
С целью развития данного направления на базе компании «АК БАРС Инжиниринг», входящей в состав «АК БАРС Девелопмент», началось создание проектной группы. На тот момент проектные институты в регионе практически не занимались разработкой серий домов из сборного железобетона, многие прежние подходы не соответствовали времени, поэтому возник серьезный вопрос с подбором специалистов в этой сфере. В насто-

ящее время под названием «Архитектурное бюро АБ-1» объединили свои усилия по развитию индустриального домостроения лучшие специалисты направления. Для минимизации ошибок при разработке проектов, а также для исключения коллизий при разработке смежных разделов компания «АК БАРС Инжиниринг» приняла решение на всех этапах использовать 3D-проектирование. После тщательного анализа возможностей современных программных обеспечений в части 3D-проектирования сделан вывод, что ни один из представленных на рынке продуктов не позволяет решить проблему в целом. Поэтому для разработки раздела электрооборудования, разделов конструктивных и архитектурных решений выбран Allplan Precast. Для разработки разделов водоснабжения, канализации, отопления и вентиляции – MagiCAD. Для поиска коллизий – Solibri. Наличие в программе Allplan Precast модуля УСС (Управление сеткосварочной машиной) позволяет не только автоматизировать разработку арматурных каркасов и сеток для раздела КЖИ, но и дает возможность дополнить выдаваемый в производство файл в формате UNI параметрами для сеткосварочной машины модернизированной линии.

BIM-технологии обеспечивают пользование информацией в следующих целях:

- принятие проектных решений;
- создание высококачественной проектной документации;
- прогноз эксплуатационных качеств объекта;
- формирование смет и строительных планов;
- заказ и изготовление материалов и оборудования;
- управление процессом возведения здания;
- контроль в течение всего жизненного цикла здания;
- управление зданием как объектом коммерческой деятельности;
- реконструкция или ремонт здания;
- снос и утилизация здания.

В качестве пилотного разработан проект 14-этажного дома на 140 квартир. Завершается разработка КЖИ. Данный проект имеет также информационную модель,



Упрощенная схема консолидации информации в BIM



Применение заводом современных технологий производства строительных материалов обеспечит снижение себестоимости строительства и повысит доступность возводимого в Республике Татарстан жилья

которая послужит основой для продвижения BIM-технологий в другие направления деятельности компании. Специалисты компании продолжают поиски инструмента, который сможет максимально эффективно объединить все информационные модели, выполненные проектировщиками. Также идет активный поиск программного продукта, который смог бы объединить в единое информационное пространство BIM-технологии, ERP-систему (управление ресурсами предприятия) и СЭД (систему электронного документооборота). Для нас важно сделать взаимосвязь процессов «проектирование» и «строительство» максимально простыми и прозрачными. Это позволит более оперативно управлять проектами и реагировать на возможные изменения, соответственно позволит эффективно планировать сроки реализации проектов, трудовые ресурсы, финансовые средства, используемые материалы, осуществлять технический надзор, вести учет и отслеживать выполненные задачи по проектам.

Список литературы

1. Николаев С.В. Возможность возрождения домостроительных комбинатов на отечественном оборудовании // *Жилищное строительство*. 2015. № 5. С. 4–8.
2. Ярмаковский В.Н. Ресурсоэнергосбережение при производстве элементов конструктивно-технологических систем зданий, их возведении и эксплуатации // *Строительные материалы*. 2013. № 6. С. 4–6.
3. Опарина Л.А. Учет энергоемкости строительных материалов на разных стадиях жизненного цикла зданий // *Строительные материалы*. 2014. № 11. С. 44–45.
4. Юмашева Е.И., Сапачева Л.В. Домостроительная индустрия и социальный заказ времени // *Строительные материалы*. 2014. № 10. С. 3–11.
5. Лекарев И.Н., Сафин А.М., Сидоров А.Г. Концепция строительства из сборного железобетона по стандарту WHaus // *Жилищное строительство*. 2014. № 5. С. 20–25.

References

1. Nikolaev S.V. The possibility or revival of house building factories on the basis of domestic equipment. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 5, pp. 4–8. (In Russian).
2. Yarmakovskii V.N. Energy-resources-saving under manufacturing at the elements of structural-technological building systems, their rising and exploitation. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 6, pp. 4–6. (In Russian).



В ЖК «Светлая долина», как и на других объектах компании, предусмотрены условия для полноценной жизни: парковки, детские площадки с дорожками для скейтбордистов, максимальное озеленение

3. Oparina L.A. Taking into Account the energy intensity of building materials at different stages of the life cycle of buildings. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 11, pp. 44–45. (In Russian).
4. Yumasheva E.I., Sapacheva L.V. House-building industry and social order of time. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 10, pp. 3–11. (In Russian).
5. Lekarev I.N., Safin A.M., Sidorov A.G. The concept of construction from precast concrete according to the WHaus standard. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 5, pp. 20–25. (In Russian).

ufi Approved Event

КАК МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ВОЛГАСТРОЙЭКСПО

26-29
АПРЕЛЯ
2016
КАЗАНЬ

г. Казань, ЮУБЕР, п. Вазон, Оренбургский тракт, 8.
Выставочный центр "Казанская ярмарка"
т.к. ф.к.с.: (843) 378-31-87, 378-45-11 (административный)
e-mail: info@volgaexpo.ru
www.volgaexpo.ru, www.kazanexpo.ru

КАЗАНСКАЯ
ЯРМАКА

УДК 69.056.53

А.Г. КОВРИГИН, инженер, руководитель группы технической поддержки (anton.kovrigin@bzs.ru),
А.В. МАСЛОВ, инженер

ООО «Бийский завод стеклопластиков» (Россия, 659316, Алтайский край, г. Бийск, ул. Ленинградская, 60/1)

Композитные гибкие связи в крупнопанельном домостроении

Для применения композитных гибких связей в крупнопанельном домостроении на территории Российской Федерации обязательно необходимо подтверждение соответствия их характеристик ГОСТ 54923–2012 «Композитные гибкие связи для многослойных ограждающих конструкций. Технические условия». Поскольку ГОСТ 54923–2012 обладает рядом существенных недостатков, на гибкие связи должна быть разработана более полная техническая документация: техническое свидетельство на систему с применением гибких связей, аналогичный стандарт организации, технические рекомендации, оценка пожарной стойкости. Чтобы гарантировать надежность стеновых панелей на протяжении всего срока эксплуатации в отношении гибких связей, необходимо конструктивно обеспечить постоянный характер вырыва связей из бетона (с разрушением бетона), определить понижающие эксплуатационные коэффициенты, разработать грамотную методику расчета и расстановки связей для стеновых панелей различного типа.

Ключевые слова: крупнопанельное домостроение; композитные гибкие связи; требования нормативной документации, коэффициенты условий работы; комплекс технической оценки композитных гибких связей; методика расчета количества связей.

A.G. KOVRIGIN, Engineer, Head of Technical Support Group (anton.kovrigin@bzs.ru), A.V. MASLOV, Engineer
«Biysk Factory of Glass-Fibre Reinforced Plastics» LLC (60/1, Leningradskaya Street, Biysk, Altay Region, 659316 Russia)

Composite Flexible Bracing in Large-Panel House Building

To use composite flexible bracing in large-panel house building on the territory of the Russian Federation, it is necessary to confirm the compliance of their characteristics with GOST 54923-2012 "Composite Flexible Bracings for Multilayered Enclosing Structures. Technical Specifications". Since GOST 54923-2012 has a number of significant drawbacks, more complete technical documentation must be developed for flexible bracing: Technical approval for the system with application of flexible bracing, an analogues standard of organization, technical recommendations, assessment of fire resistance. To guarantee the reliability of wall panels during the full term of their operation with regard to flexible bracing, it is necessary to structurally ensure the permanent character of snatching of bracings from the concrete (with destruction of concrete), determine reducing operational factors, develop the competent methods for calculation and arrangement of bracings for wall panels of different types.

Keywords: large-panel house building, composite flexible bracing, requirements of regulatory documentation, factors of operating conditions, complex of technical assessment of composite flexible bracing, methods for calculation of number of bracings.

Приказ Министерства регионального развития РФ от 24 июля 2013 г. № 306 «Об утверждении отраслевой программы внедрения композиционных материалов, конструкций и изделий из них в строительном комплексе Российской Федерации» призвал к применению композитных материалов в строительстве, в том числе в крупнопанельном домостроении. Известен зарубежный опыт применения композитной арматуры для армирования стеновых панелей, применения фибры из композитных материалов для повышения прочности бетонов, а также применения композитных гибких связей для соединения слоев трехслойных стеновых панелей. В России стеновые панели с такими гибкими связями выпускаются на протяжении 17 лет [1–5]. Преимущества применения композитных гибких связей перед традиционными материалами (стальными и железобетонными соединительными элементами) очевидны: теплоэффективность, отсутствие коррозионных процессов, снижение веса конструкции, повышенная технологичность производства. Тем не менее, эта технология долгое время не получала должного распространения ввиду отсутствия опыта у российских проектировщиков по расчету реакций композитного материала на действующие нагрузки.

Кроме того, не существовало единого нормированного подхода к оценке долговечности композитных гибких связей. А значит, на заводы КПД могли попасть гибкие связи низкого качества, что могло привести к катастрофическим последствиям. Это послужило причиной исключения композитных гибких связей из ГОСТ 31310 «Панели стеновые железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия». Поэтому проектировщики долгое время руководствовались документами, которые им предоставляли производители гибких связей с настолько изученными

характеристиками конкретного изделия, насколько их изучал сам производитель. Это позволило некоторым производителям композитных связей накопить значительный исследовательский и производственный опыт.

С накоплением опыта стало очевидно, что для верного расчета конструкций с композитными гибкими связями важнейшим является определение характеристик гибких связей в условиях длительной эксплуатации в стеновой панели, таких как долговременная работа под статической нагрузкой, а также щелочестойкость самих связей и их анкерных зацепов. Эти положения легли в основу ГОСТ 54923–2012 «Композитные гибкие связи для многослойных ограждающих конструкций. Технические условия».

ГОСТ 54923–2012 регламентирует требования к композитным связям и некоторые их физико-механические характеристики. Однако, ГОСТ в существующей редакции далек от совершенства и обладает следующими существенными недостатками.

1. В ГОСТ 54923–2012 нет требований по организации приемосдаточных испытаний композитных гибких связей. Это недопустимо, потому что композитные материалы, даже изготовленные из одинаковых компонентов, могут существенно отличаться по своим физико-механическим свойствам в зависимости от выбранных технологических режимов, их соблюдения в технологическом процессе. Следовательно, оценке качества и приемосдаточным испытаниям должны подвергаться образцы каждой партии композитных связей. Испытания должны определять основные физико-механические характеристики, а не ограничиваться визуальной оценкой и измерением геометрических размеров образцов, как это указано в ГОСТ 54923–2012.

2. В ГОСТ 54923–2012 регламентированы требования по прочности сцепления связей с бетоном несущего

или облицовочного слоя. Также регламентированы требования по остаточной прочности материала связей на растяжение после выдержки в щелочной среде. При этом нет требования по прочности сцепления связей с бетоном несущего или облицовочного слоя после выдержки связей в щелочной среде. А это важнейший параметр, который определяет несущую способность соединительного узла в течение назначенного срока эксплуатации трехслойной панели, в конструкцию которой заложены гибкие связи из ПКМ. Исследования, проведенные Бийским заводом стеклопластиков, показывают, что в подавляющем большинстве случаев именно этот параметр определяет критическую нагрузку на узел сцепления.

3. В ГОСТ 54923–2012 нет установленного порядка определения понижающих коэффициентов, учитывающих динамические и некоторые климатические воздействия на прочность гибких связей и узлов их анкеровки в бетонных слоях. Следовательно, для правильного расчета несущей способности гибких связей требуется разработка дополнительной методики.

4. В Приложении Н ГОСТ 54923–2012 приведена рекомендованная схема расположения гибких связей, которая даёт только очень общее представление о правилах их установки. Для того чтобы полностью реализовать прочность гибких связей и получить теплоэффективную, надежную стеновую панель без и избыточных связей, следует установить более конкретные требования по расстановке для каждого вида гибких связей [6].

Несмотря на недостатки, ГОСТ 54923–2012 установил базовые требования к гибким связям, а также определил некоторые допустимые виды исполнения связей. В качестве рекомендуемых к применению на заводах КПД в ГОСТ 54923–2012 указаны: связь с цилиндрическим анкерным участком и связь с цилиндрическим песчаным анкерным участком.



Гибкие стеклопластиковые связи СПА® 7,5 мм

Однако, анализируя рынок предложения гибких связей в Европе и США, можно заметить, что зарубежные производители придерживаются концепции единой структуры несущего стержня и анкерующей части гибкой связи. Исполнение этой концепции может быть различным. Так, компания Schöck Bauteile GmbH, которая уже более 50 лет занимается непрерывным НИОКР и внедрением высококачественных решений для строительства по всему миру, изготавливает композитную гибкую связь, профиль которой сформирован путем выпиливания выступающего ребра из основного тела стержня по всей его длине. Другой производитель в США – компания «Thermomass» находит верным решение изготавливать анкерующую часть гибкой связи в виде уширения квадратного профиля, которое формируется так же путем фрезерования из композитного стержня. Описанные изделия не имеют частей, соединение которых образовано средствами химических связей. Исключительно такая концепция в зарубежной практике является допустимой и позволяет гарантированно обеспечить долговечность и химическую стойкость гибкой связи. Кроме того, узел соединения такой гибкой связи с бетоном имеет единый характер разрушения при вариациях глубины заделки связи в бетонах различной прочности, что, в свою очередь, позволяет достоверно прогнозировать падение характеристик сцепления гибких связей с бетоном. Таким образом, конструктивное ис-

Гибкая связь СПА® Ø 7,5мм

для трехслойных железобетонных панелей

Реклама

- ☑ Соответствует требованиям нормативной документации
- ☑ Огнестойкость в системе
- ☑ Долговечность 100 лет
- ☑ Щелочестойкость
- ☑ Теплоэффективность
- ☑ Высокая прочность
- ☑ Применяется более чем на 30 заводах России и стран СНГ

Система менеджмента качества сертифицирована на соответствие требованиям ISO 9001:2008

**БИЙСКИЙ ЗАВОД
СТЕКЛОПЛАСТИКОВ**
нам 25 лет

658316 Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Ленинградская, 60/1
тел./факс: +7 (3854) 442-444, E-mail: spa@bzs.ru; www.bzs.ru



Монтаж плиты с гибкими стеклопластиковыми связями

полнение анкерующей части гибкой связи является важнейшим аспектом в надежности и долговечности соединения слоев трехслойной панели.

Исследования, проведенные ЦНИИЭП жилища [7] показали, что связи с цилиндрическим песчаным анкерным участком необходимо дополнительно усиливать, напрессовкой металлических втулок на участки анкеровки. В этом случае согласно [7], исходные усилия вырыва связей из бетона класса В15–В30 составляют 1,5–4 кН или ~150–400 кгс. Характер разрушения при вырыве таких связей из бетона является переменным от образца к образцу: «разрушение испытанных образцов при выдергивании стержня из бетона происходит либо за счет выкалывания бетона, причем металлическая втулка остается на стержне, либо за счет вытягивания стержня из бетона, причем металлическая втулка остается в бетоне и выкалывания бетона не происходит» [7]. При этом расчетные усилия вырыва, которые следует учитывать в проекте необходимо рассчитывать из исходных значений с учетом коэффициентов работы в эксплуатационных условиях.

Исследования, проведенные ООО «Композит-тест» (протокол контрольных испытаний на вырыв из бетона стеклопластиковой арматуры СПА Бийского завода стеклопластиков № 0622/1035-2006 от 21.07.06 ЗАО «Институт «Композит-Тест», Королев) показывают, что усилия вырыва гибких связей с цилиндрическими анкерными участками при аналогичной глубине анкеровки и классе бетона В25 составляют 14,3 кН, т. е. ~1430 кгс. Характер разрушения на всех испытанных образцах одинаков и представляет собой растрескивание и вытягивание конуса бетона.

Следует заметить, что конструкция анкерующего зацепа является важным, но не единственным аспектом, обеспечивающим надежность, долговечность и химическую стойкость гибкой связи. На контролируемые физико-механические характеристики также оказывает влияние качество армирующего наполнителя, рецептура связующего вещества, их пропорциональное содержание в готовом изделии, выбор технологического процесса и его стабильность. Поэтому все гибкие связи должны допускаться к применению только после получения положительного заключения об их стойкости к агрессивным средам по прочности самих связей и анкерного зацепа.

Поскольку в российских нормах на сегодняшний день еще нет строгой методики определения несущей способности гибких связей, можно руководствоваться подходом европейских специалистов в проведении испытаний и анализе их результатов. Немецкие институты Deutsche Institut für Bautechnik DIBT (г. Берлин) и Technische Universität Kaiserslautern (г. Кайзерслаутерн) при оценке гибких связей Бийского завода стеклопла-

стиков установили следующие требования к проведению испытаний.

1. Оценка связей должна проводиться по прочности самих связей и по прочности узла сцепления с бетоном.

2. Прочность связей и анкерного узла оценивается в исходном состоянии и после проведения испытаний на стойкость к щелочной среде бетона. Для этого проводились ускоренные испытания по химическому старению связей. Так определялась долговременная прочность связей.

3. Оценка долговременной прочности (химическое старение) должна проходить под одновременным действием статической нагрузки, так как это более полно моделирует реальные условия эксплуатации.

4. Химическое старение должно быть достаточно продолжительным, по европейским нормам рекомендуется старение в течение 5000 часов в щелочном растворе с $pH \sim 13$. Для сравнения: по российским нормам старение проходит в течение 720 ч.

5. На протяжении срока старения осуществляются контрольные измерения с определенной периодичностью, для того чтобы получить статистические данные по снижению прочности с течением времени. Полученные результаты экстраполируют на весь срок эксплуатации.

6. Разрушение узла сцепления должно происходить исключительно по бетону как до старения, так и после. Только в случае постоянного характера разрушения связи считаются пригодными для использования, поскольку только в этом случае, возможно спрогнозировать падение характеристик.

Очевидно, что европейские требования в оценке надежности композитных связей учитывают большее количество влияющих факторов и позволяют с большей точностью определить коэффициенты условий работы для композитных связей. Гибкие связи СПА 7,5 Бийского завода стеклопластиков успешно прошли испытания как в соответствии с требованиями российского ГОСТ 54923–2012, так и в институтах DIBT, Technische Universität Kaiserslautern на соответствие требованиям европейских норм. Проведение полного комплекса испытаний гибких связей по немецкой программе заняло период с 2011 по 2014 год. Еще год потребовался для интерпретации полученных результатов, составления отчетов и оформления самого разрешения. В итоге – в декабре 2015 года долгожданное заключение получено. Для рынка Евросоюза была разработана своя торговая марка для гибких связей – ThermoPin®. Именно под таким именем гибкие связи СПА 7,5 (рис. 3) будут поставляться на рынок Евросоюза.

Что касается самих результатов испытаний – то как и ожидалось, никаких весомых различий с уже существующими российскими испытаниями гибкие связи СПА 7,5 Бийского завода стеклопластиков выявлено не было. Все полученные расчетные характеристики соответствуют Техническому Свидетельству, полученному в России.

Выводы.

1. Чтобы гарантировать надежность стеновых панелей на протяжении всего срока эксплуатации (как этого требуют ГОСТ Р 31310–2005, СП63.13330.2012, ГОСТ Р 54257–2010) в отношении гибких связей, необходимо конструктивно обеспечить постоянный характер вырыва связей из бетона (с разрушением бетона), определить понижающие эксплуатационные коэффициенты, разработать грамотную методику расчета и расстановки связей для стеновых панелей различного типа.

2. Для применения композитных гибких связей на территории России обязательно необходимо подтверждение соответствия их характеристик ГОСТ 54923–2012.

3. Поскольку ГОСТ 54923—2012 обладает рядом существенных недостатков, на гибкие связи должна быть разработана более полная техническая документация: Техническое свидетельство на систему с применением гибких связей, аналогичный стандарт организации, технические рекомендации, оценка пожарной стойкости и пр.

Список литературы

1. Николаев С.В. Возможность возрождения домостроительных комбинатов на отечественном оборудовании // *Жилищное строительство*. 2015. № 5. С. 4–8.
2. Усманов Ш.И. Формирование экономической стратегии развития индустриального домостроения в России // *Политика, государство и право*. 2015. № 1 (37). С. 76–79.
3. Баранова Л.Н. Развитие индустриального домостроения и промышленности строительных материалов в различных регионах России // *Вестник Российской академии естественных наук*. 2013. № 3. С. 61–63.
4. Луговой А.Н. Повышение энергоэффективности ограждающих конструкций // *Строительные материалы*. 2011. № 3. С. 32–33.
5. Луговой А.Н., Ковригин А.Г. Композитные гибкие связи для трехслойных панелей // *Строительные материалы*. 2014. № 5. С. 22–24.
6. Луговой А.Н., Ковригин А.Г. Учет требований нормативной документации при проектировании трехслойных панелей // *Строительные материалы*. 2015. № 5. С. 35–38.
7. Блажко В.П., Граник М.Ю. Гибкие базальтопластиковые связи для применения в трехслойных панелях наружных стен // *Строительные материалы*. 2015. № 5. С. 56–57.

4. Завод-производитель композитных гибких связей должен предоставлять документы, подтверждающие надлежащее качество каждой партии изготавливаемых изделий, поскольку существующие технологии производства композитных материалов допускают отклонения физико-механических характеристик.

References

1. Nikolaev S.V. The possibility of revival of house building factories on the basis of domestic equipment. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 5, pp. 4–8. (In Russian).
2. Usmanov Sh.I. Formation of economic strategy of development of industrial housing construction in Russia. *Politika, gosudarstvo i pravo*. 2015. No. 1 (37), pp. 76–79. (In Russian).
3. Baranova L.N. Development of industrial housing construction and the industry of construction materials in various regions of Russia. *Vestnik Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk*. 2013. No. 3, pp. 61–63. (In Russian).
4. Lugovoy A.N., Kovrigin A.G. Composite Flexible Bracings for Three-Layered Thermal Efficient Panels. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2011. No. 3, pp. 32–33. (In Russian).
5. Lugovoy A.N. Enhancement of Energy Efficiency of Enclosing Structures. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 5, pp. 22–24. (In Russian).
6. Lugovoy A.N., Kovrigin A.G. The accounting of requirements of standard documentation at design of three-layer panels. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 5, pp. 35–38. (In Russian).
7. Blazhko V.P., Granik M.Yu. Flexible bazaltoplastikovy communications for application in three-layer panels of external walls. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 5, pp. 56–57. (In Russian).



МИНСТРОЙ
РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ
ФОНД ПОДДЕРЖКИ И РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ А. РОЗЕНФЕЛЬДА

5–8 июля 2016 года состоится Международная научная конференция VI Академические чтения, посвященные памяти академика РААСН Г.Л. Осипова

«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ. ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

Тематика конференции:

- Энергосбережение в строительстве
 - Строительная теплофизика
- Строительная и архитектурная акустика
 - Строительная светотехника
 - Экология в строительстве
- Долговечность и прочность строительных конструкций зданий и сооружений
 - Проблемы технического регулирования
- Ремонт и эксплуатация объектов коммунального хозяйства
 - Высотное строительство
 - Научная школа для молодежи

В рамках конференции будет проводиться КОНКУРС, на котором молодые ученые, аспиранты и студенты смогут представить свои проекты и разработки:

1. На лучший дипломный проект, включающий раздел «Строительная физика»;
2. На лучшую работу по направлению «Строительная и архитектурная акустика»;
3. На лучший доклад в рамках научной школы для молодежи

«Строительная физика, энергосбережение и экологическая безопасность». Победителям присуждается премия имени академика РААСН Г.Л. Осипова.

4. На лучшее решение задачи в области энергоэффективности и энергосбережения. Победителям вручается медаль и премия имени лауреата международной энергетической премии «Глобальная энергия» 2011 г. – Артура Розенфельда.

5. На самое оригинальное и талантливое решение акустической задачи. Призы от Генерального спонсора конференции – компании «Brüel & Kjær» (Дания).

6. За оригинальный подход к решению задачи энергосбережения в зданиях. Призы от Генерального спонсора конференции – компании «Сен-Гобен Строительная Продукция Рус».

7. Специальный приз Ассоциации производителей керамических стеновых материалов.

8. За значительный вклад в развитие строительной физики ведущим ученым и специалистам вручается Золотая медаль имени академика РААСН Осипова Г.Л. и памятный знак.

Для участия в конференции необходимо в срок до 1 июня 2016 г. отправить ЗАЯВКУ на участие по адресу: org.com@list.ru или факсу +7(495) 482-40-60.

БОЛЕЕ ПОДРОБНУЮ ИНФОРМАЦИЮ О КОНФЕРЕНЦИИ И ФОРМУ ЗАЯВКИ МОЖНО ПОСМОТРЕТЬ НА САЙТЕ niisf.ru

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Тел.: +7 (499) 488-70-05 Факс: +7 (495) 482-40-60 E-mail: org.com@list.ru Сайт: www.niisf.ru

Адрес: 127238, Москва, Локомотивный проезд, д.21, Светотехнический корпус, НИИСФ РААСН

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



тел/факс в Челябинске:
 (351) 790-16-13, 790-16-85, 796-64-14
 в Москве: (495) 964-95-63, 220-38-58
 e-mail: stroypribor@chel.surnet.ru
 www.stroypribor.ru

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА

ИПС-МГ4.01 / ИПС-МГ4.03
 ударно-импульсный

автоматическая обработка
 измерений



диапазон 3...100 МПа

УКС-МГ4 / УКС-МГ4 С
 ультразвуковой

поверхностное и сквозное
 прозвучивание



частота 60...70 кГц
 диапазон 10...2000 мкс

ПОС-50МГ4 / ПОС-50МГ4 Д /
ПОС-50МГ4 "Скол"

отрыв со скалыванием
 и скалывание ребра



предельное
 усилие 60 кН
 диапазон 5...100 МПа

ПОС-2МГ4 П

испытание прочности
 ячеистых бетонов



предельное
 усилие вырыва 2,5 кН

ПЛОТНОМЕРЫ ГРУНТОВ
ДИНАМИЧЕСКИЕ

ПДУ-МГ4 "Удар"

и **ПДУ-МГ4 "Импульс"**

определение динамического
 модуля упругости грунтов
 и оснований дорог
 методом штампа,

диапазон: 5...370 МН/м² ("Удар")
 5...300 МН/м² ("Импульс")



Прессы испытательные
малогабаритные

ПГМ-100МГ4 / ПГМ-500МГ4
/ ПГМ-1000МГ4



с гидравлическим приводом
 для испытания бетона,
 асфальтобетона, кирпича

- предельная нагрузка
 100 / 500 / 1000 кН
- масса 70 / 120 / 180 кг

ПМ-1МГ4 / ПМ-2МГ4 / ПМ-3МГ4
/ ПМ-5МГ4 / ПМ-10МГ4

с ручным / электрическим приводом
 для испытания утеплителей на изгиб
 и сжатие при 10% линейной деформации

- предельная нагрузка 1 / 2 / 3 / 5 / 10 кН
- масса 20 / 25 кг

ПСО-10МГ4 КЛ

испытание прочности
 сцепления в каменной
 кладке



предельное усилие
 отрыва 15 кН

АДГЕЗИМЕТРЫ

ПСО-МГ4

испытание прочности
 сцепления покрытия
 с основанием



предельная нагрузка
 1 / 2,5 / 5 / 10 кН

ИЗМЕРИТЕЛИ
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

ИТП-МГ4 "100" / "250" / "Зонд"

стационарный
 и зондовый режимы



диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К

АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ

ИСП-МГ4 / ИСП-МГ4.01
 анемометр-термометр

диапазон 0,1...20 (1...30) м/с
 -30...+100 °С

ТГЦ-МГ4 / ТГЦ-МГ4.01
 термогигрометр

диапазон 0...99,9 % / -30...+85 °С

ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ
ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ

ИТП-МГ4.03 "Поток"

3...5, 10 и 100-канальные
 регистраторы



диапазон 10...999 Вт/м
 -40...+70 °С

ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ

ВЛАГОМЕР-МГ4

для измерения влажности
 бетона,
 сыпучих,
 древесины
 диапазон 1...45 %



ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ
ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА

ИПА-МГ4

диаметр контролируемой
 арматуры 3...40 мм
 диапазон измерения
 защитного слоя 3...140 мм



ТЕРМОМЕТРЫ

ТМР-МГ4 / ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01

модульные регистрирующие
 для зимнего бетонирования
 и пропарочных камер
 (до 20 модулей в комплекте)
 зондовые / контактные
 1...2-канальные
 диапазон -40...+100 / 250 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ
АРМАТУРЫ

ДО-40 / 60 / 80МГ4

метод поперечной оттяжки

диапазон контролируемых
 усилий 2...120 кН

диаметр
 арматуры 3...12 мм



ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЙ
В АРМАТУРЕ

ЭИН-МГ4

частотный метод

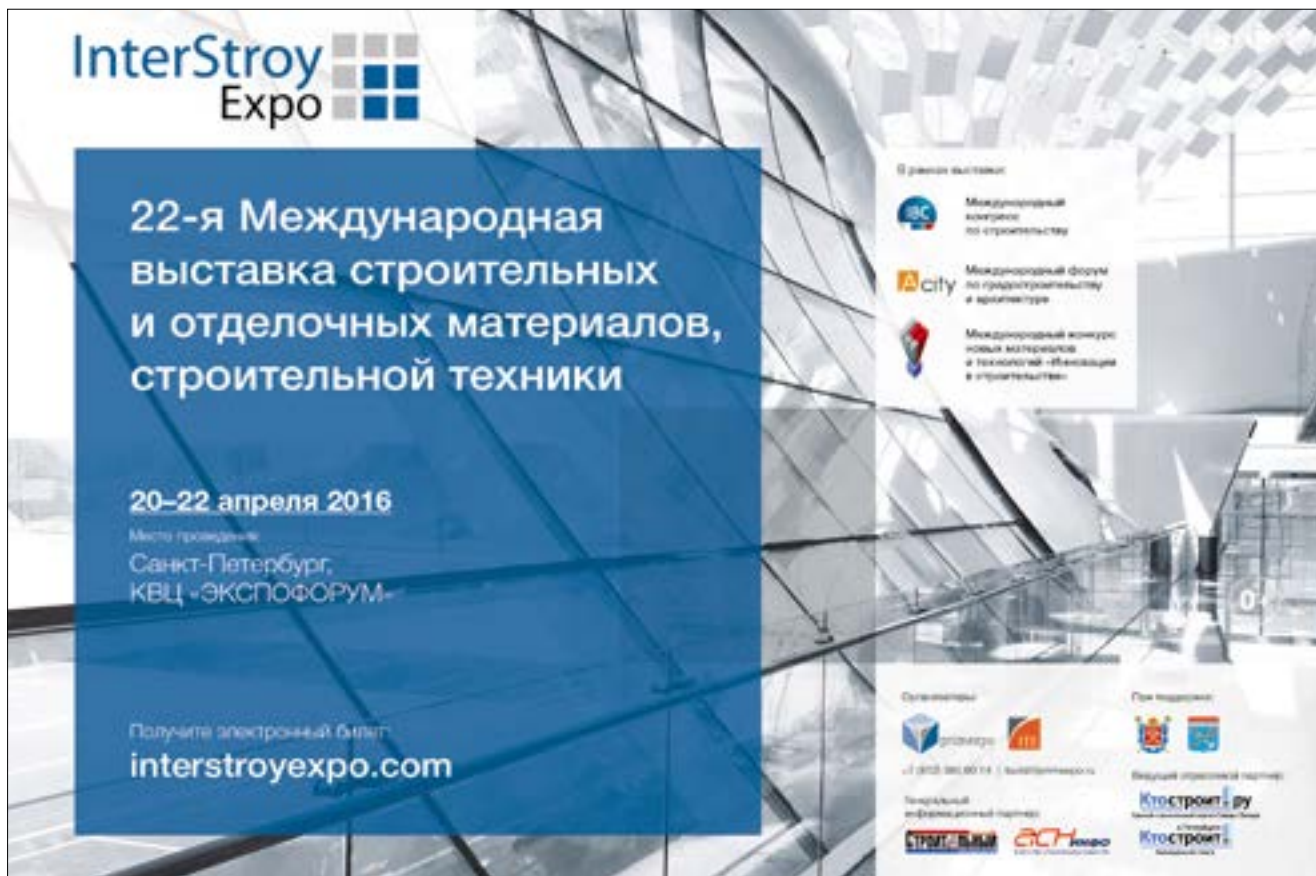
диаметр
 арматуры 3...32 мм

диапазон 100...1800 МПа



ПРОИЗВОДИМ: ИЗМЕРИТЕЛИ ВИБРАЦИИ, МОРОЗОСТОЙКОСТИ, ТОЛЩНОМЕРЫ, ГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ ВЕСЫ И ДР.

Реклама



Неординарная книга известного ученого

А. Ушеров-Маршак. Бетонovedение. Современные этюды.
– Харьков: Раритеты Украины, 2016. – 135 с.

Вышедшая в издательстве «Раритеты Украины» новая книга профессора А.В. Ушерова-Маршака в оригинальной как по форме изложения, так и по содержанию, свойственной автору манере характеризует приоритеты развития строительного материаловедения. Научеомкость, многокомпонентность, функциональность, совместимость, технологичность, эффективность и информативность – отличительные признаки бетоноведения и технологии бетона нашего времени. Методология обеспечения заданных параметров, температурно-временной мониторинг твердения бетона с добавками, адекватный понятийно-терминологический аппарат – основные объекты внимания автора.

Неординарность книги ощущается в соотношении научных публикаций с этюдами – произведениями небольшого объема в рамках целостного направления, развиваемого автором практически на протяжении всей жизни.

Неординарна архитектоника издания. Четыре раздела и заставки к ним названы и оформлены с изрядной долей юмора, присущего Александру Владимировичу:

- калориметрия – физико-химический прожектор бетоноведения;
- добавки – золотой ключик бетона;
- кто владеет информацией, тот владеет бетоном;
- язык бетона – язык науки.

Неординарно начало книги, где сведения – «Вехи», отражают основные этапы деятельности автора в области науки о бетоне, к которому он относится как к живому, но неодушевленному материалу. Этюды, часть которых публиковалась в журнале «Строительные материалы»[®], затрагивают актуальные проблемы технологии бетона на физико-химическом уровне.

Любознательный читатель безусловно обратит внимание и на «Трактат о тепловыделении цемента и ставке доцента», являющийся своеобразной одой все еще трудноразрешимой проблеме достижения

научной истины и финансового благополучия.

Основной метод – калориметрия и его разновидности – термокинетика и термодерметрия обеспечивают технологов необходимой информацией для решения конкретных рецептурно-технологических задач.

Оригинальны и приоритетны разработки функционально-кинетического анализа и количественной оценки влияния добавок на основе сформулированных автором принципов непрерывности и функциональной совместимости компонентов бетона, в том числе добавок с цементами.

Жаль, конечно, что А.В. Ушеров-Маршак не изложил приведенные данные в виде единой монографии, что можно рассматривать в виде пожелания на будущее.

И еще одна неординарность – последняя страница обложки с фото автора на фоне неприступных гор, символизирующих, по-видимому, взятые Александром Владимировичем вершины строительной науки, и четверостишием, очевидно, девизом:

Да, жизнь есть жизнь.
А в ней, как на войне, –
Только вперед!
Ведь нет пути обратно...

Эти искренние строки – еще один штрих к портрету неординарного ученого, относящегося к бетону с любовью.



В.И. Кондраченко,

д-р техн. наук, профессор кафедры «Строительные материалы» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ)

УДК 69.056.52

Г.В. НЕСВЕТАЕВ¹, д-р техн. наук (nesgrin@yandex.ru); Г.С. КАРДУМЯН², канд. техн. наук (kardumyan@mail.ru)¹ Ростовский государственный строительный университет (344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162)² Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона им. А.А. Гвоздева (109428, Москва, ул. 2-я Институтская, 6, корп. 5)

О рациональном применении добавок в бетоны на заводах крупнопанельного домостроения

Очевидные достоинства индустриального, в первую очередь крупнопанельного, домостроения в современных условиях делают его важным и весьма конкурентоспособным сектором в строительстве социального жилья в крупных городах. Развитие технологии крупнопанельного домостроения предопределяет потребность совершенствования технологии бетонов, обеспечивающих получение изделий с высококачественными поверхностями при минимальных затратах на формование, тепловлажностную обработку, доводку изделий, ускорение оборачиваемости форм, снижение себестоимости бетонной смеси и изделия, снижение влияния человеческого фактора на производственный процесс в целом, что предопределяет потребность в широком применении добавок, в том числе комплексных, для решения технологических задач в области технологии бетонов для крупнопанельного домостроения. Отечественные производители добавок и зарубежные компании, организовавшие свои производства на территории РФ, способны обеспечить потребности предприятий крупнопанельного домостроения всеми необходимыми добавками. Добавки в бетон являются мощнейшим инструментом регулирования свойств бетонных смесей, они оказывают большое влияние на весь технологический цикл. Ключевым моментом при этом является обеспечение стабильности технологического процесса, т. е. получение гарантированного результата при возможных колебаниях технологических параметров в достаточно широком диапазоне. Именно с учетом этого должна производиться оценка технико-экономической эффективности применения добавок на заводах крупнопанельного домостроения.

Ключевые слова: крупнопанельное домостроение, бетонные смеси, добавки в бетоны, технологический цикл, экономическая эффективность.

G.V. NESVETAEV¹, Doctor of Sciences (Engineering); G.S. KARDUMYAN², Candidate of Sciences (Engineering) (kardumyan@mail.ru)¹ Rostov State University of Civil Engineering (162, Sotcialisticheskaya Street, Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation)² Research, Design and Technological Institute of Concrete and Reinforced Concrete named after A.A. Gvozdev (6/5, Institutskaya Street, Moscow, 109428, Russian Federation)

About Rational Application of Additives to Concrete at Large-panel Prefabrication Plants

Obvious advantages of industrial, in the first place, large-panel housing construction make it an important and highly competitive sector in the construction of social housing in large cities. The development of the technology of large-panel housing construction predetermines the need of improving the technology of concretes providing the manufacture of products with high-quality surfaces at minimal cost for molding, steam treatment, finishing products, acceleration of molds reusing, reducing the cost of concrete mix and product, reducing the human factor influence on the production process as a whole that predetermines the need to widely use additives, complex including, for solving technological problems in the field of the technology of concretes for large-panel construction. National manufacturers of additives and foreign companies, which have organized their enterprises on the territory of the Russian Federation, are able to meet the need of enterprises of large-panel housing construction for all necessary additives. Additives to concrete are the most powerful instrument for regulating the properties of concrete mixes; they greatly influence on the whole technological cycle. A key point is providing the stability of the technological process, i.e. guaranteed results at possible fluctuations of technological parameters in a fairly wide range. Keeping this in mind, the assessment of technical-economic efficiency of the use of additives at large-panel prefabrication plants should be made.

Keywords: large-panel housing construction, concrete mixes, additives to concrete, technological cycle, economic efficiency.

Жилищный фонд России оценивается примерно в 3,2 млрд м², или ~22 м² на душу населения. Этот показатель значительно ниже уровня ряда стран, традиционно относимых к развитым, что предопределяет актуальность наращивания объемов жилищного строительства, особенно в сегменте социального жилья стоимостью до 30 тыс. р за 1 м², строительства жилья для социального найма себестоимостью до 24 тыс. р за 1 м² [1]. В России к 2003 г. значительно сократилась доля крупнопанельного и объемно-блочного домостроения [2], и эта тенденция в последующие годы сохранилась. Если в 2003 г. объем крупнопанельного домостроения составлял 31,1%, то в 2012 г., по некоторым оценкам, только около 13%. Такая ситуация в том числе связана с тем, что на начало 2014 г. в России насчитывалось 218 тыс. строительных организаций, из которых, по данным Росстата, 209 тыс. — это субъекты малого предпринимательства, 86,1% которых имели штат менее 15 человек.

Строительство крупнопанельных зданий началось в США в 1910 г., в Германии — в 1926 г., в СССР — в 1947 г. К достоинством крупнопанельного домостроения относится возможность переноса значительного количества процессов по производству крупнопанельных зданий в заводские условия с благоприятным тем-

пературно-влажностным режимом, что для многих регионов России, в которых продолжительность зимних условий производства работ превышает 6 мес, чрезвычайно важно. Кроме того, качество изделий, получаемых на заводском производстве, несравненно выше монолита. Теоретически некондиционное изделие не может выйти за пределы завода-изготовителя, т. е. попасть на строительную площадку. К сожалению, слабым звеном все еще остается вертикальный стык.

Население России составляет более 143 млн, на долю городского населения приходится 74%. В России насчитывается 15 городов-миллионников с общим населением около 30,5 млн, 23 города-полумиллионника с населением около 14,5 млн, т. е. примерно 45 млн, или 31% всего населения России и 42,5% городского населения составляют население очень крупных городов, для которых крупнопанельное домостроение в современных условиях является важным и весьма конкурентоспособным сектором в строительстве социального жилья [1].

Сегодня в России работает около 200 ДСК (в СССР насчитывалось 420 заводов общей мощностью 50 млн м²/г.), среди которых есть предприятия, оснащенные современным оборудованием и производящие

дома новых серий [3]. Модернизация всех действующих предприятий при средней мощности предприятия 200 тыс. м²/г. позволила бы производить до 40 млн м², т. е. более половины строящегося сегодня жилья. Индустриальное домостроение обладает высокой гибкостью и имеет прекрасные перспективы [4–8].

Основная номенклатура изделий крупнопанельного домостроения представлена плоскими элементами (наружные стеновые панели – НСП, внутренние стеновые панели – ВС, панели перекрытий – ПП, балконные плиты – БП), которые составляют значительную долю в общем объеме производства; объемными элементами (лифтовые шахты – ЛШ, сантехкабины – СК) и доборными элементами, которые могут быть как плоскими (например, экраны лоджий – Э, лестничные площадки – ЛП), так и иметь более сложную форму (например, лестничные марши – ЛМ, марш-площадки). Формование изделий выполняется как в горизонтальных формах (ПП, НСП), так и в вертикальных (ВС, ПП, ЛШ, СК). Выбор способа формования должен в том числе обеспечивать соответствующее качество поверхности изделий, требования к которым представлены в табл. 1.

В зависимости от способа формования, вида и назначения изделий, требований к качеству их поверхности назначаются показатели строительно-технических свойств бетонной смеси (БС), в частности марка по удобоукладываемости, раслаиваемость, и бетона, в частности класс по прочности при сжатии, марка по морозостойкости (F) и водонепроницаемости (W) (табл. 2).

Развитие технологии крупнопанельного домостроения предопределяет потребность совершенствования технологии бетонов, обеспечивающих получение изделий с высококачественными поверхностями при минимальных затратах на формование, тепловлажностную обработку, доводку изделий, ускорение оборачиваемости форм, снижение себестоимости бетонной смеси и изделия, снижение влияния человеческого фактора на производственный процесс в целом (исключение виброуплотнения, использование простых с точки зрения технологии бетонных смесей, не требующих существенных корректировок в случае изменения качественных характеристик одного из ее компонентов и др.). Это предопределяет потребность в широком применении добавок, в том числе комплексных, для решения технологических задач в области технологии бетонов для крупнопанельного домостроения. В по-

следнее десятилетие ряд предприятий крупнопанельного домостроения обращает внимание на высокоподвижные и самоуплотняющиеся бетонные смеси. Ввиду большого количества вяжущего вещества (цемент + наполнители) в составе такие бетонные смеси позволяют получать высококачественные поверхности изделий, что существенно снижает затраты на линиях доводки либо позволяет полностью отказаться от них (получение высококачественных поверхностей требует не менее 410 кг/м³ частиц менее 0,16 мм). Отказ от вибрации при этом существенно продлевает срок эксплуатации парка форм. Высокоподвижные и самоуплотняющиеся бетонные смеси позволяют реализовать новые технологии формования, например «Urcrete», обеспечивающие высокое качество бетона и поверхности изделий. Стоит отметить, что не на всех производствах возможно внедрение самоуплотняющихся бетонных смесей, требующих высочайшей культуры производства, применения качественных заполнителей нескольких фракций, специальных химических и минеральных добавок, требующих наличия дополнительных силосов и емкостей для хранения материалов. Также самоуплотняющиеся бетонные смеси ввиду содержания большого количества суперпластификатора обычно обладают более длительными сроками схватывания, что негативно сказывается на скорости оборачиваемости форм. Поэтому самоуплотняющиеся смеси заменяют более простыми с точки зрения технологии литыми смесями, не содержащими в своем составе специальных мелкодисперсных компонентов, заполнителей с непрерывной гранулометрией, стабилизаторов. Такие смеси не требуют процесса виброуплотнения как такового, для них нужно лишь легкое механическое побуждение.

Для решения технологических задач при производстве самоуплотняющихся и высокоподвижных бетонных смесей, а также бетонов с требуемыми показателями назначения широко используются различные добавки (табл. 3). Тип применяемой добавки определяется технологией производства работ. Не секрет, что для получения самоуплотняющихся бетонных смесей для горизонтального формования применяются увеличенные по сравнению с обычным бетоном дозировки высокоэффективных суперпластификаторов, как правило, на основе эфиров поликарбоксилатов, в то время как для вертикальных изделий, например в кассетной технологии, применение суперпластификаторов, независимо от химической основы, оказывает негативное влияние на качество поверхности: чем выше дозировка суперпластификатора, тем хуже качество поверхности. Известно, что наилучшее качество вертикальной поверхности получается на бездобавочных бетонах. Поэтому на современных производствах идут на некий компромисс, применяя высокоподвижные или литые смеси, содержащие небольшое количество суперпластификатора, не оказывающего значительного влияния на качество поверхности, но обеспечивающего получение тиксотропных удобоукладываемых смесей и при необходимости снижение расхода портландцемента.

Таблица 1

Изделие	Поверхность	Категория поверхности по ГОСТ 13015
НС	Наружная	A1 – A2
	Внутренняя	A2 – A4
ВС	Боковая	A2 – A4
ПП	Верхняя	A4 – A5
	Потолочная	A2 – A4

Таблица 2

Изделие	Способ формования	Марка БС по удобоукладываемости	Класс бетона, вид бетона	F	W
НСП	Горизонтальный	Ж1	≥ В3,5 (ЛБ)	+1	+1
		≥ П1	≥ В12,5 (ТБ)		
ВС	Вертикальный	≥ П3	≥ В12,5 (ТБ)		
ПП	Горизонтальный	≥ П1	≥ В15 (ТБ, ЛБ)		
	Вертикальный	≥ П3	≥ В20 (ТБ)		
ЛШ, СК, Э, ЛП, ЛМ	Вертикальный	≥ П3	≥ В20 (ТБ)	+2	+2

Примечание. ¹ – для лицевого слоя; ² – Э, БП.

Таблица 3

№	Задача	Используемые добавки	Область применения
1	Повышение подвижности бетонной смеси	Пластифицирующие, суперпластифицирующие	Изделия горизонтального и вертикального (ограничено) формования, изделия с повышенными требованиями к качеству поверхности
2	Повышение связности и снижение водоотделения	По п. 1 в сочетании с воздухововлекающими, регуляторами вязкости, наполнителями	Изделия горизонтального и вертикального формования, изделия с повышенными требованиями к качеству поверхности
3	Повышение морозостойкости бетона	По п. 1 в сочетании с воздухововлекающими, газообразующими	Изделия с нормируемой морозостойкостью
4	Повышение водонепроницаемости бетона	По п. 1 в сочетании с уплотняющими	Изделия с нормируемой водонепроницаемостью
5	Ускорение схватывания и твердения	Отдельно или по п. 1 в сочетании с ускорителями	Изделия с коротким режимом ТВО (ВС, СК, СШ, ПП вертикального формования, Э)
6	Удаление заземленного воздуха	Отдельно или по п. 1 в сочетании с пеногасителями	Изделия с повышенными требованиями к качеству поверхности
7	Обеспечение твердения при отрицательных температурах	По п. 1 в сочетании с противоморозными	Бетонирование стыков при монтаже в зимних условиях

На российском рынке широко представлены добавки:

- отечественного производства;
- отечественного производства с использованием импортируемого сырья или отдельных компонентов;
- произведенные на территории РФ известными мировыми производителями из местного и (или) импортированного сырья, например BASF, Sika, MC Bauchemie;
- импортные.

В последние годы объем производства сборного и монолитного железобетона в России достаточно стабильно держится на уровне порядка 55 млн м³/г. Потребность в суперпластификаторах для такого объема составляет ориентировочно от 70 до 200 тыс. т/г. По некоторым данным, предложение на рынке добавок в бетоны, растворы и сухие смеси в 2007 г. составило 76 тыс. т, а в 2014-м – 147,8 тыс. т. При этом импорт добавок в 2007 г. составил 26,7 тыс. т, а экспорт – 34,4 тыс. т. В 2012 г. доля импорта составила 29,1% (43 тыс. т) объема потребления добавок, а экспорт составил 36,2 тыс. т. В 2017 г. прогноз по экспорту оценивается в 39 тыс. т. Сопоставление объемов импорт/экспорт позволяет сделать заключение, что объем производства добавок для бетонов в России в принципе в значительной степени обеспечивает потребности рынка. Импорт связан, скорее всего, с отдельными видами, не производимыми в России, либо с особенностями логистики отдельных регионов. Отечественные производители добавок и зарубежные компании, организовавшие свои производства на территории РФ, способны обеспечить потребности предприятий крупнопанельного домостроения всеми необходимыми добавками.

Технологи-практики часто испытывают определенные затруднения при выборе добавок в связи с многочисленностью предложений, и каждый технолог разрабатывает собственную схему определения эффективности добавки на своем производстве. Ниже приведены примеры возможных схем.

Испытание добавок в соответствии с нормативной документацией и по методикам, описанным в ГОСТ 30459. Ввиду того, что стандартный состав бетонной смеси, указанный в ГОСТ 30459, может кардинально отличаться от принятого на производстве, дополнительно каждый технолог может провести испытания добавки непосредственно на производственном составе.

По мнению авторов статьи, заслуживает внимания следующая схема:

Таблица 4

№	Показатели эффективности добавок	Шифр показателя
1	Повышение подвижности от П1 до П5	ΔП1
2	Повышение подвижности более П5	ΔП2
3	Снижение В до 20%	ΔВ1
4	Снижение В более 20%	ΔВ2
5	Повышение прочности до 20%	ΔР1
6	Повышение прочности более 20%	ΔР2
7	Снижение расхода цемента до 20%	ΔЦ1
8	Снижение расхода цемента более 20%	ΔЦ2
9	Снижение продолжительности и температуры ТВО	ΔТ
10	Повышение оборачиваемости форм	ΔN
11	Увеличение предварительного выдерживания, замедление твердения в ранний период	Δт
12	Удаление воздуха	ΔА
13	Ускорение твердения	ΔР/ΔТ
14	Ускорение твердения при ТВО	ΔР/ΔТТВО
15	Воздухововлечение до 6%	ВВ
16	Повышение морозостойкости	F
17	Улучшение удобоукладываемости жестких смесей	Ж

– создается шкала оценки эффективности, например представленная в табл. 4;

– выполняется систематизация линейки добавок конкретного производителя, позволяющая быстро осуществить предварительную оценку эффективности добавок и определить перспективную группу для дальнейших исследований в зависимости от стоящих задач. В табл. 5 представлен пример оценки эффективности некоторых добавок ООО «Полипласт-Юг» по данным производителя.

Оценку эффективности добавок, отвечающих за ускорение набора прочности бетона и улучшение качества поверхности изделий, целесообразно проводить непосредственно в производственных условиях. Это связано с тем, что фактически определить их эффектив-

Таблица 5

Группа добавок	Марка	Дозировка, %	Шифр эффективности																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Суперпластификаторы и пластификаторы	СП-1	0,4–0,8		*	*			*		*	*	*							
	СП-1ВП	0,4–0,8		*	*			*		*	*	*		*					
	СП-1Л	0,3–0,8		*	*		*		*		*								
	СП-2ВУ	0,3–0,8		*	*			*	*		*								
	СП-3	0,4–0,8		*	*			*	*				*						
	СП-4	0,4–0,8		*	*			*	*				*						
	Премиум	0,25–0,4		*	*			*	*		*	*							
	СП СУБ	0,6–0,8		*				*	*		*	*							
	Вибро	0,4–1		*	*		*		*										
	П-1	0,2–0,45	*		*		*		*		*								
Суперпластификаторы с эффектом ускорения твердения	Реламикс	0,6–1	*		*			*	*					*					
	Реламикс Н	0,4–0,6	*		*			*	*						*				
	Реламикс ПК	0,25–0,45	*		*			*	*					*					
	Реламикс С	0,2–0,5		*	*			*	*						*				
Воздухововлекающие	Аэропласт	0,03–0,3														*	*	*	

ность в лаборатории не представляется возможным ввиду наличия огромной массы технических и технологических факторов, которые не могут быть учтены в лабораторных условиях. Ниже приведены некоторые примеры таких добавок:

– добавка, улучшающая качество поверхности Sika PerFin 300;

– комплексная суперпластифицирующая-суперводоредуцирующая добавка Sika ViscoCrete T150 со специальным компонентом, улучшающим качество поверхности;

– комплексная добавка, ускоряющая набор прочности бетона и улучшающая качество поверхности Sika Rapid 22.

Систематизировав таким образом линейку добавок любого производителя, можно предварительно выбрать необходимую добавку или группу добавок для конкретного производства. Особо следует подчеркнуть, что этот выбор предварительный, поскольку эффективность и дозировка добавок зависит от свойств компонентов бетонной смеси, технологии производства работ. В зависимости от свойств цемента дозировка может меняться в разы [9]. Кроме того, при применении двух и более добавок их следует проверять на совместимость. Под конкретные задачи в условиях конкретного предприятия целесообразно создавать комплексы – органоминеральные модификаторы, позволяющие решать задачи не только по обеспечению требуемых показателей качества бетона (например, обеспечение морозостойкости и водонепроницаемости), но и по совершенствованию технологического процесса (например, сокращение продолжительности уплотнения и тепловлажностной обработки). Применение комплексных добавок упрощает организацию хранения, подачи, дозирования.

Экономическая эффективность применения добавок [10] может быть рассчитана после определения

реальных дозировок для конкретных материалов из условия:

$$C_{Ц} \cdot Ц + \sum_{i=1}^n C_{Дi} \cdot Д_i + \sum_{i=1}^n C_{Пi} + C_K \cdot K + C_M \cdot M + C_H \cdot H + C_B \cdot B = \min,$$

где $C_{Ц}$, $C_{Д}$, C_K , C_M , C_H , C_B – соответственно стоимость цемента, i -й добавки, крупного заполнителя, мелкого заполнителя, наполнителя, воды; $Ц$, $Д$, $К$, $М$, $Н$, $В$ – содержание цемента, i -й добавки, крупного заполнителя, мелкого заполнителя, наполнителя, воды в 1 м³ бетонной смеси; $C_{Пi}$ – затраты, связанные с применением i -й добавки в технологическом процессе.

Добавки в бетон являются мощнейшим инструментом регулирования свойств бетонных смесей, они оказывают большое влияние на весь технологический цикл. Является большим заблуждением оценивать техническую и экономическую эффективность добавки с позиций оценки только ее стоимости, расхода, цены кубометра бетонной смеси, полученных прочностных данных, качества поверхности и ряда других прикладных факторов. Важно провести всестороннюю оценку всего технологического цикла в целом: простота технологии применения состава бетонной смеси; обрабатываемость форм, изменение их долговечности, включая затраты на ремонтные материалы и восстановление; количество рабочего персонала, привлеченного к работе; снижение количества дефектов и соответственно претензий от заказчика; снижение влияния человеческого фактора; снижение или исключение применения дополнительных материалов для отделки; снижение материальных и энергетических затрат на тепловлажностную обработку и пр. Ключевым моментом при этом, по мнению авторов, является обеспечение стабильности технологического процесса, т. е. получение гарантированного результата при возможных колебаниях технологических параметров в достаточно широком диапазоне.

Список литературы

1. Давидюк А.Н., Несветаев Г.В. Крупнопанельное домостроение – важный резерв для решения жилищной проблемы в России // *Строительные материалы*. 2013. №. 3. С. 24–25.
2. Барина Л.С., Куприянов Л.И., Миронов В.В. Современное состояние и перспективы развития

References

1. Davidyuk A.N., Nesvetaev G.V. Large-panel house prefabrication is a significant reserve for solution of housing problem in Russia. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 3, pp. 24–25. (In Russian).
2. Barinova L.S., Kupriyanov L.I., Mironov V.V. Current state and prospects of development of Russian construc-

- строительного комплекса России // *Строительные материалы*. 2004. № 9. С. 2–7.
3. Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н. Линия безопалубочного формования – завод КПД с гибкой технологией // *Строительные материалы*. 2012. № 4. С. 22–29.
 4. Николаев С.В., Шрейбер А.К., Этенко В.П. Панельно-каркасное домостроение – новый этап развития КПД // *Жилищное строительство*. 2015. № 2. С. 3–7.
 5. Корниенко В.Д., Чикота С.И. Этапы развития многоквартирных жилых домов для массовой застройки городов России // *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования*. 2014. Т. 2. № 1. С. 19–23.
 6. Семченков А.С., Бобошко В.И., Манцевич А.Ю., Шевцов Д.А. Ресурсоэнергосберегающие железобетонные колонно-панельные конструктивно-строительные системы (КСС) для гражданских зданий // *Вестник МГСУ*. 2012. № 2. Т. 1. С. 125–127.
 7. Юмашева Е.И., Сапачева Л.В. Домостроительная индустрия и социальный заказ времени // *Строительные материалы*. 2014. № 10. С. 3–11.
 8. Мойзер Ф. Десять параметров для типовых домов. Особенности и перспективы панельного домостроения в XXI в. // *Жилищное строительство*. 2015. № 5. С. 52–55.
 9. Несветаев Г.В., Давидюк А.Н., Хетагуров Б.А. Самоуплотняющиеся бетоны: некоторые факторы, определяющие текучесть смеси // *Строительные материалы*. 2009. № 3. С. 54–57.
 10. Несветаев Г.В., Давидюк А.Н. Технико-экономические аспекты оценки эффективности суперпластификаторов // *Бетон. Цемент. Сухие смеси*. 2010. № 4, 5. С. 98–103.
1. Construction complex. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2004. No. 9, pp. 2–7. (In Russian).
 2. Tikhomirov B.I., Korshunov A.N. Formless molding line – plant efficiency with a flexible technology. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 4, pp. 22–29. (In Russian).
 3. Nikolaev S.V., Shrejber A.K., Etenko V.P. Panel and frame house building is a new stage of large-panel construction development. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 2, pp. 3–7. (In Russian).
 4. Kornienko V.D., Chikota S.I. Stages of development of apartment buildings for mass construction of Russian cities. *Aktual'nye problemy sovremennoy nauki, tekhniki i obrazovaniya*. 2014. Vol. 2. No. 1, pp. 19–23. (In Russian).
 5. Semchenkov A.S., Boboshko V.I., Mantsevich A.Yu., Shevtsov D.A. Energy resources concrete columns-panel design-construction system for civil buildings. *Vestnik MGSU*. 2012. No. 2. Vol. 1, pp. 125–127. (In Russian).
 6. Yumasheva E.I., Sapacheva L.V. The house-building industry and the social order of time. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 10, pp. 3–11. (In Russian).
 7. Meuser F. Ten parameters for standard houses. Peculiarities and prospects of panel house building in the XXI century. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 2, pp. 3–7. (In Russian).
 8. Nesvetaev G.V., Davidyuk A.N., Khetagurov B.A. Self-consolidating concretes: some factors determining concrete mix fluidity. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2009. No. 3, pp. 54–57. (In Russian).
 9. Davidyuk A.N., Nesvetaev G.V. Technical and economic aspects of the evaluation of the effectiveness of superplasticizers. *Beton. Tsement. Sukhie smesi*. 2010. No. 4, 5, pp. 98–103. (In Russian).

НОВОСТИ

«ЛСР. Стеновые материалы» запускают производство строительных материалов по новой технологии

Компания «ЛСР. Стеновые материалы» объявила о начале производства нового камня 12,35НФ, а также о планах перевода всего ассортимента продукции на производство по новой технологии. Согласно плану, в 2016 г. 12,35НФ займет порядка 5% в общем объеме продаж компании.

Камень 12,35НФ представляет собой пример эволюции кирпича. Для его создания «ЛСР. Стеновые материалы» заказали формоостантку компании «Браун» (Германия) на блок 12,35НФ со специальной уникальной формой пустот. В настоящее время это самый современный мундштук, в России на заводах он не применяется. Также Эссенским институтом (Германия) было проведено исследование нового вида кирпича по теплопроводности и другим свойствам, а также подобран и разработан новый состав шихты. Результаты работ доказали, что продукт обладает высокими показателями теплопроводности и позволит сэкономить на стоимости строительства домов и их полезной площади. Но главное – снизит теплопотери при отоплении дома, что является большим преимуществом с учетом тренда на энергосбережение.

«Наша продукция пользуется большим спросом среди покупателей по всей России. При этом мы не останавливаемся на месте и ежедневно работаем над расширением ассортиментной линейки и внедрением инноваций, – отметил управляющий «ЛСР. Стеновые материалы» С. Бегоулев. – Мы остались довольны испытаниями камня 12,35НФ и решили перевести в течение года производство всей линейки на новую технологию».

Керамика благодаря долговечности, теплосберегающим характеристикам и экологичности является одним из наиболее популярных материалов для строительства. Основной спрос приходится на крупноформатные поризованные камни – экологически чистый строительный материал, производимый из качественной глины и обладающий всеми свойствами обычного кирпича. Один из таких продуктов – камень 12,35НФ с улучшенными теплотехническими характеристиками по сравнению с другими блоками из основной линейки керамической продукции от «ЛСР. Стеновые материалы» считается эталоном на рынке среди всех выпускаемых блоков других заводов-производителей. Данная продукция разработана для строительства несущих внешних и внутренних однослойных стен без использования дополнительных теплоизоляционных материалов. В компании подчеркивают, что на отечественном рынке аналогов продукту по характеристикам нет, в странах Западной Европы есть, но встречаются крайне редко.

Согласно данным по теплопроводности, из 12,35НФ можно возводить стенку толщиной 44 см, которая будет удовлетворять всем теплотехническим нормам.

По материалам компании «ЛСР. Стеновые материалы»

Л.И. КАСТОРНЫХ¹, канд. техн. наук (likas9@mail.ru), И.В. ТРИЩЕНКО¹, канд. техн. наук;
М.А. ГИКАЛО², инженер, начальник проектного отдела

¹ Ростовский государственный строительный университет (344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162)

² ООО «Научно-технический центр «Академстрой» (344016, г. Ростов-на-Дону, ул. Таганрогская, 144, оф. 34/Б)

Эффективность системы рециклинга на заводах товарного бетона и сборного железобетона

Поднята проблема энерго- и ресурсосбережения в производстве бетона и строительного раствора при использовании рециркулируемых материалов – заполнителей и воды. Обоснована актуальность использования систем рециклинга, обусловленная наличием серийно выпускаемого технологического оборудования, практическим опытом внедрения данных систем, а также необходимостью обязательного включения в состав документации перечня мероприятий по предотвращению возможного негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду при разработке проектов на строительство новых предприятий или техническое перевооружение действующих производств. Установлена эффективность производства товарных смесей по варианту, предусматривающему использование системы рециклинга. Приведен вариант компоновки сооружений системы рециклинга на заводе товарного бетона.

Ключевые слова: эффективность производства, бетонная смесь, бетон, система рециклинга, энерго- и ресурсосбережение, показатели коммерческой эффективности.

L.I. KASTORNYKH¹, Candidate of Sciences (Engineering), (likas9@mail.ru), I.V. TRISHCHENKO¹, Candidate of Sciences (Engineering),
M.A. GIKALO², Engineer, Head of Design Department

¹ Rostov State University of Civil Engineering (162, Sotsialisticheskaya Street, 344022, Rostov-on-Don, Russian Federation)

² ООО «Scientific-Technical Center «Akademstroy» (144, Off. 34/B, Taganrogskaya Street, 344016, Rostov-on-Don, Russian Federation)

Efficiency of Recycling System at Ready-Mixed Concrete and Prefabricated Concrete Plants

The issue of energy and resources saving, when recycled materials, fillers and water are used in the course of production of concrete and building mortar, is raised. The relevance of the use of a recycling system is substantiated by the availability of stock-produced technological equipment, practical experience in introduction of these systems, as well as the necessity to obligatory include the list of measures aimed at preventing the possible impact of economic activity on the environment in the documentation during the development of projects for construction of new enterprises or technical re-equipment of operating productions. The efficiency of production of ready-made mixes according to the variant providing the use of the recycling system has been established. A variant of the layout of facilities of the recycling system at the ready-mixed concrete plant is presented.

Keywords: production efficiency, concrete mix, concrete, recycling system, energy and resources saving, indicators of commercial effectiveness.

Реализации требований ряда федеральных законов РФ («Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», «Об охране окружающей среды», «О стратегическом планировании в Российской Федерации» и др.), а также «Стратегии развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 года» отвечает замещение природного сырья накопленными технологическими отходами.

Давно доказано, что получать высококачественные строительные материалы многих видов можно, используя взамен традиционного исходного сырья отходы различных производств. Это позволяет сочетать производство продукции с решением проблем энерго- и ресурсосбережения и оздоровления окружающей среды [1–3].

Одним из направлений энерго- и ресурсосбережения в производстве бетона и строительного раствора является использование вторичного строительного сырья, в том числе рециркулируемых материалов – материалов, обладающих свойствами многократного использования [4–6]. Для рассматриваемых производств это – заполнители (песок, щебень, гравий) и вода.

Данное направление повышения эффективности производства отвечает концепции бережливого производства, основой нормативной базы которой является ГОСТ 56020–2014 «Бережливое производство. Основные положения и словарь». Его успешному освоению способствует стандартизация вторичного сырья (введение в обращение ряда терминов с приведением их определений, установление технических требований к рециркулируемым материалам и др.).

Согласно ГОСТ 30772–2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения» и

ГОСТ 54098–2010 «Ресурсосбережение. Вторичные материальные ресурсы. Термины и определения» рециклинг – процесс возвращения отходов, сбросов и выбросов в процессы техногенеза. Применительно к производству товарного бетона, строительного раствора, бетонных и железобетонных изделий целесообразен вариант рециклинга в виде повторного использования отходов по тому же назначению, т. е. для производства растворных и бетонных смесей.

Возможность повторного использования рециркулируемых материалов в производстве бетонов заложена в ГОСТ 25192–2012 «Бетоны. Классификация и общие технические требования», которым введено понятие нового вида бетона – рециклированного. Это – бетон, изготовленный с применением утилизированных вяжущих, заполнителей и воды.

ГОСТ 32495–2013 «Щебень, песок и песчано-щебечные смеси из дробленого бетона и железобетона. Технические условия» регламентирует области применения щебня, песка и песчано-щебечных смесей из дробленого бетона, в том числе в качестве заполнителей бетона и строительного раствора различного назначения. Этот стандарт также устанавливает технические характеристики, правила приемки, методы испытаний, требования к транспортированию и хранению названных материалов.

ГОСТ 23732–2011 «Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия» допускает использование регенерированной воды – воды после промывки оборудования для производства и транспортирования бетонных и растворных смесей. Кроме того, введены ограничения по применению регенерированной воды, требования к ней и методы контроля.

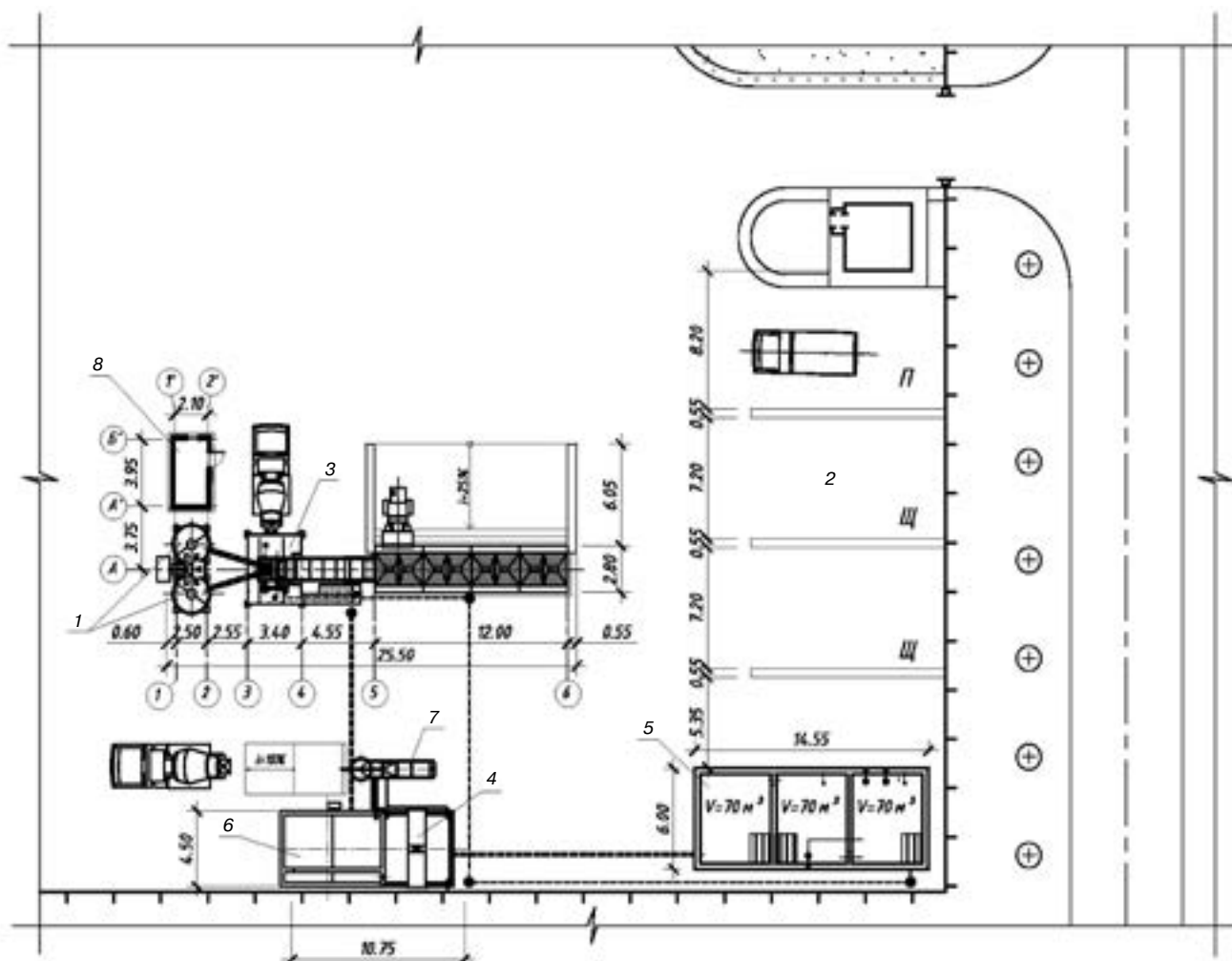


Рис. 1. Схема размещения объектов БСУ и системы рецилинга: 1 – силосы для хранения цемента; 2 – открытый склад заполнителей; 3 – бетоно-смесительный узел; 4 – шламбассейн (отстойник первой ступени очистки); 5 – отстойники системы рецилинга; 6 – приемный бассейн для стоков; 7 – регенерационная установка; 8 – операторская БСУ

Использование рециркулируемых материалов (воды и заполнителей) в производстве бетона разрешено и евростандартом EN 206-1 [7]. Рециркулированными заполнителями EN 206-1 называют заполнители, извлеченные промывкой из неиспользованного (остаточного) незатвердевшего бетона. Их использование разрешено под ответственность производителя при соблюдении следующих условий: разделения заполнителя на фракции, соответствия породы извлеченных заполнителей породе заполнителя в основном объеме бетона, введение повторно используемых заполнителей в небольших количествах. Евростандарт EN 206-1 также содержит требования к регенерированной воде.

В настоящей статье изложены результаты исследований эффективности использования системы рецилинга на предприятиях товарного бетона. Они могут быть распространены и на производство строительного раствора, бетонных и железобетонных изделий.

Использование систем рецилинга в настоящий момент не только актуально, но и подготовлено. Основанием для такого заключения могут быть следующие факторы:

- наличие промышленно выпускаемого технологического оборудования для системы рецилинга (в основном это – оборудование зарубежных производителей);
- практический опыт внедрения данных систем, подтвердивший возможность улучшения технико-экономических показателей, и вследствие этого повышение результативности и эффективности бизнеса, повы-

шение конкурентоспособности. В Ростовской области внедрение безотходной технологии при производстве бетонных смесей выполнено в условиях реконструкции предприятий (ЗАО «ККПД», ООО «КДСМ») и при строительстве нового завода (ООО «Ирдон»);

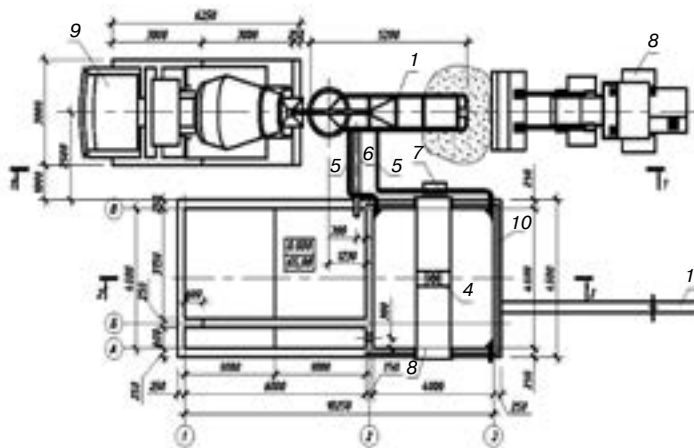
– требование обязательного включения в состав проектной документации (на новое строительство или техническое перевооружение действующих производств) перечня мероприятий по предотвращению и (или) снижению возможного негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду, в том числе мероприятий по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению опасных отходов.

Авторами настоящей статьи для одного из предприятий г. Ростова-на-Дону был разработан бизнес-план возведения завода товарного бетона сезонного действия годовой производительностью 76800 м³ (при значительной кредитной нагрузке и неполном использовании производственной мощности в начальный период работы с постепенным ее освоением в течение ряда лет). В нем рассмотрены два варианта: с системой рецилинга бетона и без нее. Для каждого из них были определены показатели коммерческой эффективности инвестиций [8].

При выполнении расчетов соблюдались условия, обеспечивающие сопоставимость полученных результатов. В их числе следующие исходные положения и данные:

- доставка товарной смеси потребителю автобетоносмесителями со смесительным барабаном (емкость выхода бетонной смеси 7 м³);

План установки регенератора бетона и шламбассейна на отм. 0.000



План отстойников на отм. 0.000

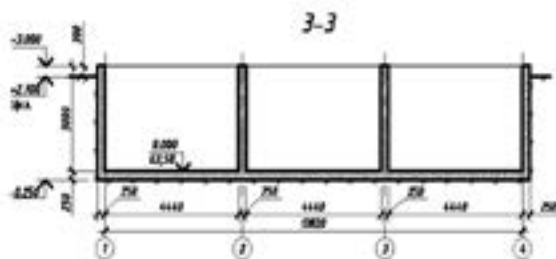
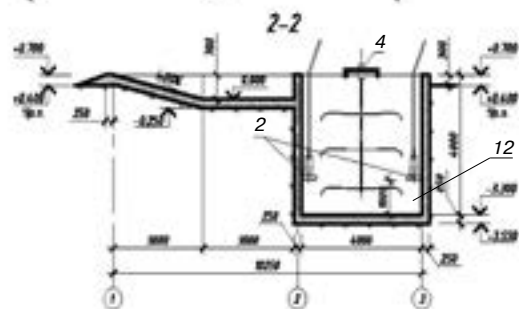
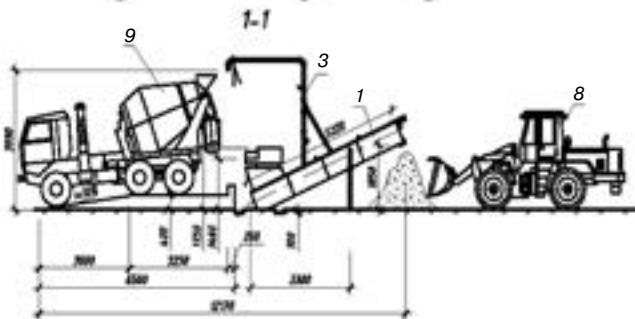
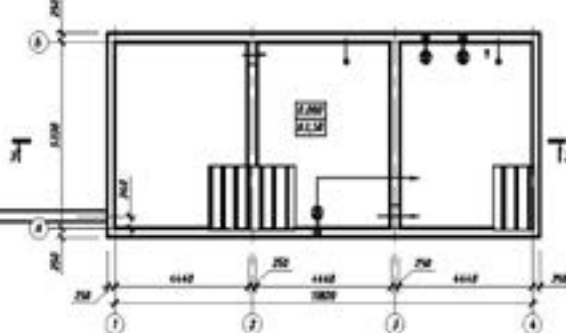


Рис. 2. Установка рециклинга отходов бетонной смеси: 1 – регенератор бетона; 2 – погружной насос для шламовой воды; 3 – линия подачи чистой воды; 4 – мешалка для шламовой воды; 5 – трубопровод подачи воды на промывку регенератора; 6 – линия возврата воды из регенератора; 7 – электрическая контрольная панель; 8 – автопогрузчик; 9 – автобетоносмеситель; 10 – шламбассейн объемом 64 м³; 11 – напорная линия шламовой воды; 12 – отстойник объемом 210 м³

– объем остатков бетона на стенках барабана и лопатках 0,2 м³.

При таких ограничениях в результате промывки барабанов автобетоносмесителей утилизации ежегодно подлежит 2194 м³ бетона.

Показатели коммерческой эффективности установлены при норме дисконта 15% за расчетный период продолжительностью 8 лет и одинаковой цене 1 м³ товарной бетонной смеси, принятой равной на уровне рыночной цены, сложившейся на момент выполнения расчетов (2700 р.). Возможность применения регенерированной воды в данном примере не рассматривалась.

Анализ полученных результатов (см. таблицу) позволил сделать заключение о более высокой эффективности производства товарных смесей по варианту, предусматривающему использование системы рециклинга. При вовлечении в оборот регенерированной воды (для промывки стационарного бетоносмесительного оборудования и автобетоносмесителей или в качестве воды затворения) достигаемый эффект будет выше.

Ряд выполненных технико-экономических расчетов позволил сделать заключение об эффективности использования систем рециклинга на действующих производствах. Затраты на их техническое перевооружение окупятся в течение одного-двух лет (в зависимости от

Показатели	Значения показателей для варианта	
	без системы рециклинга	с системой рециклинга
Годовая потребность, м ³ , в покупных заполнителях:		
– песке	38400	37303
– щебне	61440	59685
Стоимость размещения строительных отходов на полигоне, тыс. р. (при стоимости вывоза и размещения 1 т 410 р.)	1766,2	–
Показатели коммерческой эффективности:		
– чистый дисконтированный доход ЧДД, тыс. р.	22269	30113
– чистый доход ЧД, тыс. р.	35199	51480
– индекс доходности затрат И	1,02	1,03
– индекс доходности инвестиций ИДД	1,95	2,13
Срок окупаемости, лет	3	3

производительности и конкретных производственных условий).

Системы рециклинга являются одним из обязательных технологических переделов в общем процессе производства продукции. Поэтому их полное описание необходимо включать в состав внутривидовой производственной нормативной документации (технологических регламентов и технологических карт производства бетонных смесей, строительных растворов и железобетонных изделий) [9].

Вариант компоновки сооружений системы рециклинга на заводе товарного бетона приведен на рис. 1, а, схема установки рециклинга отходов бетонной смеси — на рис. 2.

После промывки бетоносмесителей остатки смеси при помощи насоса направляются в регенерационные установки, где происходит отделение зерен заполнителя с размером частиц более 0,2 мм от жидкой фазы. После разделения песок и щебень автопогрузчиком направля-

ются в приемный бункер БСУ для повторного применения, а жидкий шлам, состоящий из воды, частиц цемента и песка размером менее 0,2 мм, — сначала в отстойники первой ступени очистки, а затем в отстойники окончательной очистки. Вода отстаивается и повторно используется для промывки оборудования. Тонкодисперсные частицы после осаждения удаляются из отстойника и утилизируются для устройства подстилающих слоев при строительстве дорог, площадок, тротуаров и др.

В современных условиях успешная реализация описанного направления повышения эффективности производства товарных бетонных смесей и сборного железобетона возможна при условии подготовки квалифицированных кадров [10] и решении проблемы импортозависимости. Речь идет об импортозамещении машиностроительной продукции для промышленно-сти строительных материалов, в частности технологического оборудования для систем рециклинга бетона.

Список литературы

1. Опарина Л.А. Учет энергоёмкости строительных материалов на разных стадиях жизненного цикла зданий // *Строительные материалы*. 2014. № 11. С. 44–45.
2. Карпенко Н.И., Ярмаковский В.Н. Основные направления ресурсоэнергосбережения при строительстве и эксплуатации зданий. Часть 1. Ресурсоэнергосбережение на стадии производства строительных материалов, стеновых изделий и ограждающих конструкций // *Строительные материалы*. 2013. № 7. С. 12–18.
3. Карпенко Н.И., Ярмаковский В.Н. Основные направления ресурсоэнергосбережения при строительстве и эксплуатации зданий. Часть 1 (продолжение). Ресурсоэнергосбережение на стадии производства строительных материалов, стеновых изделий, ограждающих и несущих конструкций // *Строительные материалы*. 2013. № 8. С. 65–72.
4. Ефименко А.З. Бетонные отходы — сырье для производства эффективных строительных материалов // *Технологии бетонов*. 2014. № 2. С. 17–21.
5. Коровкин М.О., Шестернин А.И., Ерошкина Н.А. Использование дробленого бетонного лома в качестве заполнителя для самоуплотняющегося бетона // *Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал*. 2015. № 3. http://vwww.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_31_Korovkin.pdf_26679ca420.pdf (дата обращения 02.12.2015).
6. Сармиенто-Мантиса С., Сидорова А. Опыт использования рециклированного заполнителя бетона в строительстве: подход к механическим свойствам и конструктивным характеристикам. *Бетон и железобетон — взгляд в будущее: научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону*. МГСУ. 2014. Т. 6. С. 360–372.
7. Волков Ю.С. О проекте евростандарта на бетон EN-206 // *Строительные материалы*. 2013. № 3. С. 26–28.
8. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. М.: Экономика, 2000. 421 с.
9. Касторных Л.И., Трищенко И.В., Гикало М.А. Актуализация рекомендаций по составлению технологических карт на изготовление сборных железобетонных изделий // *Жилищное строительство*. 2014. № 1–2. С. 7–10.
10. Каклюгин А.В., Трищенко И.В. О формировании экологического мышления у студентов в процессе обучения в вузе. *Методика преподавания химической и экологических дисциплин: Сборник научных статей VIII Международной научно-методической конференции*. Брест: БрГТУ, 2015. С. 302–304.

References

1. Oparina L.A. Taking into Account the energy intensity of building materials at different stages of the life cycle of buildings. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 11, pp. 44–45. (In Russian).
2. Karpenko N.I., Yarmakovskiy V.N. The main directions of resource efficiency in the construction and operation of buildings. Part 1. Resursoenergysaving at the manufacturing stage of construction materials, building products and building structures. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 7, pp. 12–18. (In Russian).
3. Karpenko N.I., Yarmakovskiy V.N. The main directions of resource efficiency in the construction and operation of buildings. Part 1 (continued). Resursoenergysaving at the manufacturing stage of construction materials, building products, cladding and load-bearing structures. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 8, pp. 65–72. (In Russian).
4. Efimenko A.Z. Concrete waste — raw materials for the production of efficient building materials. *Tehnologii betonov*. 2014. No. 2, pp. 17–21. (In Russian).
5. Korovkin M.O., Shesternin A.I., Eroshkina N.A. The use of crushed concrete scrap as an aggregate for self compacting concrete. *Inzhenernyi vestnik Dona: elektronnyi nauchnyi zhurnal*. 2015. No. 3. http://vwww.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_31_Korovkin.pdf_26679ca420.pdf (date of access 19.03.14). (In Russian).
6. Sarmiento-Mantilla S., Sidorova A. Experience in the use of recycled concrete aggregate in construction: the approach to mechanical properties and structural characteristics. *Concrete and reinforced concrete — glance at future: scientific works of the III all-Russian (II International) conference on concrete and reinforced concrete*. Moskovskii Gosudarstvennyi stroitel'nyi universitet. 2014. Vol. 6, pp. 360–372. (In Russian).
7. Volkov Yu.S. Draft of the European standard for concrete EN-206. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 3, pp. 26–28. (In Russian).
8. Methodical recommendations according to efficiency of investment projects. Moscow: Economy, 2000. 421 p.
9. Kastornyykh L.I., Trisshenko I.V., Gikalo M.A. Updating guidance on the development of process maps for manufacturing precast concrete products. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 1–2, pp. 7–10. (In Russian).
10. Kaklyugin A.V., Trisshenko I.V. On the formation of ecological thinking of students in the learning process at the University. *Methods of teaching chemical and ecological subjects: Collection of scientific articles of VIII International scientific — methodical conference*. Brest: BrGTU, 2015, pp. 302–304. (In Belarus).

УДК 622:624

Е.М. АКСЕНОВ, д-р геол.-мин. наук, директор, Н.Г. ВАСИЛЬЕВ, первый заместитель директора по науке, Т.З. ЛЫГИНА, д-р геол.-мин. наук, заместитель директора по науке, Р.К. САДЫКОВ, канд. геогр. наук, заместитель директора по науке (root@geolnerud.com)

Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых (ЦНИИгеолнеруд)
(Республика Татарстан, 420097, г. Казань,
ул. Зинина, д. 4)

ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» лет. Этапы большого пути

Освещена история становления ФГУП «ЦНИИгеолнеруд», деятельность которого была направлена на изучение минерально-сырьевой базы неметаллических полезных ископаемых различного уровня. Представлены основные этапы деятельности института в различные периоды времени, достигнутые основные научно-практические результаты по различным направлениям изучения неметаллов, освещены направления развития, показана значимость института как многопрофильного предприятия отрасли геологии и разведки недр для развития производительных сил в целом по стране, регионам и субъектам Российской Федерации, показано его значение для промышленности строительных материалов.

Ключевые слова: ФГУП «ЦНИИгеолнеруд», этапы становления, минерально-сырьевая база, неметаллические полезные ископаемые, направление работ, строительные материалы.

E.M. AKSENOV, Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy), Director, N.G. VASILIEV, First Deputy Director for Science, T.Z. LYGINA, Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy), Deputy Director for Science, R.K. SADYKOV, Candidate of Sciences (Geography), Deputy Director for Science (root@geolnerud.com)
The Central Research Institute of Geology of Industrial Minerals (TsNIIGeolnerud) (4, Zinina Street, Kazan, Republic of Tatarstan, 420097, Russian Federation)

FSUE «TsNIIGeolnerud»: 70 Years. Stages of a Great Way

The history of the formation of the FSUE «TsNIIGeolnerud», which activity is aimed at studying the mineral resources base of non-metallic minerals of different levels, is described. The main stages of the institute activity in different time periods and main scientific-practical results achieved in various areas of non-metals studies are presented; ways of the development are described; the significance of the institute as a multi-profile enterprise of geology and exploration for the development of productive forces in the whole country, regions and constituent entities of the Russian Federation is demonstrated; its importance for the building materials industry is shown.

Keywords: FSUE «TsNIIGeolnerud», stages of formation, mineral resources base, non-metallic minerals, direction of works, building materials.

9–13 ноября 2015 г. в Казани прошли торжественные мероприятия, посвященные 70-летию Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых» (ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»). Одна из основных платформ этого форума – Международная научно-практическая конференция «Промышленные минералы: проблемы прогноза, поисков, оценки и инновационные технологии освоения месторождений», которая была организована по инициативе Федерального агентства по недропользованию, Правительства Республики Татарстан и ЦНИИгеолнеруд.

Отсчет истории ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» начался в апреле 1945 г.; Постановлением Совета народных Комиссаров от 13 апреля 1945 г. было решено создать Казанский филиал Академии наук СССР в составе пяти институтов, и среди них Геологического института.

Первым директором Геологического института был Л.М. Миропольский, под его руководством был быстро создан научный коллектив с основным направлением деятельности – изучение геологического строения и ресурсов местного минерального сырья Татарской АССР и сопредельных территорий Среднего Поволжья.

Уже к началу 1950-х гг. прошлого столетия были открыты месторождения бентонитовых глин и ряда месторождений минерально-строительного сырья, в чем большая заслуга принадлежит Л.М. Миропольскому, Н.В. Кирсанову, Ю.В. Сементовскому, В.Н. Незимову. С открытием на юго-востоке республики «большой девонской нефти» основной задачей института становятся вопросы изучения закономерностей размещения нефтеносных залежей, стратиграфии и тектоники региона.

Сотрудники института инициировали создание местной минерально-сырьевой базы для бурно развива-



Л.М. Миропольский





А.И. Кринари



ющейся нефтедобывающей промышленности, предприятий строительной индустрии в Камской экономической зоне, для возведения объектов энергетики, нефтехимии, автомобилестроения и др. Открытые по рекомендациям ученых института Биклянское, Тарн-Варское, Ямашинское и другие месторождения и созданные на их базе промышленные предприятия обеспечили республику качественными глинами для буровых растворов, сырьем для производства керамзита и другими строительными материалами.

Постановлением ЦК КПСС и Совмина СССР № 436 от 11.04.1963 г. Геологический институт был передан в систему Государственного геологического комитета СССР. Учитывая слабое развитие в геологической отрасли работ по нерудным полезным ископаемым, приказом Госгеолкома СССР (№ 500 от 26.11.1964 г.) на институт были возложены функции *головной научно-исследовательской организации по проблемам нерудного минерального сырья осадочного происхождения.*

Под руководством нового директора А.И. Кринари в институте началась интенсивная работа по организации научно-исследовательской деятельности в области нерудных полезных ископаемых не только осадочного происхождения. Для укрепления научных кадров были приглашены ведущие геологи-нерудники страны, развернуты исследования по проблемам геологии самородной серы, фосфоритов, апатитов, калийных солей, бора, природной соды, цеолитов, каолина, бентонитовых и огнеупорных глин, кварцевых песков, карбонатного и кремнистого сырья, магнезита, талька, асбеста, полевых шпатов, по экономике неметаллического сырья, совершенствованию методов прогноза, поисков и оценке месторождений, определению на базе лабораторных исследований путей эффективного использования сырья. В институте были созданы группы геофизических и

аэрокосмических методов прогноза и поисков месторождений неметаллов, современная аналитическая база, а при институте – Нерудная опытно-методическая экспедиция (НОМЭ), в состав которой входили Ереванская и Среднеазиатская (г. Ташкент) опытно-методические партии.

Это был период превращения института в крупный комплексный научный центр по изучению геологии, вещественного состава, технологии, экономики неметаллических полезных ископаемых, был создан высококвалифицированный кадровый и материально-технический потенциал, способный обеспечивать и координировать научно-исследовательские и геологоразведочные работы по отрасли неметаллов в масштабе всей страны. Все это позволило поднять статус Казанского геологического института до Всесоюзного научно-исследовательского института геологии нерудных полезных ископаемых, утвержденный приказом Мингео СССР № 249 от 06.06.1972 г.

Основными научными и практическими результатами последующих лет стали: прогнозная оценка территории СССР и его регионов с составлением мелкоштабных прогнозно-минерагенических карт на важнейшие виды неметаллов (апатиты и фосфориты, самородная сера, асбест, природные сорбенты, кварцево-кремнистое и глинистое сырье и др.), составление Атласа неметаллических полезных ископаемых СССР и впервые прогнозно-минерагенической карты докембрийских образований всей территории СССР на комплекс нерудных полезных ископаемых; разработаны программы обеспечения строительными материалами зоны БАМа и Западной Сибири, межведомственная программа изучения промышленного использования в сельском хозяйстве нетрадиционных видов полезных ископаемых (цеолитов, бентонитов, глауконита, сапро-





Н.Н. Ведерников



Е.М. Аксенов

пеля, палыгорскитовых глин, вермикулита и др.), программа обеспечения карбонатными мелиорантами зоны российского Нечерноземья с научным геолого-экономическим обоснованием прироста запасов, направлений и объемов ГРР, разработаны и усовершенствованы методики и методические рекомендации по прогнозу, поискам и оценке месторождений неметаллов.

Все эти работы базировались на фундаментальных научных разработках сотрудников института в области минерагенического анализа платформенных и складчатых блоков земной коры, эволюционных процессов развития структурно-вещественных комплексов и их минерагенической специализации, оценки роли геодинамических процессов, в том числе рифтогенеза, с учетом принципа цикличности геологических событий и паранности отдельных вещественных и рудных ассоциаций, фактора полигенности и полихронности формирования месторождений промышленных минералов, разработки геолого-генетических и геолого-геохимических моделей обстановок размещения и условий формирования палеобассейнов, областей гранитогнейсового тектогенеза, рудных районов и месторождений.

На основе разработанной методики изучения глубинного строения и геотектонического режима земной коры, литосферы и тектоносферы была дана оценка крупных регионов страны на комплекс неметаллических полезных ископаемых.

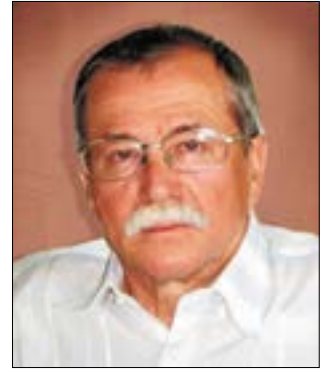
Учеными и инженерами института выполнялся большой объем минералого-технологических исследований по оценке качественных показателей сырья, определению вероятных направлений его использования в связи с требованиями промышленности, по разработке эффективных и оригинальных методик и технологий прогноза и оценки качества, обогащения и переработки сырья, в том числе по оценке качества

минерального сырья как адсорбентов, для производства специальных видов тонкой и технической керамики, стройматериалов по энергосберегающим технологиям.

С 1986 г. началось осуществление программ реформирования, охватившее все сферы социально-экономической жизни страны. Не обошло оно и систему планирования и организации научно-исследовательских и геологоразведочных работ. Очередной крутой поворот в истории института совпал с назначением нового директора. С 1984 г. до середины 2003 г. институт возглавлял Н.Н. Ведерников — крупный ученый в области неметаллических полезных ископаемых, много лет работавший в Казахстане.

Научно-техническая деятельность института, переименованного в Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых (ГП «ЦНИИГеолнеруд») приказом Роснедр № 172 от 21.09.1992 г., осуществлялась и осуществляется по следующим приоритетным направлениям: разработка и совершенствование научных основ, эффективных методов и методик прогнозно-минерагенического анализа, в первую очередь методов локального прогноза масштаба и качества прогнозных ресурсов, поисков и оценки месторождений на основе многофакторного моделирования объектов ГРР; прогнозно-минерагеническое и геолого-экономическое обоснование сбалансированного развития и использования МСБ неметаллов, первоочередности изучения объектов как научная база разработки программ ГРР на кратко-, средне- и долгосрочную перспективу и принятия эффективных управленческих решений; разработка перспективного и эффективного комплекса аналитико-технологических методов и методик изучения, оценки качества и прогноза технологичности сырья на различных стадиях ГРР, создание наукоемких, энергосберегающих и экологически чистых тех-





Слева направо: Т.З. Лыгина, д-р геол.-мин. наук, руководитель Аналитико-технологического сертификационного испытательного центра; А.М. Губайдуллина, канд. техн. наук, руководитель отдела аналитических испытаний; В.Г. Чуйкин, д-р геол.-мин. наук, руководитель отдела геологии неметаллических полезных ископаемых; П.П. Сенаторов, канд. геол.-мин. наук, руководитель отдела экономики и недропользования

нологий добычи, глубокого обогащения и модификации сырья и материалов, а также разработка нормативных документов, стандартных образцов; геолого-экономический мониторинг минерально-промышленного комплекса неметаллов на базе создаваемой ГИС «Неметаллы России» с факто- и картографическими базами и банком данных; научно-методическое и аналитико-технологическое обеспечение и сопровождение ГРР на неметаллы.

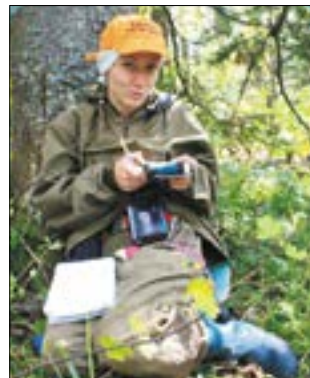
Продолжающиеся фундаментальные исследования в области наук о Земле по разработке геолого-геохимических моделей палеобассейнов, моделей минералообразования, эволюции процессов рудообразования неметаллов, их парагенеза и условий локализации в разных типах осадочных бассейнов, региональных параметрических геолого-геофизических моделей горнорудных районов, минерагенических построений и т. д. послужили основой создания методических рекомендаций по оценке прогнозных ресурсов, прогнозно-поисковых комплексов геолого-промышленных типов месторождений неметаллов, серии справочников «Минеральное сырье (рекомендации по геологическому изучению и использованию)», по прогнозированию и поискам месторождений горнохимического и горно-технического сырья и др.

В ЦНИИГеолнеруд – впервые в геологической отрасли был создан и аккредитован Госстандартом единый Аналитико-технологический сертификационный испытательный центр (АТСИЦ – ЦНИИГеолнеруд). Сотрудниками Центра разработана нормативно-техническая документация по минералого-аналитическим исследованиям и технологическим испытаниям (экспрессная оценка агрохимических свойств фосфоритов, оценка слюдоносности «слепых» жил, оценка качества основных видов неметаллов и др.), комплексному аналитико-технологическому изучению с целью определения оптимальных и нетрадиционных областей использования неметаллов, их сертификации и стандартизации и др. Разработаны принципиальные схемы обогащения и модификации баритовых руд, графита, вермикулита, бентонитов, спекулярита, получения кондиционной технической и специальной керамики. Особо необходимо отметить запатентованные методики гидродобычи глубокозалегающих залежей неметаллов.

В связи с переходом к рыночной экономике отношение к изучению и использованию минерально-сырьевых ресурсов неметаллов существенно изменилось. В результате ослабления экономических связей между производителями и потребителями минерально-сырьевой продукции возникли значительные трудности в обеспечении сырьем ряда отраслей экономики субъектов Российской Федерации. Дальние перевозки многих видов сырья, особенно агрохимического и минерально-строительного, стали нерентабельными в связи с удорожанием транспортных расходов.

Принимая это во внимание и с учетом иных факторов институт решением Президиума Академии наук Республики Татарстан в 1993 г. был принят под ее научно-методическое руководство, Правительство Республики Татарстан поручило ЦНИИГеолнеруд разработать «Государственную программу геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы Республики Татарстан на 1993–2000 гг. (твердые полезные ископаемые, подземные воды)», утвержденную постановлением Кабинета министров Республики Татарстан № 18 от 15.02.1993 г. Реализация программных мероприятий была осуществлена под руководством вице-преьера Правительства Республики Татарстан В.Д. Стекольников. Итогом работы по выполнению программных мероприятий стало завершение геолого-съёмочных работ масштаба 1:200 000 по отдельным листам и создана картографическая основа для перспективной оценки территории на комплекс полезных ископаемых в пределах Новошешминского, Альметьевского, Зеленодольского, Буинского муниципальных районов республики. По результатам геолого-съёмочных работ масштаба 1:50 000 в Дрожжановском муниципальном районе выявлены проявления глин, пригодных для производства керамзитового гравия и керамического кирпича, песков строительных, стекольных, формовочных. Работы по компьютеризации геологической информации позволили сформировать блок геолого-геофизической информации, осуществить цифровое картографирование и создать электронные версии карт различного масштаба и содержания.

В результате выполнения геологоразведочных работ по большинству видов твердых нерудных полезных ископаемых получен значительный прирост запасов, одновременно выявлены месторождения ранее неизвестных на территории РТ видов нерудных полезных ископаемых: цеолитсодержащие породы, железоксид-



Основные результаты геологоразведочных работ по неметаллам строительного назначения, выполняемых за счет средств федерального бюджета за 2005–2014 гг.

Виды сырья	Кол-во объектов	Ед. изм.	Прирост запасов и прогнозных ресурсов		
			кат. С ₁ +С ₂	кат. Р1	кат. Р2
Стекольные пески	44	млн т	256,697	218,23	264,3
Цементное сырье (карбонатные, глинистые породы, опоки, трепел)	59	млн т	1706,9	4086,8	3003,9
Тугоплавкие и огнеупорные глины	15	млн т	88,89	270,55	82,3
Легкоплавкие светложгущиеся глины	7	млн м ²	–	21,6	–
Гипс	1	млн т	–	433,3	–
Породы основного состава для производства базальтового волокна	9	млн т	28,6	203	10,3
Вулканогенные породы для производства легких строительных материалов	8	млн м ²	–	78	2,6
Облицовочные камни	12	млн м ²	3,98	16	0,3
Поделочные камни	59	тыс. т	–	2416,45	750,6
Минеральные пигменты	5	тыс. т	–	–	182,037
Доломиты для стекольной промышленности	2	млн т	–	104,9	–
Диатомиты	1	тыс. м ²	439	–	–

ные пигменты, стекольные и формовочные пески, мраморный оникс. Разведанная минерально-сырьевая база нерудного сырья в этот период создала предпосылки по созданию новых производств в различных муниципальных образованиях Татарстана, увеличению занятости населения, росту налоговых поступлений в бюджеты различных уровней.

Итогом геолого-технологических исследований стало выявление новых потребительских свойств полезных ископаемых для их использования в строительном и агропромышленном секторах экономики с учетом экологических требований.

В институте была введена в эксплуатацию и аттестована Госстандартом РФ технологическая линия, предназначенная для укрупненных технологических испытаний минерально-строительного сырья при производстве кирпича и черепицы методом полусухого прессования и пластического формования. Такие испытания очень важны при геологоразведочных работах начальных стадий на кирпично-черепичное сырье при строительстве новых заводов по выпуску керамического кирпича и для усовершенствования технологического регламента действующих предприятий. Многие современные действующие предприятия в стране по выпуску керамического кирпича именно на этой линии проводили технологические испытания.

Геолого-экономические исследования обусловили развитие использования минерально-сырьевой базы

ТНПИ на средне- и долгосрочную перспективу с учетом внутреннего и внешнего рынков, а также определение объектов недропользования для инвестирования за пределами республики исходя из совместных интересов с другими субъектами РФ.

Нельзя не отметить, что в институте впервые в отечественной практике был создан сериал геолого-экономических карт, которые отражают состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы твердых нерудных полезных ископаемых, структуру добычи и потребления, содержат предложения по направлениям и задачам поисково-разведочных работ. Впервые данная работа выполнена для Республики Татарстан и впоследствии для всех прилегающих к ней субъектов Российской Федерации, а также отдельных регионов, входящих в состав Приволжского федерального округа.

Как базовое научное предприятие неметаллов Минприроды России ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» разрабатывало и активно участвовало в реализации подпрограммы «Минеральные ресурсы» ФЦП «Экология и природные ресурсы России (2002–2010 гг.)», ежегодных программ и пообъектных планов (перечней объектов) ГРР, государственных докладов «Состояние минерально-сырьевой базы Российской Федерации», территориальных программ субъектов Федерации на ведение ГРР и программ лицензирования.

Важнейшим документом, определяющим основные направления геологоразведочных работ в ЦНИИгеолнеруд



Молодые исследователи – будущее ЦНИИгеолнеруд



на ближайшую и среднесрочную перспективу, является разработанный институтом раздел «Неметаллы» «Долгосрочной государственной программы изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья (2005–2010 гг. и до 2020 г.)», одобренной Правительством РФ.

В период 2005–2014 гг. при непосредственном научно-методическом сопровождении и аналитико-технологическом обеспечении со стороны ЦНИИгеолнеруд различными производственными геологоразведочными организациями для передачи в недропользование (утвержденные запасы и/или апробированные прогнозные ресурсы кат. P_1 и P_2) подготовлено свыше 300 объектов более чем 30 различных видов неметаллов. Применительно к промышленности строительных материалов создана мощная сырьевая база элювиальных каолинов в Оренбургской области, ресурсный потенциал которой оценивается более чем в 400 млн т. На ее основе может функционировать крупный горно-промышленный комплекс по добыче и обогащению каолина и производства модифицированных каолиновых продуктов.

В этот период времени осуществлена подготовка сырьевых баз для большой видовой группы полезных ископаемых строительного назначения (цементное сырье, тугоплавкие глины, стекольные пески, сырье для производства теплоизоляционных и легких строительных материалов и др.), и в первую очередь, в интенсивно развивающихся и социально значимых регионах России – центральных регионах европейской части России, республиках Северного Кавказа, южных регионах Сибири и Дальнего Востока (см. таблицу).

В утвержденной Правительством Российской Федерации Государственной программе Российской Федерации «Воспроизводство и использование природных ресурсов» (Постановление от 15.04.2014 г. № 322) значительный раздел посвящен неметаллическим полезным ископаемым, от решения поставленных задач которых зависит социально-экономическое развитие страны в целом в средне- и долгосрочной перспективе.

Наряду с федерально значимыми видами полезных ископаемых постоянно в сфере внимания ученых и специалистов ЦНИИгеолнеруд большая группа общераспространенных видов полезных ископаемых, многие из которых применимы в строительной индустрии. Реализация масштабных национальных проектов и программ, связанных с жилищным строительством и обеспечением транспортной доступностью населения, безусловно позволяет значительно улучшить качество жизни

ни в стране, которая в настоящее время по комфортности все еще уступает развитым государствам мира.

Одним из пунктов рекомендаций проведенной Международной научно-практической конференции «Промышленные минералы: проблемы прогноза, поисков, оценки и инновационные технологии освоения месторождений» является необходимость дальнейшего усиления прогнозно-минерогенических работ по комплексной и повидовой оценке территорий, районов для открытия известных и новых геолого-промышленных типов месторождений твердых нерудных полезных ископаемых с разработкой методов поиска и геолого-поисковых моделей, с расчетами прогнозных оценок сырьевых ресурсов промышленных минералов с целью создания задела на основе современных научных достижений в области науки о Земле. В этом видится одно из направлений развития ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» в будущем.

За свою многолетнюю историю ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» сложился, как крупное многопрофильное научно-производственное предприятие, позволяющее уверенно выполнять роль специализированной базовой организации в области геологического изучения, воспроизводства и эффективного использования минерально-сырьевой базы твердых нерудных полезных ископаемых в Российской Федерации.

История изучения и использования минерально-сырьевой базы продолжается, и как написал академик А.Е. Ферсман, «...без колебания мы должны признать область нерудных ископаемых именно той, к которой все больше и шире будет предъявлять свои требования промышленности и хозяйство будущего».

В 2016 г. профессиональному празднику «Дня геолога», который ежегодно празднуется в первое воскресенье апреля, исполняется 50 лет (учрежден Указом Президиума Верховного Совета СССР от 31.03.1966 г.). От имени коллектива ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» сердечно поздравляем всех геологов страны и стран ближнего зарубежья с нашим профессиональным праздником, желаем неиссякаемой жизненной энергии, счастья, благополучия, стабильности и новых открытий.

Редакция и редакционный совет журнала «Строительные материалы»® поздравляет коллектив ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» с 70-летием и с профессиональным праздником «День геолога». Вы первопроходцы, в зной и стужу трудитесь над приращением богатства недр на благо нашей Родины. Здоровья вам, семейного благополучия и удивительных находок!

ООО «ЛИНГЛ СЕРВИС» – ВАШ ПАРТНЕР ПО СЕРВИСУ И ПОСТАВКАМ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ОТ НЕМЕЦКОЙ ФИРМЫ LINGL (ЛИНГЛ)

ООО «Лингл Сервис» – дочернее предприятие
фирмы LINGL (Германия)

ООО «Лингл Сервис» – предлагает следующие услуги:

1. Поставки запасных частей и расходных материалов.

■ Формирование пакетов запасных частей.

2. Переоборудование и модернизация:

■ проверка машин и оборудования на месте

■ конструктивная обработка и изготовление

■ монтаж и пуско-наладка.

3. Сервисные услуги:

■ устранение неисправностей (в том числе через удалённый сервис)

■ проведение технического обслуживания и ремонта

■ лабораторный анализ Вашего сырья

■ анализ процесса для оптимизации работы сушил и печей

■ тренинг/обучение на месте.



LINGL LIR
SERVICE

LINGL –

ПАРТНЕР ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



LINGL предлагает различные решения для всех стадий разработки проекта керамического производства: Наши инжиниринговые услуги, включающие в себя исследования сырья и разработку технологии, а также индивидуальную оптимизацию оборудования и перспективные концепции производства, помогают нашим клиентам во всем мире получить конкурентные преимущества.

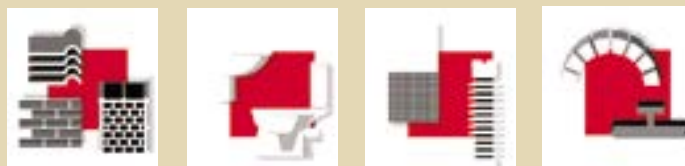
Сервисное обслуживание является для фирмы ЛИНГЛ важным и основным моментом. Силами нашего сервисного филиала "ООО Лингл Сервис" в г. Санкт-Петербурге мы оказываем оптимальную поддержку нашим клиентам.

Это включает в себя как снабжение запасными и изнашиваемыми деталями и разработку мер по оптимизации и модернизации производства, так и техническое обслуживание, ремонт, проведение обучений и тренингов.

Качество, компетенция и надежность способствуют сохранению длительных партнерских отношений – для сохранения этих ценностей мы работаем для Вас уже более 75 лет!

LINGL – качество „Сделано в Германии“

LINGL
MADE IN GERMANY



IBSTOCK

Английская группа Istock (Ибсток) вновь выбирает немецкую компанию **KELLER HCW (КЕЛЛЕР ХЦВ)**

В 2015 г. компания KELLER HCW в упорной конкурентной борьбе получила заказ от группы Istock на строительство ультрасовременного завода по производству лицевого керамического кирпича в одноименной английской деревне. Для крупнейшего производителя кирпича в Великобритании этот завод является уже третьим кирпичным заводом в стране и восьмым заказом группы у компании KELLER HCW. На новом заводе, запуск которого намечен на 2017 г., ежегодно будет выпускаться около 100 млн усл. кирпича Softmud.

Кроме машин и оборудования всемирно известного производителя – компании KELLER HCW, расположенной в г. Иббенбюрен-Лаггенбек (Германия), в объем поставок по данному проекту включено оборудование для производства кирпича Softmud голландской компании deVoer (де Боер). Одним из значительных преимуществ производственной линии является очень низкое энерго-

потребление. На заводе Istock будет использована туннельная сушилка с щелевой приточно-вытяжной системой, а также интегрированная система очистки и улавливания песка. Подобное оборудование, позволяющее оптимально использовать тепловую энергию, пока еще относительно редко устанавливается на линиях для производства кирпича Softmud.

Другая особенность нового завода Istock – это новейшая разработка системы управления. Руководитель отдела новых технологий и автоматизации компании KELLER HCW Райнхольд Унгруе заявил, что «в качестве ключевых компонентов на новом заводе Istock будут использовать Siemens TIA Portal в High-End-SegmentS7-1500» как для устройств управления технологическими процессами, так и для устройств автоматизации. Несомненно, новый завод Istock в Великобритании будет одним из самых современных в мире.



Посетите нас на MosBuild 2016
Технокерамика • 5 - 8 апреля 2016 года • Москва • ЦВК «Экспоцентр» • павильон № 3 • стенд J821

KELLER

Creating Solutions

KELLER HCW GmbH

Карл-Келлер-Штрассе 2-10 • 49479 г. Иббенбюрен-Лаггенбек • Германия

ООО КЕЛЛЕР ВОСТОК

Тимирязевская д. 1, кор. 2, офис 2201 • 127422 г. Москва • Россия • Телефон: +7 495 6462821 • Телефакс: +7 495 6462834

Email: info@keller-hcw.ru • www.keller-hcw.ru • www.facebook.com/keller.hcw

KELLER A DIVISION OF GROUPE LEONARDO INDUSTRIES

Организатор: **СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ**
научно-технический журнал

При поддержке: **LINGI** **HÄNDLE**
MADE IN GERMANY ZMB BRAUN

Генеральный спонсор:

LSR ЛСР
Стеновые

1–2 ИЮНЯ 2016
ЧЕЛЯБИНСК, РОССИЯ
ГРАНД ОТЕЛЬ «ВИДГОФ»

ON JUNE 1–2, 2016
CHELYABINSK, RUSSIA
GRAND HOTEL «VIDGOF»

XIV

THE SCIENTIFICALLY-PRACTICAL CONFERENCE
«DEVELOPMENT OF THE CERAMIC INDUSTRY OF RUSSIA»

KERAMTEX



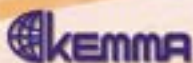
Партнеры МИАП KERAMTEX / KERAMTEX' partners



Ceramitec

01.06.2016

Посещение кирпичного завода КЕММА и глиняного карьера Челябинского Рудуправления
VISIT KEMMA BRICK-PLANT AND CLAY PIT OF CHRU (UVELKI)



02.06.2016

Пленарное заседание/Plenary session
Гала-ужин с вручением профессиональных наград в ресторане «Купол»
CERAMIC AWARDS DINNER AT RESTAURANT «KUPOL»

Руководитель проекта – Юмашева Елена Ивановна
Менеджер проекта – Лескова Елена Львовна

Россия, 127434, Москва, Дмитровское шоссе, д. 9, стр. 3
Тел./факс: +7 (499) 976-22-08, 976-20-36, моб. +7 (910) 437-03-98

www.rifsm.ru

mail@rifsm.ru

www.keramtex.ru



Ufi
Approved
Event

2016中国国际陶瓷技术装备及 建筑陶瓷卫生洁具产品展览会

2016 China International Ceramics Technology, Equipment,
Building Ceramics & Sanitaryware Exhibition

CERAMICS CHINA 2016

The World's Largest Exhibition in Ceramic Industry

120,000 Square Meters

100,000 Professional Visitors

1,000 Exhibitors

5,000 Mechanical Equipments

Organizer:

China Building Materials Federation
China Building Ceramics & Sanitaryware Association
CCPIT Building Materials Sub-Council

Sponsor:

BMET Co., Ltd.

Contact:

CCPIT Building Materials Sub-Council
15th Floor, Block C, China Building
Materials Plaza, No.11A Sanlihe Road,
Haidian District, Beijing 100037, China
Tel: 0086-10-88082338
Fax: 0086-10-88082339
E-mail: Ms.Dido Liu liuyan@ccpitbm.org
Ms.Keren Qi keren@ccpitbm.org
Website: www.ceramicschina.net
Twitter: Ceramics China 2016
FaceBook: Ceramics China Guangzhou



May 27-30, 2016

China Import and Export Fair Complex - Guangzhou

ГОРОД XXI ВЕКА

XVII Всероссийская специализированная выставка

24-27 МАЯ/ 2016

**ПРИГЛАШАЕМ
ПРИНЯТЬ
УЧАСТИЕ**



В ЦЕНТРЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИНИЦИАТИВ

- 7 000 ПОСЕТИТЕЛЕЙ
- ОБШИРНАЯ ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА
- ПРОЕКТ «ВРЕМЯ БИЗНЕС-ВСТРЕЧ»: прямой диалог с руководителями и специалистами предприятий отрасли
- ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС НА ЛУЧШУЮ ПРОДУКЦИЮ
- РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ АРХИТЕКТУРЫ И ДИЗАЙНА








Место проведения: г. Ижевск, ул. Кооперативная, 9
Забронировать стенд можно по тел. (3412) 730-730 | gorod@vcudm.ru | gorod.vcudm.ru

 vk.com/gorodxxiveka
 facebook.com/groups/vcudm

СТРОИТЕЛЬСТВО

2016 ВЫСТАВКА-ФОРУМ

9-11 АВГУСТА

ЧЕЛЯБИНСК



1 ПЕРВОЕ
ВЫСТАВОЧНОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ

ДС «Юность», Свердловский пр., 51
тел.: (351) 755-55-10, www.pvo74.ru

УДК 304.2:338.622

И.М. ПОТРАВНЫЙ, д-р экон. наук (ecoaudit@bk.ru), И.Б. ГЕНГУТ, канд. экон. наук (igengut@gmail.com), ДАВААХУУ НЯМДОРЖ, инженер (dabuk91@mail.ru)

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (117997, г. Москва, Стремянный переулок, 36)

Возможности использования ресурсов техногенных месторождений для производства строительных материалов (на примере КОО «Предприятие Эрдэнэт»)*

Рассматриваются возможность и направления использования ресурсов техногенных месторождений горнодобывающих предприятий для производства строительных материалов. В условиях истощения и истощения запасов полезных ископаемых и закрытия рудника горнодобывающего предприятия «Эрдэнэт» в перспективе 30–40 лет, анализируются вопросы использования забалансовой руды и отходов шламохранилища в строительной индустрии и обеспечения устойчивого развития территории в целом. Работы по расширению ресурсной базы предприятия за счет вовлечения в хозяйственный оборот техногенных месторождений увязываются с мерами по ликвидации накопленного экологического ущерба. Финансирование инновационных проектов по производству строительных материалов из отходов обогащения горнодобывающего предприятия предлагается осуществлять за счет формируемого фонда устойчивого развития (ликвидационного фонда) горнодобывающего предприятия. Производство строительных материалов из отходов обогащения и вскрышных пород горнодобывающего предприятия рассматривается как одно из главных направлений снижения себестоимости выпускаемой продукции и устойчивого развития предприятия на перспективу в условиях истощения его ресурсной базы.

Ключевые слова: недропользование, горнодобывающее предприятие, экологическая экономика, техногенное месторождение, производство строительных материалов.

I.M. POTRANNY, Doctor of Sciences (Economics) (ecoaudit@bk.ru), I.B. GENGUT, Candidate of Sciences (Economics) (igengut@gmail.com), DAVAANUU NYAMDORJ, Engineer (dabuk91@mail.ru)
Plekhanov Russian University of Economics (36, Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation)

The Possibility of Using Resources Man-Made Deposits for the Production of Construction Materials (for Example, the CCW «Enterprise Erdenet»)*

Discusses the possibility and direction of resource use "technogenic deposits" mining enterprises for manufacture of building materials. Under conditions of complete depletion and exhaustion of mineral reserves of the mining company "Erdenet" in the future, 30–40 years of mine closure, it evaluates the use of off-balance ore and waste from the slurry pits in the construction industry and ensuring the sustainable development of the territory as a whole. Work to expand the resource base of the enterprise by involving in the economic turnover "technogenic deposits" should be linked with measures to eliminate accumulated environmental damage. The financing of innovative projects on production of construction materials from tailings of the mining enterprise proposed to be financed out form of sustainable development Fund (liquidation Fund) of the mining enterprise. Production of construction materials from tailings and overburden the mining company is considered as one of the main ways to reduce the cost of production and sustainable development of the enterprise for the future in terms of depletion of its resource base.

Keywords: mining, mining company, environmental Economics, depletion, closure of the mine, a man-made Deposit, the resource base, production of construction materials, reducing the negative impact on the environment, Mongolia.

Одной из общемировых тенденций в сфере экономики недропользования является истощение и истощение запасов полезных ископаемых горнодобывающих предприятий, что связано с закрытием рудников по добыче сырья и ликвидацией предприятий. Такой подход ставит ряд новых научных и практических задач, связанных с устойчивым развитием территории, где расположено данное предприятие, с переработкой накопленных отходов, ликвидацией накопленного экологического вреда [1, 2]. В то же время накопленные отходы деятельности горнодобывающих предприятий могут рассматриваться в качестве ресурсной базы, своего рода техногенных месторождений в целях вовлечения в хозяйственный оборот отходов горнодобывающего производства, например для производства строительных материалов [3, 4].

Особенностью современного этапа функционирования совместного российско-монгольского горнодобывающего предприятия «Эрдэнэт» (функционирует с 1978 г.) является истощение ресурсной базы предприятия и в перспективе 30–40 лет закрытие рудника предприятия. Истощение ресурсов месторождения «Эрдэнэтийн-Овоо» существенным образом сказалось

на издержках предприятия. Следует отметить, что мировая цена на катодную медь за период деятельности предприятия также возросла в 3,3 раза, что позволяет рентабельно вовлекать в хозяйственный оборот ранее



Медно-молибденовое месторождение «Эрдэнэтийн-Овоо»

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ, проект № 15-02-00141а, проект № 15-22-03003а (м).

* The work was supported by the Russian Foundation for Humanities grant № 15-02-00141a, project № 15-22-03003a (m).

Таблица 1

Участок по добыче руды	Показатели запасов руды и добычи полезного ископаемого при различном содержании металла в руде					
	Бортовое содержание 0,25%			Бортовое содержание 0,15%		
	Руда, млн т	Медь, %	Медь, тыс. т	Руда, млн т	Медь, %	Медь, тыс. т
Северо-Западный участок	950,8	0,423	4025	1140,4	0,387	4416
Центральный участок	165	0,4	665	235	0,34	800
Объединенный участок	1116	0,42	4690	1375,4	0,379	5216

Примечание. Составлено авторами по данным Программы менеджмента закрытия и концепции развития КОО «Предприятие Эрдэнэт», утвержденной 09.09.2013 г.

Таблица 2

Показатель	Ед. измерения	2010 г.	2013 г.	2013 г. в % к 2010 г.
Горная масса	тыс. м ³	16370	18180	111,1
Вскрыша	тыс. м ³	5556,3	6644,7	119,6
Добыча руды	тыс. т	27575	29415	106,7
Переработка руды	тыс. т	26060	26045	99,9
Содержание в руде: меди	%	0,548	0,53	-
молибдена	%	0,017	0,017	-
Цена 1 т катодной меди на Лондонской бирже металлов	USD	7534,78	7326,16	97,23
Себестоимость 1 т переработки руды	USD/т	7,01	8,47	120,8
Выпуск сухого медного концентрата	т	522033	512854	98,24
Среднесписочная численность работающих	чел	5762	5797	100,6
Производительность труда	т/чел.	5545	5543	99,9

Примечание. Составлено авторами по данным: <http://www.erdenetmc.mn>.

Таблица 3

Вид загрязняющего вещества	Ед. измерения	Среднее значение уровня загрязнения
Mo	мг/л	2,13
Cu	мг/л	0,22
Ca	мг/л	159,35
Mg	мг/л	56,25
Fe	мг/л	0,39
SO ₄	мг/л	737,65
HCO ₃	мг/л	224,43
Сухой остаток	т	1320,2
pH	-	7,71
Взвешенные вещества	мг-экв.	12,58

Примечание. Составлено по данным КОО «Предприятие Эрдэнэт».

Таблица 4

Вид загрязняющего вещества	Ед. измерения	Среднее значение уровня загрязнения
Mo	мг / л	2,48
Cu	мг / л	0,4
Ca	мг / л	226,7
Mg	мг / л	27,45
Fe	мг / л	4,6
SO ₄	мг / л	1193,02
HCO ₃	мг / л	72,15
CO ₃	мг / л	0,38
Сухой остаток	т	1820,3
pH		7,54
Взвешенные вещества	мг-экв.	13,6

Примечание. Составлено по данным КОО «Предприятие Эрдэнэт».

накопленные забалансовые руды и отходы горнодобывающего производства с относительно низким содержанием полезного ископаемого [5, 6].

В табл. 1 показаны имеющиеся запасы руды, бортовое содержание полезного ископаемого и возможный выход полезной продукции на КОО «Предприятие Эрдэнэт»

В 2013 г. было принято решение по разработке программы закрытия рудника, предприятия и концепция дальнейшего развития территории. В табл. 2 представ-

лены некоторые производственно-экономические показатели деятельности КОО «Предприятие Эрдэнэт» за 2010–2013 гг.

По оценкам, в настоящее время на КОО «Предприятие Эрдэнэт» имеются значительные объемы вскрышных пород, пригодных для производства строительных материалов, в дорожном строительстве и т. д. По отвалу № 4 они составляют 29,804 млн м³, а по отвалу № 11 – 5,25 млн м³. Кроме того, выход текущей вскрышной породы ежегодно составляет порядка 3 млн м³.

Таблица 5

Минеральная фаза	Формула	Удельный вес вещества, % от общего объема
Кварц	SiO ₂	46
Мусковит	(K, H ₂ O) Al ₂ [(AlSi) SiO ₃ O ₁₀] (OH) ₂	17
Плагиоклаз	(K, Ca) (AlSi ₃ O ₈)	24
Калиевый полевой шпат	KAlSi ₃ O ₈	7
Клинохлор	(Mg, Fe) ₆ (Si, Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₈	2
Пирит	FeS ₂	1
Кальцит	CaCO ₃	0,5
Доломит	CaMg (CO ₃) ₂	0,5
Каолинит	Al ₄ [Si ₄ O ₁₀] (OH) ₈	0,5
Итого:		98,5

Примечание. Составлено по данным АСИЦ ФГУП «ВИМС».

Таблица 6

Элемент	Символ	Содержание, г/т	Элемент	Символ	Содержание, г/т
Литий	Li	6,3	Лантан	La	14
Бериллий	Be	1,2	Церий	Ce	41
Скандий	Sc	<0,8	Празеодим	Pr	3,3
Ванадий	V	33	Неодим	Nd	13
Хром	Cr	14	Самарий	Sm	2,2
Кобальт	Co	6	Европий	Eu	0,74
Никель	Ni	7,8	Гадолиний	Gd	2,3
Медь	Cu	790	Тербий	Tb	0,41
Цинк	Zn	74	Диспрозий	Dy	3,2
Галлий	Ga	15	Гольмий	Ho	0,62
Мышьяк	As	12	Эрбий	Er	1,4
Селен	Se	<0,8	Тулий	Tm	0,13
Рубидий	Rb	53	Иттербий	Yb	0,59
Стронций	Sr	400	Лютеций	Lu	0,081
Иттрий	Y	14	Гафний	Hf	1,1
Цирконий	Zr	45	Тантал	Ta	0,12
Ниобий	Nb	2	Вольфрам	W	6,1
Молибден	Mo	190	Рений	Re	0,19
Родий	Rh	<0,05	Иридий	Ir	<0,004
Палладий	Pd	<0,03	Платина	Pt	2,5
Серебро	Ag	<0,03	Золото	Au	<0,02
Кадмий	Cd	0,49	Таллий	Tl	0,57
Олово	Sn	2	Свинец	Pb	46
Сурьма	Sb	2,5	Висмут	Bi	0,56
Теллур	Te	0,086	Торий	Th	2,5
Цезий	Cs	1,7	Уран	U	0,83
Барий	Ba	660			

Примечание. Составлено по данным АСИЦ ФГУП «ВИМС».

Что касается хвостохранилища обогатительной фабрики, то объем накопленных здесь песков за весь период работы предприятия, которые могут быть потенциальным сырьем в строительной индустрии в настоящее время, составляет более 28 млн т, а площадь, которую занимает данное хвостохранилище, составляет более

1800 Га. Использование части этих накопленных песков, к примеру для производства кирпича, цемента, других строительных материалов, позволит стабилизировать общую площадь, занимаемую хвостохранилищем, сократить площадь пляжа намыва и тем самым повысить экологическую безопасность основного производства. Вместе с тем, учитывая, что для производства медного и молибденового концентрата используется процесс флотации, необходимо рассмотреть вопрос об экологической безопасности, о возможных экологических рисках при использовании данных отходов обогащения [7]. По данным экологической службы предприятия, в настоящее время качество водных ресурсов после их очистки на обогатительной фабрике имеет следующие характеристики (табл. 3).

В табл. 4 приведены данные, характеризующие уровень загрязнения вод, используемых в системах оборотного водоснабжения на обогатительной фабрике (2013 г.). Следует учитывать, что согласно технологической схеме вода в системе оборотного водоснабжения на обогатительной фабрике предприятия используется после шламохранилища и ее качество может, таким образом, быть определенным индикатором состояния окружающей среды накопленных песков.

В рамках выполнения Российским экономическим университетом им. Г.В. Плеханова НИР для КОО «Предприятие Эрдэнэт» по разработке методов использования отвалов вскрышных пород карьера и хвостохранилища предприятия в условиях закрытия рудника в 2014 г. был проведен комплексный анализ качества песков хвостохранилища на предмет экологической сертификации для их использования в области строительства. Данные испытания с использованием рентгенофазового метода, рентгенодифрактометрического анализа, исследований фазового и ситового состава песков выполнялись в Аналитическом сертификационном испытательном центре (АСИЦ) ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского». Результаты испытаний фазового состава песков показаны в табл. 5.

Результаты ситового анализа песков шламохранилища, мм, в % от выхода вещества от общей массы: -1+0,5 (0,3%); -0,5+0,25 (13,7%); -0,25+0,1 (64,6%); -0,1 (21,4%). Данные характеристики важны с точки зрения соответствия песка требованиям ГОСТов на строительные материалы. Количественная характеристика основы песков имеет следующий вид, в % от общей массы: оксид

натрия (3,7), оксид магния (0,79), оксид алюминия (14), оксид калия (2,8), оксид кальция (0,71), оксид титана (0,2), оксид марганца (0,029), оксид железа (2,8). Анализ песков шламохранилища по примесям показал следующие результаты (табл. 6).

Такой анализ важен для определения примеси тяжелых металлов в сырье, которое можно потенциально использовать в строительной индустрии. Для решения социальных, экологических и экономических проблем, связанных с истощением ресурсной базы закрытием рудника, намечено создание фонда менеджмента закрытия – развития компании (ликвидационный фонд), который представляет собой фонд устойчивого развития территории. Его формирование намечено за счет отчислений от сверхплановой прибыли предприятия, дивидендов акционеров предприятия, прибыли, получаемой от создаваемых производств по переработке забалансовой руды и отходов обогащения и др. В свою очередь, средства данного фонда предлагается использовать на финансирование проектов внедрения инновационных технологий, в том числе по производству строительных материалов из отходов обогащения, рекультивации нарушенных территорий, обеспечения здоровья населения и создания новых рабочих мест [8, 9].

Список литературы

1. Паспорт Федеральной целевой программы «Ликвидация накопленного экологического ущерба» на 2015–2026 гг. М.: Министерство природных ресурсов и экологии РФ, 2013. 47 с.
2. Балашенко В.В., Рудакова Л.В. Оценка экономического и экологического риска при разработке техногенно-минеральных образований // *Экономика природопользования*. 2013. № 5. С. 63–77.
3. Концепция Федеральной целевой программы «Ликвидация накопленного экологического ущерба» на 2015–2026 гг. М.: Министерство природных ресурсов и экологии РФ, 2013. 44 с.
4. Потравный И.М., Мотосова Е.А. Экономические механизмы реализации экологической политики в сфере недропользования // *Горный журнал*. 2014. № 12. С. 27–30.
5. Потравный И.М., Даваахуу Нямдорж. Формирование фонда устойчивого развития территории при закрытии рудника горнодобывающего предприятия // *Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании. Материалы V Международной научно-практической конференции*. Москва. 2015. С. 208–213.
6. Резолюция IV Всероссийского съезда по охране окружающей среды. <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=131936> (дата обращения 12.09.2015).
7. Фоменко А.А. Использование техногенных скоплений и забалансовых руд цветных металлов в контексте экономики природопользования // *Горный журнал*. 2013. № 2. С. 93–95.
8. Gengut I., Alnykina E., Davaakhuu N., Potravnyy I. management of environment cost in the project: the experience of Russia and Mongolia // *Baltic Journal of Real Estate Economics and Construction Management*. 2015. Vol. 3, pp. 140–150.
9. Potravny I., Davaahuu Nyamdorj. Financial support for innovative solutions for sustainable development of the mining enterprises in the context of mine closure (for example, CJSC «Company Erdenet») // *ICIED 2015: The International Conference on Innovation and Entrepreneurship Development. Proceedings*. Ulaanbaatar: Mongolian University of Science and Technology. 2015, pp. 13–15.

Выводы.

1. В условиях истощения и истощения ресурсной базы многих горнодобывающих предприятий одним из направлений обеспечения устойчивого их развития на перспективу и ликвидации накопленного экологического ущерба может стать вовлечение техногенных месторождений в хозяйственный оборот, в том числе для производства строительных материалов.

2. Для использования в строительной индустрии вскрышных пород и отходов обогащения, накопленных за многие годы в шламохранилище КОО «Предприятие Эрдэнэт», необходимо провести экологическую инвентаризацию указанных вторичных ресурсов, их проверку на допустимое содержание загрязняющих веществ, тяжелых металлов с последующей экологической сертификацией данного сырья.

3. Финансирование работ по применению инновационных технологий по вовлечению ресурсов техногенных месторождений, в том числе для производства строительных материалов, предлагается осуществлять за счет создаваемых ликвидационных фондов (фонда менеджмента закрытия – развития компании «Эрдэнэт»).

References

1. Passport of the Federal target program «The Elimination of accumulated environmental damage for 2015–2026 years». Moscow: Ministry of natural resources and environment of the Russian Federation. 2013. 47 p. (In Russian).
2. Belashenko V.V., Rudakova L.V. Evaluation of economic and environmental risk in the development of technogenic mineral formations. *Ekonomika prirodopol'zovaniya*. 2013. Vol. 5, pp. 63–77. (In Russian).
3. The concept of the Federal target program «The Elimination of accumulated environmental damage for 2015–2026 years». Moscow: Ministry of natural resources and environment of the Russian Federation. 2013. 44 p. (In Russian).
4. Potravny I.M., Motosova E.A. Economic mechanism for implantation for ecological policy in subsoil use. *Gornyi zhurnal*. 2014. No. 12, pp. 27–30. (In Russian).
5. Potravny I.M., Davaahuu Nyamdorj. The formation of the Fund for sustainable development of the territory at the closure of the mine mining enterprise. *Modern problems of management of investment projects in the sphere of construction and environmental management. Proceedings of the V international scientific-practical conference*. Moscow. 2015, pp. 208–213. (In Russian).
6. The resolution of the IV all-Russian Congress on environmental protection <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=131936> (date of access 12.09.2015). (In Russian).
7. Fomenko A.A. Use of man-made accumulations and ores of non-ferrous metals in the context of environmental economics. *Gornyi zhurnal*. 2013. No. 2, p. 93–95.
8. Gengut I., Alnykina E., Davaakhuu N., Potravnyy I. Management of environment cost in the project: the experience of Russia and Mongolia. *Baltic Journal of Real Estate Economics and Construction Management*. 2015. Vol. 3, pp. 140–150.
9. Potravny I., Davaahuu Nyamdorj. Financial support for innovative solutions for sustainable development of the mining enterprises in the context of mine closure (for example, CJSC «Company Erdenet»). *ICIED 2015: The International Conference on Innovation and Entrepreneurship Development. Proceedings*. Ulaanbaatar: Mongolian University of Science and Technology. 2015, pp. 13–15.

Ш.Н. ВАЛИЕВ¹, канд. техн. наук; Н.Е. КОКОДЕЕВА², д-р техн. наук,
С.В. КАРПЕЕВ², канд. техн. наук, ведущий специалист ПУИЦ «Волгодортранс»;
А.В. КОЧЕТКОВ³ (soni.81@mail.ru), д-р техн. наук

¹ Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (125319, Москва, Ленинградский пр-т, 64)

² Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. (410054, Саратов, ул. Политехническая, 77)

³ Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614600, Пермь, Комсомольский пр-т, 29а)

Основные направления совершенствования Технического регламента Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог»

С 2002 г. Российская Федерация перешла на принципиально новый, инновационный подход к созданию и содержанию продукции в каждой сфере деятельности человека. Создана так называемая система технического регулирования, которая направлена на удовлетворение потребителей в рамках обеспечения безопасности и допустимости риска. Ежегодно в области дорожного хозяйства разрабатываются и принимаются десятки законодательных и нормативных документов обязательного и рекомендательного характера, которыми в дальнейшем должны руководствоваться проектировщики и строители. В нормативных ссылках таких документов в основном указывают Федеральный закон № 184-ФЗ «О техническом регулировании». В рамках реализации данного закона был принят Технический регламент Таможенного союза 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог», который, к сожалению, не отвечает в полной мере основным принципам Федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании». В данной статье приводятся рекомендации, которые необходимо включить в новую редакцию указанного Технического регламента Таможенного союза 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог», а также учесть новую версию стандарта систем менеджмента качества ISO 9001:2015, в которой отражен процессный подход с учетом оценки риска.

Ключевые слова: менеджмент качества, риск, безопасность, автомобильная дорога, искусственное сооружение, технический регламент.

Sh.N. VALIYEV¹, Candidate of Sciences (Engineering); N.E. KOKODEEVA², Doctor of Sciences (Engineering),

S.V. KARPEEV², Candidate of Sciences (Engineering), Leading Expert of PUIs «Volgodortrans»;

A.V. KOCHETKOV³, Doctor of Sciences (Engineering)

¹ Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI) (64, Leningradsky Avenue, 125319, Moscow, Russian Federation)

² Yuri Gagarin State Technical University of Saratov (77, Politeknicheskaya Street, 410054, Saratov, Russian Federation)

³ Perm National Research Polytechnic University (29a, Komsomolsky Avenue, 614600, Perm, Russian Federation)

Main Directions of Improvement of Technical Regulations of the Customs Union «Safety of Highways»

Since 2002 the Russian Federation passed to an essentially new innovative approach to the creation and maintenance of products in each sphere of human activity. The so-called system of technical regulations, which is aimed at consumer satisfaction within the frame of safety and admissibility of risk, has been created. Annually, tens of legislative and normative documents of binding and advisory nature by which designers and builders have to be guided further in the field of road economy are developed and accepted. Generally, the standard references of such documents refer to the Federal Law No. 184-FZ «On Technical Regulation». Within implementation of this law, Technical Regulations of the Customs Union 014/2011 «Safety of Highways» has been adopted, but, unfortunately, it doesn't meet fully the basic principles of the Federal Law No. 184-FZ «On Technical Regulation». The article provides recommendations which need to be included in a new edition of Technical Regulations of the Customs Union 014/2011 «Safety of Highways», and also to consider a new version of the standard of quality management systems of ISO 9001:2015 in which the process approach is reflected taking into account risk assessment.

Keywords: quality management, risk, safety, highway, artificial construction, technical regulations.

С 2002 г. РФ перешла на принципиально новый, инновационный подход к созданию и содержанию продукции в каждой сфере деятельности человека. Создана так называемая система технического регулирования, которая направлена на удовлетворение потребителей в рамках обеспечения безопасности и допустимости риска. Ежегодно в области дорожного хозяйства разрабатывают и принимают десятки законодательных и нормативных документов обязательного и рекомендательного характера, которыми в дальнейшем должны руководствоваться проектировщики и строители [1–17]. В нормативных ссылках таких документов в основном указывают Федеральный закон № 184-ФЗ «О техническом регулировании». В рамках реализации данного закона был принят Технический регламент Таможенного союза 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог», который, к сожалению, не отвечает в полной мере основным принципам Федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

В 2015 г. дорожное хозяйство столкнулось с необходимостью изучать и применять в своей практике новую версию стандарта систем менеджмента качества

ISO 9001:2015: разработаны версии DIS (Draft International Standard) и FDIS (Final Draft International Standard)).

В настоящее время готовится утверждение окончательной редакции, которая изменилась по сравнению с текстом версии 2008 г. Она создана в соответствии с директивой ISO Annex SL (ISO/IEC Directives, Part 1 Consolidated ISO Supplement – Procedures specific to ISO). Директива определяет требования к структуре систем управления, систем менеджмента качества, административного управления, документооборота и др.

В новой структуре стандарта отражен процессный подход с учетом оценки риска. Например, введение стандарта устанавливает общие сведения об ISO, стандартах серии 9000, управлении рисками, цикле PDCA, процессном подходе, взаимосвязи стандарта ИСО 9001:2015 со стандартами на другие системы управления.

Важно отметить разработку п. 6.1 «Действия по реагированию на риски и возможности» – принципиально нового блока требований ISO 9001:2015. Организация должна определить риски и возможности, которые спо-

собны повлиять на систему качества и результаты работы организации. Также требуется создать план реагирования на риски и возможности.

Согласно п. 6.2 «Цели в области качества и планирование достижения целей» устанавливается, что организация должна определить цели в области качества для всех уровней, функций и процессов; для достижения целей должен быть разработан план.

По п. 8.1 «Планирование и управление процессами» организация должна планировать, применять и управлять процессами, необходимыми для системы качества.

По п. 8.2 «Определение требований к продукции и услугам» организация должна определить и установить процессы взаимодействия с потребителями, определить требования, связанные с продукцией и услугами, и проводить регулярный анализ требований, связанных с продукцией и услугами.

По п. 8.3 «Разработка и проектирование продукции и услуг» устанавливаются общие требования по проектированию и разработке, требования по планированию проектирования и разработки, проектированию и разработке входных данных, проектированию и разработке методов контроля, проектированию и разработке выходных данных, проектированию и разработке изменений.

По п. 8.7 «Управление несоответствующими процессами, продукцией или услугами» определяются необходимые действия организации в случае возникновения несоответствий в процессах, продукции или услугах.

В п. 9.1 «Мониторинг, измерения, анализ и оценка» включены общие требования по проведению мониторинга, измерений, анализа и оценки, требования по измерению удовлетворенности потребителей, а также требования по анализу и оценке работы организации и системы качества.

В соответствии с предварительным выводом можно отметить, что новым в версии стандарта ISO 9001:2015 стали требования по оценке рисков, а также подход, основанный на управлении рисками при проектировании и разработке системы менеджмента.

Следует отметить, что в дорожном хозяйстве вопросы использования риска разрабатываются с начала 1980-х гг. научной школой профессора В.В. Стоярова [6–8, 17, 18]. В этих исследованиях разработан и активно используется в практической деятельности математический аппарат анализа и количественной оценки риска причинения ущерба на всех этапах жизненного цикла автомобильной дороги и искусственного сооружения, что соответствует основным положениям Федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

В данной статье приводятся рекомендации, которые необходимо включить в новую редакцию Технического регламента Таможенного союза 014/2011, а также учесть новую версию стандарта систем менеджмента качества ISO 9001:2015, в которой отражен процессный подход с учетом оценки риска.

Технический регламент Таможенного союза 014/2011 вступил в силу 15.02.2005 г. К сожалению, в ТР ТС 014/2011 отсутствует в явном виде понятие безопасность автомобильных дорог (с гарантиями риска). Как известно, безопасность – *вероятностная качественная характеристика* субъектно-объектных отношений, отражающая невозможность причинения одностороннего либо взаимного ущерба в определенных условиях при наступлении определенных событий. Характеристика относительна, в связи с чем применение ее вне связи с каким-либо субъектом или объектом недопустимо.

В новой версии Технического регламента предлагается использовать следующие определения:

– механическая безопасность – состояние сооружения, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений вследствие разрушения или потери устойчивости здания, сооружения или их части (из Федерального закона от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»);

– безопасность продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации – состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений (из Федерального закона от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ).

В ТР ТС 014/2011 предлагается исполнить Рекомендации по типовой структуре технического регламента Евразийского экономического сообщества: «...в структурном элементе «Определения» должны быть приведены термины с соответствующими определениями для однозначного и непротиворечивого понимания текста технического регламента». В ТР ТС 014/2011 не учтены пп. 4, 6, 7, 11 Рекомендаций ЕвразЭС об определении, в нем нет определения риска и допустимого риска: «риск – вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда».

В законах РФ и Республики Казахстан «О техническом регулировании» указано о разработке технических регламентов с **учетом степени риска причинения вреда**.

Поэтому в ТР ТС 014/2011 должна быть указана процедура учета степени риска причинения вреда с соответствующими определениями вреда, риска, оценки степени риска. Оценка рисков – это определение количественным или качественным способом величины или степени рисков. Например, допустимый риск – это величина риска, которая достижима по техническим, экономическим и технологическим возможностям. Например, принято допустимым считать 10^{-6} , что означает гибель одного человека на 1 млн событий и соответствует риску гибели людей от различных видов природных опасностей.

Необходима коренная переработка ТР ТС 014/2011: «Настоящий Технический регламент с учетом степени риска причинения вреда устанавливает минимально необходимые требования к автомобильным дорогам, обеспечивающие **безопасность дорожного движения**, выполнение которых достигается в процессе изысканий, проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта и эксплуатации». В ТР ТС 014/2011 нет связи с защитой имущества автомобильной дороги, а все сводится лишь к безопасности дорожного движения. Между тем в Федеральном законе «Об автомобильных дорогах...» разделены понятия надежности, безопасности автомобильной дороги и безопасности дорожного движения.

В ст. 4. п. 2 Соглашения о единых принципах и правилах технического регулирования в Республике Беларусь, Республике Казахстан и Российской Федерации сказано следующее: технические регламенты Таможенного союза разрабатываются и принимаются в целях обеспечения на таможенной территории Таможенного союза защиты жизни и (или) здоровья человека, имущества, окружающей среды, жизни и

(или) здоровья животных и растений, предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей, а также в целях обеспечения энергетической эффективности и ресурсосбережения. Принятие технических регламентов Таможенного союза в иных целях не допускается.

Более того, в ТР ТС 014/2011 не учтено Руководство ИСО/МЭК 51:1999 «Аспекты безопасности. Руководящие указания по включению их в стандарты». Главное замечание к ТР ТС 014/2011: нельзя использовать термин «безопасность» без гарантий риска. Необходимо дать гарантии риска в ТР ТС 014/2011: безопасный пропуск; безопасное движение; безопасное завершение маневра; безопасность приобретателей; безопасный пропуск; безопасная реализация.

Горизонтальная освещенность при искусственном освещении покрытия проезжей части автомобильных дорог различных классов и категорий должна обеспечивать безопасные условия движения с разрешенной правилами дорожного движения скоростью, следовательно, необходимо уточнить гарантии риска.

В ТР ТС 014/2011 произошла подмена риска надежностью. В нем применяются понятия: долговечность, надежность, надежность дороги.

Необходимо совершенствовать ТР ТС 014/2011 с учетом степени риска причинения вреда, а не с учетом надежности. Безопасность не есть надежность. Риск нельзя испытывать, его надо оценивать или исследовать.

Следует учесть Соглашение о единых принципах и правилах технического регулирования в Республике Беларусь, Республике Казахстан и Российской Федерации: «Применение на добровольной основе международных, региональных стандартов и (или) национальных (государственных) стандартов, включенных в перечень, указанный в п. 2 ст. 6 настоящего Соглашения, является **достаточным** условием соблюдения требований соответствующего ТР ТС 014/2011. **Неприменение стандартов, включенных в указанный перечень, не может рассматриваться как несоблюдение требований технических регламентов Таможенного союза.**»

В ТР ТС 014/2011 не указано, какой вид технического регламента использован при разработке (см. п. 6 Рекомендаций по типовой структуре технического регламента Евразийского экономического сообщества). Используют технические регламенты, содержащие конкретные и существенные требования безопасности. В технических регламентах, содержащих существенные требования безопасности, по результатам анализа рисков приводятся опасные факторы, характерные для объекта технического регулирования. В таких регламентах, как правило, отсутствуют требования, выраженные количественно.

В частности, в п. 8 Рекомендаций сказано: «Безопасность автомобильных дорог и дорожных сооружений на них, а также связанных с ними процессов проектирования (включая изыскания), строительства, реконструкции, капитального ремонта и эксплуатации обеспечиваются посредством установления и соблюдения соответствующих требований безопасности проектных значений параметров, в том числе допустимых весовых и габаритных параметров транспортных средств, в течение всего срока службы».

В новой редакции ТР ТС 014/2011 авторами настоящей статьи рекомендуется пользоваться термином параметрического риска как свертки статистических показателей. Безопасность – это безразмерная вероятностная качественная характеристика; запрещено писать «требований безопасности проектных значений параметров» без гарантий риска (согласно Руководству ИСО/МЭК 51:1999 «Аспекты безопасности. Руководящие указания по включению их в стандарты»).

В ТР ТС 014/2011 сказано: «Объектами технического регулирования в настоящем Техническом регламенте являются вновь строящиеся, реконструируемые, капитально ремонтируемые и эксплуатируемые автомобильные дороги общего пользования и дорожные сооружения на них, а также связанные с ними процессы».

Необходимо заменить термин «дорожные сооружения» используемыми терминами в законодательстве стран ТС: искусственные сооружения, объекты дорожной инфраструктуры, средства наружной рекламы и др.

В ТР ТС 014/2011 отсутствует процедура оценки степени риска и степени причиняемого ущерба, рассматривается «остаточный **РИСК**» — риск, остающийся после предпринятых защитных мер, но ничего не сказано, как его оценивать. Не учтены вероятность падения моста, колееобразование по причине проезда тяжеловесного транспорта, сокращение срока службы дорожного покрытия под влиянием противогололедных материалов и др.

В п. 3 Рекомендаций по типовой структуре технического регламента Евразийского экономического сообщества установлено: «В обоснованных случаях приводится перечень объектов технического регулирования, на которые распространяется (не распространяется) данный технический регламент. При необходимости уточняются опасные факторы, характеризующие объекты технического регулирования».

Поэтому в ТР ТС 014/2011 должны быть отражены процедуры оценки степени риска причинения вреда по следующим этапам:

- выявление риска и оценка вероятности его реализации и масштаба последствий, определение максимально возможного убытка;
- выбор методов и инструментов управления выявленным риском;
- разработка риск-стратегии с целью снижения вероятности реализации риска и минимизации возможных негативных последствий;
- реализация риск-стратегии;
- оценка достигнутых результатов и корректировка риск-стратегии.

Базовыми методами управления рисками являются отказ от риска, его снижение, передача и принятие.

Должна быть отражена процедура добровольной сертификации по оценке степени причинения вреда.

Структура ТР ТС 014/2011 должна быть разделена как минимум на части: А. Проектирование. Б. Строительство. В. Эксплуатация и ремонт, где В.1. – существующая дорога, запроектированная и построенная после принятия ТР ТС 014/2011, В.2. – существующая дорога, запроектированная и построенная до принятия ТР ТС 014/2011. Г. Реконструкция.

Необходимо отметить, что профессором В.В. Столяровым подготовлены проекты трех альтернативных технических регламентов на оценку безопасности продукции при проектировании автомобильных дорог [18].

Данные альтернативные технические регламенты реализуют новый принцип проектирования – сравнивать между собой не вновь создаваемые решения (или инновационную продукцию) с типовыми решениями, изложенными в национальном стандарте (или в международном стандарте). Сравнению подлежат риски, полученные в результате создания разработчиком новой продукции (инновационного предложения), с допустимыми рисками, которые обоснованы в Техническом регламенте. Полученный риск причинения вреда человеку по причине несовершенства предлагаемой разработки должен быть меньше или равен допустимому значению, показанному в техническом регламенте, так как допустимый риск является приемлемым при существующих общественных ценностях для вновь

создаваемой продукции. Данная величина допустимого риска должна быть определена на основе технико-экономического обоснования и должна представлять собой вероятность допустимого вреда человеку, окружающей среде и имуществу при создании новой продукции в той или иной отрасли. Например, в соответствии с приемлемым риском на автомобильных дорогах допускается одно ДТП по причине несовершенства дорожных условий при движении по любому геометрическому элементу плана, продольного и поперечного профиля дороги 10 тыс. автомобилей с расчетной скоростью.

Выводы.

Документ требует полной и тщательной методической переработки до состояния технического регламен-

Список литературы

1. Васильев Ю.Э., Каменев В.В., Кочетков А.В., Шляфер В.Л. Адаптивное управление подвижностью при дискретном производстве цементобетонных смесей // *Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета*. 2011. № 2. С. 96–100.
2. Аржанухина С.П., Гарибов Р.Б., Кочетков А.В., Янковский Л.В., Глухов Т.А., Бобков А.В. Выбор требований к противогололедным материалам для зимнего содержания автомобильных дорог мегаполиса // *Вода: химия и экология*. 2013. № 4 (58). С. 106–115.
3. Гладков В.Ю., Кочетков А.В., Челпанов И.Б. О содержательности учета риска и аспектах менеджмента качества в Федеральном законе «О техническом регулировании» // *Дорожная держава*. 2007. № 5, 6.
4. Гладков В.Ю., Кочетков А.В., Цымбалов А.А., Кокодеева Н.Е. Совершенствование системы менеджмента качества дорожного хозяйства на основе формирования и достижения требуемых системных свойств // *Дороги и мосты*. 2007. № 4–5. С. 81–89.
5. Васильев Ю.Э., Беляков А.Б., Кочетков А.В., Беляев Д.С. Диагностика и паспортизация элементов улично-дорожной сети системой видеокomпьютерного сканирования // *Интернет-журнал Науковедение*. 2013. № 3. С. 55.
6. Кокодеева Н.Е. Методологические основы комплексной оценки надежности автомобильных дорог в системе технического регулирования дорожного хозяйства. Дисс... д-ра техн. наук. СПб., 2012. 350 с.
7. Кокодеева Н.Е., Талалай В.В., Кочетков А.В., Янковский Л.В., Аржанухина С.П. Методологические основы оценки технических рисков в дорожном хозяйстве // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика*. 2011. № 3. С. 38–49.
8. Аржанухина С.П., Кочетков А.В., Козин А.С., Стрижевский Д.А. Нормативное и технологическое развитие инновационной деятельности дорожного хозяйства // *Интернет-журнал Науковедение*. 2012. № 4. С. 69.
9. Янковский Л.В., Кочетков А.В. Применение геоимплантатных конструкций для создания экопаркингов // *Экология и промышленность России*. 2011. № 5. С. 32–34.
10. Рапопорт П.Б., Рапопорт Н.В., Кочетков А.В., Васильев Ю.Э., Каменев В.В. Проблемы долговечности цементных бетонов // *Строительные материалы*. 2011. № 5. С. 38–41.
11. Кочетков А.В., Гладков В.Ю., Немчинов Д.М. Проектирование структуры информационного обеспечения системы менеджмента качества дорожного

та с учетом степени риска причинения вреда. Необходимо пользоваться понятием риска (оценки степени риска причинения вреда) как безразмерной вероятностной характеристикой или оценкой степени риска в виде параметрического риска.

В техническом регламенте не должно быть подмены безразмерной вероятностной характеристики требованиями безопасности проектных значений параметров, которые в настоящей редакции определяются всего лишь безопасностью дорожного движения.

Также необходима проверка разработанных ГОСТов Таможенного союза в области безопасности автомобильных дорог на соответствие Руководству ИСО/МЭК 51:1999 «Аспекты безопасности. Руководящие указания по включению их в стандарты».

References

1. Vasilyev Yu.E., Kamenev V.V., Kochetkov A.V., Shlyaffer V.L. Adaptive management of mobility by discrete production of cement-concrete mixes *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2011. No. 2, pp. 96–100. (In Russian).
2. Arzhanukhina S.P., Garibov R.B., Kochetkov A.V., Yankovsky L.V., Glukhov T.A., Bobkov A.V. Choice of requirements to deicing materials for the winter maintenance of highways megalopolis. *Voda: khimiya i ekologiya*. 2013. No. 4 (58), pp. 106–115. (In Russian).
3. Gladkov V.Yu. Kochetkov A.V., Chelpanov I.B. About pithiness of the accounting of risk and aspects of quality management in the Federal law “On technical regulation”. *Dorozhnaya derzhava*. 2007. No. 5, 6. (In Russian).
4. Gladkov V.Yu., Kochetkov A.V., Tsymbalov A.A., Kokodeeva N.E. Improvement of quality management system of road economy on the basis of formation and achievement of the demanded system properties. *Dorogi i mosty*. 2007. No. 4–5, pp. 81–89. (In Russian).
5. Vasilyev Yu.E., Belyakov A.B., Kochetkov A.V., Belyaev D.S. Diagnostics and certification of elements of a street road network by system of video computer scanning. *Naukovedenie Internet Journal*. 2013. No. 3, pp. 55. (In Russian).
6. Kokodeeva N.E. Methodological bases of a complex assessment of reliability of highways in system of technical regulation of road economy. Cand. Diss. (Engineering). Saint-Petersburg. 2012. 350 p. (In Russian).
7. Kokodeeva N.E., Talalai V.V., Kochetkov A.V., Yankovsky L.V., Arzhanukhina S.P. Methodological bases of an assessment of technical risks in road economy. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*. 2011. No. 3, pp. 38–49. (In Russian).
8. Arzhanukhina S.P., Kochetkov A.V., Kozin A.S., Strizhevsky D.A. Standard and technological development of innovative activity of road economy. *Naukovedenie Internet Journal*. 2012. No. 4, pp. 69. (In Russian).
9. Yankovsky L.V., Kochetkov A.V. Application the geoimplantatnykh of designs for creation of ecoparkings. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2011. No. 5, pp. 32–34. (In Russian).
10. Rapoport P.B., Rapoport N.V., Kochetkov A.V., Vasilyev Yu.E., Kamenev V.V. Problems of durability of cement concrete. *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2011. No. 5, pp. 38–41. (In Russian).
11. Kochetkov A.V., Gladkov V.Yu., Nemchinov D.M. Design of structure of information support of quality

- хозяйства // *Интернет-журнал Науковедение*. 2013. № 3. С. 72.
12. Ермаков М.Л., Карпеев С.В., Кочетков А.В., Аржанухина С.П. Совершенствование отраслевой системы диагностики автомобильных дорог // *Дорожная держава*. 2011. № 30. С. 38.
 13. Аржанухина С.П., Сухов А.А., Кочетков А.В., Карпеев С.В. Состояние нормативного обеспечения инновационной деятельности дорожного хозяйства // *Качество. Инновации. Образование*. 2010. № 9. С. 40.
 14. Кочетков А.В., Кокодеева Н.Е., Рапопорт П.Б., Рапопорт Н.В., Шашков И.Г. Состояние современного методического обеспечения расчета и конструирования дорожных одежд // *Транспорт. Транспортные сооружения. Экология*. 2011. № 1. С. 65–74.
 15. Васильев Ю.Э., Полянский В.Г., Соколова Е.Р., Гарибов Р.Б., Кочетков А.В., Янковский Л.В. Статистические методы контроля качества при производстве цементобетона и цементобетонных смесей // *Современные проблемы науки и образования*. 2012. № 4. С. 101.
 16. Столяров В.В. Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска. Ч. 1. Саратов: СГТУ, 1994. 184 с.
 17. Столяров В.В. Технический регламент «Проектирование автомобильных дорог» (альтернативный проект) // *Дороги. Инновации в строительстве*. 2011. № 6. С. 18–21.
 18. Столяров В.В. Технический регламент «Проектирование автомобильных дорог» (альтернативный проект) // *Дороги. Инновации в строительстве*. 2010. № 1. С. 13–29. № 2. С. 19–26. № 3. С. 31–36. № 4. С. 13–17. № 5. С. 28–31.
- management system of road economy. *Naukovedeniye Internet Journal*. 2013. No. 3, pp. 72. (In Russian).
12. Ermakov M.L., Karpeev S.V., Kochetkov A.V., Arzhanukhina S.P. Improvement of branch system of diagnostics of highways. *Dorozhnaya derzhava*. 2011. No. 30, pp. 38. (In Russian).
 13. Arzhanukhina S.P., Sukhov A.A., Kochetkov A.V., Karpeev S.V. Condition of standard ensuring innovative activity of road economy. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie*. 2010. No. 9, pp. 40. (In Russian).
 14. Kochetkov A.V., Kokodeeva N.E., Rapoport P.B., Rapoport N.V., Shashkov I.G. Condition of modern methodical ensuring calculation and designing of road clothes. *Transport. Transportnye sooruzheniya. Ekologiya*. 2011. No. 1, pp. 65–74. (In Russian).
 15. Vasilyev Yu.E., Polyansky V.G., Sokolova E.R., Garibov R.B., Kochetkov A.V., Yankovsky L.V. Statistical methods of quality control by production of a cement concrete and cement-concrete mixes. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2012. No. 4, pp. 101. (In Russian).
 16. Stolyarov V.V. Proektirovanie avtomobil'nykh dorog s uchetom teorii riska. [Design of highways taking into account the theory of risk]. Saratov: SGTU, 1994. 184 p.
 17. Stolyarov V.V. Technical regulations “Design of highways” (the alternative project). *Dorogi. Innovatsii v stroitel'stve*. 2011. No. 6, pp. 18–21. (In Russian).
 18. Stolyarov V.V. Technical regulations “Design of highways” (the alternative project). *Dorogi. Innovatsii v stroitel'stve*. 2010. No. 1, pp. 13–29; No. 2, pp. 19–26; No. 3, pp. 31–36; No. 4, pp. 13–17; No. 5, pp. 28–31.



РОСАККРЕДИТАЦИЯ
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО АККРЕДИТАЦИИ

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР
“Татстройтест”
(аттестат аккредитации RA.RU.21AD84)

420043, г.Казань, ул.Зеленая, д.1. ИЦ «Татстройтест»






Перечень предоставляемых услуг:

1. Проведение сертификационных и экспертных испытаний строительных материалов, изделий и конструкций из керамики, бетона, дерева, стекла, металлов, полимерных материалов;
2. Разработка и согласование технических условий на строительную продукцию;
3. Проведение судебных и арбитражных экспертиз в области строительства;
4. Оказание консультационных услуг по технологии производства строительных материалов, изделий и конструкций.

Руководитель ИЦ: д.т.н. Хозин Вадим Григорьевич
т/факс. 8(843)510-47-34; e-mail: khozin@ksaba.ru
www.kgasu.ru

Стиль нашей работы — честность и профессионализм

УДК 691.5

Н.И. КОЖУХОВА¹, канд. техн. наук, Р.В. ЧИЖОВ¹, инженер,
И.В. ЖЕРНОВСКИЙ¹, канд. геол.-мин. наук; В.И. ЛОГАНИНА², д-р техн. наук,
В.В. СТРОКОВА¹, д-р техн. наук (vastrokova@gmail.com)

¹ Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (308012, Белгород, ул. Костюкова, 46)

² Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (440028, Пенза, ул. Германа Титова, 28)

Особенности структурообразования геополлимерной вяжущей системы на основе перлита с использованием различных видов щелочного активатора

В рамках работы были изучены особенности формирования структуры геополлимерной вяжущей системы в условиях активации алюмосиликатного сырья – перлита – различными помольными агрегатами и щелочными агентами, обеспечивающими высокий pH показатель среды затворения. Подобрано наиболее эффективное для перлита помольное оборудование. Установлено влияние типа щелочного активирующего компонента на структурообразование геополлимерного вяжущего и формирование его физико-механических характеристик. Определены особенности кинетики твердения геополлимерной системы с использованием различных щелочных агентов. Установлена эффективность использования NaOH в качестве щелочного активатора в сравнении с KOH, что, вероятно, вызвано более выгодными условиями для полимеризации алюмосиликатного геля с участием атомов Na⁺, чем с более крупными атомами K⁺, а также оптимальным сочетанием очередности и интенсивности протекания химических процессов в щелочалюмосиликатной системе.

Ключевые слова: перлит Мухорталинского месторождения, геополлимерное вяжущее, щелочная активация, механоактивация, структурообразование.

N.I. KOZHUKHOVA¹, Candidate of Sciences (Engineering), R.V. CHIZHOV¹, Engineer, I.V. ZHERNOVSKY¹, Candidate of Sciences (Geology and Mineralogy), V.I. LOGANINA², Doctor of Sciences (Engineering), V.V. STROKOVA¹, Doctor of Sciences (Engineering), (vastrokova@gmail.com)

¹ Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (46 Kostyukov Street, 308012, Belgorod, Russian Federation)

² Penza State University of Architecture and Civil Engineering (28 German Titov Street, 440028, Penza, Russian Federation)

Features of Structure Formation of a Geo-polymeric Binding System on the Basis of Perlite with the Use of Different Types of Alkali Activators

In the framework of this work, features of the structure formation of the geo-polymeric binding system when aluminosilicate raw – perlite – is activated with different grinding aggregates and alkaline components, providing a high pH value of a medium of mixing are studied. The most effective grinding equipment for perlite is selected. The influence of the type of alkaline activator on the structure formation of a geo-polymeric binder and formation of its physical and mechanical properties is established. Features of hardening kinetics of the geo-polymeric system with the use of different alkali components are determined. Efficiency of the use of NaOH as an alkaline activator in comparison with KOH (caustic potash) is confirmed that can be associated with more favorable conditions for polymerization of aluminosilicate gel with participation of Na⁺ ions than with larger K⁺ ions as well as an optimum combination of priority and intensity of chemical reactions in the alkalialuminosilicate system.

Keywords: perlite of Mukhor-Talinsk deposit, geo-polymeric binder, alkaline activation, mechanoactivation, structure formation.

Использование альтернативных маловостребованных видов природного сырья в качестве активных компонентов при получении энергоэффективных строительных материалов с «зеленой» технологией производства является весьма актуальным среди экономически развитых стран, в том числе и в России. Широкий спектр природного сырья в современной строительной отрасли применяется неэффективно, используется в составе строительных композитов в качестве дешевых инертных и пуццолановых заполнителей [1–4]. Актуальная на сегодняшний день проблема дефицита природного сырья подталкивает исследователей к поиску путей наиболее

полного использования его энергетического потенциала. Ранее была доказана возможность использования перлитовой породы в качестве самостоятельного реакционно-активного компонента при производстве геополлимерных вяжущих, синтезируемых в высокощелочной среде [5, 6]. Полученные результаты позволяют говорить о частном случае щелочной активации в силу слабой изученности данного процесса.

С целью расширения представлений о возможности щелочной активации перлитовой породы в рамках работы было проведено исследование влияния механической и химической активации данного типа сырья с

Таблица 1

SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	Σ
69,54	18,34	4,63	4,43	1,07	0,872	0,737	0,119	99,738

Таблица 2

Содержание компонентов (мас. %)		Размер кристаллитов, нм	
Тридимит	Кристобалит	Тридимит	Кристобалит
3	97	1,6	1

Таблица 3

Параметр	Молярное соотношение SiO ₂ /Al ₂ O ₃	Истинная плотность, кг/м ³	Количество включений, не более, мас. %	ППП, мас. %
Значение	6,46	2280	8–10	5–8

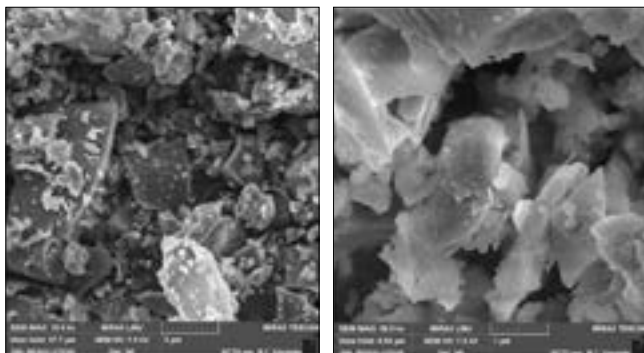


Рис. 1. Микроструктура перлита Мухорталинского месторождения фракции 0,315–1,25

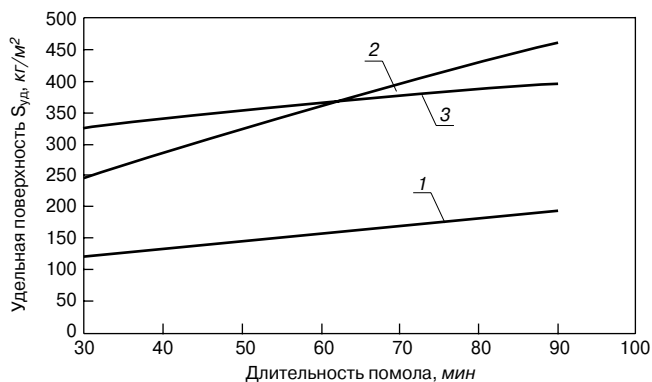


Рис. 2. Влияние длительности и типа диспергационного воздействия на размолоспособность перлита: 1 – шаровая; 2 – планетарная; 3 – вибрационный истиратель

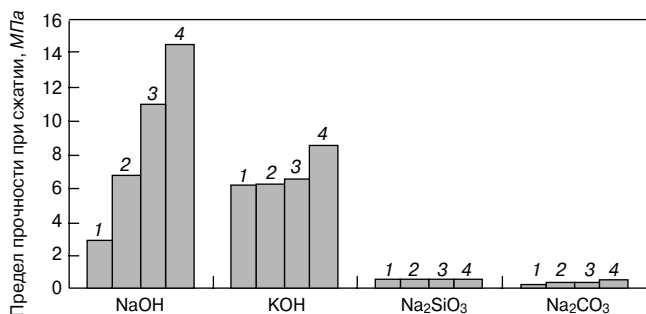


Рис. 3. Кинетика изменения прочности при сжатии во времени, сут: 1 – 3; 2 – 7; 3 – 14; 4 – 28

учетом различных способов механического воздействия и типа активатора, обеспечивающего щелочную среду.

Для исследований в качестве алюмосиликатного компонента был использован перлит Мухорталинского месторождения [7] фракции 0,315–1,25 (Бурятия). Химический и минеральный составы, основные физико-механические характеристики приведены в табл. 1–3.

В качестве активирующих щелочных агентов были использованы: 1) гидроксид натрия (NaOH); 2) гидроксид калия (KOH); 3) метасиликат натрия (жидкое стекло) Na₂SiO₃; 4) карбонат натрия (техническая сода) Na₂CO₃.

В табл. 1 приведен химический состав перлита Мухорталинского месторождения (мас. %).

Согласно данным химического состава и, как отмечалось в ранее проведенных исследованиях [6, 8], низкое содержание (около 1%) оксида кальция CaO, а также довольно высокая концентрация K₂O и Na₂O являются благоприятным условием для протекания геополимеризационных процессов. В табл. 2 приведен минеральный состав перлита Мухорталинского месторождения.

Однозначную информацию о минеральной структуре перлита дать затруднительно ввиду явной рентгеноаморфности материала [7].

На основании данных минерального состава (табл. 2) содержание рентгеноаморфного вещества в перлите составляет 100%, что говорит о его потенциально высокой реакционной активности и пригодности в качестве основного компонента в геополимерных вяжущих. Это подтверждается результатами ранее проводимых исследований [6, 8]. Доминирующими минеральными образованиями используемого сырьевого материала являются скрытокристаллические высокотемпературные фазы кремнезема – тридимит и кристоболит. Полевошпатные минеральные образования (адуляр [7]), вероятно также представлены в виде нанолитов, их физико-механические характеристики представлены в табл. 3.

Соотношение основных оксидов в породе равно 6,46, что также является удовлетворительным показателем в геополимеризационных процессах (табл. 3).

Микроструктурный анализ перлита показал, что данный материал состоит преимущественно из стекловидных зерен без явных признаков присутствия кристаллических фаз в структуре (рис. 1), подтверждая тем самым результаты РФА-анализа (табл. 2).

Исследование и подбор эффективных способов механической активации алюмосиликатного сырья производили при рассмотрении трех основных способов измельчения: помол в шаровой мельнице (МЛ-1му), планетарной (МП/0,5) и вибрационной (ИВ-1).

Анализ эффективности предложенных способов механоактивации сырья производили путем определения кинетики изменения удельной поверхности материала в течение 30 мин с замерами получаемых значений через каждые 10 мин соответственно для каждого типа помола. Результаты представлены в табл. 4 и на рис. 2.

Данные эксперимента показали, что увеличение удельной поверхности материала при помоле в мелушем агрегате вибрационного типа происходит плавно после резкого скачка в течение первых 30 мин без существенного прироста в течение последующих 60 мин дезинтеграции (прирост удельной поверхности S_{уд} во временном интервале помола 30–90 мин составил 22%), обеспечивая максимальное значение S_{уд} на стадии помола 90 мин, равное 397 м²/кг (рис. 2). В табл. 4 показана зависимость удельной поверхности перлита от параметров помола. В шаровой мельнице диспергационный процесс проходит менее интенсивно, чем в вибрационной, обеспечивая минимальное значение S_{уд} материала (190 м²/кг) после помола длительностью 90 мин в сравнении с другими помольными агрегатами (прирост удельной поверхности в интервале помола 30–90 мин в данном случае составил 58%).

При помоле в планетарной мельнице наблюдается резкий прирост показателя S_{уд} в первые 30 мин с последующим интенсивным его увеличением на протяжении всего периода помола (прирост значения удельной поверхности в интервале помола 30–90 мин S_{уд} составил 86%) (рис. 2). Это свидетельствует о наиболее высокой диспергационной эффективности данного помольного агрегата по отношению к исследуемому алюмосиликату в сравнении с двумя другими мельницами.

Установление зависимости характера структурообразования алюмосиликатной вяжущей системы от химической природы активирующего агента производили при использовании четырех активаторов, обеспечивающих в водном растворе высокощелочную среду (pH≥13): 1) гидроксида натрия; 2) гидроксида калия; 3) жидкого стекла; 4) карбоната натрия (табл. 5). Выбор активаторов для использования их в качестве сырьевого компонента при производстве материала основывается на их способности создать достаточную щелочную среду для протекания в материале наиболее полного растворения алюмосиликатной составляющей и последующей реакции геополимеризации в вяжущей системе. Выбор

Таблица 4

Тип измельчающего оборудования	Шаровая мельница			Планетарная мельница			Вибрационная мельница		
	Длительность помола, мин								
Параметр	30	60	90	30	60	90	30	60	90
Удельная поверхность, м ² /кг	120	155	190	245	362	457	325	364	397

Таблица 5

Активатор	Плотность, г/см ³	Растворимость, г/100 мл	Количество примесей, мас. %
NaOH	2,13	108,7	1,5
KOH	2,1	117,9	0,5
Жидкое стекло	1,4	–	–
Na ₂ CO ₃	2,53	21,8	1

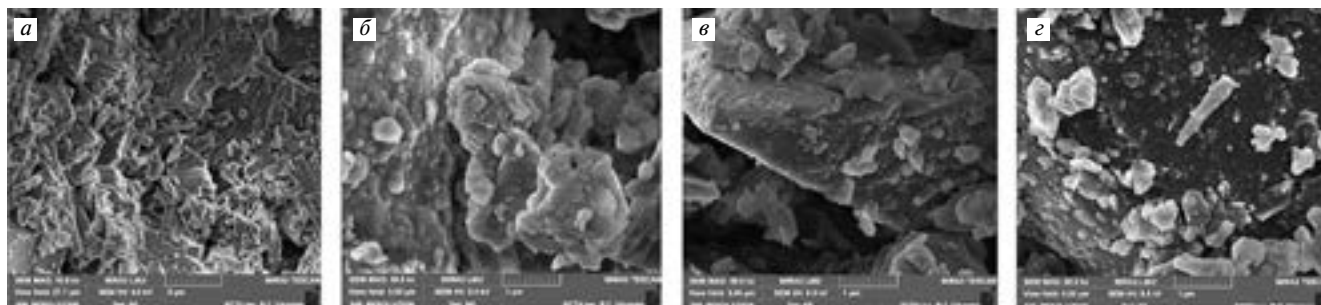


Рис. 4. Микроструктура геополимерного вяжущего на основе различных типов щелочного активатора: а – NaOH; б – KOH; в – Na₂CO₃; г – Na₂SiO₃

активирующих агентов обоснован их возможностью обеспечивать в водном растворе реакционную среду с высокой щелочностью. В табл. 5 приведены сравнительные характеристики активаторов.

Как было установлено в исследованиях В.Д. Глуховского [9], щелочи NaOH, KOH, метасиликат натрия (жидкое стекло) и карбонат натрия создают насыщенный щелочной раствор, способствующий быстрой деструктуризации рентгеноаморфной фазы алюмосиликатного компонента до состояния коллоидной субстанции, обеспечивающей дальнейшую кристаллизацию щелочалюмосиликатной системы и создание новых структурных форм.

Для наиболее эффективной работы щелочного активатора в материале при протекании процессов деструктуризации и полимеризации его необходимо вводить в форме насыщенного водного раствора. Количество вводимой воды должно быть минимальным, вследствие чего предпочтительным для использования в качестве основного активатора выступают водные растворы гидроксида натрия и калия с самыми высокими параметрами растворимости (табл. 5), способные при малом количестве воды давать насыщенные растворы. Из выбранных активаторов при прочих равных условиях карбонат натрия обладает наименьшей растворимостью.

Для выявления эффективности работы выбранных активирующих агентов были заформованы составы перлитового геополимерного вяжущего на разных активаторах. Для соблюдения равенства условий эксперимента для всех составов был использован перлит с $S_{уд} = 567 \text{ м}^2/\text{кг}$.

При формировании составов алюмосиликатного вяжущего использовали водные растворы щелочных активаторов, что позволило добиться наиболее равномерного распределения щелочи в системе, тем самым обеспечивая более эффективное протекание процессов геополимеризации по всему объему формируемого материала.

Отформованные составы вяжущего подвергали тепловой сушке при 65°C в течение 12 ч, после чего набор прочности образцов продолжался в естественных условиях.

Для изучения кинетики изменения во времени прочностных характеристик перлитовых геополимерных систем на основе различных типов щелочных активаторов были определены показатели прочности при сжатии для затвердевших вяжущих в разном возрасте твердения (рис. 3).

Согласно приведенным экспериментальным данным (рис. 3), образцы вяжущих, активированные карбонатом и силикатом натрия (Na₂CO₃ и Na₂SiO₃), продемонстрировали практически нулевую прочность как на начальном этапе твердения, так и в возрасте 28 сут. Наиболее высокие показатели прочности (однако со слабой интенсивностью на начальных сроках твердения – 2,8 МПа) показали составы, активированные щелочью NaOH. С резким скачком прочности на третьи сутки проявили себя образцы вяжущих, активированных KOH.

Можно сделать вывод, что для данного типа алюмосиликатного компонента наиболее эффективным активатором является NaOH, что, вероятно, вызвано более выгодными условиями для полимеризации алюмосиликатного геля с участием атомов Na⁺, чем с более крупными атомами K⁺, а также оптимальным сочетанием очередности и интенсивности протекания химических процессов. В то же время щелочные агенты Na₂CO₃ и Na₂SiO₃ не работают как активаторы для перлита.

Следует отметить, что у составов на основе метасиликата и карбоната натрия на поверхности были обнаружены значительные высолы, свидетельствующие о том, что часть вводимых в состав веществ не вступила в реакцию с перлитом, что также свидетельствует о низкой активирующей способности данных компонентов по отношению к перлиту, подтверждающейся показателями прочности соответствующих экспериментальных образцов (рис. 3).

Микроструктурные особенности оптимальных составов геополимерного перлитового вяжущего с использованием NaOH в качестве щелочного компонента в возрасте 28 сут показали наличие плотной монолитной структуры и отсутствие явно выраженных кристаллических образований (рис. 4).

Также наблюдаются округлые частицы не полностью прореагировавшего перлита с практически нераз-

личимой зоной контакта новообразовавшаяся фаза — зерно перлита, что говорит о двух фактах:

— незавершенный процесс полимеризации — растворения алюмосиликатного компонента (перлита) с последующим образованием стекловидной щелочалюмосиликатной субстанции;

— наличие высокой адгезии между новообразующимися фазами и непрореагировавшими частицами алюмосиликатного компонента, что обеспечивает высокие показатели прочности и низкие значения водопоглощения затвердевшего геополимерного камня.

Микроструктура образцов перлитового геополимерного вяжущего на основе КОН аналогично системе, содержащей NaOH, характеризуется наличием аморфной субстанции, растворенной в щелочи алюмосиликатной составляющей (рис. 4), подтверждающей протекание геополимеризационных процессов и формирование прочной структуры (рис. 3).

Отсутствие явного химического взаимодействия щелочного активатора и алюмосиликатного компонента четко наблюдается на микрорентгоснимках составов вяжущих на основе Na_2CO_3 и Na_2SiO_3 , где практически полностью отсутствует аморфная составляющая и в большом количестве наблюдаются изолированные хлопьеобразные формирования, которые могут быть отнесены к продуктам карбонатизации щелочных агентов.

Проведенное исследование, направленное на изучение влияния типа диспергационного воздействия на размоловоспособность перлита Мухорталинского месторождения и кинетику изменения его удельной поверхности, показало, что наиболее высокая диспергационная эффективность по отношению к перлиту характерна для планетарной мельницы, обеспечивающей наиболее высокую размоловоспособность и удельную поверхность в сравнении с вибрационной и шаровой мельницами.

Установлена наиболее высокая степень активирующей способности щелочей NaOH и КОН по отношению к алюмосиликатной составляющей перлита, что подтверждается особенностями микроструктуры затвердевших систем, а также наиболее высокими значениями прочностных характеристик образцов экспериментальных составов, что связано с размерно-атомной совместимостью, а также протеканием химических процессов в щелочеактивированной системе с оптимальными для них очередностью и эффективностью.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012–2016 годы с использованием оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы

1. Хозин В.Г., Хохряков О.В., Сибгатуллин И.Р., Гиззатуллин А.Р., Харченко И.Я. Карбонатные цементы низкой водопотребности — зеленая альтернатива цементной индустрии России // *Строительные материалы*. 2014. № 5. С. 76–82.
2. Грызлов В.С., Фоменко А.И., Федорчук Н.М., Бусыгин Н.С., Тургумбаева Х.Х., Бейсекова Т.И., Лапшина И.З. Электротермофосфорные шлаки как основа вяжущих композитов // *Строительные материалы*. 2014. № 10. С. 66–69.
3. Алфимова Н.И., Вишневецкая Я.Ю., Трунов П.В. Влияние сырья вулканического происхождения и режимов твердения на активность композиционных вяжущих // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2011. № 1. С. 10–14.
4. Лесовик В.С., Жерновой Ф.Е., Глаголев Е.С. Использование природного перлита в составе сме-

5. шанных цементов // *Строительные материалы*. 2009. № 6. С. 84–87.
5. Kozhuhova N.I., Zhernovskiy I.V., Osadchaya M.S., Strokova V.V., Tchizhov R.V. On the Question of the Choice of Natural and Man-Made Materials for Geo-Polymer Binders // *Research Journal of Applied Science*. 2014. Vol. 9 (12). pp. 1034–1039.
6. Фомина Е.В., Кожухова М.И., Кожухова Н.И. Оценка эффективности применения алюмосиликатной породы в составе композиционных вяжущих // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2013. № 5. С. 31–35.
7. Гордиенко И.В., Жамойцина Л.Г. Мухорталинское перлит-цеолитовое месторождение // *Месторождения Забайкалья*. Т. 1: Кн. 2. М.: Геоинформмарк, 1995. С. 226–233.
8. Чижов Р.В., Кожухова Н.И., Жерновский И.В., Коротких Д.Н., Фомина Е.В., Кожухова М.И. Фазаобразование и свойства алюмосиликатных вяжущих негидратационного типа твердения с использованием перлита // *Строительные материалы*. 2015. № 3. С. 34–36.
9. Глуховский В.Д. Щелочные и щелочно-земельные гидравлические вяжущие и бетоны. Киев: Вища школа, 1979. 232 с.

References

1. Hozin V.G., Hohryakov O.V., Sibgatullin I.R., Gizzatullin A.R., Harchenko I.Y. Low water demand calcite cement — green alternative of Russian cement industry // *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. 2014. № 5, pp. 76–82. (In Russian).
2. Gryzlov V.S., Fomenko A.I., Fedorchuk N.M., Busygin N.S., Turgumbaeva H.H. Beisekova T.I., Lapshina I.Z. Phosphoric slags as base of binding composites // *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. 2014. № 10, pp. 66–69. (In Russian).
3. Alfimova N.I., Vishnivskaya Y. Y., Trunov P.V. Influence of volcanic raw materials and curing conditions on composite binders activity // *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova* [Bulletin of Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov]. 2011. № 1, pp. 10–14. (In Russian).
4. Lesovik V.S., Zhernovoy F.E., Glagolev E.S. Utilization of natural perlite in blended cement // *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. 2009. № 6, pp. 84–87. (In Russian).
5. Kozhuhova N.I., Zhernovskiy I.V., Osadchaya M.S., Strokova V.V., Tchizhov R.V. On the Question of the Choice of Natural and Man-Made Materials for Geo-Polymer Binders // *Research Journal of Applied Science*. 2014. Vol. 9 (12), pp. 1034–1039.
6. Fomina E.V., Kozhukhova M.I., Kozhukhova N.I. Estimation of efficiency of aluminosilicate rocks application in composite binders // *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova* [Bulletin of Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov]. 2013. № 5, pp. 31–35. (In Russian).
7. Gordienko I.V., Zhamoitsina L.G. Mukhotalinskoe perlitseolitovoe mestorozhdenie [Mukhotalinsk perlite-zeolite deposit]. Transbaikalia Moscow. 1995, pp. 226–233.
8. Chizhov R.V., Kozhukhova N.I., Zhernovskiy I.V., Korotkih D.N., Fomina E.V., Kozhukhova M.I. Phase formation and properties of perlite based aluminosilicate binders with non-hydration hardening type // *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. 2015. № 3, pp. 34–36. (In Russian).
9. Glukhovskiy V.D. Schelochnye i schelochno-zemelnye gidravlicheskie vyazhushchie i betony [Alkaline and alkali-earth hydraulic binders and concretes]. Kiev. 1979. 232 p.

УДК 620.178: 621.384.5

В.Н. КОРНОПОЛЬЦЕВ, канд. техн. наук, Д.М. МОГНОНОВ, д-р хим. наук,
О.Ж. АЮРОВА, канд. техн. наук (chem88@mail.ru)

Байкальский институт природопользования Сибирского отделения РАН (670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6)

Антифрикционные металлополимерные материалы для строительных машин, механизмов и транспорта, эксплуатируемых в условиях российского Севера и Арктики*

Рассмотрена возможность увеличения эксплуатационных параметров листовых антифрикционных материалов при изменении состава композиций на основе политетрафторэтилена и повышения адгезионной связи полимерной композиции с металлическими подложками. Анализ триботехнических показателей обеспечит достоверный скрининг сроков эксплуатации строительных машин, механизмов и транспорта в различных климатических условиях, в том числе российского Севера и Арктики.

Ключевые слова: политетрафторэтилен, дисперсные наполнители, композиты, трение, износ.

V.N. KORNOPOL'TSEV, Candidate of Science (Engineering) (kompo@mail.ru) D.M. MOGNONOV, Doctor of Science (Chemistry) (dmog@binm.bscnet.ru) O. Zh. AYUROVA, Candidate of Science (Engineering) (chem88@mail.ru)
Baikal Institute of Nature Management Siberian Branch of the Russian Academy of Science (6, Sakhyanovoy street, Republic of Buryatia, Ulan-Ude, 670047, Russian Federation)

Antifricition Metal-Polymer Materials for Construction Equipment, Machinery and Transport Operated in the Conditions of the Russian North and the Arctic*

The possibility of increasing of the operating parameters of sheet antifricition materials at change of composition of composites based on polytetrafluoroethylene and enhance of the adhesive bond of the polymer composites to a metal substrate are considered. Analysis of the tribological characteristics ensures reliable screening of the dates of operation of construction machinery and transport in different climatic conditions, including the Russian North and the Arctic.

Keywords: polytetrafluoroethylene, particulate fillers, composites, friction, wear.

Проблема износа и отказа строительной техники, оборудования и транспорта, эксплуатируемых в зимний период в условиях Крайнего Севера и Сибири, во многом связана с низкой работоспособностью смазочных материалов. С увеличением парка крупнотоннажной техники, различного строительного оборудования и транспорта при освоении северных районов возникает необходимость альтернативных материалов, способных работать без смазки.

Одним из перспективных подходов при создании самосмазывающихся материалов является металлокерамический способ формирования на стальной подложке пористого бронзового слоя толщиной 0,25–0,3 мм, поры которого заполнены композитом на основе различных полимерных материалов и дисперсных наполнителей [1]. При этом появляется возможность получения пористого слоя бронзы и полимерных композиций разнообразных составов. Такие листовые металлополимерные материалы работоспособны в широких интервалах температуры и нагрузок, обладают жесткостью стальной основы, теплопроводностью пористого бронзового слоя, высокими антифрикционными свойствами полимерных композиций, и могут использоваться в узлах трения в виде подшипников, опор скольжения, направляющих и т. п. в строительной отрасли при различных климатических условиях, в том числе российского Севера и Арктики.

Ранее [2, 3] был предложен кассетный способ получения листовых комбинированных материалов путем

применения бронзолатунных сеток для формирования пористого бронзового слоя, свободное пространство которого заполнено полимерным композиционным материалом.

В настоящее время ассортимент возможных полимерных композиций достаточно широк, однако с позиций триботехнического назначения в широком температурном диапазоне эксплуатации (+240 – -200°C) наибольший интерес представляют полимерные композиции на основе политетрафторэтилена (фторопласт, ПТФЭ) [4, 5].

Цель настоящей работы – разработка состава и технологии получения листовых антифрикционных металлофторопластовых материалов (ЛМФМ), изучение их триботехнических и деформационно-прочностных показателей.

В качестве основы ЛМФМ использовали низкоуглеродистую сталь (Ст10 или Ст20) толщиной 1 мм. В качестве пористого слоя использовали бронзолатунную сетку (ГОСТ 3583–73). Пores бронзового слоя заполняли прямым прессованием композиционной шихтой на основе ПТФЭ марки ПН (ГОСТ 10067–86) и наполнителей: свинец марки ПСА (ГОСТ 16138–78), диоксид свинца (ГОСТ 4616–78) и коксографитовая (КГ) мука, полученная путем размолла компонентов в шаровой мельнице. Термообработку изделий выполняли при 367–377°C.

Испытание на износ проводили по схеме вращающийся вал–неподвижный вкладыш ($V=2$; 3 м/с, $S=2$; 4 см²)

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президиума РАН 44 П «Поисковые фундаментальные исследования в интересах развития арктической зоны Российской Федерации».

*This work was financially supported by a grant of the Presidium of Russian Academy of Sciences 44 P «Search fundamental research in the development of the Arctic zone of the Russian Federation».

на машине трения СМТ-1. Время непрерывной работы машины составляло 3–15 ч. В качестве контртела использовали втулку из стали Ст45 ($d_{вн}; d_{н} = 22; 38$ мм, $h = 35$ мм) с диффузионно-борированным покрытием по способу [6], $R_a = 0,63$. Температуру образца измеряли с обратной стороны вкладыша хромель-копелевой термопарой. Линейный износ Δh определяли как разницу толщины вкладыша до и после испытания на микрометре МТ. Данные экспериментов представлены как среднее арифметическое из пяти образцов для каждого изделия.

Прочность при сдвиге определяли на универсальной электромеханической испытательной машине Instron 3367.

При выборе дисперсных наполнителей для ПТФЭ с целью увеличения допустимой скорости скольжения ЛМФМ остановились на порошковом свинце, который в сочетании с бронзой позволяет достичь хороших результатов [7, 8].

Оптимизация количества наполнителя [9] показала, что в предлагаемом кассетном способе получения ЛМФМ существует оптимальная концентрация свинца (62–63 мас. %) как наполнителя полимерной матрицы на основе порошкового ПТФЭ. Однако математическое планирование эксперимента и триботехнические испытания [10] показывают, что с увеличением его процентного содержания можно ожидать повышения износостойкости рабочего слоя ЛМФМ. Увеличение концентрационного наполнения ПТФЭ может быть достигнуто использованием дополнительного наполнителя. Было показано [11], что введение в полимерную матрицу оксида свинца (PbO_2) позволяет не только увеличить общее содержание минерального наполнителя, но и положительно сказывается на деформационно-прочностных показателях высоконаполненных композиций на основе ПТФЭ. Установлен композиционный состав для заполнения пористого слоя МФМ, который включает 70–71 мас. % свинца, 4–5 мас. % оксида свинца и 25 мас. % ПТФЭ.

Увеличить объем наполнения ПТФЭ свинцом до 70 мас. % удастся путем замены части ПТФЭ коксографитовой мукой в количестве 4–5 мас. %. В этом случае можно ожидать восстановления оксидной пленки на частицах свинца, что обеспечит его большую текучесть для более успешного диспергирования расплавленных частиц свинца в полимерном объеме. Тем не менее вытеснения свинца из полимерной матрицы не наблюдается из-за частичной пропитки углеграфитового материала или повышенной пористости объема композита в присутствии углеграфитового наполнителя.

Проведенные сравнительные триботехнические испытания при $V = 3$ м/с (см. таблицу) и пошаговом увеличении удельной нагрузки с 0,75 до 1,5 МПа продолжительностью 15 ч работы в одном режиме показали, что при использовании в качестве дополнительной добавки двуокиси свинца при средних нагрузках наблюдается снижение коэффициента трения на 5–10% (0,09–0,1), однако при увеличении нагрузки происходит более интенсивный его рост с более резким ростом температуры трения до предельно допустимого значения в 250°C, что, вероятно, объясняется образованием более жесткой структуры в полимерной матрице за счет окисления свинца.

Введение КГ муки на увеличение нагрузочно-скоростного фактора повлияло еще более негативно из-за низкой работоспособности углеграфитовых материалов при трении без дополнительной смазки при высоких скоростях скольжения. Трибоиспытания показали, что температура с обратной стороны вкладышей достигала предельно допустимой нормы на седьмой час непрерывного трения при $pV = 1,25$ МПа×3 м/с. Однако введение углеграфитовой добавки значительно увеличило

Таблица 1

Материал полимерной композиции, мас. %	Параметры трения		
	P, МПа	t_c , °C	$f_{тр}$
65 Pb + 35 ПТФЭ	0,75	130–140	0,14–0,15
	1	175–185	0,13–0,14
	1,25	190–200	0,12–0,13
	1,5	210–220	0,10–0,11
70 Pb + 25 ПТФЭ + 5 PbO ₂	0,75	120–130	0,13–0,14
	1	165–175	0,11–0,12
	1,25	170–190	0,09–0,1
	1,5	230–240	0,11–0,13
70 Pb + 25 ПТФЭ + 5 коксографитовой муки	0,75	150–170	0,14–0,15
	1	180–190	0,13–0,14
	1,25	220–260	0,14–0,17

износостойкость приработочного слоя фторопластовой композиции. При более высокой температуре и коэффициенте трения приработочный период до вступления верхушек бронзового каркаса в контакт с поверхностью контртела увеличился более чем в три раза.

Увеличение адгезионной связи ПТФЭ-композиции с пористым металлическим каркасом. Большое свободное пространство металлокерамического каркаса позволяет применять для его заполнения сухие порошковые смеси на основе ПТФЭ методом прямого прессования. Удельное давление прессования при этом не превосходит традиционные, а при увеличении температуры позволяет его несколько уменьшить. Кроме того, спекание фторопластовой композиции производится в кассете под давлением, создаваемым предварительным сжатием пакета и расширением ПТФЭ при спекании. Имея ограничения в перемещении при термическом расширении кроме незаполненных при прессовании пор, можно ожидать более прочной связи фторопластовой композиции с металлическим пористым каркасом за счет как механической, так и химической составляющих адгезионных сил [12–14]. Исследования [15] показали, что при спекании пленки ПТФЭ толщиной 60 мкм в плотно сжатой кассете прочность сцепления с подложками из стали Ст3 и алюминия достигает значения 12 МПа, для латуни Л60 – 8,5 МПа и самые низкие значения получены для меди – 6 МПа.

Так как пористый рабочий слой ЛМФМ состоит из медьсодержащих сплавов, с целью увеличения связи полимерного слоя с бронзовым каркасом была предложена технология нанесения фторопластовой компози-

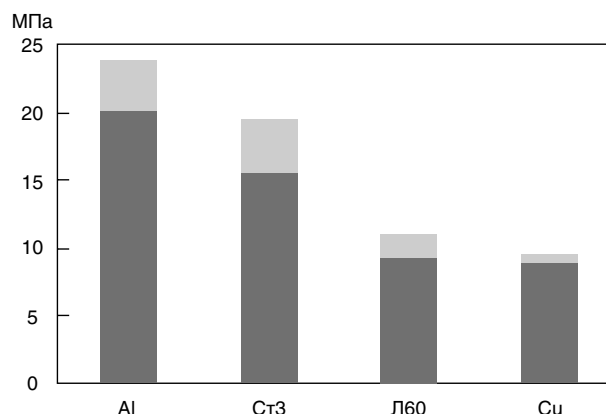


Рис. 1. Прочность при сдвиге композиционных материалов ПТФЭ-ПБИ-металл

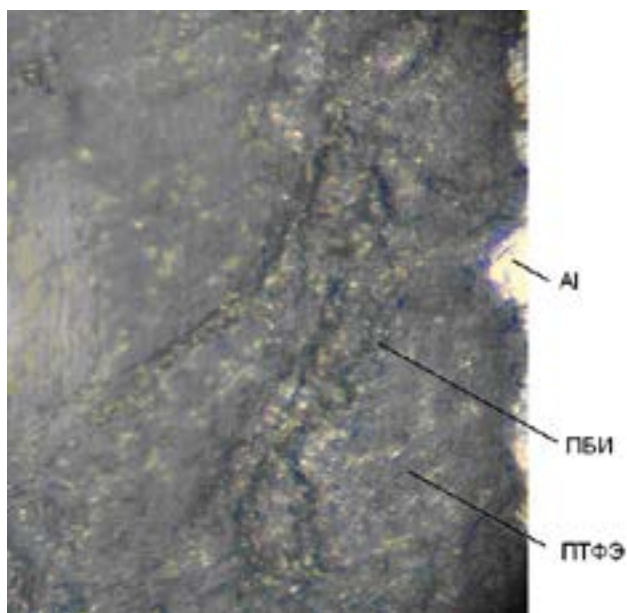


Рис. 2. Микрофотография поперечного шлифа планарного материала Al-ПБИ-ПТФЭ: $\times 400$

ции через промежуточный слой с использованием полимерного адгезива. В качестве промежуточного слоя были предложены полигетероарилены (полибензимидазол) [16], что обусловлено их высокой термостойкостью, хорошими адгезионными и механическими свойствами. Особенность предложенного способа заключается в том, что полигетероарилены используются не в виде порошков, а в виде раствора этих полимеров в органическом растворителе. Это позволяет использовать метод нанесения раствора в виде тонкого промежуточного слоя распылением. При последующем нанесении порошковой смеси на основе ПТФЭ происходит взаимодиффузия полимерных сегментов с образованием переходного слоя, что приводит к увеличению адгезионной связи с металлическим каркасом (рис. 1). Оптические исследования поперечных шлифов планарного материала Al-ПБИ-ПТФЭ с помощью металлографического микроскопа показали, что в межфазной области происходит взаимопроникновение сегментов полимерных цепей (рис. 2).

Для появления взаимодиффузии необходимо наличие совместимости, а большинство полимерных пар несовместимо, в том числе ПБИ и ПТФЭ. Однако статистико-термодинамические теории предсказывают, что в межфазном слое вследствие минимализации межфазной энергии будет наблюдаться определенная взаимодиффузия сегментов полимеров [14]. Согласно диффузионной теории адгезии, предложенной С.С. Воюжким, взаимодиффузия сегментов полимерных цепей повышает механическую прочность межфазной зоны [12–14], что подтверждается результатами исследования (рис. 1).

При формировании адгезионных соединений полимер-металл одновременно развиваются каталитические и диффузионные процессы [12]. Предположения о возможности диффузии ионов металла в полимер при вы-

Список литературы

1. Ахвердиев К.С., Воронцов П.А., Семенов А.П. Расчет и конструирование гидродинамических подшипников скольжения с металлополимерными вкладышами. Ростов-н/Д: Издательство Рост. гос. ун-та путей сообщения, 1999. 205 с.

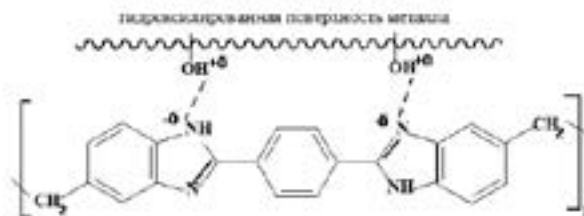


Рис. 3. Возможная схема взаимодействия полибензимидазола с поверхностью металла

сокой температуре высказывались давно. Каталитическая активность металлов (медь, железо, алюминий) различная. При образовании адгезионного соединения полимер-металл решающую роль приобретают каталитические реакции взаимодействия полимера с металлом, в процессе которого происходит реакция полимера с гидроксилами оксидной пленки металла с образованием водородных связей (рис. 3) [12, 17, 18].

Однако в некоторых случаях при формировании пористого слоя из высокодисперсных порошков меди и олова возникают проблемы с получением участков спаянных столбцов, обладающих низкой пористостью, уменьшающие механическое сцепление с впрессовываемой композицией на основе порошкового ПТФЭ. Чаще всего это проявляется при формировании тонких слоев бронзового каркаса (менее 0,1 мм).

Выводы.

1. Разработанный материал, состоящий из стальной основы, пористого бронзового каркаса, сформированного предварительным припеканием бронзолатунной сетки, поры которого заполнены порошковой шихтой из ПТФЭ и свинца, обеспечивает высокий ресурс при трении всухую.

2. Для дальнейшего увеличения эксплуатационных показателей разработанных ЛМФМ установлена возможность дополнительной модификации фторопластовой композиции. Применение малого количества двуокиси свинца или коксографитовой муки приводит к увеличению пороговой концентрации металлического свинца в полимерной матрице. При использовании двуокиси свинца можно ожидать уменьшения потерь на трение при высоких скоростях скольжения и средних нагрузках, а использование коксографитовой муки позволяет создавать материалы с высокой износостойкостью, рекомендуемые для эксплуатации опор скольжения, эксплуатируемых при средних скоростях скольжения и высоких нагрузках.

3. Установлено, что использование полибензимидазола в качестве адгезива увеличивает адгезию ПТФЭ к металлическим поверхностям за счет образования переходного слоя в результате взаимодиффузии. Прочность при сдвиге склеенных образцов с металлической подложкой составляет 20–24 МПа.

4. Показано, что растворы полигетероариленов можно использовать в качестве весьма эффективных адгезивов при соединении ПТФЭ с металлическими поверхностями; прочность полученных адгезионных соединений превосходит когезионную прочность ПТФЭ. Разработанный способ позволяет использовать ПБИ в качестве аэрозолей.

References

1. Akhverdiev K.S., Vorontsov P.A., Semenov A.P. Raschet i konstruirovaniye gidrodinamicheskikh podshpinnikov skol'zheniya s metallopolimernymi vklad'shami [Calculation and design of hydrodynamic plain bearings with metal-polymer liners]. Rostov on Don:

2. Патент РФ № 1418999. *Способ получения биметаллического металлофторопластового материала* / Корнопольцев Н.В. 20.10.1993.
3. Патент РФ № 2277997. *Способ получения комбинированного металлофторопластового материала* / Бузник В. М., Корнопольцев В. Н., Корнопольцев Н. В., Могнонов Д.М., Рогов В.Е. Заявл. 21.10.2004. Опубл. 20.06.2006. Бюл. № 17.
4. Погосян А.К. Трение и износ наполненных полимерных материалов. М.: Наука, 1977. 137 с.
5. Истомин Н.П., Семенов А.П. Антифрикционные свойства композиционных материалов на основе фторполимеров. М.: Наука, 1981. 131 с.
6. Ворошнин Л.Г., Абачараев М.М., Хусид Б.М. Кавитационно-стойкие покрытия на железоуглеродистых сплавах. Минск: Наука и техника, 1987. 248 с.
7. Patent of Australia № 582577. Bearing material and method of making PTFE based tape suitable for impregnation into a porous metal matrix of the bearing material / Pratt G.C., Montpetit M.C., Lytwynec M.D. AU-B-41845/85, 1985.
8. Pratt G.C. Plastic-Based Bearing – Lubrication and Lubricants // Ed. E.R / Braithwaite. Amsterdam; London; New York: Elsevier Publ. Co., 1967. pp. 377–426.
9. Корнопольцев В.Н., Корнопольцев Н.В., Могнонов Д.М. и др. Оптимизация состава металлофторопластового материала на стальной подложке // *Химия в интересах устойчивого развития*. 2005. № 13. С. 757–765.
10. Корнопольцев В.Н., Корнопольцев Н.В., Могнонов Д.М. Испытания металлофторопластовых листовых антифрикционных материалов при скоростях скольжения до 3 м/с // *Трение и износ*. 2009. Т. 30. № 4. С. 385–389.
11. Корнопольцев В.Н., Могнонов Д.М. Диоксид свинца как модификатор композиционных материалов на основе политетрафторэтилена // *Вопросы материаловедения*. 2010. № 1. С. 72–77.
12. Басин В.Е. Адгезионная прочность. М.: Химия, 1981. 208 с.
13. Кинлок Э. Адгезия и адгезивы. М.: Мир, 1991. 485 с.
14. Ву С. Межфазная энергия, структура поверхностей и адгезия между полимерами. Полимерные смеси / Под ред. Д. Пола и С. Ньюмена. Т. 1. М.: Мир, 1981. С. 282–336.
15. Аюрова О.Ж., Корнопольцев В.Н., Могнонов Д.М., Максанова Л.А. Адгезия пленки политетрафторэтилена к металлическим поверхностям // *Вопросы материаловедения*, 2011. № 3(67). С. 96–100.
16. Патент РФ № 2490371. *Способ получения фторопластового антиадгезионного покрытия на металлических поверхностях* / Корнопольцев В.Н., Могнонов Д.М., Аюрова О.Ж., Бурдуковский В.Ф., Холхоев Б.Ч. Заявл. 19.04.2012. Опубл. 20.08.2013. Бюл. № 23.
17. Пол Д. Межфазные добавки, способствующие совместимости в смесях полимеров. Полимерные смеси / Под ред. Д. Пола и С. Ньюмена. М.: Мир, 1981. Т. 2. С. 39–67.
18. Фрейдин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений. М.: Химия, 1971. 256.
- Publishing office of the Rostov state transport university. 1999. 205 p.
2. Patent RF #1418999. *Sposob polucheniya bimetallichesko metalloftoroplastovogo materiala* [The method of producing of bimetallic metal-fluoroplastic material] Kornopol'tsev N.V. 20.10.1993. (In Russian).
3. Patent RF #2277997. *Sposob polucheniya kombinirovanogo metalloftoroplastovogo materiala* [The method of producing of combined metal-fluoroplastic material] Buznik V.M., Kornopol'tsev V.N., Kornopol'tsev N.V., Mogonov D.M., Rogov V.E. Declared 21.10.2004. Published 20.06.2006. Bulletin No. 17. (In Russian).
4. Pogosyan A.K. *Trenie i iznos napolnennykh polimernykh materialov* [Friction and wear of filled polymer materials]. Moscow: Nauka. 1977. 137 p.
5. Istomin N.P., Semenov A.P. *Antifriktsionnye svoistva kompozitsionnykh materialov na osnove ftoropolimerov* [Anti-friction properties of composite materials based on fluoropolymers]. Moscow: Nauka. 1981. 131 p.
6. Voroshnin L.G., Abacharaev M.M., Khusid B.M. *Kavitatsionnostoikie pokrytiya na zhelezuoglerodistykh splavakh* [Cavitation resistant coating on iron-carbon alloys]. Minsk: Nauka i tehnika. 1987. 248 p.
7. Patent of Australia № 582577. Bearing material and method of making PTFE based tape suitable for impregnation into a porous metal matrix of the bearing material / Pratt G.C., Montpetit M.C., Lytwynec M.D. AU-B-41845/85. 1985.
8. Pratt G.C. *Plastic-Based Bearing – Lubrication and Lubricants*. Ed. E.R. Braithwaite. Amsterdam; London; New York: Elsevier Publ. Co. 1967, pp. 377–426.
9. Kornopol'tsev V.N., Kornopol'tsev N.V., Mogonov D.M. et al. Optimization of the composition of metal-fluoroplastic material on the steel substrate. *Khimiya v interesakh ustoychivogo razvitiya*. 2005. No. 13, pp. 757–765. (In Russian).
10. Kornopol'tsev V.N., Kornopol'tsev N.V., Mogonov D.M. Tests of metal-fluoroplastic sheet anti-friction materials at sliding speeds up to 3 m/s. *Trenie i iznos*. 2009. Vol.30. No. 4, pp. 385–389. (In Russian).
11. Kornopol'tsev V.N., Mogonov D.M. Lead dioxide as a modifier of composite materials based on polytetrafluoroethylene. *Voprosy materialovedeniya*. 2010. No. 1, pp. 72–77. (In Russian).
12. Basin V.E. *Adgezionnaya prochnost'* [The adhesion strength]. Moscow: Khimiya. 1981. 208 p.
13. Kinlock E. *Adgeziya i adgezivy* [Adhesion and Adhesives]. Moscow: Mir. 1991. 485 p.
14. Wu S. Interfacial energy, surface structure and adhesion between the polymers. *Polymer blends*. Under red. D. Paul and S. Newman. Vol. 1. Moscow: Mir. 1981, pp. 282–336.
15. Ayurova O.Zh., Kornopol'tsev V.N., Mogonov D.M., Maksanova L.A. Adhesion of PTFE-film to metal surfaces. *Voprosy materialovedeniya*. 2011. No. 3 (67), pp. 96–100. (In Russian).
16. Patent RF #2490371. *Sposob polucheniya ftoroplastovogo antiadgezionnogo pokrytiya na metallicheskiykh poverkhnostyakh* [A method of producing of fluoroplastic antiadhesive coating on the metal surfaces]. Kornopol'tsev V.N., Mogonov D.M., Ayurova O.Zh., Burdukovskiy V.F., Kholhoev B.Ch. Declared 19.04.2012. Published 20.08.2013. Bulletin No. 23. (In Russian).
17. Paul D. Interfacial additives to promote compatibility in polymer blends. *Polymer blends*. Under red. D. Paul and S. Newman. Vol. 2. Moscow: Mir. 1981, pp. 39–67.
18. Freidin A.S. *Prochnost' i dolgovechnost' kleevykh soedineniy* [The strength and durability of adhesive joints]. Moscow: Chemistry. 1971. 256 p.

Подписка
на электронную версию
<http://rifsm.ru/page/5/>

УДК 620.171.3

П.Ю. МАТАР¹, канд. техн. наук (pmatar@ul.edu.l);
 В.Б. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ², канд. техн. наук (victoriapetrov@gmail.com),
 Т.Р. БАРКАЯ², канд. техн. наук, М.Ф. БАЙСАРИ¹, магистр, Л.С. ЭЛЬ-ХАСАНИЙЕ¹, инженер

¹ Ливанский университет (Ливан, г. Бейрут, Музейная площадь, Р.О. Вох 399)

² Тверской государственной технической университет (170026, г. Тверь, набережная Аф. Никитина, 22)

Пустотелые стеновые бетонные блоки с рециклированными заполнителями и стеклом

Лом бетонных конструкций является основным видом отходов строительства и сноса ветхих зданий и сооружений. Рециклированный заполнитель, получаемый в результате дробления бетонного лома, может быть повторно использован в качестве заполнителя при производстве бетонной смеси. Еще одним из ценных отходов строительства и сноса является стекло, которое также может быть рециклировано и использовано в качестве заполнителя в бетоне. Целью настоящей работы явилось изучение влияния рециклированных заполнителей и стекла на характеристики пустотелых стеновых бетонных блоков. Испытания проводились на четырех группах бетонных блоков, содержащих портландцемент, рециклированный заполнитель, рециклированное стекло и суперпластификатор, а также одной группе блоков, не содержащих рециклированные материалы. Были исследованы свойства бетонных смесей и блоков, получаемых на их основе.

Ключевые слова: стеновые бетонные блоки, рециклинг, заполнитель, стекло, свойства.

P.Y. MATAR¹, Ph.D. (pmatar@ul.edu.l); V.B. PETROPAVLOVSKAYA², Candidate of Sciences (Engineering) (victoriapetrov@gmail.com),
 T.R. BARKAYA², Candidate of Sciences (Engineering); M.F. BAYSSARY¹, M.Sc., L.S. EL-HASSANIEH¹, B.Eng.

¹ Lebanese University (P.O. Box 399, Jounieh, Badaro, Museum, Beirut - Lebanon)

² Tver State Technical University (170026, Tver, A. Nikitina Embankment, 22, Russian Federation)

Concrete Wall Hollow Blocks with Recycled Aggregates and Recycled Glass

The concrete scrap is a main type of waste of construction and demolition of shabby buildings. Filler is received as a result of crushing of concrete scrap. It can be repeatedly used in production of concrete mix. One more valuable withdrawal of construction and demolition is glass. It as filler in concrete can be also used. The purpose of this work is influence studying the retsikirovannykh of fillers and glass on characteristics of hollow wall concrete blocks. Tests were carried out on four groups of concrete blocks. They contained a portlandsement, retsikirovanny filler, retsikirovanny glass and supersoftener. One group of blocks didn't contain retsikirovanny materials. In work properties of the concrete mixes and blocks received on their basis were investigated.

Keywords: wall concrete blocks, recycling, filler, glass, properties.

Мировое производство бетона связано с добычей, переработкой и использованием около 20 млрд т песка и горных пород в год, сопровождаемыми пылеобразованием и необходимостью транспортировки, также являющимися серьезной нагрузкой на окружающую среду. Поэтому замена природных заполнителей на различные техногенные отходы, включая лом сносимых бетонных конструкций, может заметно снизить эту нагрузку [1].

В настоящее время ежегодно образуется свыше 1 млрд т отходов строительства и сноса [2]. Например, одно 5-этажное здание обычно производит около 15 тыс. т отходов.

Такие отходы, как правило, перевозятся на свалки. Однако во многих странах Европы при приеме отходов на полигоны требуют официальных доказательств того, что их невозможно переработать. Складирование строительного мусора на свалках стоит довольно дорого, и отходы дешевле перерабатывать, чем вывозить. Поэтому застройщикам выгоднее тратить средства, время и усилия на переработку и утилизацию строительных отходов, чем на вывоз их на свалку [2, 3].

Европейский союз и национальные политики большинства европейских стран поощряют местные органы власти к сведению до минимума производства отходов строительства и сноса и к поиску путей создания альтернативной замены природным ресурсам. Это означает, что при их соответствии техническим требованиям использование рециклированных заполнителей является столь же допустимым, как и природных.

С целью сохранения окружающей среды в некоторых странах были созданы законы, обязывающие рециклирование всех строительных отходов, в том числе бето-

The concrete world production is related to extraction, processing and use of about 20 billion tons of sand and rocks per year associated with dust and necessity of transport, which has a major impact on the environment. Therefore, the substitution of natural aggregates with different technogenic waste, including waste resulting from demolition of concrete structures, can significantly reduce this impact [1].

The global concrete industry currently produces over one billion tons of construction and demolition waste annually [2]. For example, a 5-storey building normally produces about 15000 tons of waste.

Such waste is usually transported to landfills. However, before reception of waste at landfills, many European countries require official evidence that this waste cannot be recycled. Storage of construction waste at landfills has a high cost, and recycling waste is less expensive than disposal. For this reason, spending money, time and efforts on processing construction waste is more beneficial for many developers than disposal at landfills [2, 3].

The European Union and national policies of most European countries are encouraging local authorities to minimize the production of construction and demolition waste and find ways to create replacement of natural resources. This means that recycled aggregates can be equally used like natural if they meet the technical requirements. In order to preserve the environment, some countries have established their laws obliging the recycling of construction material waste including concrete which can reduce the construction cost and preserve the forests and water in mountains.

Recycled aggregate represents a valuable resource. Using it as replacement of natural aggregate in concrete can give

на, реутилизация которого позволила бы уменьшить стоимость строительства и сохранить в первозданном виде леса и водные ресурсы в горах.

Рециклированный заполнитель представляет собой ценный ресурс. Его использование для замены природного заполнителя в бетоне может принести значительные энергетические и экологические преимущества. Производство и транспортировка природных заполнителей являются причиной выбросов, представляющих 0,0046 млн т углеродного эквивалента за каждую тонну природных заполнителей по сравнению с 0,0024 млн т углеродного эквивалента за тонну рециклированных заполнителей. С учетом мирового потребления 20 млрд т заполнителей в год для производства бетона замена природных на рециклированные заполнители сокращает выбросы. Это преимущество должно стать более значимыми с течением времени, поскольку истощение источников природных заполнителей навязывает поставки на большие расстояния, в то время как рециклированные заполнители обычно доступны поблизости [2].

Рециклирование бетона представляет собой одну из самых актуальных тем исследований в области материаловедения и науки об окружающей среде. Оно заключается в дроблении бетона, полученного в результате сноса старых конструкций, и просеивании полученных частиц и их дальнейшее использование в качестве заполнителей в новых бетонных смесях. Полученный заполнитель называется рециклированным заполнителем (РЗ), а новая бетонная смесь называется рециклированным бетоном (РБ). Повторное использование отходов бетонного камня во многих случаях весьма целесообразно и отвечает принципам концепции «устойчивого развития» («sustainable development»), основные положения которой предусматривают экономию материалов и энергии, повышение долговечности конструкций и уменьшение негативного воздействия на окружающую природу, в том числе сохранение невосполнимых источников природных ресурсов. Следует отметить, что в Великобритании, в частности, с целью сохранения природных ресурсов и стимулирования рециклинга введен налог на применение каждой тонны природного заполнителя (первичного сырья) в размере 1,6 фунта стерлингов [4].

Конечной целью рециклирования является вторичное использование отработанных строительных материалов или элементов конструкций для получения подобной продукции [5].

Исследования, проведенные в области рециклирования бетона, показали его значение в экономическом плане и для окружающей среды. Минимизация расходов на управление отходами (waste management) была основной целью для Германии. Таким образом, Германия оказалась первой страной, которая создала свои национальные рекомендации о рециклированном бетоне [6].

Рекомендации RILEM [7] содержат требования к свойствам рециклированного или вторичного заполнителя: по содержанию примесей, хлоридов, по гранулометрическому составу, средней плотности, водопоглощению, истираемости, прочности, морозостойкости и т. п.

Использование рециклированного заполнителя в бетонных смесях является предметом исследования ряда работ. В частности, работой [8] показано, что возможна замена части природного заполнителя рециклированным без значительной потери прочности бетона. Основным параметром, влияющим на прочность бетона при сжатии, является процентное содержание РЗ: чем выше их содержание, тем больше их отрицательное влияние на физико-механические свойства получаемого бетона.

significant energy and environmental interests. Production and transport of natural aggregates generate emissions representing 0.0046 million tons of carbon equivalent for each ton of natural aggregates, compared to only 0.0024 million tons of carbon equivalent for each ton of recycled aggregates. Taking into account the world consumption of 20 billion tons of aggregates per year for concrete production, replacing natural aggregates with recycled aggregates reduces emissions which can have great benefits to environment. These benefits shall become more important over time because the depletion of natural resources imposes important distances for aggregates delivery, while recycled aggregates are usually available nearby [2].

Concrete recycling is one of the most important research topics in material and environmental sciences. It consists in crushing the concrete resulting from demolition of old structures and screening obtained particles and using them as aggregates in new concrete mixes. The resulting aggregate is called recycled aggregate (RA) and new concrete mixture containing recycled aggregate is called recycled concrete (RC). Reusing of concrete stone waste in many cases is very reasonable and complies with the principles of the concept of sustainable development, principal provisions of which consider materials and energy savings, increase of structures durability, and reduction of negative impact on the environment including conservation of irreplaceable sources of natural resources. It should be noted that in the UK, in particular, in order to preserve natural resources and promote recycling, each ton of natural aggregate (raw material) is taxed at a rate of 1.6 GBP [4].

The ultimate goal of recycling is the reuse of processed building materials or construction elements to obtain similar products [5].

Studies performed in the domain of concrete recycling have shown its economic and environmental significance. Minimizing expenses on construction waste management has been the main goal of Germany. Therefore, Germany became the first country that had established its national guidelines for concrete recycling [6].

RILEM recommendation [7] contains requirements for recycled or secondary aggregate properties related to the impurities content, chloride ion content, particle size distribution, density, water absorption, abrasion resistance, strength, frost resistance, etc.

The use of recycled aggregate in concrete mixes was the subject of a series of studies. Research results [8] have shown that it is possible to replace a part of natural aggregates with recycled aggregates without significant loss of concrete strength. The main parameter influencing the compressive strength of concrete is the content percentage of recycled aggregates: the higher their content, the greater their negative influence on the physico-mechanical properties of obtained concrete.

It has been proven [9–12] that recycled aggregates have a negative impact on the workability of concrete mixture and the porosity, density, strength and durability of concrete. Tests have shown that recycled aggregate has a higher water demand than natural due to the angularity, rough texture and porosity of its surface, caused by the attached cement paste of original concrete. Porosity and high water demand of recycled aggregates reduces the workability of concrete mixture and creates additional pores in hardened concrete, which negatively affects the durability of concrete and reduces its density and compressive strength.

Recycled aggregates can be effectively used in the manufacture of concrete wall blocks. Light concrete grey block is characterized by fine surface texture and high enough durability. Concrete block usually weighs from 10 to 16 kg. Concrete mixture used for the production of such blocks

Было доказано [9–12], что РЗ оказывают негативное влияние на удобоукладываемость бетонной смеси и на пористость, среднюю плотность, прочность и долговечность бетона. Испытания показали, что РЗ имеет большую водопотребность, чем природный, что является результатом угловатости, грубой текстуры и пористости его поверхности, связанных с наличием на ней остатков растворной составляющей бетона. Пористость и высокая водопотребность приводят к снижению удобоукладываемости бетонной смеси, а также к образованию дополнительных пор в затвердевшем бетоне, что отрицательно влияет на долговечность бетона и способствует уменьшению его плотности и прочности при сжатии.

Рециклированные заполнители могут быть эффективно использованы в производстве стеновых бетонных блоков. Легкобетонный серый блок характеризуется мелкой поверхностной текстурой и достаточно высокой прочностью. Обычно бетонный блок весит от 10 до 16 кг. Бетонная смесь, используемая для производства таких блоков, содержит большее количество песка и меньшее количество щебня и воды, чем бетонные смеси, используемые для общестроительных работ. Таким образом, получается достаточно сухая смесь, при этом блок, получаемый при извлечении из формы, обладает хорошей формовочной прочностью. Кроме основных компонентов в бетонной смеси, которая используется для производства подобных блоков, могут содержаться различные химические добавки, необходимые для улучшения удобоукладываемости, регулирования процесса твердения и повышения прочности.

Исследования бетонных блоков [13] с РЗ показали, что их прочность несколько ниже прочности блоков на основе природных заполнителей. Основной причиной этой разницы является низкая плотность РЗ [13]. Установлено, что использование рециклированных заполнителей при введении дополнительного количества цемента позволяет производить бетонные блоки, имеющие характеристики, близкие по характеристикам к блокам с природными заполнителями. Согласно работам [14–16] средняя плотность блоков на основе РЗ снижается, а их водопоглощение увеличивается с увеличением содержания мелкозернистого рециклированного заполнителя, что обусловлено его более низкой плотностью по сравнению с речным песком.

Испытания [17] показали, что добавление цемента в количестве 10% по сравнению с обычно используемым его содержанием позволило производить бетонные стеновые блоки с прочностью, сопоставимой с прочностью бетонных блоков, изготовленных исключительно на основе природных заполнителей. На основании анализа экспериментальных данных было сделано заключение о нецелесообразности использования РЗ без природных, так как это связано с необходимостью увеличения количества цемента в целях достижения необходимой прочности, что отнюдь не экономично. Рекомендовано содержание РЗ в бетонной смеси не более 50% от общего объема заполнителей.

Возможно также получение стеновых блоков на основе стеклоотходов. Такие отходы являются одними из основных в объеме твердых бытовых отходов во многих странах [18]. Они могут быть представлены во многих формах, включая тарное (бутылки безалкогольных напитков и пива, фармацевтические стеклянные флаконы, упаковочные банки), плоское оконное, стекло ламп и электронно-лучевой трубки [19]. Переработка стеклобоя экономически выгодна и не требует больших энергетических затрат. Использование переработанного (рециклированного) стеклобоя в качестве высокоэффективной замены песка и заполнителей исследовалось на протяжении многих лет. Также

contains more sand and less gravel and water than concrete mixtures used for civil works. Therefore, the obtained mixture is dry enough, and block obtained after demolding has good mold hardness. In addition to the main components of concrete mixture used for producing such blocks, the mixture can contain different chemical additives required to improve the workability, control the hardening process and increase the strength.

Studies [13] have shown that strength of concrete blocks with recycled aggregate is slightly lower than strength of blocks with natural aggregates. The main reason for this difference is the low density of recycled aggregate. It has been found that the use of recycled aggregates with additional quantity of cement allows manufacturing concrete blocks with characteristics similar to those of blocks with natural aggregates [13]. According to [14–16] the density of blocks with recycled aggregates decreases and their water absorption increases with increasing content of fine recycled aggregate due to its lower density compared to river sand.

Research [17] has shown that adding 10% of cement compared to normally used cement content allows producing concrete wall blocks with strength comparable to the strength of concrete blocks containing only natural aggregates. Based on the analysis of experimental results it was concluded that it is not feasible to use recycled aggregates without natural aggregates because of the need of increasing the quantity of cement to reach the necessary strength which is not economical. It is recommended a content of recycled aggregates in concrete mixture no more than 50% of the total volume of aggregates.

It is also possible to obtain building blocks containing waste glass. Such waste is a major component of the solid waste stream in many countries [18]. It can be found in many forms including container glass (bottles of soft drinks and beer, pharmaceutical glass bottles, packing jars), flat glass as windows, glass tubes, bulb glass and cathode ray tube glass [19]. Cullet recycling is economically beneficial and does not require much energy. The use of recycled glass cullet as high-performance replacement of sand and aggregates was studied for many years. Cullet can be also used as backfilling of trenches for pipes and as aggregate in heavyweight concrete and asphalt concrete.

However, recycling of waste glass in construction is limited due to its negative effect. The main problems of the use of cullet as aggregate are the reduction or loss of strength caused by poor adhesion of cement stone to the smooth surface of glass, presence of sugar impurities on the glass container, alkali-silica reaction [20, 21]. However, there are a number of measures to avoid alkali-silica reaction damaging effects: grinding the glass to pass at least standard mesh size #50; adding mineral admixtures that can effectively suppress the reaction; coating the glass surface with zirconium; sealing the concrete to protect it from moisture; using a low-alkali cement [22].

It is also found that very finely ground glass has pozzolanic properties and, therefore, can be used both as partial cement replacement and filler [23, 24]. Partial cement replacement with milled glass allows increasing the strength and durability of concrete containing recycled aggregate [2] and, as indicated above, the ground glass can limit the alkali-silica reaction.

Research [20] has proved the benefits of using recycled glass as fine aggregate in combination with sand in concrete hollow blocks for internal non-load bearing walls (partitions). It has been shown that the quantity of water is critical in the process of manufacturing concrete hollow blocks. Dry mixtures remained in the mold, while for wet mixtures the top side of hollow block collapsed. Obtained test results for mixes with optimal water content have shown an increase of strength when increasing the quantity of recycled glass. This

стеклобой может быть применен в качестве засыпки траншей для труб и в качестве заполнителя в тяжелом и асфальтобетоне.

Однако утилизацию стеклоотходов в строительстве сдерживают их некоторые негативные воздействия. Основными проблемами при использовании стеклобоя в качестве заполнителя являются снижение или потеря прочности, обусловленные плохим сцеплением цементного камня с гладкой поверхностью стекла, наличие примесей сахаров, оставшихся на стеклянной таре, щелочно-силикатная реакция [20, 21]. Однако существует ряд подходов, позволяющих эффективно управлять последним воздействием. Способами, позволяющими нивелировать влияние щелочно-силикатной реакции, являются: измельчение стекла до прохождения по крайней мере через стандартную сетку № 50; покрытие поверхности стекла цирконием; использование цемента с низким содержанием щелочи; введение пуццолана с низким содержанием щелочи или добавление замедлителя схватывания; использование воздухововлекающих добавок; снижение водосодержания; увеличение соотношения площади поверхности к объему стеклянных заполнителей [22].

Также установлено, что тонкомолотое стекло обладает пуццоланическими свойствами и поэтому может быть использовано в бетоне для частичной замены как цемента, так и наполнителей [23, 24]. Частичная замена цемента позволяет увеличить сопротивление и долговечность бетона, содержащего РЗ [2], при этом, как указывалось выше, измельченное стекло может ограничить щелочно-силикатные реакции.

may be a manifestation of pozzolanic effect of cullet powder or influence of water/cement ratio (W/C). The optimal W/C of mixture containing a greater quantity of glass is lower than W/C of mixture with lower quantity of glass. The use of flat window glass waste for lightweight concrete hollow block decreases the W/C depending on the quantity of cullet in the mixture.

The aim of this research was to determine the influence of the content of recycled aggregates and cullet (fig. 1) used to manufacture concrete wall hollow blocks on their strength and fire resistance.

Recycled aggregates and cullet used in this study had particle sizes between 6.3 and 12.5 mm, and natural aggregates between 0 and 6.3 mm. To reduce the water demand of concrete mix and improve its workability, the superplasticizer Sika ViscoCrete-20 HE has been used.

In the research the following properties of aggregates has been determined: particle size distribution (ASTM C136/C136M), density, relative density (specific gravity) and water absorption (ASTM C127 and ASTM C128), dry unit weight (ASTM C29/C29M), content of material finer than 75 mm (ASTM C117), sand equivalent value of soils (ASTM D2419), acid soluble chloride content (BS EN 1744 P5), acid soluble sulfate content (BS EN 1744 P1), and potential alkali-silica reactivity (chemical method) (ASTM C289) (Table 1).

In order to establish the optimum composition of concrete with recycled aggregates and recycled glass, mixes were prepared (Table 2) with partial replacement (30%) of natural aggregates having particle sizes between 6.3 and 12.5 mm and addition of superplasticizer Sika ViscoCrete-20 HE.

Таблица 1
Table 1

Свойства заполнителя Properties of aggregate	Ед. изм. Unit	Природный заполнитель 0–6,3 мм Natural aggregate 0–6.3 mm	Природный заполнитель 6,3–12,5 мм Natural aggregate 6.3–12.5 mm	Рециклированный заполнитель 6,3–12,5 мм Recycled aggregate 6.3–12.5 mm	Рециклированное стекло 6,3–12,5 мм Recycled glass 6.3–12.5 mm
Объемная плотность Bulk dry specific gravity	кг/м ³ kg/m ³	2465	2659	2289	2500
Истинная плотность Bulk saturated surface dry (SSD) specific gravity	кг/м ³ kg/m ³	2558	2675	2424	2500
Кажущаяся плотность Apparent specific gravity	кг/м ³ kg/m ³	2715	2702	2646	2501
Средняя плотность в сухом состоянии Rodded dry unit weight	кг/м ³ kg/m ³	1990	–	1360	–
Водопоглощение Water absorption	%	3,7	0,6	5,9	0,1
Зерна менее 75 мм Material finer than 75-µm	%	17,6	0,7	0,1	–
Определение песчаных фракций (эквивалент песка) Sand equivalent value	%	29	–	–	–
Содержание кислоторастворимых хлоридов Acid-soluble chloride content	%	0,01	0,007	0,16	–
Содержание кислоторастворимых сульфатов Acid-soluble sulfate content	%	0,008	0,11	0,1	–
Щелочно-силикатная реактивность: Potential alkali-silica reactivity:					
Концентрация растворенного силиката Dissolved silica SC	ммоль/дм ³ mmole/l	2	1	4	–
Снижение щелочности Reduction in alkalinity RA	ммоль/дм ³ mmole/l	150	50	130	–
Заполнитель вреден/безвреден Innocuous / Potentially deleterious / Deleterious	–	Безвреден Innocuous	Безвреден Innocuous	Безвреден Innocuous	–

Исследования [20] доказали преимущества использования рециклированного стекла в качестве мелкозернистого заполнителя в сочетании с песком в бетонных пустотелых блоках для внутренних ненесущих стен (перегородок). Было показано, что количество воды в составе смеси имеет решающее значение для формирования бетонных пустотелых блоков. При недостатке воды смесь оставалась в форме, а при ее избытке – верхняя часть пустотелых блоков разрушалась. Полученные результаты при оптимальном водосодержании смеси показали повышение прочности при увеличении количества рециклированного стекла. Это может быть проявлением пуццоланического эффекта порошка стеклобоя или влияния водоцементного (В/Ц) соотношения. Оптимальное В/Ц смеси, содержащей большее количество стекла, ниже, чем В/Ц смеси с меньшим количеством стекла. При использовании отхода оконного стекла в легкобетонных пустотелых блоках В/Ц уменьшается в зависимости от количества стеклобоя.

Целью данной работы являлось определение влияния содержания рециклированных заполнителей и стеклобоя (рис. 1), используемых для получения пустотелых стеновых бетонных блоков, на их прочность и огнестойкость.

Рециклированные заполнители и стеклобой, используемые в исследованиях, имели зерна, соответствующие диапазону 6,3–12,5 мм, а природные заполнители – 0–6,3 мм. Для снижения водопотребности бетонной смеси и улучшения ее удобоукладываемости был использован суперпластификатор Sika ViscoCrete-20 HE.

В работе были определены следующие свойства заполнителей: гранулометрический состав (ASTM C136/C136M), процентное содержание песчаных фракций (эквивалент песка) (ASTM C2419), средняя плотность и водопоглощение (ASTM C127 и ASTM C128),



Рис. 1. Рециклированные материалы: а – рециклированный заполнитель; б – рециклированное стекло

Fig. 1. Recycled materials: a – recycled aggregate; б – recycled glass



Рис. 2. Испытание на сжатие

Fig. 2. Compression test



Рис. 3. Стеновой бетонный блок после разрушения

Fig. 3. Concrete wall block after failure

The composition of mixes varied as follows:

Mix 1 (RA30): 30% recycled aggregates (RA) with particle size 6.3–12.5 mm and 70% natural aggregates with particle size 0–6.3 mm.

Mix 2 (RA20+RG10): 20% recycled aggregates (RA) with particle size 6.3–12.5 mm, 10% recycled glass (RG) with particle size 6.3–12.5 mm and 70% natural aggregates with particle size 0–6.3 mm.

Mix 3 (RA10+RG20): 10% recycled aggregates (RA) with particle size 6.3–12.5 mm, 20% recycled glass (RG) with particle size 6.3–12.5 mm and 70% natural aggregates with particle size 0–6.3 mm.

Таблица 2
Table 2

Компоненты бетонной смеси Constituents	Ед. изм. Unit	1	2	3	4	5
		P3/30 RA30	P3/20+PC/10 RA20+RG10	P3/10+PC/20 RA10+RG20	PC/30 RG30	П3 NA
Цемент Cement	кг/м ³ kg/m ³	144	144	144	144	144
Природные заполнители 0–6,3 мм Natural aggregates 0–6.3 mm	кг/м ³ kg/m ³	1508	1508	1508	1508	1508
Природные заполнители 6,3–12,5 мм Natural aggregates 6.3–12.5 mm	кг/м ³ kg/m ³	0	0	0	0	645
Рециклированные заполнители 6,3–12,5 мм Recycled aggregates 6.3–12.5 mm	кг/м ³ kg/m ³	645	430	215	0	0
Рециклированное стекло 6,3–12,5 мм Recycled glass 6.3–12.5 mm	кг/м ³ kg/m ³	0	215	430	645	0
Вода Water	л/м ³ l/m ³	144	144	144	144	144
Суперпластификатор Sika ViscoCrete-20 HE Superplasticizer Sika ViscoCrete-20 HE	л/м ³ l/m ³	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19

содержание кислоторастворимых хлоридов (BS EN 1744 P5), содержание кислоторастворимых сульфатов (BS EN 1744 P1), их щелочно-силикатная реактивность (химическим методом) (ASTM C289), плотность в сухом состоянии (ASTM C29/C29M) (табл. 1).

В целях установления оптимального состава бетонов с ПЗ и стеклоблом были изготовлены смеси (табл. 2) с частичной заменой (30%) природных заполнителей фракции 6,3–12,5 мм и суперпластификатором Sika ViscoCrete-20 HE.

Состав смесей варьировался следующим образом.

Смесь 1 (P3/30): рециклированные заполнители (P3) фракции 6,3–12,5 мм – 30% и природные заполнители фракции 0–6,3 мм – 70%.

Смесь 2 (P3/20+PC/10): P3 фракции 6,3–12,5 мм – 20%; рециклированное стекло (PC) фракции 6,3–12,5 мм – 10% и природные заполнители фракции 0–6,3 мм – 70%.

Смесь 3 (P3/10+PC/20): P3 фракции 6,3–12,5 мм – 10%; PC фракции 6,3–12,5 мм – 20% и природные заполнители фракции 0–6,3 мм – 70%.

Смесь 4 (PC/30): PC фракции 6,3–12,5 мм – 30% и природные заполнители фракции 0–6,3 мм – 70%.

Смесь 5 (ПЗ) (контрольная смесь, не содержащая рециклированных материалов): природные заполнители фракции 0–12,5 мм – 100%.

Испытания производились на образцах размером 40×15×20 см, изготовленных методом вибропрессования и разформованных через несколько секунд после бетонирования. Хранение образцов осуществлялось в течение 7 сут при температуре 20±1°C и относительной влажности воздуха 95±5%.

Определение предела прочности при сжатии (рис. 2) производилось в соответствии с методами, описанными в стандартах Американского общества по испытанию материалов (ASTM). Приложение нагрузки производилось с постоянной скоростью 3 кН/с. На рис. 3 показан бетонный блок после разрушения. Исследования плотности производили по стандартной методике.

Для изучения поведения блоков в условиях пожара был использован нестандартный метод испытаний. С целью определения воздействия огня на внешний вид блока его поверхность подвергалась в течение двух часов воздействию открытого пламени, созданного горением бутана.

Полученные значения плотности и прочности блоков приведены в табл. 3 и на рис. 4.

Анализ результатов показал, что все блоки имеют среднюю плотность в диапазоне 2496–2622 кг/м³. Все блоки, содержащие рециклированные заполнители и/или рециклированное стекло, имеют плотность ниже, чем у контрольных образцов. Блоки, не содержащие рециклированных материалов, имеют самую высокую прочность при сжатии – 3,66 МПа.

Блоки, содержащие разные комбинации рециклированных материалов, характеризуются следующей прочностью: Смесь 1 – 2,9 МПа; Смесь 2 – 2,86 МПа; Смесь 3 – 2,77 МПа; Смесь 4 – 2,75 МПа. Потери прочности при сжатии по сравнению с контрольными образцами составили 21, 22, 24 и 25% соответственно.

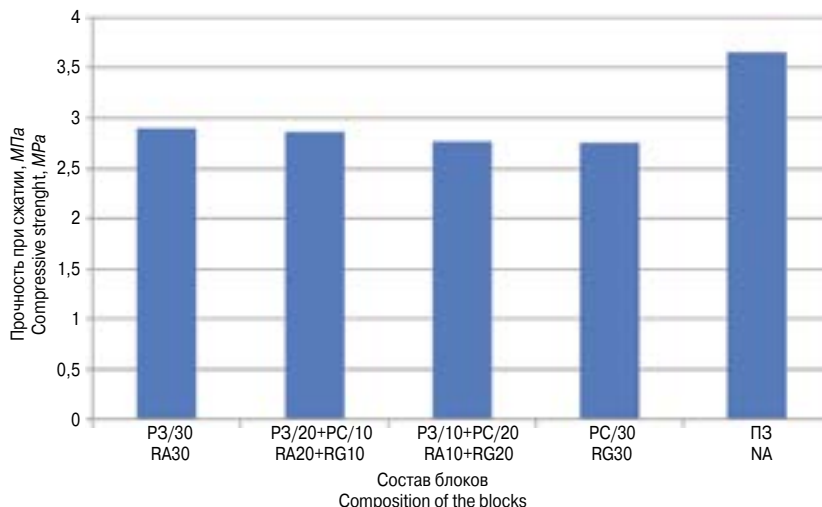


Рис. 4. Сравнительный анализ прочности блоков различного состава
Fig. 4. Comparative analysis of strength of blocks with different compositions

Таблица 3
Table 3

Свойства Properties	Ед. изм. Unit	1	2	3	4	5
		P3/30 RA30	P3/20+PC/10 RA20+RG10	P3/10+PC/20 RA10+RG20	PC/30 RG30	ПЗ NA
Плотность Density	кг/м ³ kg/m ³	2593	2513	2521	2590	2629
Среднеквадратичное отклонение Standard deviation	кг/м ³ kg/m ³	32	15	12	3	31
Предел прочности при сжатии Compressive strength	МПа MPa	2,9	2,86	2,77	2,75	3,66
Среднеквадратичное отклонение Standard deviation	МПа MPa	0,33	0,23	0,22	0,32	0,53

Mix 4 (RG30): 30% recycled glass (RG) with particle size 6.3–12.5 mm and 70% natural aggregates with particle size 0–6.3 mm.

Mix 5 (NA) (reference mix did not contain recycled materials): 100% natural aggregates with particle size 0–12.5 mm.

Tests were performed on specimens 40×15×20 cm manufactured using vibro-compaction method and demolded a few seconds after casting. Specimens were stored during 7 days at a temperature of 20±1°C and relative humidity 95±5%.

The compressive strength (fig. 2) was determined in accordance with the methods described in the standards of American Society for Testing and Materials (ASTM). The load was applied with a constant speed of 3 kN/s. The fig. 3 shows a concrete block after failure. Blocks density was also determined using standard methods.

The study of blocks behavior in fire has been performed using a non-standard test method. To determine the effects of fire on block appearance, the block surface was exposed during two hours to open flame created by burning butane. The analysis of test results (Table 3) has shown, that all blocks have a density between 2496 and 2622 kg/m³. All blocks containing recycled aggregates and/or recycled glass have densities lower than those of reference specimens. Blocks not containing recycled materials have the highest compressive strength: 3.66 MPa (fig. 4).

Materials containing different combinations of recycled materials are characterized by the following strength: Mix 1 – 2.9 MPa, Mix 2 – 2.86 MPa, Mix 3 – 2.77 MPa,

Испытания в условиях пожара показали, что через 5–15 мин воздействия огня на поверхности блоков появляются мелкие трещины шириной менее 1 мм, а по истечении двух часов никаких повреждений не наблюдалось.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность использования отходов строительства для получения пустотелых стеновых блоков. Замена 30% природных заполнителей на рециклированные снижает прочность блоков на 21–25%. Используя различные комбинации рециклированных заполнителей и стекла для замены природных заполнителей до 30%, можно производить бетонные блоки с прочностью, близкой к 2,82 МПа. Частичная замена заполнителей не влияет на поведение блоков в условиях пожара. Рециклированный бетон и рециклированное стекло могут быть использованы в качестве заполнителей при производстве пустотелых стеновых легкобетонных блоков.

Список литературы / References

1. Трамбовецкий В.П. Новые подходы к технологии бетона и перспективы ее развития // *Технологии бетонов*. 2013. № 4. С. 37–39.
Trambovetskiy V.P. New approaches to technology of concrete and prospect of its development. *Tekhnologii betonov*. 2013. No. 4, pp. 37–39. (In Russian).
2. Nassar R., Soroushian P. Strength and durability of recycled aggregate concrete containing milled glass as partial replacement for cement. *Construction and Building Materials*. 2012. No. 29, pp. 368–377.
3. Проблема утилизации строительных отходов в России // *Экопрогресс*. Электронный журнал. http://ecoprogress.pro/econews/latest-issue/actual/actual_409.html (дата обращения 06.11.2015).
Problem of recycling of construction waste in Russia. *Ekoprogress*. Electronic journal. http://ecoprogress.pro/econews/latest-issue/actual/actual_409.html (date of access 06.11.2015). (In Russian).
4. Leshchinsky A., Lesinskij M. Concrete aggregate from construction and demolition waste. *BFT International*. 2003. No. 8, pp. 14–22.
5. Hendricks C.F., Pietersen H.S. Concrete: Durable, but also sustainable? *Proceedings of the International Symposium "Sustainable Construction: Use of Recycled Concrete Aggregate"*. London. 11–12 November 1998, pp. 1–18.
6. Roos F., Zilch K. Verification of the dimensioning values for concrete with recycled concrete aggregate. *Proceedings of the International Symposium "Sustainable Construction: Use of Recycled Concrete Aggregate"*. London. 11–12 November 1998, pp. 309–319.
7. RILEM TC 121-DRG: Guidance for demolition and reuse of concrete and masonry – Specifications for concrete with recycled aggregates – RILEM recommendation. *Materials and Structures*. 1994. No. 27, pp. 557–559.
8. El Dalati R., Matar P. On the road to get structural recycled concrete. *Materials Science and Engineering Technology (Materialwissenschaft und Werkstofftechnik)*. 2011. Vol. 42. No. 5, pp. 398–402.
9. Poon C.S., Lam C.S. The effect of aggregate-to-cement ratio and types of aggregates on the properties of precast concrete blocks. *Cement and Concrete Composites*. 2008. No. 30, pp. 283–289.
10. Chakradhara Rao M., Bhattacharyya S.K., Barai S.V. Behaviour of recycled aggregate concrete under drop weight impact load. *Construction and Building Materials*. 2011. No. 25, pp. 69–80.
11. Rao A., Jha K.N., Misra S. Use of aggregates from recycled construction and demolition waste in concrete. *Resources, Conservation and Recycling*. 2007. No. 50, pp. 71–81.
12. Nealen A., Schenk S. The influence of recycled aggregate core moisture on freshly mixed and hardened concrete properties. *Darmstadt Concrete – Annual Journal*. 1998. Vol. 13, pp. 322–336.
13. Pimienta P., Tran T., Delmotte P., Colombard-Prout M. Recycled aggregate used for making building blocks. *Proceedings of the International Symposium "Sustainable Construction – Use of Recycled Concrete Aggregate"*. London. 11–12 November 1998, pp. 297–307.
14. Poon C.S., Kou S.C., Wan H.W., Etxeberria M. Properties of concrete blocks prepared with low grade recycled aggregates. *Waste Management*. 2009. No. 29, pp. 2369–2377.
15. Xiao Z., Ling T.C., Kou S.C., Wang Q., Poon C.S. Use of wastes derived from earthquakes for the production of concrete masonry partition wall blocks. *Waste Management*. 2011. No. 31, pp. 1859–1866.
16. Kou S.C., Zhan B.J., Poon C.S. Properties of partition wall blocks prepared with fresh concrete wastes. *Construction and Building Materials*. 2012. No. 36, pp. 566–571.
17. Matar P., El Dalati R. Strength of masonry blocks made with recycled concrete aggregates. *Physics Procedia*. 2011. No. 21, pp. 180–186.
18. Shao Y., Lefort T., Moras S., Rodriguez D. Studies on concrete containing ground waste glass. *Cement and Concrete Research*. 2000. Vol. 30. No. 1, pp. 91–100.
19. Liang H., Zhu H., Byars E.A. Use of waste glass as aggregate in concrete. *7th UK Care Annual General Meeting*. UK Chinese Association of Resources and Environment. 2007. Greenwich. 15 September 2007, pp. 1–7.
20. Ucol-Ganiron T.Jr. Recycled window glass for non-load bearing walls. *International Journal of Innovation, Management and Technology*. 2012. Vol. 3. No. 6, pp. 725–730.
21. Clean Washington Center (CWC). Best practices in glass recycling: Recycled glass in Portland cement concrete. November 1996, pp. 1–2.
22. Meyer C., Egosi N., Andela C. Concrete with waste glass as aggregate. *Proceedings of the International Symposium Concrete Technology Unit of ASCE and University of Dundee "Recycling and Re-use of Glass Cullet"*. 19–20 March 2001. 9 p.
23. Lee J. Utilization of solid wastes as aggregates in concrete. *Journal of Waste Glass and Rubber Particles*. 2003. Vol. 3, pp. 123–134.
24. Somayaji S. *Civil Engineering Materials*. New York: Pearson Education. 2001. 351 p.

V.V. ФИРСОВ¹, ведущий инженер (labmineral@mail.ru); O.C. ТАТАРИНЦЕВА², д-р техн. наук (e-mail: olga@frpc.secna.ru); A.H. БЛАЗНОВ¹, д-р техн. наук (labmineral@mail.ru)

¹ Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук (659322, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1)

² АО «Федеральный научно-производственный центр «Алтай» (659322, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1)

Эффективность применения базальтоволокнистого утеплителя в пустотелых стеновых блоках

Рассмотрены вопросы теплотехнической эффективности волокнистых утеплителей в стеновых блоках с полостями, используемыми в малоэтажном и индивидуальном строительстве. Проведена теоретическая и экспериментальная оценка эффективности применения в качестве теплоизолирующего материала в пустотелых бетонных блоках базальтовой ваты. С использованием известных уравнений теплообмена рассчитаны значения удельных потоков тепла, проходящих через полость и бетонную перегородку. Показано, что тепловое сопротивление заполненных ватой бетонных блоков на 24% превышает этот параметр у незаполненных.

Ключевые слова: бетонный пустотелый блок, утеплитель, базальтовая вата, теплообмен, конвекция, теплопроводность.

V.V. FIRSOV¹, Engineer (labmineral@mail.ru); O.S. TATARINTSEVA², Doctor of Sciences (Engineering), (e-mail: olga@frpc.secna.ru); A.N. BLAZNOV¹, Doctor of Sciences (Engineering), (labmineral@mail.ru)

¹ Institute for Problems of Chemical & Energetic Technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (1, Socialisticheskaya Street, Biysk, Altai krai, 659322, Russian Federation)

² AO «Federal Scientific and Production Center «Altai» (1, Socialisticheskaya Street, Biysk, Altai krai, 659322, Russian Federation)

Efficiency of Application of Basalt Fiber Heat Insulation in Hollow Wall Blocks

Issues of the thermal-technical efficiency of fibrous heat insulation in wall blocks with hollows, which are used in low-rise and individual construction, are considered. The theoretical and experimental assessment of the application efficiency of basalt wool as a heat insulation material in hollow-core concrete blocks is made. Values of specific heat flows passing through the hollow and concrete partition are calculated with the use of well-known heat exchange equations. It is shown that the heat resistance of concrete blocks filled with wool exceeds this parameter of block with unfilled hollows by 24%.

Keywords: concrete hollow-core block, heat insulation, basalt wool, heat exchange, convection, heat conductivity.

Одной из главных задач жилищного строительства является энергосбережение. Несовершенство конструктивных решений несущих и ограждающих конструкций является причиной малой эффективности использования тепла в жилищно-коммунальном хозяйстве и большого расхода энергоресурсов, что ведет к огромным тепловым потерям, достигающим 80% от всех теплопотерь зданий. Исходя из этого актуальным является проведение исследований, направленных на разработку рациональных (энергосберегающих) технологий утепления стен зданий для повышения их теплозащитных качеств.

Современный рынок строительных материалов конструкционного назначения очень обширен. Тем не менее застройщики порой не знают, каким из них следует отдать предпочтение. Для возведения несущих стен строители применяют разные изделия, в том числе штучные, среди которых традиционный полнотелый кирпич хотя и занимает определенную долю рынка, но постоянно сдает свои позиции, так как проигрывает по основным теплотехническим характеристикам и трудоемкости возведения конструкции. В индивидуальном и малоэтажном строительстве наряду с изделиями из пористых бетонов с каждым годом все более популярными становятся пустотелые строительные блоки, прежде всего благодаря простоте технологии, позволяющей самостоятельно изготавливать как сами блоки, так и разъемные формы для них, а также многообразию составов сырьевых бетонных смесей [1–5].

В производственных условиях блоки изготавливаются при одновременном применении прессования и вибрации цементно-песчаной смеси. При этом вибрация разжижает бетонную смесь с нулевой усадкой и низким содержанием влаги, тем самым позволяя частицам смеси при воздействии на них пресса плотно и равномерно

располагаться по всему объему изделия, в результате чего получается бетон с малой пористостью и плотной упаковкой зерен заполнителя [6]. С применением пустотелых блоков существенно облегчаются кладочные работы, возрастает скорость возведения конструкций и снижается себестоимость строительных объектов. Большие размеры пустотелых бетонных блоков по сравнению с кирпичом позволяют в 2,5 раза увеличить скорость кладки, а простота ее достигается высокой точностью линейных размеров изделия.

Эффективность использования таких изделий, как теплозащитные конструкции, зависит от теплофизических процессов, протекающих в них при эксплуатации, поэтому требует их дополнительного изучения.

Из очевидных физических соображений следует, что любая стенка с воздушными полостями (пустотами) внутри имеет более низкое значение термического сопротивления, чем монолитная той же толщины. Действительно, свободная конвекция воздуха в полости достаточно быстро выравнивает температуру теплой и холодной стенок. Исключить конвекцию можно путем заполнения пустот материалом с низким коэффициентом теплопроводности, например базальтовой ватой. Чтобы понять причину этого явления, достаточно заглянуть внутрь теплоизоляционного материала. Базальтовая вата состоит из хаотично переплетенных тонких (5–6 мкм) или супертонких (менее 3 мкм) волокон и содержит бесчисленное множество воздушных прослоек, придающих ей высокие теплоизоляционные свойства и препятствующих свободной конвекции воздуха внутри полостей блоков. Преимуществами базальтовой ваты перед стеклянной и шлаковатой являются также низкая гигроскопичность, химическая и биологическая стойкость, устойчивость к температурным воздействиям, долговечность [7, 8], что и предопределило ее использо-

вание в качестве высокоэффективного утеплителя в многослойных конструкциях стен зданий [9, 10].

В настоящей работе проведена теоретическая и экспериментальная оценка эффективности теплоизоляции пустотного бетонного блока (рис. 1), когда его полости заполнены базальтоволокнистым утеплителем.

Рассмотрим схему теплообмена в системе, состоящей из наложенных друг на друга нескольких блоков, на примере выделенного элемента такой периодической структуры.

Эффективный коэффициент теплопроводности при конвективном теплообмене в пустотах блока можно представить в виде [1]:

$$\lambda = \lambda_0 C (G_r P_r)^n, \quad (1)$$

где: λ_0 – коэффициент теплопроводности воздуха в неподвижном состоянии; C, n – константы, зависящие от режимов теплообмена; $G_r = \frac{g l^3}{\nu^2} \beta \Delta t$ – критерий Грасгофа (здесь l – характерный размер; ν – кинематическая вязкость; Δt – разность температуры с разных сторон плоскостей; $\beta = 1/273$ – переводной коэффициент); $P_r = \nu / \alpha$ – критерий Прандтля (здесь α – коэффициент теплопроводности).

Для теплоотдачи при свободной конвекции воздуха в ограниченном объеме C и n равны 0,5 и 0,25 соответственно [11, 12].

Характерный размер l при свободной конвекции газа в большом объеме для вертикальной пластины равен ее высоте. Можно считать, что в малых объемах характерный размер равен размеру вихря, образующегося при конвекции, который в рассматриваемом случае равен размеру полости, т. е. $l = h - 2\sigma$.

В поперечном сечении, пересекающем блок в области полости, распределение температуры можно представить в графическом виде (рис. 2).

Запишем уравнение сохранения теплового потока поперек слоя:

$$\lambda_6 \frac{t_3 - t_2}{\sigma} = \lambda \frac{t_2 - t_1}{h - 2\sigma} = \lambda_6 \frac{t_1 - t_4}{\sigma}, \quad (2)$$

где λ_6 – коэффициент теплопроводности бетона.

Из (2) определяем разность температуры ($t_2 - t_1$):

$$t_2 - t_1 = \frac{t_3 - t_4}{1 + \frac{2\sigma}{h - 2\sigma} g \frac{\lambda}{\lambda_6}}. \quad (3)$$

Обозначив $\Delta t = t_3 - t_4$; $R_6 = \frac{\sigma}{\lambda_6}$; $R = \frac{h - 2\sigma}{\lambda}$, получим:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{1 + \frac{2R_6}{R}}. \quad (4)$$

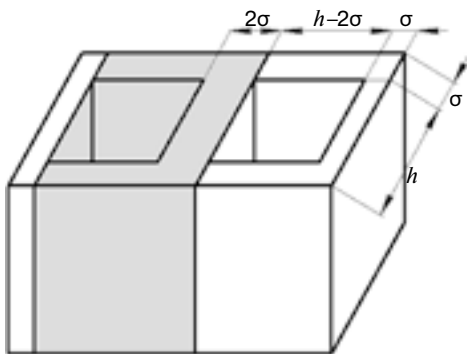


Рис. 1. Бетонный блок с полостями

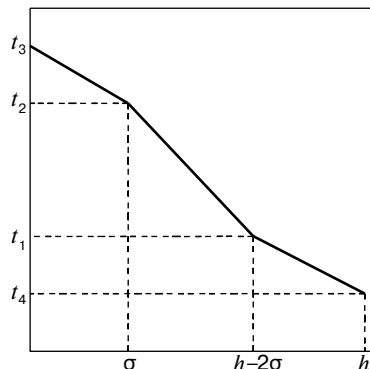


Рис. 2. Распределение температуры в полости

С учетом (1) из (4):

$$f(\Delta t (1 + \frac{2R_6 A \Delta t^n}{h - 2\sigma})) - \Delta t = 0, \quad (5)$$

где $A = \lambda_0 C (\frac{g \beta l^3}{\nu^2} P_r)^n$.

Для наших условий имеем: $h = 0,19$ м; $\sigma = 0,03$ м; $\lambda_6 = 1,3$ Вт/(м·К); $\lambda_0 = 2,44 \cdot 10^{-2}$ Вт/(м·К); $l = 0,13$ м; $\nu = 1,375 \cdot 10^{-5}$ м²/с; $\beta = 1/273$ К⁻¹; $P_r = 0,71$; $t_3 = +20^\circ\text{C}$; $t_4 = -20^\circ\text{C}$; $A = 0,285$.

Решая (5) методом последовательных приближений, получим: $\Delta t = 32,2$ К; $\lambda = 0,678$ Вт/(м·К); $R = 0,192$ м²·К/Вт; $R_6 = 0,0231$ м²·К/Вт.

Для потока тепла, проходящего через полость Q_1 и перегородку Q_2 , имеем:

$$Q_1 = \frac{\Delta t_0 F_1}{2R_6 + R}; \quad Q_2 = \frac{\Delta t_0 F_2}{R_0}, \quad (6)$$

где $F_1 = l(h - 2\sigma)$, $F_2 = l \cdot 2\sigma$ – теплопередающие поверхности;

$R_0 = \frac{h}{\lambda_6}$ – тепловое сопротивление перегородки.

Суммарный удельный тепловой поток составит:

$$q_0 = \frac{Q_1 + Q_2}{F_1 + F_2} = 201,5 \text{ Вт/м}^2. \quad (7)$$

Если пустоты заполнить базальтовой ватой с $\lambda_b = 0,04$ Вт/(м·К), то удельный поток при $R_b = \frac{h - 2\sigma}{\lambda_b} = 3,25$ Вт/м²·К/Вт составит $q_b = 94,7$ Вт/м².

Расчеты показывают, что для кирпича тех же размеров с $\lambda_k = 0,04$ Вт/(м·К), $q_k = 162,1$ Вт/м².

Проанализировав полученные результаты, можно заключить, что эффективность бетонного блока с заполненной базальтоволокнистым утеплителем полостью на 53% превышает таковую при незаполненной ($q_b/q_0 = 0,47$) и на 41% – эффективность кирпича тех же размеров.

Следует отметить, что эффективный коэффициент теплопроводности, учитывающий свободную конвекцию в полости, в значительной степени зависит от параметров C, n, l .

Для более детального исследования необходимо решать численно задачу теплообмена при наличии вихрей в полости. С другой стороны, проведенные оценки показывают, что тепловой поток через перегородку значительно превышает поток через полость из-за большого коэффициента теплопроводности бетона.

Для экспериментальной оценки эффективности теплоизоляции исследуемый бетонный блок тщательно изолировали по наружным поверхностям его периметра брикетами базальтовой ваты. На одну из неизолированных поверхностей подавался постоянный тепловой поток. Температура на этой поверхности и на противоположной фиксировалась хромель-копелевыми термопарами с площадью тепловоспринимающей поверхности 1 см².

Сигналы с термопар непрерывно регистрировали самописцем. На холодной поверхности блока с помощью тепловизора при установившемся режиме нагрева снимали термограммы. При заданном постоянном тепловом потоке тепловые и временные характеристики процесса регистрировали в момент наступления стационарного режима теплообмена. Для блока без утеплителя в полости этот режим наступает через $\tau_1 = 6$ ч. При этом на горячей стенке $t_r = 89^\circ\text{C}$, а на холодной – $t_x = 39^\circ\text{C}$, т. е. перепад температуры Δt_1 составляет 50°C . Для блока с заполненной

утеплителем полостью эти величины соответственно равны: $\tau_2=9$ ч; $t_r=101^\circ\text{C}$; $t_x=35^\circ\text{C}$; $\Delta t_2=66^\circ\text{C}$.

При равенстве тепловых потоков в процессе нагрева блоков эффективность от использования базальтоволнообразного утеплителя можно оценить следующим образом:

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = 0,76. \quad (8)$$

Эта величина является нижней границей, так как при фиксированном источнике нагрева тепловой поток в блок с заполненными ватой пустотами меньше, чем в блок с незаполненными. Таким образом, тепловое сопротивление бетонного блока с заполненной базальтовой ватой полостью по крайней мере на 24% превышает таковое при незаполненной полости.

Выводы.

1. Проведена теоретическая и экспериментальная оценка эффективности применения в качестве теплоизолирующего материала в пустотелых бетонных блоках базальтовой ваты.

2. С использованием известных уравнений теплообмена рассчитаны значения удельных потоков тепла, проходящих через полость и бетонную перегородку, позволившие сделать заключение, что эффективность бетонного блока с заполненной базальтоволнообразным утеплителем полостью на 53% превышает таковую при незаполненной и на 41% – кирпича тех же размеров.

3. Экспериментально установлено, что тепловое сопротивление заполненных ватой бетонных блоков на 24% превышает этот параметр у незаполненных.

4. Полученные результаты позволяют рекомендовать пустотелые блоки с заполнением из базальтовой ваты для удовлетворения спроса в целях недорогого и быстрого малоэтажного строительства в условиях малых производств.

Список литературы

1. Патент РФ 2459052. *Пустотелый строительный блок* / Пелянский И.В., Пелянский М.И. Заявл. 26.04.2010. Оpubл. 20.08.2012.
2. Черных В.Ф., Макарец О.Н., Шибря А.Ю., Шестакова Е.В., Макарец А.В. Пустотелые бетонные блоки для малоэтажных зданий // *Строительные материалы*. 2004. № 6. С. 52–53.
3. Леонович С.Н., Полейко Н.Л., Журавский С.В., Темников Ю.Н. Эксплуатационные характеристики бетона строительных конструкций с применением системы «Кальматрон» // *Строительные материалы*. 2012. № 11. С. 64–66.
4. Абызов А.Н., Рывтин В.М., Абызов В.А., Перепелицын В.А., Григорьев В.Г. Жаростойкие и огнеупорные бетоны на основе вяжущих и заполнителей из шлаков ферросплавного производства // *Строительные материалы*. 2012. № 11. С. 67–69.
5. Пичугин А.Л., Денисов А.С., Хританков В.Ф., Бареев В.И. Прогрессивная концепция формирования стеновых блоков из легкого бетона на обжиговой связке // *Строительные материалы*. 2011. № 12. С. 22–24.
6. Гайсин А.М., Гареев Р.Р., Бабков В.В., Недосеко И.В., Самоходова С.Ю. Двадцатилетний опыт применения высокопустотных вибропрессованных бетонных блоков в Башкортостане // *Строительные материалы*. 2015. № 4. С. 82–86.
7. Самойленко В.В., Фирсов В.В. Температурная устойчивость базальтовых волокон // *Строительные материалы*. 2011. № 2. С. 58–59.
8. Татаринцева О.С., Углова Т.К., Игонин Г.С., Игонина Т.Н., Бычин Н.В. Определение сроков экс-

- плуатации базальтоволнообразных теплоизоляционных материалов // *Строительные материалы*. 2004. № 11. С. 14–15.
9. Иванов О.Г. Применение волокнистой теплоизоляции в многослойных конструкциях стен зданий // *Промышленное и гражданское строительство*. 2010. № 2. С. 31–32.
10. Ильдияров Е.В., Холопов И.С. Определение физико-механических характеристик элементов трехслойной панели со средним слоем из базальтовой ваты // *Промышленное и гражданское строительство*. 2012. № 2. С. 25–28.
11. Григорьев В.А., Зорин В.М. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1982. 512 с.
12. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. М.; Л.: Mashgiz, 1962. 456 с.

References

1. Patent RF 2459052. *Pustotelyi stroitel'nyi blok* [Hollow building block]. Pelyanskiy I.V., Pelyanskiy M.I. Declared 26.04.2010. Published 20.08.2012. (In Russian).
2. Chernykh V.F., Makarets O.N., Shchibrya A.Yu., Shestakova E.V., Makarets A.V. Hollow building blocks for low-rise buildings. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2004. No. 6, pp. 52–53. (In Russian).
3. Leonovich S.N., Poleiko N.L., Zhuravskiy S.V., Temnikov Yu.N. Operational characteristics of concrete building structures with the use of “Kalmatron” system. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 11, pp. 64–66. (In Russian).
4. Abyzov A.N., Rytvin V.M., Abyzov V.A., Perepelitsyn V.A., Grigor'ev V.G. Heat-resistant and refractory concrete on the basis of bonding agents and fillers from ferroalloy production slag. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 11, pp. 67–69. (In Russian).
5. Pichugin A.L., Denisov A.S., Khritankov V.F., Bareev V.I. Progressive conception of molding of light concrete wall blocks on roasting bond. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2011. No. 12, pp. 22–24. (In Russian).
6. Gaisin A.M., Gareev R.R., Babkov V.V., Nedoseko I.V., Samokhodova S.Yu. Twenty year experience in application of high-hollow vibro-pressed concrete blocks in the Republic of Bashkortostan. Problems and prospects. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 4, pp. 82–86. (In Russian).
7. Samoilenko V.V., Firsov V.V. Basalt-fiber temperature resistance. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2011. No. 2, pp. 58–59. (In Russian).
8. Tatarintseva O.S., Uglova T.K., Igonin G.S., Igonina T.N., Bychin N.V. Determining the service life of basalt fiber-reinforced heat-insulating materials. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2004. No. 11, pp. 14–15. (In Russian).
9. Ivanov O.G. Application of fiber-reinforced heat insulation in multilayer structures of building walls. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2010. No. 2, pp. 31–32. (In Russian).
10. Il'diyarov E.V., Kholopov I.S. Determination of physical-mechanical characteristics of sandwich panel elements with a basalt-wool central layer. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2012. No. 2, pp. 25–28. (In Russian).
11. Grigor'ev V.A., Zorin V.M. Spravochnik. Teplo- i massoobmen. Teplotekhnicheskii eksperiment. [Reference book. Warm and mass exchange. Heatechnical experiment]. Moscow: Energoatomizdat. 1982. 512 p.
12. Kutateladze S.S. Osnovy teorii teploobmena [Bases of the theory of heat exchange]. Moscow-Leningrad: Mashgiz. 1962. 456 p.

УДК 666.189.3

А.А. КЕТОВ, д-р техн. наук, профессор (alexander_ketov@mail.ru)

Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр-т, 29)

Перспективы пеностекла в жилищном строительстве

Рассмотрены свойства производимого блочного пеностекла по новым технологиям на территории бывшего СССР. Описаны свойства и физико-химические особенности новых продуктов, выявлено, что новые производства выпускают частично окристаллизованный материал. Показано, что существующие технико-экономические характеристики производимого материала объективно не выдерживают конкуренции на рынке теплоизоляции. Предложены технические решения, позволяющие в перспективе производить конкурентоспособный на строительном рынке материал.

Ключевые слова: блочное пеностекло, пеностеклокристаллические материалы, энергосбережение.

A.A. KETOV, Doctor of Sciences (Engineering) (alexander_ketov@mail.ru)

Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky Avenue, 614990, Perm, Russian Federation)

Prospects of Foam Glass in Housing Construction

The article considers the properties of produced block foam glass according to new technologies at the territory of the former USSR. Properties and physical-chemical peculiarities of new products are described; it is revealed that new enterprises produce a partially crystallized material. It is shown that the existing technical-economic characteristics of the produced material can't objectively compete at the market of heat insulation. Technical solutions which make it possible to produce, in perspective, a material competitive at the building materials market are offered.

Keywords: block foam glass, foam glass crystal materials, energy saving.

В ответ на статью «Пеностекло – технологические реалии и рынок» [1] были получены многочисленные обвинения как в излишнем пессимизме в оценке ситуации, так и в недооценке многих инициативных работ. Поэтому в настоящей статье хотелось бы остановиться на состоянии дел в производстве блочного пеностекла на территории бывшего СССР, где появление новых реальных технологий внушает определенный оптимизм. Что касается рассказов о более чем 400 организаций, занимающихся исследованиями технологий пеностекла, то это только рассказы и ничего более.

Для существующих предприятий сначала необходимо выбрать критерий, по которому можно идентифицировать реально действующие производства. Наиболее корректным в данном случае является признание производства действующим по факту продажи товарной продукции. Этому критерию в настоящее время соответствуют всего три предприятия: ОАО «Гомельстекло» (Республика Беларусь), НПП «Технология» (Украина) и компания «СТЭС-Владимир» (Россия). Предприятия отличаются по производительности и характеристикам выпускаемого материала, но тем не менее их продукция реально доступна на рынке.

От рассмотрения пеностекла ОАО «Гомельстекло» в данной статье позволю воздержаться по причине неизменности технологии в течение более чем полувека. По данным завода, производство пеностекла было запущено в 1954 г., т. е. технология страдает всеми проблемами, описанными в [1].

Косвенным доказательством сложности совершенствование старой технологии служит тот факт, что модернизация, начатая в 2010 г., по доступным данным, обошлась в 353 млн евро, но не коснулась именно производства пеностекла. Поэтому далее рассмотрим только три вышеупомянутых новых завода и соответствующие им продукты.

В соответствии с открытыми данными НПП «Технология» запустило завод по производству пеностекла в г. Шостка (Украина) в августе 2010 г. (<http://pinosklo.com/about>, дата обращения 09.03.2016). Строи-

тельство осуществлялось при содействии Европейского банка реконструкции и развития. Мощность завода составляет 60 м³ пеностекла в смену.

Материал характеризуется плотностью 125–135 кг/м³, теплопроводностью 0,045–0,047 Вт/(м·К) при нулевых воздухопроницаемости и паропроницаемости. Стандартные размеры плит составляют 600×450 мм.

Единственным в современной России относительно крупным производством плитного пеностекла является компания «СТЭС-Владимир» (торговая марка НЕОПОРМ). Компания выпускает несколько марок пеностекла по плотности: плотность от 100 до 200 кг/м³, соответствующая теплопроводности от 0,045 до 0,06 Вт/(м·К) и прочности при сжатии от 0,8 до 2,5 МПа. В качестве основного типоразмера также указывается 600×450 мм при различной толщине блоков.

Обращает внимание тот факт, что у материалов, производимых на новых предприятиях, структура уже не является строго аморфной. На рис. 1 представлены рентгенограммы продукции производства Pittsburgh Corning (кривая 1), компании «СТЭС-Владимир» (кривая 2) и НПП «Технология» (кривая 3). Очевидно, что только продукцию Pittsburgh Corning можно считать строго пеностеклом вследствие аморфности структуры. У двух других производителей материалы имеют все признаки наличия слабой кристаллизации α-кварца и кристаллита.

Следовательно, существующие производства уже отошли от классического вида материала как ячеистого стекла и сместились по характеристикам в область стеклокристаллических изделий. Вероятно, это не может быть случайным и имеет определенное объяснение. Прежде всего это обусловлено стремлением к повышению прочности изделий и расширением сырьевой базы. В результате материал приобретает новые или улучшенные потребительские свойства, например прочность, что, в свою очередь, позволяет увеличить отпускную цену материала без снижения спроса.

Вопросы ценообразования при производстве плитного пеностекла были рассмотрены в статье [1], основ-

ным выводом которой следует признать предположение о невозможности применения пеностекла с другими вследствие объективно высокой себестоимости. Иными словами, современное строительное производство на практике всегда предпочтет тот теплоизоляционный материал из нескольких возможных, который будет иметь меньшую цену за 1 м² при одинаковом термическом сопротивлении. При этом такие критерии, как долговечность, пожарная и экологическая безопасность, не будут приниматься во внимание. Именно поэтому существует два принципиальных решения, которые могут привести к широкому применению пеностеклянных материалов в практике строительства. Во-первых, это снижение технологических издержек; во-вторых — придание пеностеклянным материалам дополнительных свойств, расширяющих их область применения, за которые потребитель готов заплатить.

Вообще на сегодняшний день не столь важен вопрос технологии пеностеклянных материалов, как задача производства продукта с адекватной ценой. Последняя задача может решаться как снижением себестоимости, так и приданием материалу новых характеристик, переводящих его в иную рыночную нишу. Если формирование себестоимости при существующих технологиях и стоимости ресурсов объективно не позволяет понизить себестоимость пеностекла ниже 4–5 тыс. р/м³ [1], то изменение потребительских характеристик уже наблюдается сейчас на примере создания стеклокристаллических материалов. Такие изделия при сопоставимой с аморфными имеют прочность в 1,2–1,5 раза выше.

Увеличение прочности изделий, в свою очередь, допускает изготовление самонесущих конструкций (рис. 2). Но и это еще не предел расширения характеристик и, как следствие, областей использования материала. Так, переход на новые окислительно-восстановительные процессы при газообразовании в производстве пеностекла [2] приводит к получению материала белого цвета, а значит, появляется возможность окрашивания изделий в любые цвета неорганическими керамическими пигментами. Однако для использования пеностекла (пеностеклокристаллического материала) в качестве облицовочного материала на практике возникает неразрешимая в рамках классической технологии задача. Поверхности готовых изделий имеют ячеистую структуру, малоприспособленную для облицовки вследствие обязательной распиловки заготовок после выхода из печи. На рис. 3 продемонстрирована граница ячеистого блока, когда справа расположена поверхность изделия, не подвергнутая механической обработке, а слева — после стандартной распиловки.

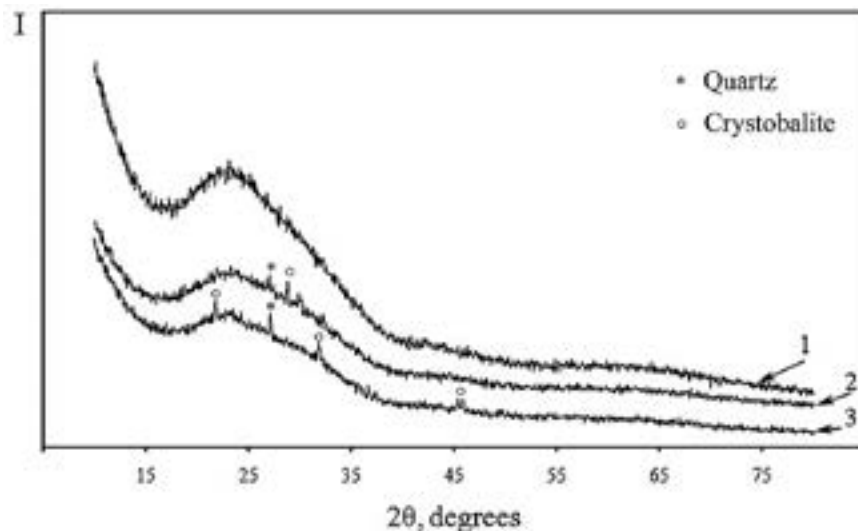


Рис. 1. Рентгенограммы пеностекла производства: 1 – Pittsburgh Corning; 2 – компании «СТЭС-Владимир»; 3 – НПП «Технология»



Рис. 2. Самонесущая стеновая конструкция из плитного пеностеклокристаллического материала



Рис. 3. Ячеистая стеклокристаллическая плита в области границы обработанной распиловкой (слева) и неизменной поверхности (справа)



Рис. 4. Ячеистая стеклокристаллическая плита на выходе из туннельной печи при изготовлении по безопалубочной технологии

Очевидно, что необработанная поверхность вполне пригодна для наружной отделки, на ней не задерживается грязь и осадки, она легко подвергается очистке. Однако классическая порошковая технология не позволяет изготавливать штучные пеностеклянные изделия с гладкой поверхностью, но и эта проблема успешно решается при отказе от стереотипов и переходе на термическую обработку предварительно сформованных сырцовых блоков [3]. В этом случае термообработка заготовок, сформованных за счет вяжущих свойств дисперсного стекла [4], происходит вообще без применения опалубки и жаропрочных форм, как показано на рис. 4.

Следует отметить, что получаемые в этом случае материалы в виде штучных изделий имеют не только гладкую поверхность, пригодную для облицовки, но также им можно придать в процессе изготовления любой рельеф поверхности и окрасить в различные цвета, как было показано в опытно-промышленном

масштабе (<http://teplostek.com>, дата обращения 09.03.2016).

Очевидно, что производство пеностекла в виде штучных окрашенных изделий и обладающих, помимо очевидных теплоизоляционных свойств, дополнительно повышенными прочностными характеристиками и возможностью применения в виде облицовки, резко расширяет рыночную нишу материала. Потребитель, получая в одном материале свойства теплоизоляции, самонесущей конструкции и облицовки, получает су-

щественную экономию даже при объективно высокой стоимости кубометра пеностекла. Поэтому можно с высокой долей уверенности предположить, что, несмотря на сомнительную перспективу применения классического пеностекла в гражданском строительстве как теплоизоляции, материал имеет перспективы выхода на строительный рынок не столько за счет снижения себестоимости и рыночной цены, сколько за счет придания ему дополнительных потребительских свойств.

Список литературы

1. Кетов А.А., Толмачев А.В. Пеностекло – технологические реалии и рынок // *Строительные материалы*. 2015. № 1. С. 17–23.
2. Вайсман Я.И., Кетов А.А., Кетов Ю.А., Молочко Р.А. Эффект окисления углерода парами воды при гидратном механизме газообразования при получении ячеистого стекла // *Журнал прикладной химии*. 2015. Т. 88. Вып. 3. С. 118–121.
3. Патент РФ на полезную модель № 102003. *Технологическая линия производства облицовочного теплоизоляционного материала* / Капустинский Н.Н., Кетов П.А., Кетов Ю.А. Заявл. 08.10.2010. Оpubл. 10.02.2011. Бюл. № 4.
4. Вайсман Я.И., Кетов А.А., Кетов П.А. Научные и технологические аспекты производства пеностекла // *Физика и химия стекла*. 2015. Т. 41. № 2. С. 214–221.

References

1. Ketov A.A., Tolmachev A.V. Foamed Glass: Technological Realities and the Market. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 1, pp. 17–23. (In Russian).
2. Vaisman Ya.I., Ketov A.A., Ketov Yu.A., Molochko R.A. Effect of oxidation of carbon water vapors at the hydrate mechanism of gas generation when receiving cellular glass. *Zhurnal prikladnoi khimii*. 2015. Vol. 88. No. 3, pp. 118–121. (In Russian).
3. Patent RF for useful model 102003. *Tekhnologicheskaya liniya proizvodstva oblitsovochnogo teploizolyatsionnogo materiala* [Technological production line of facing heat-insulating material]. Kapustinskii N.N., Ketov P.A., Ketov Yu.A. Declared 08.10.2010. Published 10.02.2011. Bulletin No. 4. (In Russian).
4. Vaisman Ya.I., Ketov A.A., Ketov P.A. Scientific and technological aspects of production of a foamglass. *Fizika i khimiya stekla*. 2015. Vol. 41. No. 2, pp. 214–221. (In Russian).



**18–19 мая 2016 г., г. Минск, Республика Беларусь
IX Международная научно-практическая конференция**

ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ

В программе конференции

- Современные тенденции и особенности создания предприятий по производству автоклавного ячеистого бетона с внедрением эффективного оборудования и технологий
- Опыт проектирования и возведения энергоэффективных домов с комплексным применением ячеистого бетона
- Опыт проектирования энергоэффективных зданий с комплексным применением ячеисто-бетонных изделий на примере рациональных решений института «Минскгражданпроект» с выездом на знаковые объекты белорусской столицы
- Совершенствование технологий производства, улучшение эксплуатационных свойств, обеспечение оптимальных параметров в процессе применения, в том числе конструктивно-теплоизоляционных изделий из ячеистого бетона низких плотностей
- Посещение крупнейшего в Республике Беларусь производства изделий из ячеистого бетона и силикатного кирпича ОАО «Минский КСИ» на оборудовании MASA GmbH (Германия)

ОРГКОМИТЕТ

220034, г. Минск, ул. Чапаева, 3, пом. 4/3

Тел.: +37517 336 00 46, 272 90 93; +37529 632 55 98, 336 09 62

E-mail: info@architec.by

www.ais.by, www.architec.by

Техническое консультирование – MASA GmbH (Германия).

Информационные партнеры: журнал «Строительные материалы»[®] (Москва, Россия), «Строительные материалы» (Киев, Украина), журнал «Архитектура и строительство» (Минск, Беларусь), архитектурно-строительный портал www.ais.by

Л.А. АБДРАХМАНОВА, д-р техн. наук (laa@kgasu.ru),
 А.М. ИСЛАМОВ, инженер, В.Х. ФАХРУТДИНОВА, канд. хим. наук
 Казанский государственный архитектурно-строительный университет (420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1)

Вспененные композиционные материалы на основе поливинилхлорида

Приведены результаты экспериментальных исследований по модификации непластифицированных ПВХ-композиций реакционноспособным олигомером – полиизоцианатом с целью получения материалов и изделий различного функционального назначения. Показано «временное» пластифицирующее действие олигомера на ПВХ, приводящее к повышению перерабатываемости композиций и увеличению прочностных свойств композитов. Проведены исследования по поризации композиций с целью получения поливинилхлоридных материалов интегральной структуры, сочетающих максимально возможную прочность и низкую плотность.

Ключевые слова: поливинилхлорид, полиизоцианат, интегральные пенопласты, соэкструзия, профильно-погонажные изделия.

L.A. ABDRAKHMANOVA, Doctor of Sciences (Engineering) (laa@kgasu.ru);
 A.M. ISLAMOV, Engineer; V. KH. FAKHRUTDINOVA, Candidate of Sciences (Chemistry)
 Kazan State University of Architecture and Engineering (1, Zelenaya Street, Kazan, 420043, Russian Federation)

Foamed Composite Materials On the Basis of Polyvinylchloride

Results of the experimental research in the modification of non-plasticized PVC-compositions with a reactive oligomer, polyisocyanate, with the purpose to obtain materials and products of various functions are presented. A "temporary" plasticizing impact of the oligomer on PVC leading to the improvement in processability of compositions and strength properties of composites is shown. The study of expanding compositions with the purpose to obtain polyvinylchloride materials of an integral structure which combine maximum possible strength and low density has been carried out.

Keywords: polyvinylchloride, polyisocyanate, integral foam plastics, co-extrusion, shaped and linear articles.

Полимерные композиционные материалы на основе поливинилхлорида (ПВХ) являются наиболее широко используемыми полимерными материалами в строительной индустрии. Конечно, ПВХ – самый тяжелый полимер по сравнению с другими коммерческими термопластами (полиэтиленом и полипропиленом). Его плотность составляет 1300–1400 кг/м³, но эта проблема может быть решена путем создания пористой структуры композита.

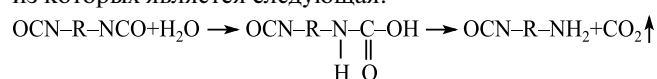
Газонаполненные полимеры на основе термопластов широко распространены в строительной технологии, их основное назначение – эффективная теплоизоляция, так как они характеризуются низкой плотностью и теплопроводностью. Вместе с тем закономерно снижение прочностных показателей по сравнению с монолитными композитами. Для строительных материалов на основе ПВХ (как и для других) желателен вариант сочетания высокой прочности с легкостью изделий [1]. Такое согласие можно получить при создании интегральных пенопластов, состоящих из ячеистой сердцевины и монолитного поверхностного слоя. Практически такие материалы будут работать как сэндвич-конструкции, т. е. как единая трехслойная конструкция. Регулированием толщины разных типов структур, а также составом слоев и соответственно степенью поризации, можно варьировать свойства интегрального композита.

Перспективным методом создания композиционных материалов на основе ПВХ является получение смесей полимеров, а именно совмещение его с жидкими реакционноспособными олигомерами (РСО) [2, 3]. Авторами разработаны композиции на основе ПВХ и РСО – полиизоцианата (ПИЦ), оказывающего действие «временного» пластификатора, которое заключается в повышении технологичности композиции на начальной стадии переработки. При последующем отверждении с образованием трехмерной сетки, когда эффект пластификации исчезает, композитам присущи высокие механические и другие эксплуатационные свойства [4, 5]. Выбор полярного ПИЦ в качестве РСО обусловлен тем, что структура и физико-механические свойства композитов на основе смесей полимеров в значительной степени зави-

сят от их совместимости, для достижения которой полимеры в смеси должны обладать близкой полярностью, соответствовать друг другу по строению и растворимости или же в процессе смешения взаимодействовать с образованием донорно-акцепторных, водородных или других связей [6]. Полимеры, получаемые в результате отверждения изоцианатов (полиуретаны, полимочевины, полиизоцианураты), характеризуются высокими эксплуатационными характеристиками [7].

Использован ПИЦ марки Lupranate M20S, представляющий собой смесь дифенилметан-4,4'-диизоцианата с полифенилметан-полиизоцианатами, содержащими три-, тетра- и более высокомолекулярные изоцианаты (52%) с молекулярной массой 1070–1100 и их изомеры, с массовой долей NCO-групп – 30–32%.

Процесс отверждения ПИЦ в матрице ПВХ может сопровождаться рядом химических реакций, первичной из которых является следующая:



Реакция инициируется водой (или влагой воздуха) с образованием углекислого газа. Таким образом, при производстве профильно-погонажных изделий из ПВХ методом экструзии ПИЦ может выполнять роль химического газообразователя [8]. В настоящее время значительную долю профильных изделий из термопластов составляют профили из вспененных материалов, и в первую очередь это касается композиций на основе жесткого ПВХ.

Для исследования использовали композиции, состоящие из 100 мас. ч. суспензионного ПВХ, 3 мас. ч. стеарата кальция, 5 мас. ч. двухосновного стеарата свинца, 7 мас. ч. модификатора ударной прочности FM-50 и реакционноспособного олигомера ПИЦ (3–9 мас. ч.). Образцы в виде жгутов готовили на лабораторном двухшнековом экструдере Lab Tech Scientific LTE 16-40 с фильерой круглого сечения (диаметр 3 мм). Температурный режим процесса экструзии регулировали по десяти зонам цилиндра и подбирали таким образом, чтобы при

Таблица 1

ПВХ-композиция	Давление расплава в фильере, бар	Скорость вращения шнеков, об/мин	Загрузка двигателя от максимальной мощности, %
Без ПИЦ	75	12	30–32
3 мас. ч. ПИЦ	51	16	30–32
5 мас. ч. ПИЦ	53	16	26–27
7 мас. ч. ПИЦ	44	17	26–28
9 мас. ч. ПИЦ	70	16	33–35

Таблица 2

ПВХ-композиция	Диаметр стренги, мм	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность при растяжении σ , МПа	Пористость, %	$\rho_{\text{всп}} / \rho_{\text{мон}}$	$\sigma_{\text{всп}} / \sigma_{\text{мон}}$
Без ПИЦ	3,9	1330	44	0	1	1
3 мас. ч. ПИЦ	3,8	1320	49	0	1	1
5 мас. ч. ПИЦ	3,8	1270	41	5	0,95	0,93
7 мас. ч. ПИЦ	4,3	840	19	37	0,63	0,43
9 мас. ч. ПИЦ	4,45	770	13	42	0,58	0,3

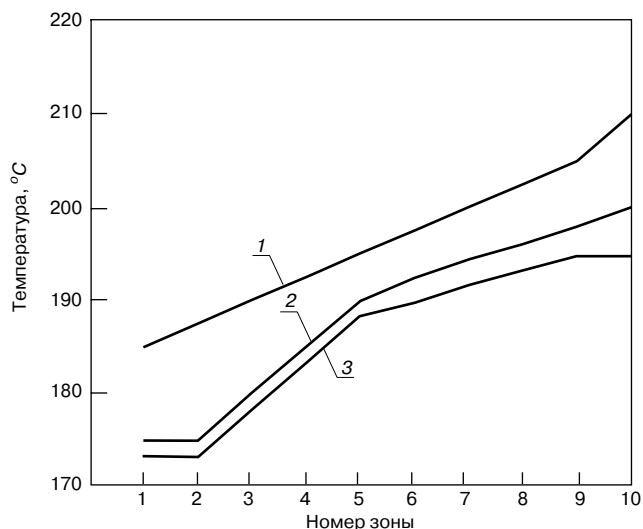


Рис. 1. Профиль значений температуры по зонам цилиндра экструдера для исходной ПВХ-композиции (1) и ПВХ-композиции с содержанием 3 мас. ч. (2) и 5–9 мас. ч. (3) ПИЦ

одинаковых скоростях вращения шнеков (16–18 об/мин) композиция экструдировалась с оптимальной мощностью загрузки двигателя (30–50% от max).

Технологические параметры экструзии ПВХ-композиций свидетельствуют о пластифицирующем действии олигомера. В частности, уменьшается температура переработки композиции (рис. 1), особенно в начальных зонах цилиндра экструдера (1–5 зоны), где олигомер оказывает пластифицирующее действие, что способствует снижению загруженности двигателя и давления расплава в фильере экструдера. В табл. 1 приведены технологические параметры экструзии ПВХ-композиций с ПИЦ. За время прохождения композиции через

цилиндр экструдера, занимающее около 10 мин, ПИЦ и продукты его отверждения не снижают вязкости расплава и не приводят к ухудшению перерабатываемости композиции. Только при концентрациях 9 и более мас. ч. ПИЦ происходит увеличение давления расплава в цилиндре.

Свойства получаемых композитов-экструдатов существенно зависят от концентрации ПИЦ. Наиболее важной характеристикой вспененного полимера является относительная плотность ($\rho_{\text{всп}}/\rho_{\text{мон}}$), являющаяся отношением плотности вспененного материала к плотности монолитного материала. Соотношение между относительным пределом прочности и относительной плотностью является практически прямо пропорциональным. При малом содержании ПИЦ (до 3 мас. ч.) наблюдается упрочняющее действие, приводящее к увеличению прочности при растяжении. Далее с увеличением содержания ПИЦ средняя плотность снижается, сопровождаемая снижением прочности и увеличением диаметра стренги, что подтверждает поризацию композиции. Физико-механические свойства экструдированных ПВХ-композиций, содержащих ПИЦ, приведены в табл. 2.

Действительно, при наблюдении среза образцов на оптическом микроскопе (увеличение 100 \times) выявлено формирование ячеистой структуры, причем с ростом концентрации ПИЦ растет равномерность пористой структуры, как с точки зрения распределения пор по размерам, так и с точки зрения равномерности порового пространства образца (рис. 2).

Представленные результаты могут быть основой для производства интегральных вспененных ПВХ-профилей путем соэкструзии вспененного и монолитного жесткого ПВХ. Для упрочнения внешний монолитный слой можно экструдировать из исходной ПВХ-композиции или из композиции, содержащей до 3 мас. ч. ПИЦ, при которой олигомер выступает как упрочняю-

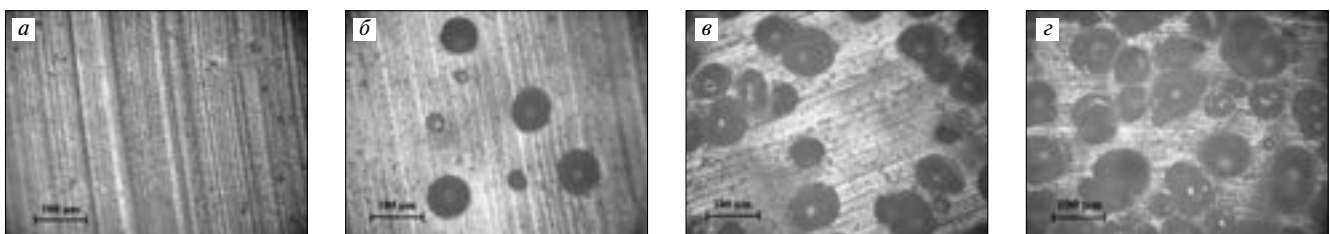


Рис. 2. Микроструктура среза экструдатов исходного ПВХ-композита (а) и композита с содержанием 5 (б), 7 (в) и 9 (г) мас. ч. ПИЦ

шая добавка. А для создания вспененных внутренних слоев рекомендуются составы с 5–7 мас. ч. ПИЦ. Изменение толщины монолитного слоя позволяет органично сочетать положительные свойства как вспененного, так и монолитного ПВХ.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания Минобрнауки РФ № 7.1955.2014/К по теме «Разработка научно-технологических основ малотоннажной строительной химии как отрасли строительной индустрии (эффективной отрасли национальной экономики России)».

Список литературы

1. Пахаренко В.А., Пахаренко В.В., Яковлева Р.А. Пластмассы в строительстве. СПб.: Научные основы и технологии, 2010. 358 с.
2. Пол Д.Р., Бакнелл К.Б. Полимерные смеси. Т. 1. СПб.: Научные основы и технологии. 2009. 606 с.
3. Кулезнев В.Н. Смеси и сплавы полимеров (конспект лекций). СПб.: Научные основы и технологии, 2013. 216 с.
4. Исламов А.М., Фахрутдинова В.Х., Абдрахманова Л.А. Структурные особенности формирования модифицированных ПВХ-композиций. *Материалы II Всероссийской научной конференции молодых ученых с международным участием «Перспективные материалы в технике и строительстве»*. Томск: ТГАСУ. 2015. С. 339–342.
5. Исламов А.М., Фахрутдинова В.Х., Абдрахманова Л.А., Старостина И.А., Ягунд Э.М., Кузнецова Л.М. Поверхностное усиление ПВХ полиизоцианатом // *Известия вузов. Строительство*. 2015. № 3. С. 28–33.
6. Ермаков С.Н., Кравченко Т.П. Совместимость полимеров. Термодинамические и химические аспекты // *Пластические массы*. 2012. № 4. С. 32–39.

7. Бюист Дж.М. Композиционные материалы на основе полиуретанов. М.: Химия, 1982. 240 с.
8. Клемпнер Д., Сенджаревич В. Полимерные пены и технологии вспенивания. СПб.: Профессия, 2009. 600 с.

References

1. Pakhareno V.A., Pakhareno V.V., Yakovleva R.A. *Plastmassy v stroitel'stve* [Plastic construction]. Saint-Petersburg: Nauchnye osnovy i tekhnologii. 2010. 358 p.
2. Pol D.R., Baknell K.B. *Polimernye smesi* [Polymer blends]. T. 1. Saint-Petersburg: Nauchnye osnovy i tekhnologii. 2009. 606 p.
3. Kuleznev V.N. *Smesi i splavy polimerov (konspekt lektcii)* [Alloys and blends of polymers (lecture notes)]. Saint-Petersburg: Nauchnye osnovy i tekhnologii. 2013. 216 p.
4. Islamov A.M., Fakhrutdinova V.Kh., Abdrakhmanova L.A. Structural features of the formation of the modified PVC compounds. *Materials of II All-Russian scientific conference of young scientists with international participation «Advanced materials technology and construction»*. Tomsk: TSUAE. 2015. pp. 339–342. (In Russian).
5. Islamov A.M., Fakhrutdinova V.Kh., Abdrakhmanova L.A., Starostina I.A., Yagund E.M., Kuznetsova L.M. Surface strengthening of PVC by polyisocyanate. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. 2015. No. 3. pp. 28–33. (In Russian).
6. Ermakov S.N., Kravchenko T.P. Compatible polymers. Thermodynamic and chemical aspects // *Plasticheskie massy*. 2012. No. 4. pp. 32–39. (In Russian).
7. Buist J.M. *Kompozitsionnye materialy na osnove poliuretananov* [Composite materials based on polyurethanes]. Moscow: Khimiya. 1982. 240 p.
8. Klempner D., Sendzharevich V. *Polimernye peny i tekhnologii vspenivaniya* [Handbook of polymeric foams and foam technology]. Saint-Petersburg: Professiya. 2009. 600 p.

СТРОИТЕЛЬСТВО. ТЕНДЕНЦИИ 2016

Межрегиональная специализированная
выставка-форум

20-21 апреля
ВОРОНЕЖ



Генеральный
информационный спонсор

Стройка
ГРУППА ГАЗЕТ



Организаторы

ВетЦ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР



(473) 2-512-012
www.veta.ru

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АГЕНТСТВО «КВИНТЕТ»



приглашают принять участие

В 16-й международной конференции **ВАЛТИМIX-2016**

г. Калининград

Отель «Radisson Kaliningrad»

16 – 18 августа 2016 года

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

- Рынок ССС РФ: итоги полугодия и краткосрочные перспективы.
- Передовые технологии фасовки, паллетирования и упаковки сухих смесей.
- Техника и решения для механизации отделочных работ.
- Конкурентная ситуация на российском рынке ССС.
- Рынок наружных систем теплоизоляции.
- Внедрение высокотехнологичных решений на производствах ССС.
- Состояние российского рынка цемента, извести и микрокальцита.
- Использование специальных химических добавок для оптимизации рецептур ССС.
- Сухие строительные смеси специального назначения.
- ССС для реставрации, ремонта и санирования зданий.
- Эффективные транспортные решения для производства ССС.



По всем вопросам, связанным с участием в конференции, обращайтесь:
Мария Суслова (прием заявок на участие в конференции, реклама), msuslova@baltimix.ru
Евгений Беляев (прием на рассмотрение докладов), ebelyaev@baltimix.ru
Тел./факс: +7 (812) 703-10-19, 350-54-11

www.baltimix.ru

СКОРО



НОВЫЙ ЭКСТРУДЕР СПРОЕКТИРОВАН И РАЗРАБОТАН В ИТАЛИИ

Наша группа научно-исследовательских и конструкторских разработок внедряет новейшие технологии в новый Экструдер для его усовершенствования.

Посетите и убедитесь на **Bauma**, зал С1- стенд 448.



bauma
МЮНХЕН, ГЕРМАНИЯ
11-17 АПРЕЛЯ 2016