

## Содержание

<b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА</b>	ТАРАСЕВИЧ Б. П. О выборе технологии получения керамического кирпича	2
	ТЕПЛОВА Л. А. Применение современных методов организации и технологий ремонтных работ	5
	Какой быть промышленности нерудных строительных материалов	8
<b>ОБОРУДОВАНИЕ</b>	ПОПИКОВ М. Н., ОГАЙ К. А., ШЕРОНОВ В. И., КУЛИК Г. Ф. Совершенствование дробильно-сортировочного оборудования в Безмяинском карьереуправлении	9
<b>РАСШИРЕНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА</b>	ПОЛОВНЕВ Б. А. К реабилитации асбеста	11
	ГРИГОРЕНКО М. В., АНИСИМОВА Е. И., ЛЕВКОВА Н. С. Состояние переработки песчано-гравийных материалов в Краснодарском крае и перспективы получения кондиционных строительных песков	12
	ЭРКЕНОВ М. М., АНАНЬЕВА С. Н. Определение качества обжига керамического кирпича	14
<b>ПРИБОРЫ</b>	ГОЛОВАЧ В. Е., КОКИН А. Ю. Экспресс-анализатор активности силикатной массы	16
<b>ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЫНКА</b>	КОСОЛАПОВ А. И. Методика определения основных экономических показателей разработки месторождения облицовочного камня	17
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>	САДУАКАСОВ М. С., РУМЯНЦЕВ Б. М. Теоретические основы повышения прочности структуры гипсового камня на основе пластифицированного вяжущего	19
	МЕЖОГСКИХ М. И., КИСЕЛЕВ А. А., МАЦКОВ И. В. К вопросу о криогенной солестойкости асбестоцемента свайных труб	22
	КОРЕНЮК А. Г., ДУМАНОВА Л. С. Разрушение керамического кирпича сегрегационным льдом	24
	ЕЛИЗАРОВ Ю. М., МЕЛЬНИКОВ Е. Д. Исследование звукопоглощающих свойств изделий из воронежского газосиликата	27
<b>ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНИКА</b>	Пигменты для окраски бетонов	29

Спонсором этого номера являются Акционерный инновационный коммерческий банк развития промышленности строительных материалов России «Росстромбанк»



УДК 666.71/72

Б. П. ТАРАСЕВИЧ, канд. техн. наук (Казанский отдел новых методов оценки и переработки керамического сырья ВНИИстрома)

## О выборе технологии получения керамического кирпича

Систематизация основных существующих технологических схем получения керамического кирпича (плитки, черепицы) и публикация данных о новых способах их производства<sup>1</sup> дает возможность проанализировать достоинства и недостатки всех названных в классификации<sup>1</sup> технологических линий и выявить оптимальные варианты. Анализуются принципиальные блок-схемы соответствующих линий. Схемы «горячего» (пиропластического) формования не рассматриваются.

<sup>1</sup> Тарасевич Б. П. Новые технологии производства керамического кирпича // Строит. материалы. 1992. № 5. С. 5-8.

1. Линия с формованием пластичного бруса и его резкой. Принципиальная блок-схема подобных линий приведена на рис. 1.

К достоинствам таких линий следует отнести то, что они уже освоены в процессе производства, нет пылеобразования, изделия получаются хорошего качества из определенных видов сырья. Последнее, однако, достигается при применении достаточно большого набора (9—10 единиц) глиноперерабатывающего оборудования в сочетании с вакуум-прессом. Такое число единиц оборудования усложняет производство, увеличивает капитальные вложения и себестоимость продукции.

Названные линии имеют общие для них недостатки:

- неравномерную скорость экструзии бруса, из-за чего пришлось вводить в линию громоздкие устройства многострунной резки;
- определенную сложность из-за наличия устройств по укладке сырца, приспособлений для его транспортировки на сушку (рамки, рейки, палеты, вагонетки) и механизмов из возврата к экструдеру;
- возможную деформацию пластичных изделий при укладке и транспортировке (прочность сырца не превышает 0,2 МПа);
- необходимость поддерживать «мягкие» режимы сушки (и, как следствие, — повышенные энерго-

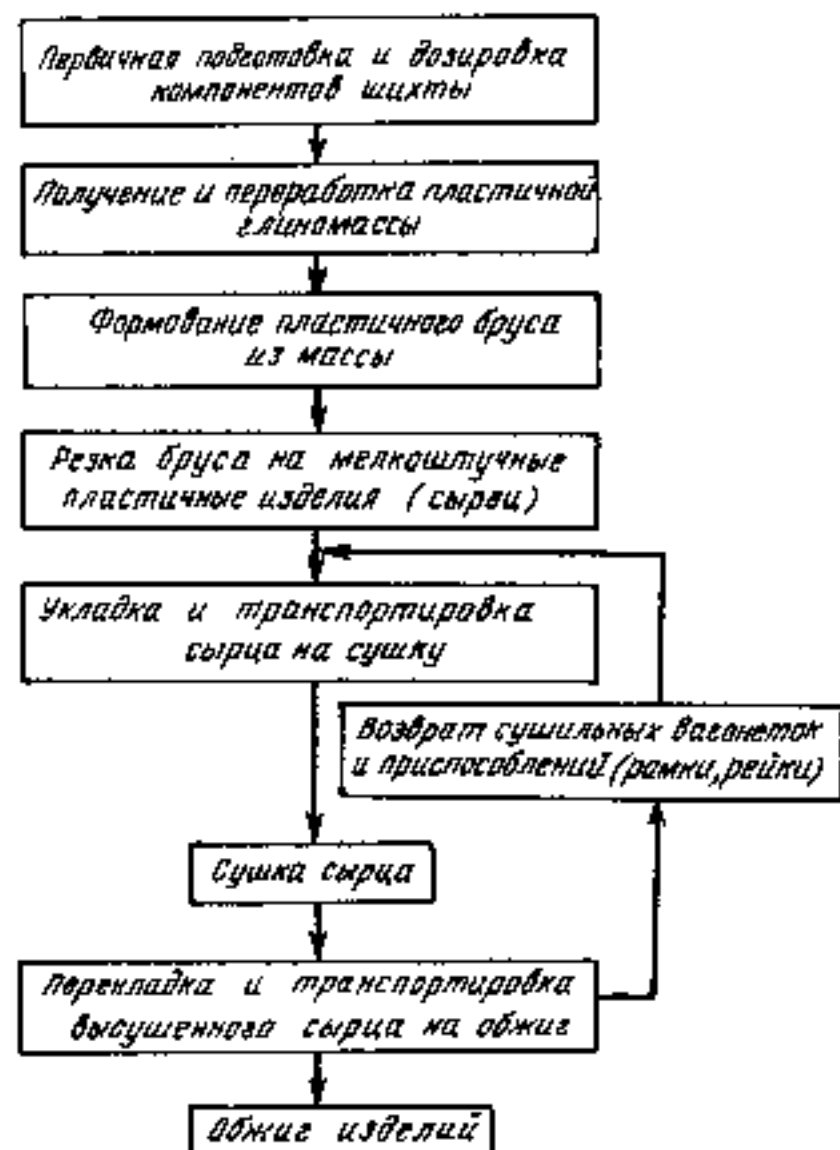


Рис. 1. Принципиальная блок-схема линий с формованием и резкой пластичного бруса

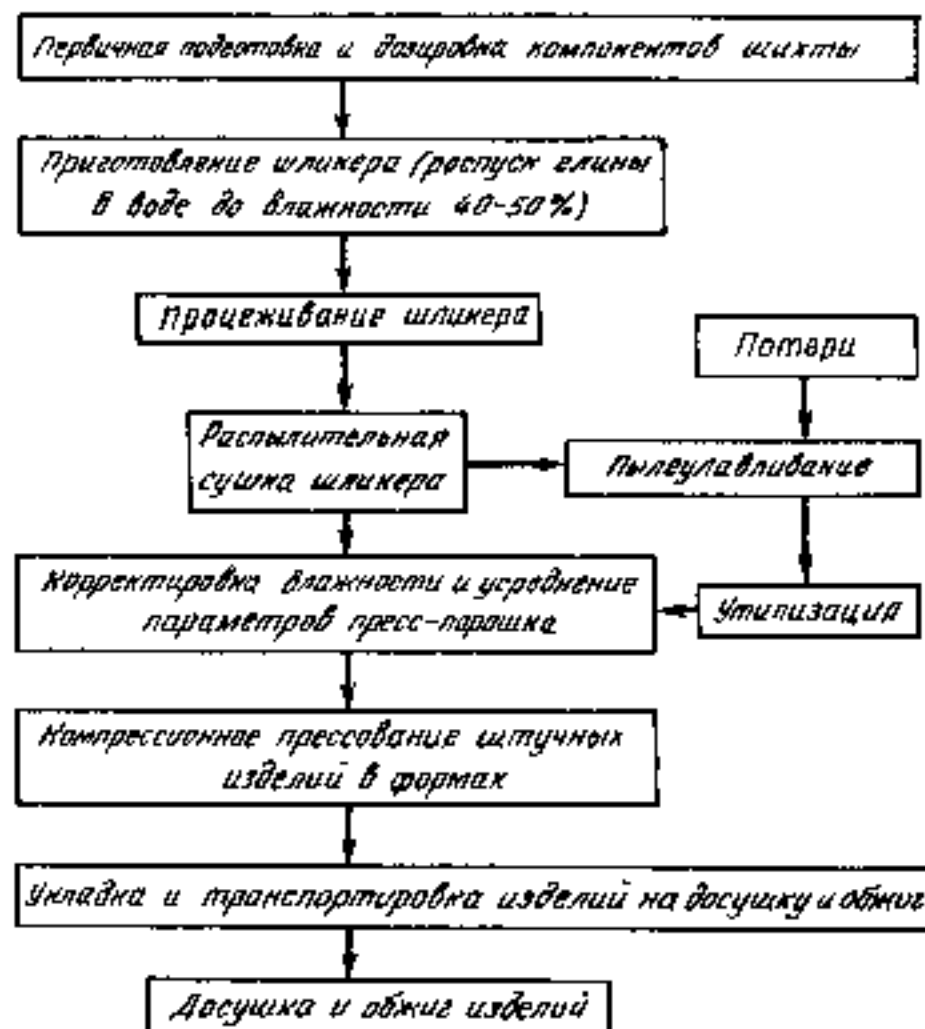


Рис. 2. Принципиальная блок-схема линий полусухого прессования кирпича со шликерной массоподготовкой

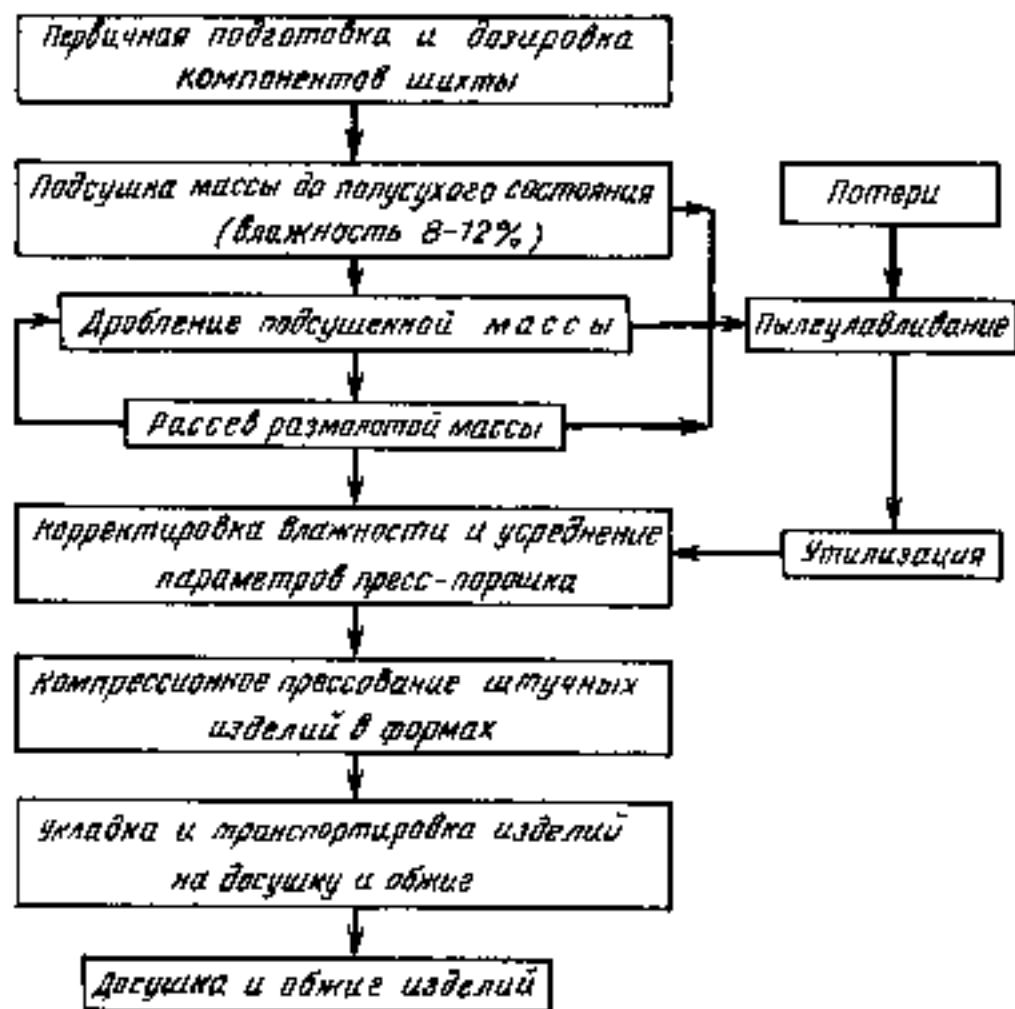


Рис. 3. Принципиальная блок-схема линий полусухого прессования кирпича с полусухой массоподготовкой

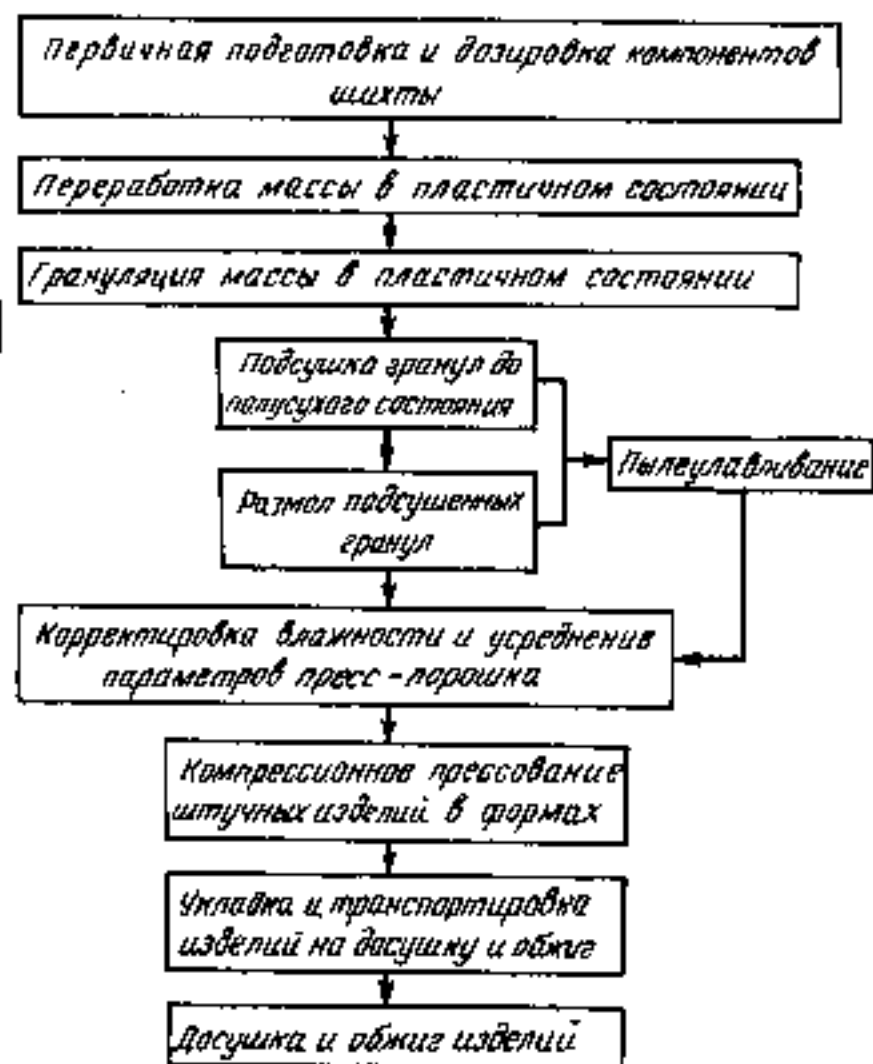


Рис. 4. Принципиальная блок-схема линий полусухого прессования с пластической переработкой (массоподготовкой) сырья (Пример этой линии — см. рис. 2 в ж-ле № 5, с. 6')

затраты);

сложность конструкции сушилок (что увеличивает затраты на их изготовление и эксплуатацию), а также устройств по перекладке сырья с сушильных вагонеток на обжиговые.

К тому же рассматриваемые линии недостаточно универсальны: есть трудности с использованием, например, высокочувствительного к сушке и засоренного карбонатами сырья.

2. Линии полусухого прессования (рис. 2—4). Принципиальная блок-схема линий полусухого прессования со шликерной массоподготовкой показана на рис. 2.

Промышленная эксплуатация линии базового варианта на Обольском заводе (Витебская обл.) показала, что на ней получается лицевой высокомарочный кирпич при вовлечении в производство любого сырья, включая высокочувствительное к сушке и засоренное карбонатами. Однако наблюдается пылеобразование в процессе производства. Но главным препятствием широкому использованию такой технологии в кирпичной промышленности является высокая удельная энергоемкость процесса сушки шликера от влажности 45—50 % до 7—10 %.

Линии полусухого прессования с полусухой массоподготовкой, принципиальная блок-схема которых приведена на рис. 3, имеют ряд достоинств по сравнению с линиями пластического формования:

изделия имеют хороший внешний вид;

линии просты по конструкции и в эксплуатации, в частности, трудоемкость изготовления

1 тыс. шт. кирпича здесь примерно на 30 % ниже, чем на линиях пластического формования;

линии имеют хорошие предпосылки для автоматизации, так как вплоть до печи процесс поточно-конвейерный, конструкция автоматов-садчиков в подобных линиях упрощается.

Вместе с тем таким линиям полусухого прессования присущи следующие недостатки: повышенное пылеобразование в процессе производства;

сырье может быть использовано только низкой карьерной влажностью и без карбонатов;

отсутствуют должные переработка и гомогенизация сырья (в отличие от схем по рис. 1—2), из-за чего получают изделия пониженной прочности и морозостойкости.

Принципиальная блок-схема линии полусухого прессования с пластической переработкой (массоподготовкой) сырья показана на рис. 4.

Опыт промышленной эксплуатации такой линии базового варианта на Ижевском заводе керамических материалов (З КМ) (рис. 2) показал, что она имеет ряд преимуществ по сравнению с описанными выше схемами:

в отличие от схем, показанных на рис. 1,— сама линия проще по конструкции;

лучше внешний вид и выше прочность изделий;

в производстве используется высокочувствительное к сушке и засоренное мягкими карбонатами сырье;

в отличие от схем по рис. 2— меньше пылеобразование и ниже энергоемкость производства при сопоставимом качестве изделий;

по сравнению со схемами рис. 3: ниже пылеобразование; выше прочность и морозостойкость изделий; в производстве можно использовать сырье повышенной карьерной влажности, засоренное мягкими карбонатами.

На линии можно перерабатывать не только глины и суглинки, но и трепелы, диатомиты, от-

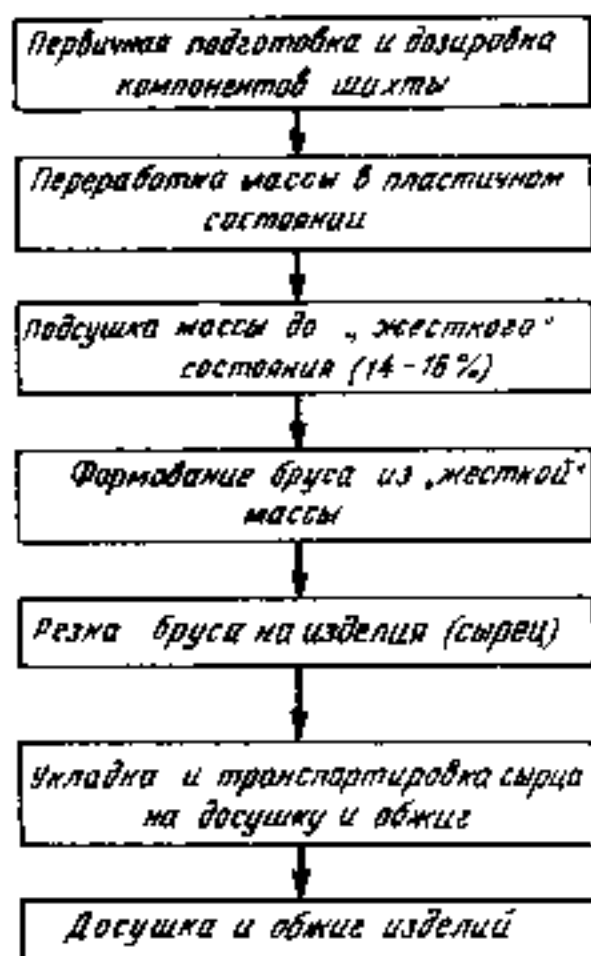


Рис. 5. Принципиальная блок-схема линии с формованием и резкой жесткого бруса

ходы углеобогащения и др., т. е. она достаточно универсальна. Такая линия уже использована при реконструкции действующих линий по рис. 1 (на Ижевском ЗКМ), по рис. 2 (на Калининском заводе), а также организации новых производств — Шемуршинский, Яткковский (Чувашия), Кикнурский, Сармановский, Мамадышский (Республика Татарстан) и другие заводы.

Линия рекомендуется для расширенного воспроизводства комплектов соответствующего оборудования.

Предлагаемые линии не без недостатков — в них нельзя перерабатывать сырье с твердыми карбонатными включениями;

для них характерны увеличенные удельные габариты и металлоемкость самих прессов полусухого прессования;

не удается полностью исключить пылеобразование в процессе производства, поэтому приходится вводить в линии системы пылеулавливания.

Кроме того, при способе полусухого прессования возможна запрессовка воздуха в тело изделий (особенно при их большой толщине).

Линии жесткого формования (рис. 5—7)

В таких линиях реализуются некоторые процессы, характерные для схем полусухого прессова-

ния, — штабельная укладка и досушка сырца непосредственно на печных вагонетках (поде печи) и вместе с тем пылеобразование здесь не наблюдается.

Принципиальная блок-схема линий с формованием экструзией и резкой жесткого бруса приведена на рис. 5.

Названным схемам присущ такой недостаток линий с формованием пластичного бруса (см. рис. 1), как неравномерная скорость экструзии, причем резка жесткого бруса и экструзия пустотелых изделий в данном случае еще более усложняются. Линии недостаточно универсальны (пригодно лишь сырье без карбонатов), а прессы для экструзии жесткого бруса имеют увеличенные удельные габариты, металло- и энергоемки.

Принципиальная блок-схема модернизированной линии с измельчением жесткой глиномассы и компрессией штучных изделий в конвейерно-формовочной опалубке показана на рис. 6. Базовый вариант ее конкретного исполнения\* (с характеристиками вновь вводимого оборудования) имеет по

\* Он показан на рис. 3 в статье этого же автора «Новые технологии производства керамического кирпича», опубликованной в журнале № 5 этого года. Следует отметить, что в статье оставлены местами схемы 3 и 4.

Первичная подготовка и дозировка компонентов шихты

Переработка и грануляция массы в пластичном состоянии

Подсушка (или разувлажнение) массы до „жесткого“ состояния (14-16%)

Измельчение „жесткой“ глиномассы до „псевдопорошка“ фракции 1-5 мм

Поточно-конвейерное формование штучных изделий в формах

Укладка и транспортировка сырца на досушку и обжиг

Досушка и обжиг изделий

Рис. 6. Принципиальная блок-схема модернизированной линии с измельчением жесткой глиномассы и компрессией штучных изделий в конвейерно-формовочной опалубке (пример такой линии см. в ж. л. № 5, с. 6, рис. 3)

сравнению с линиями, показанными на рис. 5, следующие преимущества:

возможность формовать кирпич за один прием на одном устройстве;

размеры изделий — четко геометрические;

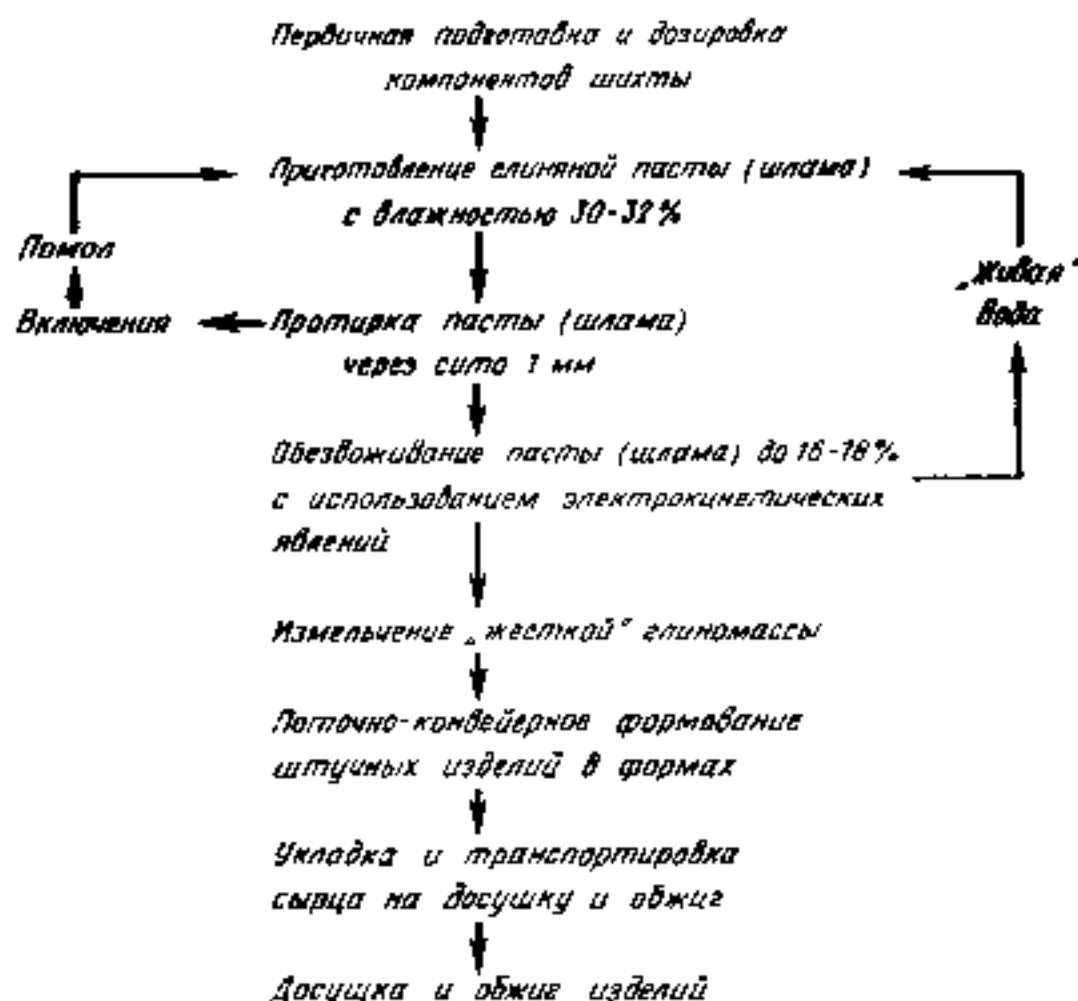


Рис. 7. Принципиальная блок-схема усовершенствованной по сравнению со схемой линии (рис. 6) со шламовой массой подготовкой сырья и использованием электрокинетических методов обезвоживания и затвора глины (пример такой линии — см. там же, с. 8)

брака типа «свилеватость» и др. нет;

снижены удельные энергозатраты, металлоемкость, уменьшены габариты формирующего оборудования, не происходит запрессовки воздуха в теле изделий.

Однако технология все же недостаточно универсальна — в ней может быть использовано сырье без карбонатных включений. Этот недостаток устраняется в линии со шламовой массоподготовкой сырья и использованием электрокинетических явлений для обезвоживания и активации глин, принципиальная блок-схема которой приведена на рис. 7. Базовый вариант ее конкретного исполнения\* аккумулирует в себе такое досто-

инство схем со шликерной массоподготовкой, как вовлечение в производство любого сырья. Применение же электрокинетических методов обезвоживания и активации глин вместо традиционного испарения влаги обеспечивает при этом ряд других преимуществ:

упрощение схемы и уменьшение удельных энергозатрат;

повышение прочности изделий; снижение удельных площадей и объемов зданий.

Таким образом, проведенный технико-экономический анализ показал, что оптимальными являются линии полусухого прессования с пластической переработкой (массоподготовкой) сырья и модерни-

зированные линии жесткого формования (рис. 6—7) (с учетом степени освоения, на ближайшую перспективу предпочтение следует отдать схеме по рис. 4, тогда как на длительную перспективу — по рис. 6 и 7).

В дополнение к технико-экономическому анализу рассматриваемой проблемы выполнен ее научно-технический анализ, результаты которого показывают, что предпочтительной является переработка (массоподготовка) керамического сырья в пластическом или текучем (шлам, шликер) состоянии, тогда как формование изделий целесообразно вести из полусухих или жестких масс.

УДН 678.03.084.69

Л. А. ТЕПЛОВА, канд. техн. наук (АП НПО «Полимерстройматериалы»)

## Применение современных методов организации и технологий ремонтных работ

В настоящее время в связи с повышением значения рентабельности и прибыли в экономике предприятия большую актуальность приобрели вопросы снижения стоимости ремонта и технического обслуживания технологического оборудования. Важная задача в этом направлении — перевод ремонтных служб на хозяйственный расчет.

Хозяйственный расчет служб главного механика, главного энергетика и их подразделений способствует росту активности ремонтного персонала в обеспечении работоспособности и надежности оборудования, резкому сокращению простоев и затрат на ремонт и техническое обслуживание машин и механизмов.

При переводе отдела главного механика (ОГМех) и отдела главного энергетика (ОГЭ) на хозяйственный расчет выделяется подготовительный этап: создается хозяйственный расчетная группа по внедрению и совершенствованию хозяйственного расчета, определяются необходимые нормативно-методические материалы по управлению ремонтными службами, проводит-

ся анализ производственно-хозяйственной деятельности служб, устанавливаются причины, снижающие ее эффективность.

При введении системы хозяйственного расчета сначала разрабатывается проект положения по организации внутрипроизводственного хозяйственного расчета ОГМех и ОГЭ. Затем проект корректируется с учетом замечаний производственных подразделений. Уточненное положение утверждается.

В процессе внедрения и функционирования системы хозяйственного расчета в действие приказ, разрабатываются плановые задания по утвержденным показателям для всех подразделений служб (отделов главного механика, главного энергетика, цеха, участков, бригад). Внедрение хозяйственного расчета в ОГМех и ОГЭ и их подразделениях проводится отделами главного механика, главного энергетика и планово-экономической службой предприятия. Разделение функций между ОГМех и ОГЭ предприятия контролируется разделительной ведомостью, в которой по каждой службе указываются оборудование

и виды ремонтных работ.

На ОГМех возлагаются функции обеспечения эксплуатационной надежности технологического и подъемно-транспортного оборудования, которые заключаются в производстве и управлении ремонтами и техническим обслуживанием механической, электрической и электронной частей технологического и подъемно-транспортного оборудования.

ОГЭ осуществляет функции по бесперебойному обеспечению предприятия всеми видами топлива и энергии (газом, паром, водой, сжатым воздухом, электроэнергией), по производству и управлению ремонтами и техническим обслуживанием энергетического оборудования, а также электрических машин, трансформаторов и другого электротехнического оборудования, входящего в состав технологического и подъемно-транспортного оборудования, ремонт которых связан с выполнением обмоточных и пропиточных работ.

Нормативная база является основой планирования, контроля, ана-

лиза и учета проводимых работ. Основные виды норм и нормативов для планирования деятельности службы главного механика включают в себя продолжительность ремонтных циклов и межремонтных периодов, структуру ремонтных циклов для технологического и подъемно-транспортного оборудования, категории ремонтосложности, нормы времени простоя оборудования в плановом ремонте, лимиты простоя оборудования в неплановых ремонтах, нормы времени на ремонт и техническое обслуживание, нормы расхода материалов, комплектующих изделий и запасных частей, нормы и нормативы оборотных средств на запасы товарно-материальных ценностей для ремонтных нужд, нормы сбора и выхода регенерированных масел, сметные калькуляции стоимости одной ремонтной единицы технологического и подъемно-транспортного оборудования по видам оборудования и работ, внутризаводские цены на запасные части, изготавливаемые ГМЦ, договорные цены на запасные части к оборудованию, материалы, поступающие со стороны [1, 2].

В перечень основных видов норм и нормативов для планирования службы главного энергетика входят: продолжительность ремонтных циклов и межремонтных периодов, структура ремонтных циклов для энергооборудования и сетей, категории ремонта сложности электрооборудования, нормативы простоя оборудования в ремонте, нормы времени на ремонты и техническое обслуживание энергооборудования и сетей, нормы расхода материалов, покупных комплектующих деталей и запасных частей, нормативы оборотных средств на товарно-материальные ценности для ремонтных нужд, общезаводских расходов для ремонтов, сметные калькуляции стоимости одной ремонтной единицы энергооборудования и сетей по видам оборудования, сетей по видам работ, планово-расчетные цены по отпуску энергоресурсов цехам-потребителям, нормы расхода топлива и энергии и нормативы их снижения.

Планирование, учет и анализ хозяйственной деятельности ремонтных служб основываются на экономических нормативах и системе хозяйственных показателей. Число и состав показателей уста-

навливаются предприятием. Они должны быть минимальными, но достаточными для согласования деятельности производственных подразделений, причем показатели должны характеризовать не только выполнение плановых заданий, но и эффективность работы ОГМех и ОГЭ. В качестве основных оценочных показателей рекомендуется устанавливать систему двух величин: первый показатель — объем производства продукции, ремонтных работ и услуг по номенклатуре — характеризует выполнение плановых заданий, договорных обязательств в установленные сроки; второй — затраты на все виды ремонта в расчете на одну ремонтную единицу — характеризует эффективность работы ремонтной службы.

Основные хозяйственные показатели должны быть связаны с материальным стимулированием ремонтного персонала [3].

Дополнительные хозяйственные показатели могут использоваться для анализа производственно-хозяйственной деятельности службы, а также в качестве дополнительных условий при премировании.

Составную часть хозяйственного расчета предприятий представляет бригадный хозяйственный расчет. Он осуществляется с учетом специфики производства и задач ремонтного подразделения. В зависимости от объема ремонтных работ, числа единиц конструктивно подобного оборудования и его территориального расположения ремонтные бригады могут быть организованы по принципу предметной, функциональной и предметно-функциональной специализаций.

В настоящее время в ремонтных работах производства полимерных строительных, кровельных и гидроизоляционных материалов широко используются гальванические процессы упрочнения и восстановления деталей машин ванными, струйными и проточными способами, в том числе с использованием асимметричного тока переменной полярности, а также электродуговым способом.

Однако в последние годы в нашей стране и за рубежом интенсивно развивается поверхностная термическая обработка деталей с помощью оптических квантовых генераторов (ОКГ) [4, 5]. Лазерным излучением упрочняются детали любой конфигурации, но

особенно эффективна обработка ОКГ для упрочнения локальных, подверженных износу или разрушающихся от усталости участков деталей. В этой связи во ВНИИ-стройполимере были проведены исследования по повышению срока службы шестерней битумных насосов, работающих в условиях интенсивного изнашивания на участке централизованного приготовления покровной массы.

Исследования выполнялись на технологических комплексах с непрерывными СО<sub>2</sub>-лазерами марок «ТЛ-1,5» с максимальной выходной мощностью 1,5 кВт и «Лантан-3» с мощностью излучения до 3 кВт.

Облучение поверхности шестерней, изготовленных из серых перлитных чугунов, проводилось в режиме оплавления. В зависимости от режимов обработки графит частично или полностью растворялся в жидком металле. При высоких скоростях обработки 3—6 м/мин и больших мощностях излучения 2,4—2,6 кВт графит полностью растворялся в верхнем слое. Растворение графита в жидком металле, последующая закалка, вследствие быстрого отвода тепла в глубь металла, приводили к образованию белой нетравящейся зоны, не содержащей графитных включений, с высокой микротвердостью — 8000—10 000 МПа. В переходной зоне, где растворение графитных включений оставалось неполным, наблюдалось снижение микротвердости до 5000—6000 МПа. В результате оптимизации режимов лазерной термической обработки были получены равномерные структуры зон оплавления с дендритным строением, с высокими физико-механическими характеристиками. Глубина отбеленного слоя достигала 900 мкм при обработке без перекрытий зон лазерного воздействия и 1500—1700 мкм при обработке с перекрытиями.

Высокие значения микротвердости 9000—10 000 МПа этой зоны связаны с характером тонкой структуры: высокой дисперсностью кристаллитов, развитой блочностью, повышенной плотностью дислокаций, а также перераспределением углерода и легирующих элементов между фазовыми составляющими, обусловленными повышенными температурами нагрева под закалку и высокими скоростями закалки при лазерной

обработке по сравнению с традиционными методами таковой. Температурное поле рассчитывали с применением метода функций Грина (для «зуба» шестерни с углом раствора  $\alpha = 60^\circ$ , материал зуба — перлитный чугун). На важной в процессе износа поверхности «зуба» изотермы были расположены ближе друг к другу по сравнению с объемной частью.

Глубина зон отбеливания и термического влияния при обработке поверхности шестерней без перекрытия составила 1100—1350 мкм и с перекрытиями — 1700—2000 мкм. Обработка поверхности шестерней с перекрытиями позволила увеличить глубину закалки, но несколько снижала максимальную микротвердость. Однако при промышленном применении технологии лазерного упрочнения существенное значение имеет шероховатость поверхности зон лазерного воздействия.

Выяснилось, что качество лазерной обработки серых чугунов, проведенной в режиме оплавления, может заметно снижаться в результате выделения газов при кристаллизации расплава и появления газовых пор в зонах расплавления. Чаще поры располагаются вблизи поверхностного слоя, рядом с графитными включениями, имеют сферическую форму диаметром 1,5—9 мкм.

Повышенная склонность чугунов к газовой пористости при лазерной обработке обусловлена присутствием графита, для которого характерна высокая адсорбционная способность. Выяснилось, что газовая пористость связана с режимом обработки. При возрастании мощности лазерного излучения и одновременном уменьшении скорости обработки наблюдалось увеличение пористости.

Шероховатость поверхностного слоя шестерней обычно увеличивалась после лазерной обработки с оплавлением. В отдельных случаях для получения исходной шероховатости  $R_z = 20$  требуется окончательная шлифовка на глубину до 80—100 мкм.

Надо отметить, что область оптимальных режимов обработки для перлитного и феррито-перлитного серых чугунов шире, чем для чугунов на ферритной основе, что связано со способностью перлитного чугуна к более равномерному растворению углерода при закалке и, как следствие, к об-

разованию меньшего количества газовых пор [6].

Сравнительные стендовые и производственные испытания обработанных деталей показали, что упрочнение лазерным излучением позволяет повысить срок службы изнашиваемых деталей в 4—5 раз.

В последние годы лазерная закалка изучается во многих научных институтах и лабораториях. В большинстве случаев в производство внедряется закалка излучением ОКГ отдельных труднодоступных участков деталей, где сложно применять обычные методы закалки.

В прошлом существовала тенденция к изготовлению законченных конструкций ОКГ, отвечающих определенным требованиям технологического процесса. На современном этапе развития отечественного машиностроения создаются модульные конструкции лазерных установок, что дает возможность потребителю выбирать модули с нужными параметрами и модифицировать или расширять их в соответствии с требованиями разработанных технологий. Последнее в условиях дефицита новой техники дает возможность прогнозировать эффективное применение оптических квантовых генераторов для увеличения срока службы машин в промышленности полимерных строительных, кровельных и гидроизоляционных материалов, которая характеризуется большим парком физически изношенного оборудования.

Для поверхностного упрочнения чугуновых деталей в нашей стране применяются разнообразные методы термической и химико-термической обработки: азотирование, борирование, хромирование, алитирование и др. [7]. Наибольшее практическое применение нашли дорогостоящие процессы азотирования, использующиеся для повышения твердости, износостойкости, предела выносливости и коррозионной стойкости чугуна. Однако наиболее производительным способом упрочнения, обеспечивающим высокое качество обработки, является поверхностная закалка токами высокой частоты. В связи с этим во ВНИИстройполимере были проведены работы по исследованию оптимальных вариантов поверхностной закалки ТВЧ шестерней битумных насосов, эксплуатируемых в условиях интенсивного изнашивания.

При разработке технологии закалки ТВЧ исходили из условий равномерного упрочнения профиля зуба по всей длине (отсутствия краевого эффекта), максимального повышения твердости закаленной поверхности при сохранении вязкой неупрочненной сердцевины, отсутствия закалочных трещин в рабочей части зуба и у его основания, достаточной толщины закаленной зоны с плавным переходом к твердости разупрочненной сердцевины.

Для обработки шестерен была спроектирована и изготовлена специальная оснастка, включающая в себя индуктор, приспособление для перемещения детали и охлаждающее устройство спрерного типа.

Анализ процессов поверхностной закалки позволил определить оптимальный режим упрочнения шестерней: температуру нагрева зуба и охлаждающей воды, время нагрева до температуры закалки, время охлаждения при закалке, температуру отпуска и его продолжительность.

Металлографический анализ структуры серого перлитного чугуна показал, что низкая твердость чугуна (HRC 20) является причиной интенсивного изнашивания зубьев в результате воздействия в зоне контакта абразивной массы.

Включения графита в чугуне являются дополнительным источником углерода при аустенизации, поэтому результаты термической обработки зависят от количества включений графита. Увеличение этого количества обеспечивает более высокую и равномерную твердость закаленного слоя.

После упрочнения ТВЧ в поверхностном слое получена структура мартенсита с твердостью HRC 46, обеспечивающая повышение износостойкости и работоспособности шестерней в 7—8,6 раза.

Для реализации способа поверхностного упрочнения изнашивающихся деталей в условиях предприятия рекомендуется брать в аренду или использовать покупное оборудование (преобразователь частоты 8 кГц, закалочный трансформатор ТЗ-800, конденсаторные банки емкостью 40—50 мкф, подстроечные банки емкостью 10 мкф, водяной насос производительностью 100 м<sup>3</sup>/ч), а также оборудование, изготовляемое собственными силами (закалочные уста-

новки, индуктор, охлаждающее устройство или индуктор-спрейер).

Применение рассмотренных методов организации и способов проведения ремонтных работ в подотрасли полимерных строительных, кровельных и гидроизоляционных материалов способствует совершенствованию организации и стимулированию труда ремонтных подразделений, обеспечивает бесперебойную, надежную, экономичную работу технологического оборудования и его быстрознашивающихся частей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солуянова Л. И., Заруцкий В. А., Сидорова Т. Н. и др. Методические рекомендации по организации внутрипроизводственного хозяйственного расчета. — Волгоград: Знамя, 1988.
2. Сагыйдан О. М., Дыхий С. Н. Бригадные формы организации труда ремонтного персонала на предприятиях промышленности строительных материалов. — Сер. 15. Вып. 1. Ремонт, эксплуатация и защита от коррозии оборудования и строительных конструкций. — М., ВНИИЭСМ, 1990.
3. Карелин В. С. Материальное стимулирование повышения эффективности производства строительных материалов. — Сер. 13. Вып. 1. НОУ в промышленности строительных материалов — М.: ВНИИЭСМ, 1990.
4. Аполлонов В. М., Мишаков Г. А., Родионов А. И. Разработка технологии повышения эксплуатационной стойкости плунжера дозирующих насосов методами газерного легирования. — Тезисы докл. научно-техн. конф. «Прогрессивные методы получения конструкционных материалов и покрытий, повышающих долговечность деталей машин». — Волгоград, 1992.
5. Кебнер Г. Промышленное применение пазаров — М.: Машиностроение, 1988.
6. Крапошин В. С. Влияние пазарного нагрева на количество остаточного аустенита в сталях и чугунах. — Металловедение и термическая обработка металлов, 1989, № 10.
7. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение, 1980.

УДК 679.8.004.68

## Какой быть промышленности нерудных строительных материалов

В конце 1992 г. в Москве состоялось VI совещание работников промышленности нерудных строительных материалов, организованное Российским научно-техническим союзом строителей и Минстроем Российской Федерации. В нем приняли участие около 100 специалистов из 44 организаций России, Украины, Беларуси, Литвы, а также Германии и Болгарии.

С докладами и сообщениями на совещании выступили 34 человека — работников научно-исследовательских, проектных, учебных институтов, конструкторских организаций различных производственных структур, малых предприятий, зарубежных фирм.

Основное внимание на совещании было уделено вопросам состояния промышленности сегодня и возможным направлениям ее развития в новых, рыночных условиях, охраны окружающей среды и ресурсосбережения, создания нового оборудования, технологий горных работ и переработки сырья.

В результате обсуждения рассматриваемых проблем и обмена мнениями специалистов совещание приняло рекомендации.

#### Рекомендации

VI совещания работников промышленности нерудных строительных материалов «Состояние промышленности нерудных строительных материалов и концепция

развития производства в новых хозяйственных условиях»

VI совещание работников промышленности нерудных строительных материалов отмечает, что выпуск нерудных строительных материалов на территории Российской Федерации в 1991 г. составил 613 млн. м<sup>3</sup>, что на 14 % ниже, чем в 1990 г.

Промышленность нерудных строительных материалов Российской Федерации насчитывает 2600 предприятий. Средняя мощность предприятий, находящихся на самостоятельном балансе, составляет 1,1 млн. м<sup>3</sup>. Сырьевая база промышленности включает 2830 месторождений.

Из-за ограничения капиталовложений в промышленность строительных материалов, трудностей сбыта продукции, массовой приватизации предприятий производители ориентируются на реализацию краткосрочных проектов с малыми сроками окупаемости.

Перемены в структуре жилищного строительства, заключающиеся в резком увеличении доли малоэтажной застройки, отвечающей спросу населения, обуславливают приоритетность малых предприятий с небольшими расстояниями перевозок сырья и местных строительных материалов при обязательном максимальном использовании технического потенциала существующих крупных предприятий.

Совещание рекомендует следующее.

1. Ориентировать промышленность нерудных строительных материалов на приоритетное развитие малых предприятий с разработкой по каждому региону сети их размещения, в которой учитывалась бы структура городского и сельского поселений с целью снижения расстояний перевозок сырья и продукции для малых и средних городов.

2. Использовать период падения объемов производства для резкого повышения качества продукции, в частности, с целью снижения расхода цемента в строительстве.

3. Просить Минэкономики Российской Федерации решить вопрос об увеличении финансирования для расширения объемов строительства автомобильных дорог, что имеет исключительно важное социальное значение.

4. Обратиться к Минвузу РФ с предложением установить приоритетное финансирование фундаментальных исследований отраслевого характера, создающих основу для широкого распространения результатов отраслевой науки, в частности, экологического профиля.

5. Предложить отраслевым институтам уделять в планах работ внимание региональным проблемам, учитывающим особенности и спрос отдельных экономических районов, краев, областей.



6. Рекомендовать трудовым коллективам предприятий рассмотреть возможность расширения номенклатуры продукции, создания цехов по выпуску новых ее видов для удовлетворения широкого спроса потребителей.

7. Считать целесообразным создание в Российском научно-техническом союзе строителей (или в иной организационной структуре) координационного органа, который бы занимался распространением научно-технической информации, сбором, обобщением и публикацией данных о состоянии отрасли, экспертизой проектов, формировал банк данных по горному и перерабатывающему оборудованию, содействовал развитию малых предприятий по производству нерудных строительных материалов.

8. Ориентировать машиностроение на выпуск для малых предприятий комплексных быстромонтируемых технологических линий и соответствующего горного оборудования.

9. Сконцентрировать усилия специалистов отрасли на поиске путей всемерного сбережения энергоресурсов.

10. При конверсии и реконструкции предприятий нерудных строительных материалов предусматривать возможность автоматизации производственных процессов, обеспечивающих энергосбережение, повышение качества продукции, защиту оборудования от перегрузок и др.

11. Рекомендовать руководителям предприятий и объединений принимать активное участие в подготовке законодательных актов по рациональному использованию недр, охране окружающей среды, формированию техногенных месторождений и др.

## ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 691.464.821.925/.927

М. Н. ПОПИКОВ, инж. (Безменское карьерное управление), К. А. ОГАЙ, канд. техн. наук (Институт повышения квалификации концерна «Россевзапстрой»), В. И. ШЕРОНОВ, канд. техн. наук (Нижегородский инженерно-строительный институт им. В. П. Чкалова), Г. Ф. КУЛИК, инж. (Нижегородский завод крупнопанельного домостроения № 1)

### Совершенствование дробильно-сортировочного оборудования в Безменском карьереуправлении

В Безменском карьереуправлении Минстроя Республики Туркменистан задачу увеличения выпуска заполнителей для бетона (особенно мытого песка) решают путем совершенствования действующего оборудования — реконструкции машин и механизмов и их узлов, рационализации технологических процессов.

Проанализировав технологические особенности производства заполнителей на каждой дробильно-сортировочной фабрике, инженерно-технические работники пришли к выводу, что на фабрике № 1 можно увеличить производительность на переделе первичного дробления, т. е. конусной дробилки путем отсева материала фракции 0—40 мм. С этой целью перед конусной дробилкой был установлен виброгрохот. Гравийно-песчаная масса, поступающая по ленточному конвейеру, раньше по тачке подавалась сразу в дробилку и из-за залипания дробящего пространства глиной производительность дробилки снижалась. Сейчас мелочь отсеивается, затем подается ленточным конвейером на вторичную сортировку и промывку.

Для получения щебня кубообразной формы на дробильно-сортировочных фабриках № 2, 3 установлены роторные дробилки СМД-75А Выксунского завода дробильно-сортировочного оборудования (г. Выкса Нижегородской обл.).

Работниками карьероуправления была изменена конструкция бил (рис. 1). Вкладыши бил можно применять несколько раз, изнашившиеся просто выбивают из паза. Рабочая часть бил наплавляется твердым сплавом (сормайтом, сталинитом и др.).

Модернизирована конструкция отражательной плиты отбойно-

центробежной дробилки ОЦД-100 (изготовитель — Ясиноватский завод Донецкой обл.), которая эксплуатируется на дробильно-сортировочной фабрике № 1. Отражательные плиты быстро изнашивались. Приходилось 1 раз в месяц их менять. На замену двух плит уходило 2—3 смены. Чтобы увеличить срок эксплуатации заводских

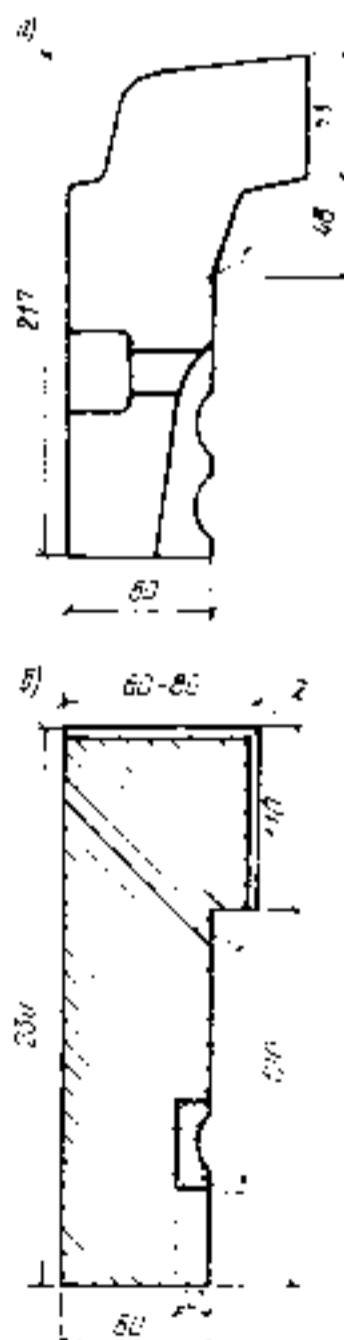


Рис. 1. Конструкция бил дробилки СМД-75А заводского производства (а), усовершенствованная в Безменском карьероуправлении (б)  
1 — бил; 2 — наплавка сормайтом; 3 — вкладыш

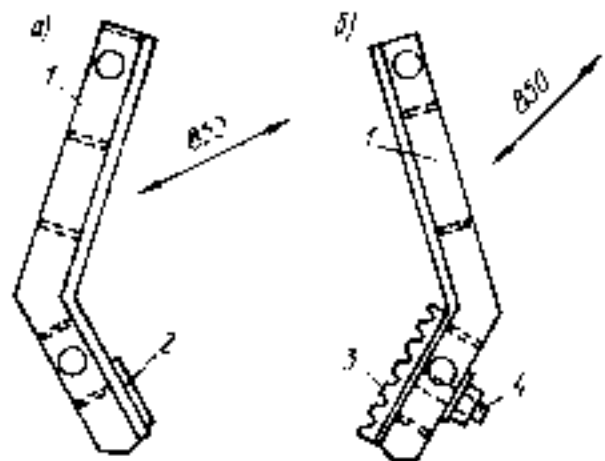


Рис. 2. Отражательная плита отбойно-центробежной дробилки ОЦД-180 заводского изготовления (а), модернизированная (б)

1 — отражательная плита; 2 — наплавка спрэйтом; 3 — каблукочная плита из марганцовистой стали; 4 — болт М42 с потайной головкой

плит, решили навешивать на них каблукочные плиты шаровых мельниц (рис. 2 и 3). Такая конструкция работает 6—7 мес. Затем изношенную каблукочную плиту заменяют, а основная используется повторно.

С целью увеличения выпуска мытого строительного песка было решено из предварительно дробленой гравийно-песчаной смеси фракции 0—70 мм, которая вырабатывается дробильно-сортировочной фабрикой № 3, отсортировать и промыть песок. Для этого на территории фабрики был сооружен дробильно-сортировочный узел (ДСУ).

Из-за стесненности размещения



Рис. 3. Вид отражательной плиты с прикрепленной к ней каблукочной плитой шаровой мельницы

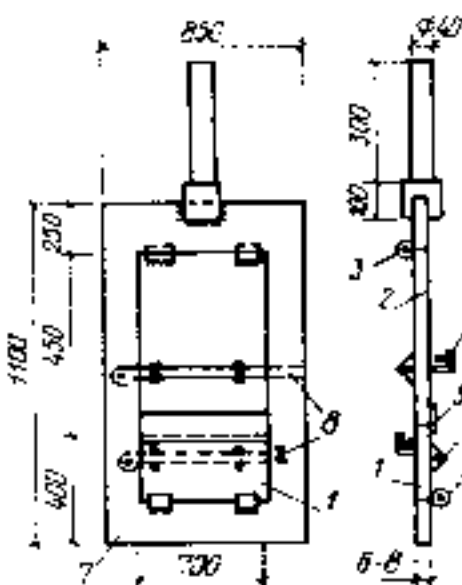


Рис. 4. Устройство распределительного шибера для кусковых и сыпучих материалов 1 — нижняя поворотная часть шибера; 2 — то же, верхняя; 3 — шарикры; 4 — петля; 5 — пластина размером 100×100 мм для улаживания стыка поворотных частей; 6 — рычажок; 7 — основание шибера; 8 — фиксаторы

действующего оборудования пришлось решать задачу перераспределения гравийно-песчаной смеси (ГПС) с конвейера, которым осуществляется погрузка заполнителя в вагоны. В связи с этим был разработан и изготовлен из листовой стали толщиной 6—8 мм распределительный шибер, который может опускаться или подниматься с помощью винта (рис. 4).

Работа шибера осуществляется в трех положениях (рис. 5).

Материал — гравийно-песчаная смесь поступает с конвейерной ленты на ДСУ и в вагоны — в этом случае нижняя поворотная часть шибера закрыта заподлицо с основным шибером и застопорены фиксатором. Поток массы на ДСУ регулируется путем подъема шибера в направляющих. Таким путем нижней частью шибера отсекается требуемое количество гравийной массы, которая идет на ДСУ для сортировки и промывки. Одновременно в окно шибера (верхняя его часть должна быть открыта) подается поток массы для погрузки в вагоны (рис. 5, в).

Конвейер имеет большую производительность, поэтому может обеспечить и снабжение ДСУ гравийно-песчаной массой и погрузку вагонов — 1 вагон при отборе материала на ДСУ загружается в течение 4—5 мин.

Шибер можно использовать

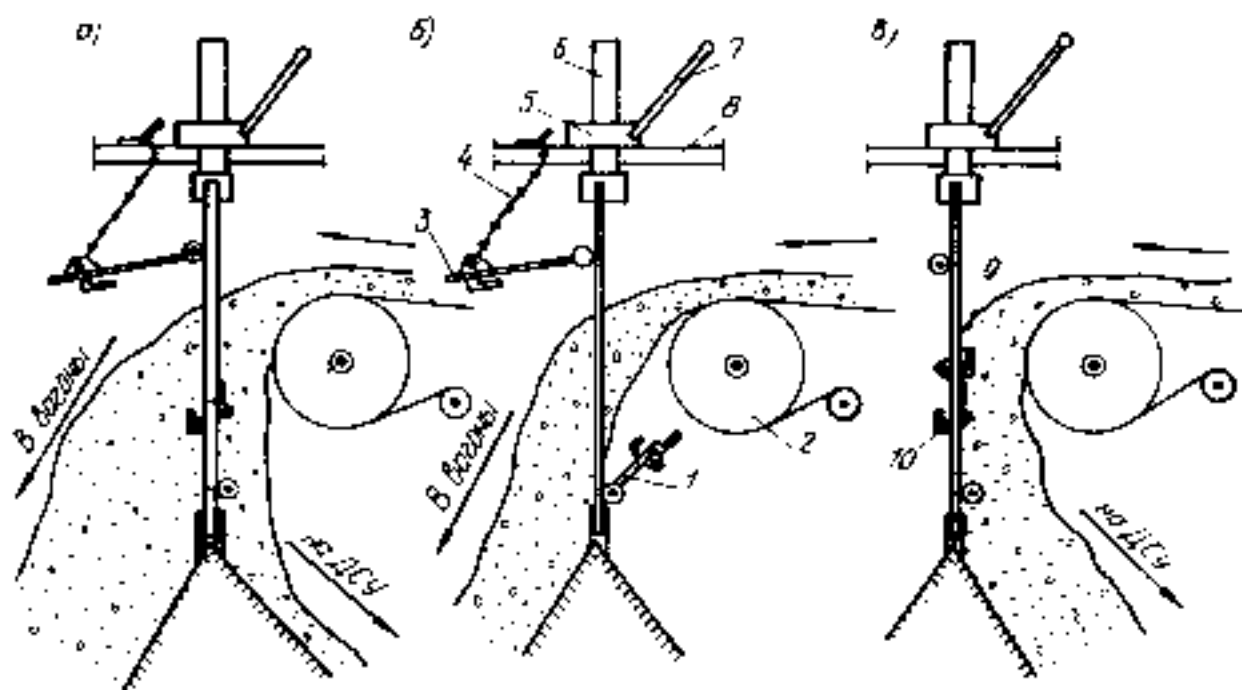
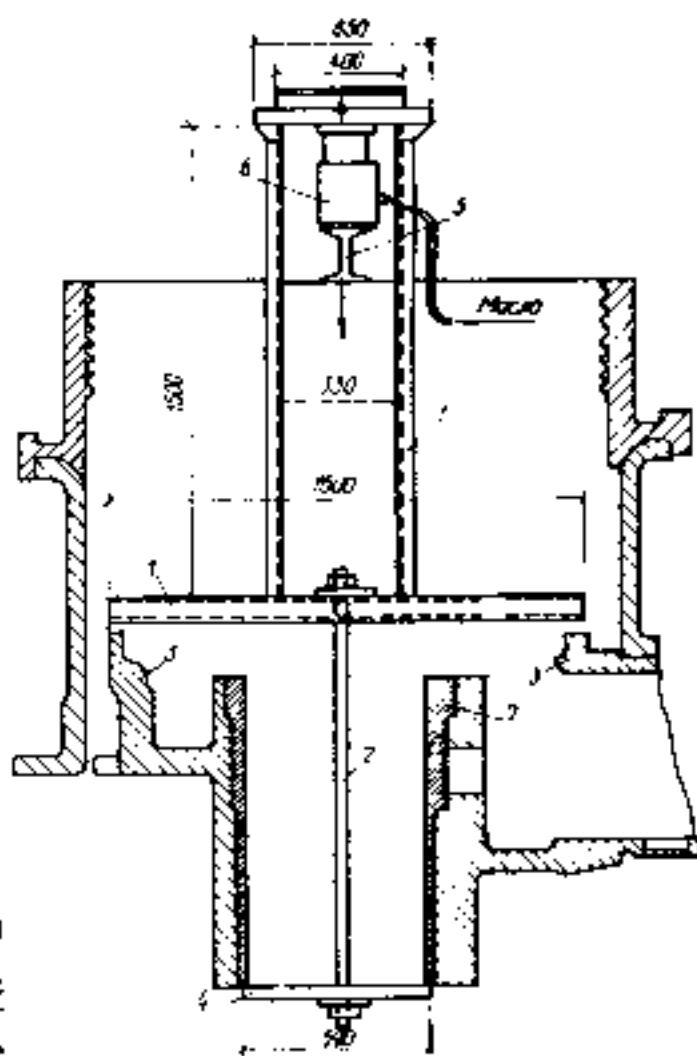


Рис. 5. Смена работы распределительного шибера при подаче гравийно-песчаной смеси в вагоны и на дробильно-сортировочный завод (а), только в вагоны (б), только на завод (в) 1 — нижняя поворотная часть шибера; 2 — барабан конвейера; 3 — верхняя поворотная часть шибера; 4 — цепь; 5 — гайка; 6 — винт; 7 — рычаг; 8 — опоры гайки; 9 — фиксатор верхней части шибера; 10 — то же, нижней части

Рис. 6. Конструкция приспособления для выпрессовки цилиндрической втулки конусной дробилки КСД-1734 Гр и КСД-1734 Б

1 — рама из швеллера № 18 в уголок 160×160; 2 — шпатель М42; 3 — конус дробилки; 4 — диск (δ=40 мм); 5 — двутавровая балка № 25; 6 — гидравлический домкрат (Q=100 т); 7 — цилиндрическая втулка



## К реабилитации асбеста

18 октября 1991 г. Апелляционный суд США аннулировал постановление 1989 г. Управления по охране окружающей среды (УООС), согласно которому к 1996 г. должны быть запрещены почти все виды использования асбеста в США.

Отвечая на петиции, поданные в августе 1989 г. Информационной ассоциацией по асбесту (Сев. Америка), Ассоциацией производителей асбестоцементных труб (США), Институтом асбеста (Канада) и другими заинтересованными сторонами, Апелляционный суд отметил, что «УООС не представило достаточных доказательств в поддержку постановления».

Суд установил, что обоснование УООС запрета использования асбеста недостаточно по ряду позиций.

1. УООС не изучило менее обременительные альтернативные решения взамен полного запрета асбеста.

2. УООС не оценило вред от расширяющегося использования заменителей асбеста, многие из которых содержат канцерогенные вещества.

© Полознев Б. А., 1993

Суд назвал выводы УООС о том, что заменители асбеста менее опасны, чем сам асбест, «спекуляцией», «химерой» и «догадкой».

3. УООС не сопоставило расходы и выгоду от реализации своего постановления.

4. УООС не изучило вопросы влияния безасбестовых тормозов транспортных средств на безопасность водителей, не оценило токсичность заменителей для тормозов.

5. Запрет УООС на применение асбестоцементных водопроводных труб неоправдан.

15 ноября 1991 г. УООС обратилось в Апелляционный суд с просьбой пересмотреть обоснование своего решения. Обращение было отвергнуто.

Единственно возможным для УООС оставалась апелляция к Верховному суду США с просьбой о пересмотре дела. Последний срок заполнения соответствующей петиции истек 27 февраля 1992 г. Однако петиция так и не была подана.

Таким образом, решение об

отмене запрета на использование асбеста является окончательным. У УООС нет больше законового основания для дальнейшего пересмотра дела. Закон о запрете на использование асбеста больше не существует.

Этот материал был опубликован в средствах массовой информации всех развитых стран мира:

Германия — «Frankfurter Rundschau», 23.10.1991 («Франкфуртер Рундschau»), «Handelsblatt» («Хандельсблат») 23.10.1991;

Франция — «Le Devoir» («Ле Девуар») 23.10.91, «La Presse» («Ля Пресс») 23.10.1991, «La Tribune» («Ля Трибюн») 24.10.1991;

США — «Globe and Mail» («Глоуб энд Майл») 22.10.1991, «News and Notes», («Ньюз энд Ноутс») No 2, 3, 4, 1992;

Индия — «Information Bulletin», No 1, 3 1992 и других.

Заместитель директора

ВНИИпроектасбеста,

канд. техн. наук Б. А. ПОЛОВНЕВ

только при погрузке вагонов, когда ДСУ по каким-либо причинам не работает. В этом случае нижняя и верхняя части шибера должны быть открыты (рис. 5, б). Когда погрузки в вагоны нет, закрыты и зафиксированы верхняя и нижняя части шибера, уменьшается также питание гравийной массой ленточного конвейера (рис. 5, в).

Конструкция шибера проста, в то же время позволяет сэкономить средства, которые потребовались бы на строительство дополнительных механизмов в подобных случаях.

С длительными простоями была связана замена цилиндрических и конических втулок конусных дробилок КСД-1750 Гр и КСД-1750 Б. Для сокращения сроков замены втулок было разработано приспособление, которое позволило в 2—3 раза ускорить эти операции. Приспособление для выпрессовки цилиндрических втулок из стакана конусных дробилок (показано на рис. 6, а) имеет раму из швеллера № 18 и уголка 16 под домкрат, конструкция и размеры которых показаны на рис. 6.

Еще более простое приспособление применено для ускорения замены конических втулок, облегчающее в то же время труд рабочих.

Выработка продукции сокращалась из-за установки на виброгрохотах сит, со сверленными отверстиями, снижающими эффективность просеивания ввиду малого живого сечения сит данной конструкции. Поставку плетеных сит, у которых живое сечение намного выше, заводы не выполняют. К тому же плетеные сита в течение 2—3 недель перетираются в местах перекрещивания проволок.

Предложена и внедрена в карьероуправлении контактная точечная электросварка сит. С этой целью на соседнем заводе железобетонных изделий была приобретена точечная электросварочная машина МП-75, разработан и изготовлен кондуктор для укладки заготовок проволок и перемещения их в процессе сварки.

Кондуктор представляет собой рамку размером в плане 1750×700 мм из угловой стали 32 мм. Полки рамки пропилены для укладки проволоки с таким расче-

том, чтобы размер квадратного отверстия сита был получен 18×18 мм, т. е. для просеивания фракции щебня 5—20 мм. Рамка с уложенной на нее проволокой может перемещаться в поперечном направлении при сварке. Для перемещения в продольном направлении изготовлена вторая рамка, на которую опирается третья рамка. Таким образом, электросварщик, перемещая вторую и третью рамки, устанавливает между электродами стык сита, нажимает ногой на педаль, электроды сближаются, сжимают перекрещивающиеся проволоки и сваривают стыки.

Для центровки проволоки при сварке сварщик использует специальную гребенку.

Сита названной конструкции прочны, и стыки не разрушаются, пока полностью не изотрутся проволоки в процессе эксплуатации. Срок службы сит составляет 3 мес при 3-сменном режиме работы.

Все технические усовершенствования выполнены по предложению начальника производственно-технического отдела Безманского карьероуправления М. Н. Попикова.

УДК 679.8.002.237

М. В. ГРИГОРЕНКО, канд. геол.-минерал. наук (Департамент строительства и архитектуры администрации Краснодарского края), Е. И. АНИСИМОВА, канд. техн. наук, Н. С. ЛЕВКОВА, канд. техн. наук (ВНИПИИстромсырье)

## **Состояние переработки песчано-гравийных материалов в Краснодарском крае и перспективы получения кондиционных строительных песков**

В Краснодарском крае производится 20 млн. м<sup>3</sup> нерудных строительных материалов, что позволяет полностью обеспечить потребность предприятий стройиндустрии в крупных заполнителях в регионе и вывозить их за его пределы. В то же время потребность в строительном песке ни по объему, ни по качеству не удовлетворяется. Пески приходится ввозить из Ростовской обл., с Украины и из других регионов.

Один из наиболее перспективных путей в решении этой проблемы — улучшение использования сырья разрабатываемых месторождений песчано-гравийных материалов.

Краснодарский край занимает четвертое место по объему запасов песчано-гравийных материалов (по утвержденным запасам второе) в России, по добыче — пятое. Залежи их образованы в результате разрушения массивов изверженных и метаморфических пород в центральной части горной системы Большого Кавказа, переноса обломков по долинам наиболее крупных рек и отложения разномерного обломочного материала на террасах и в руслах рек (крупность материала закономерно уменьшается от верховьев рек вниз по течению).

Наибольшую площадь песчано-гравийные отложения занимают на левобережье Кубани между городами Армавром и Усть-Лабинском, по долинам реки Лабы, между приустьевыми участками рек Мзымты и Псоу. Наиболее крупные по запасам месторожде-

ния края — Гулькевичское, Гирейское, Курганинское, Андрее-Дмитровское и др.

Зерновой состав песчано-гравийного материала различен. Средневзвешенное содержание песка в нем составляет 27 %. Предприятия выпускают в среднем 1,3 млн. м<sup>3</sup> песка в год, что составляет 11 % общего объема получаемых нерудных. В то же время в составе ежегодно добываемых в крае песчано-гравийных материалов извлекается из недр 4 млн. м<sup>3</sup> песчаных фракций (29 % массы сырья).

Рассмотрим распределение объема песчаных фракций в процессе переработки сырья.

В соответствии с долей выпуска несортированной песчано-гравийной смеси (ПГС) — 51 % — половина всего песка остается в ее составе. Если в среднем по России доля выпуска ПГС в объеме нерудных строительных материалов составляет 19 % и планируется ее сокращение до 15—10 %, то в крае эта доля составляет 32 %, а доля выпуска песка при этом в 1,5 раза меньше средне-республиканской. Следовательно, значительные потери песка связаны с нерациональной структурой производства нерудных строительных материалов на основе песчано-гравийных пород.

Прямые потери песчаных фракций связаны с тем, что добываемые пески не отвечают требованиям стандартов — они, как правило, мелкозернистые и загрязненные. Так, после сортировки песчано-гравийной смеси и дроб-

ления гравия и валунов в технологическом процессе образуется 2,6 млн. м<sup>3</sup> песчаных фракций, а по отчетности выпуск товарного песка составляет 1,3 млн. м<sup>3</sup>, или 50 % возможного. Нереализуемые песчаные фракции используются для рекультивации отработанных участков карьеров или складировются в отвалы, образуя техногенные месторождения.

Отсутствие технологии и технологических средств для обогащения песков приводит к значительным их потерям — до 50 % общего объема.

Таким образом, кажущееся «богатство» недр края и слабая техническая база предприятий привели к тому, что сложилась аномальная структура выпуска нерудных строительных материалов, в которой песчано-гравийная смесь преобладает над всеми их прочими видами. Привлекательная, на первый взгляд, дешевизна этого вида материалов подталкивает предприятия стройиндустрии к применению ПГС и песков, не отвечающих требованиям стандартов, в бетонах, что приводит к перерасходу цемента и низкому качеству изготавливаемых из них железобетонных изделий. В связи с этим перед предприятиями Краснодарского края, перерабатывающими ПГС, встает задача технического перевооружения с целью увеличения выпуска и повышения качества песков.

Эта задача решается сегодня со специалистами ВНИПИИстромсырье для одного из наиболее

типичных предприятий Краснодарского края — Армавирского щебеночного завода, перерабатывающего ПГС Андрее-Дмитровского месторождения.

Выполнены опробование ПГС и отбор проб (представительских) продуктов Армавирского завода: гравия, щебня из гравия, песка и отсева.

Представительские пробы материалов испытаны на предмет определения их физико-технических показателей. Характеристики песка и отсева дробления приведены в табл. 1.

Природный песок Армавирского щебеночного завода относится к группе очень мелких и не отвечает требованиям ГОСТ 8736—85 по содержанию пылевидных и глинистых частиц (3 % по ГОСТ), зерен размером менее 0,16 мм (10 % по ГОСТ), по содержанию зерен размером более 5 мм (10 % по ГОСТ) и более 10 мм (0,5 % по ГОСТ). Отсевы дробления Армавирского щебеночного завода не отвечают требованиям ГОСТ 8736—85 по содержанию пылевидных и глинистых частиц и зерен размером более 5 мм.

По минералого-петрографическому составу природные пески и из отсева дробления являются кварцево-полевошпатовыми

с небольшим содержанием потенциально реакционноспособных минералов (кремния, гнейсов, сланцев). Оценка реакционной способности песков и отсева дробления показала, что содержание растворимого кремнезема в них составляет 13 и 16 ммоль на 1 л. Следовательно — ниже допустимого для заполнителей бетона (50 ммоль-л).

Природные пески складировать на Армавирском щебеночном заводе в отвалы из-за несоответствия требованиям стандартов. Отсевы дробления используются для дорожных работ.

Мелкие заполнители для бетонов могут быть изготовлены путем обогащения природных песков или смеси природных песков с отсевами дробления в оптимальном соотношении.

Обогащение природных песков в лабораторных условиях позволило изготовить мелкие обогащенные пески с модулем крупности 1,5. Оптимальное соотношение в смеси песков и отсева установили путем оценки пустотности смеси. Оптимальная (наименьшая) пустотность получена при соотношении песок—отсев 70:30 %. При этом пустотность песка снижается с 41 до 38 %.

В результате обогащения смеси

природных песков с отсевами получаем средний обогащенный песок с модулем крупности 2,2. Сравнительные испытания в бетонах одинакового состава при жесткости бетонной смеси 5—10 с и водоцементном отношении 0,5 позволили оценить расход цемента и прочность бетона при использовании различных мелких заполнителей (табл. 2).

В соответствии с требованиями ГОСТ 26633—91 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия» к оптимальным зерновым составам песков для бетонов, мелкие обогащенные пески, полученные при обогащении природных песков Армавирского щебеночного завода, рекомендуются для применения в бетонах низких и средних марок. Крупные обогащенные пески, полученные обогащением отсева дробления на этом же заводе, — в бетонах высоких марок (выше М350).

Для бетонов различных марок, в том числе высокопрочных, рекомендуются средние обогащенные пески, полученные при обогащении смеси природных песков и отсева дробления в оптимальном соотношении.

Для получения мелких заполнителей предложена технологическая схема переработки природного песка (1 вариант) и смеси природного песка с отсевами дробления в оптимальном соотношении (2 вариант). Предусматриваются выделение из исходных материалов на виброгрохоте ГИЛ-52 гравия фракций от 5 до 20 мм и промывка и обезвоживание песка в спиральном классификаторе 2 КСН-24. Рекомендуемая технология позволяет получить мелкие обогащенные пески в объеме 213 тыс. м<sup>3</sup> в 1 год (1 вариант) или средние обогащенные пески в объеме 401 тыс. м<sup>3</sup> в 1 год (2 вариант). Кроме того, технологическая схема позволяет дополнительно извлечь из отходов мытый гравий фракций от 5 до 20 мм в объеме 95 тыс. м<sup>3</sup> в 1 год (1 вариант) или 117 тыс. м<sup>3</sup> в 1 год (2 вариант).

Экономическая эффективность предлагаемых технологических решений с учетом капитальных вложений, затрат на строительно-монтажные работы и других учтенных в расчете затрат составила 12 млн. р. по варианту 1 и 22 млн. р. по варианту 2 (по уровню цен на 2 октября 1992 г.).

Таблица 1

Зерновой состав, размер отверстий контрольных сит, мм	Песок природный		Отсевы дробления	
	Частный остаток	Полный остаток	Частный остаток	Полный остаток
10	12,1	12,1	1	1
5	12,7	24,8	10,54	11,54
2,5	4	4	27	27
1,25	2	6	12	30
0,63	2	8	16	54
0,315	35,6	43	11,5	66,5
0,16	36,5	79,3	12	68,5
Менее 0,16	20,5	100	21,5	100
Модуль крупности	1,4		2,63	
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	1562		1515	
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	6,5		8,5	
Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,63		2,63	
Содержание органических примесей	Нет		Нет	

Таблица 2

Вид мелкого заполнителя	Марка бетона	Расход цемента, кг на 1 м <sup>3</sup> бетона		Увеличение расхода цемента по сравнению с нормами СНиП, %
		на исследуемом мелком заполнителе	по СНиП 5.01.23-83	
Песок природный	300	364	280	33
Отсевы дробления	350	352	315	10,5
Смесь природного песка и отсева (70:30 %)	350	352	315	10,5
Мелкий обогащенный песок	350	340	315	7,4
Крупный обогащенный песок из отсева дробления	400	342	340	—
Средний обогащенный песок из смеси песка и отсева	400	342	340	—

М. М. ЭРКЕНОВ, канд. техн. наук, С. Н. АНАНЬЕВА, инж.  
(Пензенский инженерно-строительный институт)

## Определение качества обжига керамического кирпича

При определении качества обжига керамического кирпича его цвет сравнивают с эталоном нормально обожженного кирпича завода-изготовителя [1]. Такое определение качества обжига кирпича основано на предположении, что его цвет при использовании глины одного и того же месторождения зависит от температуры обжига: у недожженного кирпича цвет более светлый, у пережженного он более темный, чем у эталонного образца. Если кирпич одинакового цвета с эталоном, то считается, что он обожжен нормально. Между тем, как показывает практика, цвет кирпичей одной и той же партии одинакового качества обжига или даже отдельного кирпича бывает различным — белым, желтым, красным, черным и др.

Для изготовления керамического кирпича используют в основном легкоплавкие глины [2] химического состава, %:  $\text{SiO}_2$  — 60—80; глинозем  $\text{Al}_2\text{O}_3$  вместе с оксидом титана  $\text{TiO}_2$  — 5—20; оксидов железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$  — 0—3; оксида кальция  $\text{CaO}$  — 0—25; оксида магния  $\text{MgO}$  — 0—3; оксидов щелочных металлов  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  — 1—5.

Соединения железа в глинах находятся в виде пирита  $\text{FeS}_2$ , гидроксидов железа (лимонита  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , гематита  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , карбоната (сидерита)  $\text{FeCO}_3$  и др.) [3].

Среды, в которых ведется обжиг керамических изделий, бывают окислительные, нейтральные и восстановительные [2]. Окислительная среда содержит в продуктах горения 8—10% кислорода. В нейтральной среде содержание кислорода в продуктах горения составляет около 1,5%. Среда, содержащая в продуктах горения окись углерода  $\text{CO}$  и менее 1% кислорода, называется восстановительной.

Закисные соединения железа, присутствующие в глинах, при пережоге в восстановительной сре-

де придают изделиям сине-зеленоватый цвет.

При обжиге глины в окислительной среде все железо переходит в окисную форму. При этом изделия приобретают различную окраску [3] в зависимости от содержания в них  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , как это показано в таблице.

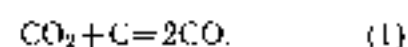
Содержание $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , %	0,8	1,3	2,7	4,2	5,5	8,5	10
Цвет	Белый	Плещи-белый	Светло-желтый	Желтый	Светло-красный	Красный	Темно-красный

Выгорающие добавки [2] (антрацит, коксовую мелочь и др.) вводят в глиняное тесто — до 60—80% общей потребности топлива на обжиг изделий. При их использовании расход топлива на обжиг снижается, пористость изделий увеличивается, благодаря этому улучшаются теплоизолирующие свойства керамики.

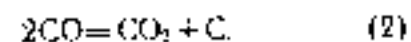
Органические примеси в глинах, в том числе выгорающие добавки, могут стать причиной появления «черной сердцевинки» [4, 5]. «Черная сердцевинка» образуется следующим образом [6]. При обжиге керамического изделия воз-

никает градиент температур: внешние слои изделия имеют большую температуру, чем внутренние.

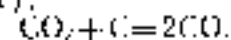
В области высоких температур обжига керамического материала происходит эндотермическая реакция



Во внутренних слоях, где температура ниже, наблюдается обратная реакция



Результатом этих реакций является возникновение разности парциальных давлений  $\text{CO}$ . Вследствие этого  $\text{CO}$  диффундирует с поверхностных слоев внутрь изделия. Образовавшаяся углекислота диффундирует в обратном направлении из внутренних слоев в наружные, где вновь происходит реакция (1).



Совокупным результатом реак-

Рис. 1. Керамический кирпич с черной сердцевиной, образовавшейся при обжиге



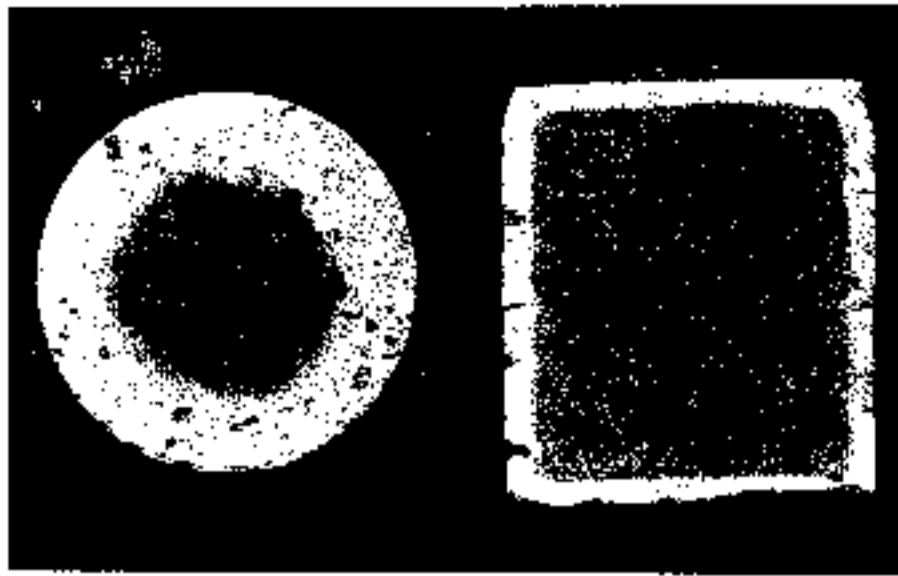


Рис. 2. Образцы-цилиндры после обжига: видна «черная сердцевина», образовавшаяся в результате свободного доступа окислительной среды ко всей поверхности материала (слева) и в середине кирпича, появившаяся вследствие ограниченного доступа окислительной среды к поверхности основания цилиндра (справа)

ций является перенос углерода из поверхностных слоев во внутренние, в которых концентрация его увеличивается. С накоплением атомарного углерода внутренние слои окрашиваются в черный цвет (рис. 1).

В исследованиях для изготовления керамических образцов использовалась глина с химическим составом, %:  $\text{SiO}_2$  — 67,1;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 18,3;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 6,4;  $\text{TiO}_2$  — 0,3;  $\text{CaO}$  — 5,1;  $\text{Na}_2\text{O}$  — 2,5;  $\text{SO}_3$  — 0,1. Глину затворяли водой в количестве 8 %. Образцы-цилиндры, изготовленные из этой глины, имели размеры: диаметр — 30 мм, высоту — 30 мм. Формовали изделия под давлением 300 кгс/см<sup>2</sup>.

Формовали одновременно три образца с содержанием гематита 3, 6 и 9 %. Кроме того, каждый образец содержал 2 % молотого каменного угля. После сушки образцы обжигали в электрической печи при температуре 900 °С, затем они медленно остывали вместе с печью.

Поскольку в электрической печи топливо не сжигается, атмосфера в ней была окислительная. Обжиг и остывание образцов в такой атмосфере привели к почти полному выгоранию углерода, поэтому «черная сердцевина» в изломах образцов была едва заметна. На наружной поверхности образцов с увеличением содержания гематита интенсивность окраски в красный цвет увеличивалась.

При выполнении следующего эксперимента образцы сразу после достижения максимальной температуры извлекали из печи для ограничения воздействия на них окислительной среды. В этих ус-

ловиях образовывалась «черная сердцевина» более интенсивной окраски (рис. 2, а).

В изломе образца можно отметить три цвета. Наружная поверхность его окрашена в красный цвет (едва заметный на черно-белой фотографии) из-за воздействия окислительной среды. Сердцевина образца под влиянием восстановительной среды окрашена в черный цвет. Промежуточный слой имеет светло-желтый цвет вследствие выгорания углерода и недостаточного окисления соединений железа.

Если рассматриваемый образец подвергался в дальнейшем действию восстановительной среды в печи, то поверхность его приобретала желтый цвет.

Влияние окислительной среды можно ограничить не только временем ее действия, но и созданием барьера между средой и изделием. Для этого на поверхность изделий перед их обжигом наносили слой глазури из легкоплавкого стекла. После обжига образцы остывали вместе с печью. Поскольку глазурь достаточно эффективно изолировала образцы от окислительной среды в печи, «черная сердцевина» окрашивала образец по всему сечению. В местах нарушения слоя глазури, где наблюдалось проникновение окислительной среды, отмечалось окрашивание черепка в красный цвет.

Для определения влияния пережога на цвет изделия в огнеупорный тигель всыпали тонкоизмельченную глину и нагревали в печи с восстановительной средой до температуры 1200 °С, при которой происходило частичное плавление



Рис. 3. Фрагмент кирпичной кладки с темными пятнами на ложковых гранях кирпича

материала. Получившийся при этом черепок имел сине-зеленый цвет.

Иногда на ложковых гранях обожженного кирпича появляются темные пятна в виде прямоугольников (рис. 3). Их появление можно объяснить следующим образом. При садке кирпича в печь для обжига один ряд изделий ставят ложковыми гранями в одном направлении, на первый ряд в перпендикулярном первоначальному направлению садят другой ряд также ложковыми гранями.

Можно полагать, что в местах соприкосновения ложковых граней двух рядов кирпичей, содержащих выгорающие добавки, образуется восстановительная среда из-за ограниченного доступа кислорода, что способствует образованию черных пятен в материале.

При выполнении следующего эксперимента два образца-цилиндра, содержащие уголь в количестве 2 %, ставились в печь один на другой основаниями и обжигались в таком положении. Образцы вынимались из печи сразу после достижения температуры 900 °С. «Черная сердцевина» образовывалась на поверхности соприкасающихся оснований цилиндров (рис. 2, б), что подтверждает указанное ранее предположение.

Иногда наружная поверхность одного кирпича имеет различную окраску — от желтого до красного. Полагаем, что такие кирпичи обжигали в печи в непосредственной близости от газовых горелок. Пламя в обычных газовых горелках можно представить в виде трех конусов, входящих друг в друга. Во внешнем конусе наблюда-

ется избыток кислорода, пламя здесь окислительное. В конусе, находящемся между внешним и внутренним конусами, имеется избыток горючего материала и недостаток кислорода, пламя этой зоны восстановительное. Внутренний конус образован струей смешанного с воздухом газа, горения в нем не происходит. Отсюда вытекает, что часть поверхности кирпича, которая во время обжига соприкасается с восстановительной зоной горелки, будет иметь темный цвет. Поверхность кирпича, которая подвергалась действию окислительной среды, приобретает красный цвет.

Исходя из изложенного, можно объяснить также и декоративность (чистый красный цвет) кирпичей стен старых построек. Обычно обжиг таких кирпичей производили в заполных печах периодического действия. Кирпичи после выгорания топлина в печи долгое время (в течение нескольких дней) оставали вместе с печью в окислительной атмосфере, что приводило к преобразованию оксидов железа в  $Fe_2O_3$ .

Как видно из вышесказанного, цвет кирпичей, изготовленных из глины одного и того же месторождения, зависит не только от температуры обжига, но и от наличия в них выгорающих добавок, характеристики среды обжига, от зазора между соприкасающимися гранями, образующегося при садке кирпичей в печь.

Указание ГОСТ 530-80 об определении качества обжига керамического кирпича по его цвету недостаточно обоснованно, и его следует отменить.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 530-80. Кирпич и камни керамические. Технические условия.
2. Кашкаев И. С., Шейнман Е. Ш. Производство глиняного кирпича. — М.: Высшая школа, 1970.
3. Нагибин Г. В. Технология строительной керамики. — М.: Высшая школа, 1968.
4. Книгери У. Д. Введение в керамику. Издание второе. — М.: Госстройиздат, 1967.
5. Павлов В. Ф. Физико-химические основы обжига изделий строительной керамики. — М.: Стройиздат, 1977.
6. Некратян К. А. Сушка и обжиг в промышленности строительной керамики. — М.: Госстройиздат, 1962.
7. Некрасов Б. В. Основы общей химии. Т. 2. — М.: Химия, 1970.

## ПРИБОРЫ

УДК 616.831.2:681.2

В. Е. ГОЛОВАЧ, А. Ю. КОКИН (МНПО «Аир»)

### Экспресс-анализатор активности силикатной массы

В межотраслевом научно-производственном объединении «Аир» разработан экспресс-анализатор активности силикатной массы АСМ-1. Он предназначен для автоматического определения активности силикатной массы в отделениях массоприготовления заводов, цехов, участков, производящих изделия из известково-песчаных и других известкосоудерживающих смесей в отобраных и подготовленных лаборантом (оператором) пробах.

Анализ силикатной массы производится методом ускоренного титрования. Навеска силикатной массы вручную помещается в приемную воронку активатора. Тула же автоматически подается нормированное количество воды заданной температуры, необходимое количество индикатора и титрант (однонормальный раствор соляной кислоты) единичными (квантованными) дозами в количестве, про-

порциональном содержанию  $CaO + MgO$  в навеске.

В вычислительном устройстве реализуется формула определения активности  $A$

$$A = K \frac{U_1 \cdot U_2}{U_3}$$

где  $K$  — коэффициент пропорциональности,  $U_2$  — напряжение, пропорциональное количеству титранта, пошедшего на одно определение,  $U_1$  — напряжение, соответствующее титру,  $U_3$  — напряжение, зависящее от выбранного коэффициента ускорения титрования, массы навески и объема единичной дозы титранта.

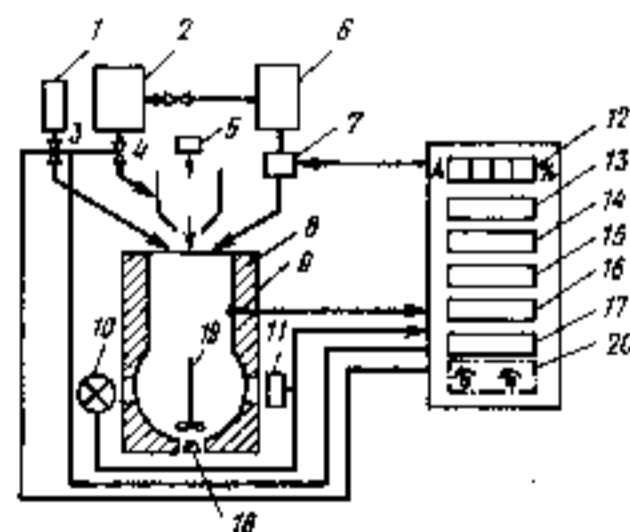
С пульта ручного ввода напряжения  $U_1$ ,  $U_3$  устанавливаются периодически при градуировке прибора или при изменении указанных параметров.

С помощью дифференциального фотореле автоматически определяется конец титрования и прекращается подача титранта. Количество титранта, пошедшее на титрование, преобразуется в напряжение и автоматически поступает в вычислительное устройство, а на цифровых индикаторах электронного блока отображается результат измерений и вычислений активности смеси в %  $CaO + MgO$ .

Подготовка анализатора к новому измерению заключается в сливе отработанного раствора при помощи ручного привода затвора и в автоматической промывке активатора подогретой водой. Применение экспресс-анализатора позволяет:

исключить возможные ошибки в вычислениях;

значительно сократить время от момента отбора пробы до получения информации об активности массы, увеличить частоту опробований, а значит активно влиять на состав массы и, в конечном счете, предотвратить возможный брак, повысить сортность и увеличить объем выпускаемой продукции, а также сократить удельный расход



Принципиальная схема анализатора АСМ-1

1 — бак индикатора; 2 — бак-термостат воды; 3 — дозатор индикатора; 4 — клапан подачи воды; 5 — навеска анализируемой массы; 6 — бак титранта; 7 — дозатор титранта; 8 — клапета-реактор; 9 — датчик уровня; 10 — осветитель; 11 — фотоприемник; 12 — цифровой индикатор активности; 13 — вычислительное устройство; 14 — измеритель объема титранта; 15 — фотореле; 16 — блок управления и автоматики; 17 — блок питания; 18 — затвор клапеты; 19 — активатор; 20 — ручной ввод переменных  $U_1$  и  $U_3$ .



известки;

улучшить условия труда лаборантов и операторов.

Внедрение экспресс-анализатора позволит практически решать проблемы комплексной автоматизации участков смесеприготовления на предприятиях силикатной промышленности.

#### Основные технические данные

Диапазон определяемой активности, %	4 - 14
Погрешность определения активности, %	0,6
Масса навески, г	2
Питающее напряжение переменного тока, В	+ 22 - 33
Потребляемая мощность не более, Вт	250
Расход титранта на одно измерение, мл	3 - 10
Средний расход индикатора (1 %-ный раствор фенолфталеина) на одно измерение, мл	0,05
Расход воды на одно измерение, мл	200
Расход воды на одну промывку, мл	220 - 250
Наработка на отказ с вероятностью 0,95 не менее, ч	2000
Время определения от десятков секунд до нескольких минут в зависимости от допускаемой погрешности и активности.	

Изготовлен и успешно испытан в производственных условиях Днепропетровского завода стеновых материалов макетный образец экспресс-анализатора. Планируется продолжение работ по созданию опытных образцов и освоению выпуска анализатора двух комплекций с максимальным и минимальным уровнем автоматизации операций титрования.

Ориентировочная стоимость анализаторов в ценах, сложившихся в ноябре 1992 г.: максимальной комплектации — 125—185 тыс. р., минимальной комплектации — 100—150 тыс. р. в зависимости от заявленной общей потребности в анализаторах. Анализатор может применяться в любых производствах, лабораториях, где используется метод титрования.

В технических решениях использованы несколько ноу-хау.

**Заинтересованных специалистов приглашаем обращаться по адресу:** 322530, Днепропетровская обл., г. Желтые Воды, а/я 34.

**Телефон:** (05652) 5-64-80.

**Авторы В. Е. Головач,**

**А. Ю. Кокин.**

## ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЫНКА

УДК 622.35

**А. И. КОСОЛАПОВ**, канд. техн. наук (Красноярский институт цветных металлов)

### Методика определения основных экономических показателей разработки месторождения облицовочного камня

В последние годы в связи с ростом потребности в облицовочных материалах из природного камня остро встал вопрос вовлечения в эксплуатацию его новых месторождений и их разведки. Для этого перед выполнением соответствующих работ необходимо сначала из имеющихся месторождений выбрать наиболее конкурентоспособное. Сложность решения этой задачи в современных условиях связана с динамичным изменением стоимостных показателей и отсутствием нормативных материалов. Поэтому оценивать геологический объект сегодня целесообразно с использованием данных по аналогичному эксплуатируемому месторождению. Различия между оцениваемым месторождением и аналогичным ему можно учесть, применяя относительные показатели трудности добычи и обработки блоков [1], а также коэффициенты обрабатываемости, характеризующие пилимость, шлифуемость и полируемость камня [2].

Трудоемкость добычи камня, которая обуславливается образованием новых поверхностей при отделении и разделке блоков, учитывается коэффициентом их выхода и средним объемом, а трудоемкость обработки, связанная с установкой блоков на распиловку и их разборкой, учитывается с помощью среднего объема блока. Зависимости изменения соответствующих характеристик от указанных параметров представлены на рисунке. Здесь показатель трудности равен единице при среднем объеме блока, составляющем 8 м<sup>3</sup>.

С помощью коэффициентов обрабатываемости учитывают различные прочностные свойства природно-

го камня при оценке затрат на выполнение горных работ и обработку блоков. По кривым, изображенным на рисунке, можно определить, во сколько раз трудоемкость добычи или обработки блоков на оцениваемом и аналогичном месторождениях различаются между собой на основе деления значений соответствующих им относительных показателей. Показан также график зависимости коэффициента потерь от объема блоков, полученный на основе их анализа на ПО «Саянрамор», характеризующий отношение теряемого объема камня в «горбушах и недопилах» к объему распиливаемого блока.

Таким образом, пользуясь кривыми, представленными на рисунке, можно перейти от стоимостных показателей предприятия-аналога к оцениваемому, на основе которых можно быстро определить целесообразность отработки или минимально допустимые цены на все виды готовой продукции.

Очевидно, что в условиях рыночных отношений предпочтение следует отдавать тому геологическому объекту, который в оцениваемых условиях обеспечит максимум рентабельности при добыче или обработке блока. Уровень этой рентабельности с учетом удаленности месторождений облицовочного камня от потенциальных потребителей его продукции предложено рассчитывать по формуле

$$y_p = \frac{(C - C) \times 100}{K} \quad (1)$$

где  $C$  — цена блоков или готовых облицовочных изделий, т р./м<sup>3</sup> или т р./м<sup>2</sup>;  $C$  — себестоимость добычи блоков или изготовления облицовочных изделий, т р./м<sup>3</sup> или т р./м<sup>2</sup>;  $K$  — капитальные затраты на добычу

блоков и производства облицовочных изделий,  $1 \text{ р./м}^3$  и  $1 \text{ р./м}^2$ .

Потребление изделий из облицовочного камня обуславливается ценами, которые в настоящих условиях состоят из цены, устанавливаемой предприятием — производителем продукции, и транспортными расходами. Поэтому при одинаковых качественных показателях камня наиболее высокими будут цены на облицовочные изделия, изготовленные на предприятиях, более удаленных от потребителя. В связи с этим для правильного сопоставления разноудаленных месторождений при расчетах рентабельности цену реализуемой продукции следует вычислять по формуле:

$$C = C_{\text{пол}} - C_{\text{тран}}$$

$C_{\text{пол}}$  и  $C_{\text{тран}}$  — цена блока или облицовочных изделий, устанавливаемая соответственно потребителем, и транспортных операций,  $1 \text{ р./м}^3$  или  $1 \text{ р./м}^2$ .

Цена того или иного готового изделия зависит от спроса на него и ее значение целесообразно принимать по данным биржевых сделок. Для расчета себестоимости изделий и капитальных затрат предложено использовать логические формулы, выведенные на основе анализа структуры затрат на изделия камнеобрабатывающих и камнедобывающих предприятий страны.

Себестоимость блоков и удельные капитальные затраты на их добычу на оцениваемом месторождении следует рассчитывать по следующим формулам

$$C_d = (C_{\text{дв}} P1 + C_{\text{об}} P2) K_{\text{из}} \quad (2)$$

$$K_d = \frac{(K_{\text{са}} P3 + C_{\text{а}} \cdot L_{\text{а}} + C_{\text{з}} \cdot L_{\text{з}} + K_{\text{р}} \cdot P4 + K_{\text{к}} \cdot P5 + K_{\text{п}}) K_{\text{из}}}{A}$$

$$P1 = \frac{P_{\text{д}} \cdot K_{\text{об}} \cdot B_{\text{н}} \cdot K_{\text{доб}}}{P_{\text{дв}} \cdot K_{\text{об}} \cdot B} \quad (4)$$

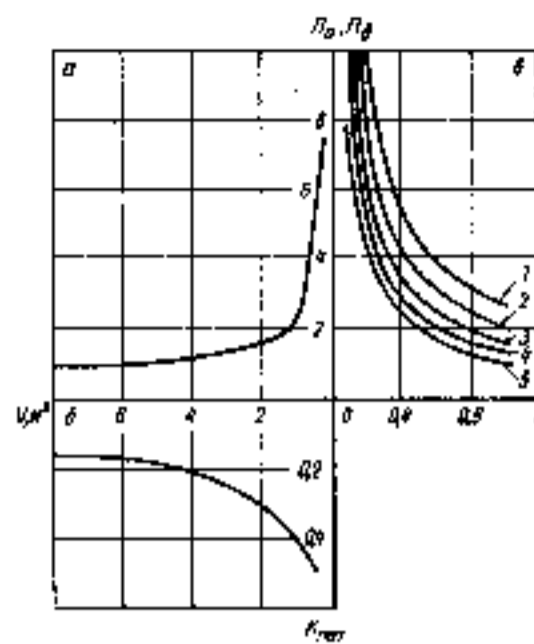
$$P2 = \frac{K_{\text{в}} \cdot K_{\text{о}}}{K_{\text{об}} \cdot K_{\text{об}}} \quad (5)$$

$$P3 = \frac{A \cdot B_{\text{а}}}{A_{\text{а}} \cdot B} \quad (6)$$

$$P4 = (1 + P2) P3 \quad (7)$$

$$P5 = \frac{P3 \cdot K_{\text{о}} \cdot P_{\text{а}}}{K_{\text{об}} \cdot P_{\text{об}}} \quad (8)$$

где  $C_{\text{дв}}$  и  $C_{\text{об}}$  — себестоимость соответственно добычи блоков и производства вскрышных работ на предприятии-аналоге,  $\text{р./м}^3$ ;  $K_{\text{из}}$  — коэффициент, учитывающий изменение цен с течением времени;  $K_{\text{об}}$  — стоимость



Зависимость относительного показателя трудности обработки  $P_{\text{о}}$  и коэффициента потерь камня  $K_{\text{пот}}$  от среднего объема блока, относительного показателя трудности добычи  $P_{\text{д}}$  от коэффициента выхода блоков и их средних объемов,  $\text{м}^3$   
 1 — 0,25; 2 — 0,5; 3 — 1; 4 — 2,5; 5 — 5

строительства зданий и сооружений карьеры-аналога,  $\text{р.}$ ;  $C_{\text{а}}$  и  $C_{\text{з}}$  — стоимость строительства автомобильных дорог и ЛЭП,  $\text{р./км}$ ;  $L_{\text{а}}$  и  $L_{\text{з}}$  — длины автомобильных дорог и ЛЭП для разработки оцениваемого объекта,  $\text{км}$ ;  $K$  и  $K_{\text{к}}$  — капитальные затраты на горные работы и оборудование на предприятии-аналоге,  $\text{р.}$ ;  $K_{\text{р}}$  — затраты на разведочные работы оцениваемого месторождения,  $\text{р.}$ ;  $A$  и  $A_{\text{а}}$  — годовой объем добычи блоков соответственно на оцениваемом и разрабатываемом месторождении-аналоге,  $\text{м}^3$ ;  $P_{\text{д}}$  и  $P_{\text{дв}}$  — относительный показатель трудоемкости добычи блоков на оцениваемом месторождении и объекте-аналоге (см. рисунок);  $K_{\text{о}}$  и  $K_{\text{об}}$  — коэффициент обрабатываемости камня (пилюмости алмазным инструментом) оцениваемого и аналогичного объекта;  $B$  и  $B_{\text{а}}$  — коэффициент выхода блоков так же на оцениваемом объекте и аналогичном — обрабатыва-

емом;  $K_{\text{доб}}$  — коэффициент, учитывающий влияние объемов добычи блоков на их себестоимость  $A_{\text{а}}/A \geq 4 - K_{\text{доб}} = 1,4 \dots 1,6$ ;  $A_{\text{а}}/A \approx 2 \dots 4 - K_{\text{доб}} = 1,2 \dots 1,4$ ;  $A_{\text{а}}/A = 1 \dots 2 - K_{\text{доб}} = 1 \dots 1,2$ ;  $A_{\text{а}}/A < 1 - K_{\text{доб}} = (0,7 \dots 0,9)$ ;  $K_{\text{о}}$  и  $K_{\text{к}}$  — коэффициент вскрыши на оцениваемом и аналогичном разрабатываемом объекте,  $\text{м}^3/\text{м}^3$ .

При оценке на стадии обработки блоков (реализации облицовочных плит) эксплуатационные и капитальные затраты вычисляются как

$$C_{\text{п}} = C_{\text{пол}} \cdot P6 \cdot K_{\text{из}} (P7 + P8 + P9) + C_{\text{л}} \cdot B_{\text{п}} \quad (9)$$

$$K_{\text{п}} = \frac{(K_{\text{обв}} + K_{\text{обп}}) (P7 + P8 + P9) K_{\text{из}} \times P6 \times P10 + K_{\text{л}} \cdot A}{A \cdot B_{\text{п}}} \quad (10)$$

$$P6 = \frac{B_{\text{пв}} \cdot P_{\text{о}}}{B_{\text{п}} \cdot P_{\text{об}}} \quad (11)$$

$$P7 = \frac{K1 \cdot K_{\text{о}}}{K_{\text{об}}} ; P8 = \frac{K2 \cdot K_{\text{ш}}}{K_{\text{пв}}} \quad (12)$$

$$P9 = \frac{K3 \cdot K_{\text{п}}}{K_{\text{ла}}}$$

$$P10 = \frac{A \cdot B_{\text{п}}}{A_{\text{а}} \cdot B_{\text{пв}}}$$

где  $K_{\text{обв}}$  и  $K_{\text{обп}}$  — стоимость оборудования и зданий (сооружений) камнеобрабатывающего предприятия-аналога,  $\text{р.}$ ;  $B_{\text{п}}$  и  $B_{\text{пв}}$  — выход облицовочных изделий при обработке блоков, добытых на оцениваемом месторождении и аналогичном, работающем,  $\text{м}^2/\text{м}^3$ ;  $P_{\text{о}}$  и  $P_{\text{об}}$  — относительный показатель трудности обработки блоков в соответствующих условиях;  $K1 + K2 + K3 = 1$  — коэффициенты, учитывающие распределение затрат по операциям пиления, шлифования и полирования;  $K_{\text{ш}}$  и  $K_{\text{шв}}$  — коэффициент обрабатываемости (по шлифуемости) камня, оцениваемого месторождения и аналога;  $K_{\text{п}}$  и  $K_{\text{пв}}$  — коэффициент обрабатываемости (по полируемости)

Исходные данные для расчета	Показатель для месторождения №					
	Разрабатываемое месторождение-аналог	1	2	3	4	5
Длина автомобильных дорог, км	12	5	0,5	2,5	12	18
Длина ЛЭП	12	17	4	0,8	6	2,6
Коэффициент вскрыши, $\text{м}^3/\text{м}^3$	0,5	0,1	0,05	0,4	0,65	0,3
Коэффициент выхода блоков	0,27	0,1	0,2	0,25	0,27	0,1
Средний объем блока, $\text{м}^3$	2,5	1,2	1	0,5	2,6	0,6
Коэффициент обрабатываемости по пилюмости	1,8	1,3	1	1	1,6	1,1
полируемости	1,5	2,5	1	1,2	2,3	2
шлифуюмости	2	1,5	1	0,8	1,4	1,8
Годовой объем добычи, тыс. $\text{м}^3$	18	5	6	15	12	3
Себестоимость добычи блоков, $\text{р./м}^3$	—	2025	447,2	365	207,9	2186,9
Цена блока, $\text{р./м}^3$	—	1200	760	910	1300	1800
Удельные капитальные затраты на добычу блока, $\text{р./м}^3$	—	7786	2929	2010,2	3035	10 358
Рентабельность при реализации блоков, %	25,6	-10,5	10,7	27	41	3,2
Себестоимость облицовочных плит, $\text{р./м}^2$	—	299,3	132,6	200,8	120,9	411
Цена плит, $\text{р./м}^2$	—	350	380	280	180	330
Удельные капитальные затраты на изготовление плит, $\text{р./м}^2$	—	331	325,7	336,9	291	1090
Рентабельность при реализации плит, %	64,9	13,7	131,6	23,3	29,3	15,6

Примечание. Для работающего предприятия-аналога  $C_{\text{дв}} = 70,8 \text{ р./м}^3$ ;  $P_{\text{дв}} = 2,6$ ;  $A_{\text{дв}} = 1,65$ ;  $C_{\text{об}} = 13,4 \text{ р./м}^3$ ;  $K_{\text{об}} = 1820 \text{ тыс. р.}$ ;  $C_{\text{а}} = 130 \text{ тыс. р./км}$ ;  $C_{\text{з}} = 18 \text{ тыс. р./км}$ ;  $K_{\text{р}} = 4400 \text{ тыс. р.}$ ;  $K_{\text{к}} = 2500 \text{ тыс. р.}$ ;  $K_{\text{о}} = 1400 \text{ тыс. р.}$ ;  $C_{\text{пл}} = 38 \text{ р./м}^2$ ;  $B_{\text{пв}} = 16,93$ ;  $K_{\text{обв}} = 3195 \text{ тыс. р.}$ ;  $K_{\text{обп}} = 3982 \text{ тыс. р.}$ ;  $K_{\text{из}} = 3,39$ .

ка оцениваемом месторождении и аналоге. Каков выход облицовочных изделий при обработке блоков, можно рассчитать по формуле

$$B_u = \frac{(1 - K_{\text{пот}}) K_c}{d + l} \quad (14)$$

где  $K_{\text{пот}}$  — коэффициент потерь камня в недопилах и порубках (см. рисунок);  $K_c$  — коэффициент снижения выхода плит в процессе обработки;  $d$  и  $l$  — толщина плит и ширина прорезей при распилке блоков, м.

Для иллюстрации применения указанной методики выполнена оценка нескольких проявлений месторождений мрамора и мраморизованного известняка, расположенных в Красноярском крае [1]. Исходные данные и результаты соответствующих расчетов показаны в таблице.

Анализ данных таблицы позволяет сделать вывод о том, что предлагаемая методика определения основных экономических показателей разработки месторождений облицовочного камня может быть применена для оценки эффективности освоения таких месторождений на основе учета их основных параметров, для установления которых не требуется дополнительных исследований. Это позволяет сопоставить месторождения по любому показателю, не выполняя трудоемких детальных расчетов.

Предлагаемая методика реализована в специальной программе для ЭВМ, с помощью которой можно оперативно решить следующие задачи:

- выбрать наиболее перспективное месторождение;
- обосновать минимальные оптовые и розничные цены;
- определить динамику развития предприятия и масштабов инвестиций.

Для решения этих задач составлен банк данных предприятий-аналогов, обеспечивающий выполнение перечисленных работ для различных горно-геологических условий и в любых регионах страны.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ состояния сырьевой базы блоков облицовочного камня Красноярского края (заключительный отчет). Отчет Красноярского института цветных металлов. — Красноярск, 1990.
2. Барлик Ю. Я., Сычев Ю. И., Клишис Л. Г. *Материаловедение для каменщиков*. — Л.: Стройиздат, 1990.

## РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 666.972

М. С. САДУАКАСОВ, канд. техн. наук, Б. М. РУМЯНЦЕВ, д-р техн. наук (МИСИ им. В. В. Куйбышева)

### Теоретические основы повышения прочности структуры гипсового камня на основе пластифицированного вяжущего

Прочность гидратированного гипсового камня вследствие макропористости характера его структуры значительно ниже прочности портландцементного.

Исследования, проведенные в МИСИ им. В. В. Куйбышева по изучению микроструктуры скола образцов путем анализа снимков, выполненных на электронном сканирующем микроскопе (рис. 1), наглядно показывают макропористость гипсового камня. Видно, что гидратированный камень (особенно на основе  $\beta$ -модификации) практически полностью пронизан крупными капиллярными порами (имеющими в основном шелевидную форму) со средним размером 15...30 мкм и более. Можно предположить, что именно эти крупные поры являются главной причиной низкой прочности материала и его высокой водопроницаемости. Очевидно также, что они образовались в результате испарения излишней воды, введенной при затворении вяжущего.

Визуальный осмотр показал, что количество таких же крупных пор (пустот) в гипсовом камне, изготовленном на основе гипсового вяжущего  $\alpha$ -модификации, меньше (рис. 1, а, б), хотя в целом их объем значителен.

Определенный «вклад» в образование макропористой структуры гипсового камня вносят форма и размеры кристаллов двуводного сульфата кальция. При среднем размере 20—40×1—2 мкм они, хаотично срастаясь между собой, образуют как бы «войлочную» высокопористую структуру.

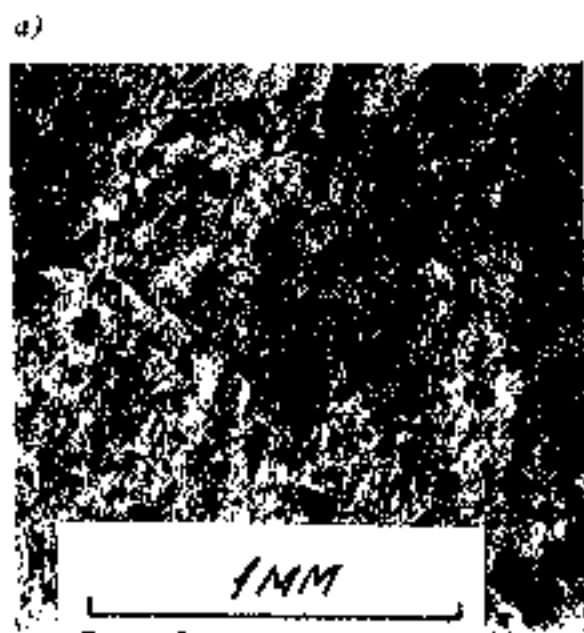
На практике применяют два способа снижения пористости гипсовых изделий. Первый — введением в смесь портландцемента

совместно с активными минеральными добавками, либо полимерными смолами; второй — формование изделий при низких водогипсовых отношениях. Механизм структурообразования гипсового камня при введении вышеуказанных компонентов по первому способу заключается в том, что последние при гидратации и отверждении заполняют макропоры гипсового камня и тем самым снижают пористость материала.

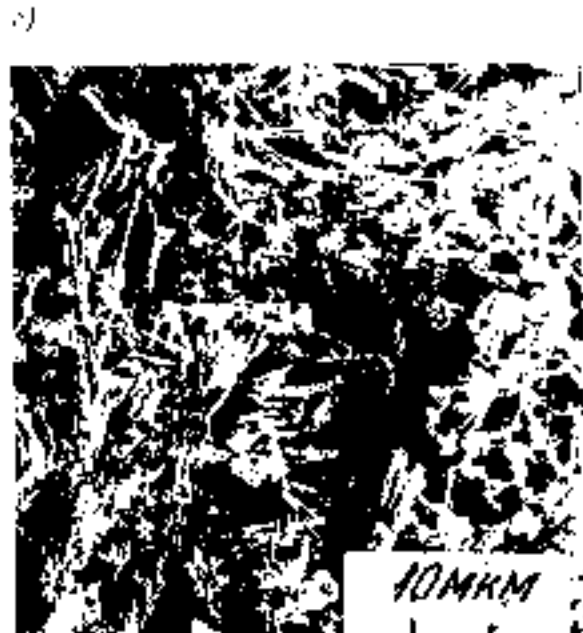
Большое практическое значение имеет способ снижения пористости (соответственно увеличения прочности) гипсовых материалов путем их формования при низком В/Г. В свою очередь такой способ может быть осуществлен при двух различных технологических режимах формования, определяющих технологию получения изделий и возможности использования сырьевых компонентов, а именно, путем прессования и литья.

При прессовании используют низкомарочное гипсовое вяжущее  $\beta$ -модификации. В/Г смеси обычно составляет 0,18...0,22 [1]. Однако данный способ нетехнологичен, характеризуется низкой производительностью и высокой энергоемкостью и вследствие этого не нашел широкого применения в современной практике.

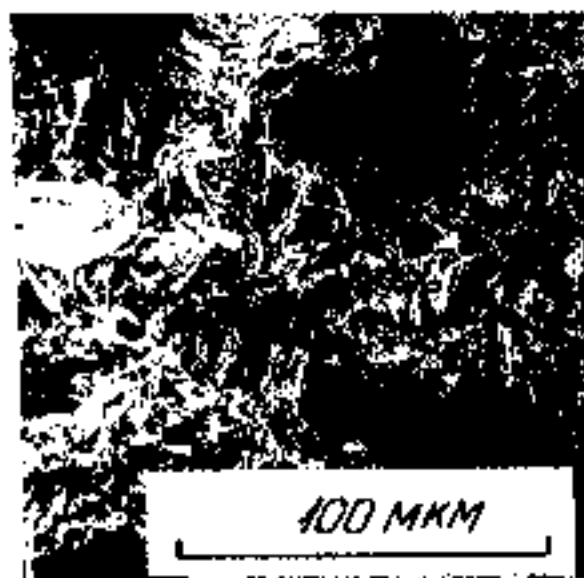
Более технологичным приемом является формование изделий путем литья. Для того, чтобы получить высокопрочные материалы этим способом, нормальная водопотребность вяжущего должна быть менее 25%. Этому требованию удовлетворяет супергипс, выпускаемый в небольшом объеме на опытном заводе ВНИИстрома им. П. П. Будникова, и гипсовое вяжущее низкой водопотребности



а)



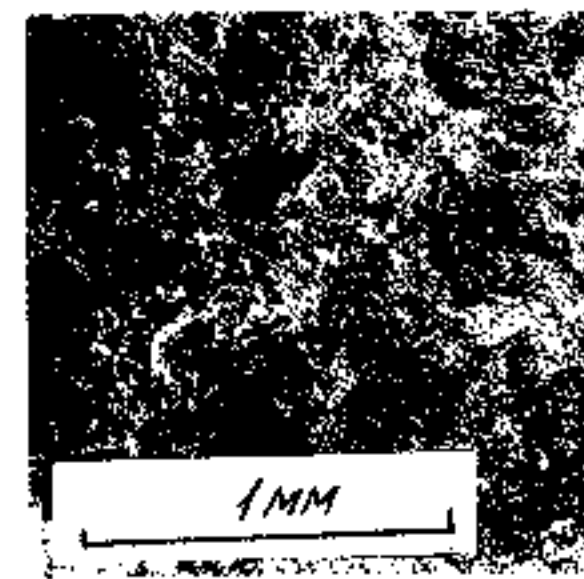
б)



в)



г)



д)



е)

Рис. 1. Микроструктура гипсового камня, β- (а, б), и α- (в, г) модификаций (д, е) с добавкой 2 % С-3.

полученного на основе гипсового вяжущего без добавки и α-модификации

(ГВНВ), технология получения которого разработана в Казахской государственной архитектурно-строительной академии (КазГАСА, бывший ААСИ) [2].

К преимуществу ГВНВ относится возможность его получения на базе гипсового вяжущего α-модификации с любой исходной стандартной водопотребностью. При этом нормальная густота теста из ГВНВ составляет 20...24 %, стандартная прочность при сжатии

25...28 МПа, через 6 мес твердения — 46...65 МПа и через 3 года — 54...86 МПа [2].

По современным представлениям [3—5] подвижность бетонной смеси в определенной мере обусловлена возникновением в системе вяжущее — вода электрокинетического ξ-потенциала. Для увеличения подвижности бетонной смеси необходимо увеличить силы отталкивания между частицами (эффект двойного слоя), что дости-

гается изменением состава (В/Ц), механическим воздействием, введением добавок и специальных веществ.

Одним из наиболее эффективных способов повышения подвижности бетонной смеси является введение в нее суперпластификаторов. Данное направление в последние годы получило приоритетное развитие в трудах ученых в странах СНГ и за рубежом. Применительно к типовым вяжущим активные исследования в этом направлении проводятся в КазГАСА и МИСИ им. В. В. Куйбышева. В частности, разработана технология получения ГВНВ на базе гипсового вяжущего α-модификации и пластифицированного, полученного из вяжущего β-модификации [2]. Разработка апробирована и внедрена на ряде гипсовых заводов Республики Казахстан.

Важно было выявить механизм действия суперпластификатора на гипсовое вяжущее и исследовать электрокинетические явления в системе гипс — вода с тем, чтобы оценить степень пластификации и наметить пути оптимизации регулирования структуры материала введением добавок. С этой целью на кафедре коллоидной химии КазГУ были проведены исследования по определению ξ-потенциала гипсового вяжущего при затворении его водой\*.

Эксперименты показали (рис. 2), что частицы гипсового вяжущего α- и β-модификаций при затворении их водой образуют различный по величине заряд: ξ-потенциал гипсового вяжущего α-модификации составляет -44 мВ, а β-модификации — 30 мВ. При введении добавки С-3 в количестве 2 % ξ-потенциал в первом случае увеличивается на 20 единиц и составляет -64 мВ, во втором — на 22 единицы и составляет -42 мВ. Причем, как показывают данные анализа (рис. 3), существует прямая корреляционная зависимость между стандартной водопотребностью гипсового вяжущего и величиной ξ-потенциала, возникающего при затворении его водой. Отсюда становится понятным, почему водопотребное отношение смеси из гипсового вяжущего β-модификации даже при повышенных дозировках суперпластификатора снижается всего с 0,6 до 0,48...0,5. Это свя-

\* Эксперименты проведены канд. хим. наук Н. К. Нусупбаевым.

зависит от того, что абсолютное значение  $\xi$ -потенциала смеси из гипсового вяжущего  $\beta$ -модификации даже с 2% добавки С-3 достигает всего -42 мВ, тогда как для достижения  $V/G=0,25...0,3$  требуется, чтобы  $\xi$ -потенциал был порядка -50...-53 мВ.

Следовательно, представляется очевидным, что различие в снижении водопотребности гипсового вяжущего в зависимости от его модификации при введении суперпластификатора обусловлено различием исходной структуры материала.

Параллельно с изучением  $\xi$ -потенциала были проведены исследования по определению величины адсорбции молекул суперпластификатора на продукты гидратации гипсового вяжущего при затворении его водой. Эксперименты\* (рис. 4) показали, что при введении добавки С-3 в количестве до 2% наблюдается 100%-ная адсорбция. При дальнейшем увеличении дозировки добавки адсорбция незначительно снижается. При этом количество адсорбирующихся молекул суперпластификатора практически не зависит от модификации вяжущего и для обоих видов примерно одинаковое. Эти эксперименты подтверждают объективность данных по исследованию  $\xi$ -потенциала: при одинаковой адсорбции  $\xi$ -потенциал увеличивается прямо пропорционально для обеих модификаций вяжущего. Комplex этих данных показывает, что пониженная водопотребность гипсового вяжущего  $\alpha$ -модификации обусловлена природой его кристаллического строения.

Важным свойством суперпластификатора является их диспергирующее действие на продукты гидратации вяжущего [5]. Согласно теоретическим воззрениям [5-7], ПАВ увеличивают количество центров кристаллизации, ограничивают рост кристаллов по их активной грани и тем самым повышают их дисперсность, что в свою очередь должно привести к повышению внутренней удельной поверхности материала. Следовательно, повышенная прочность изделий на основе пластифицированных вяжущих с этой точки зрения имела бы дополнительное теоретическое объяснение.

Результаты экспериментов (см. таблицу) показали, что внутренняя

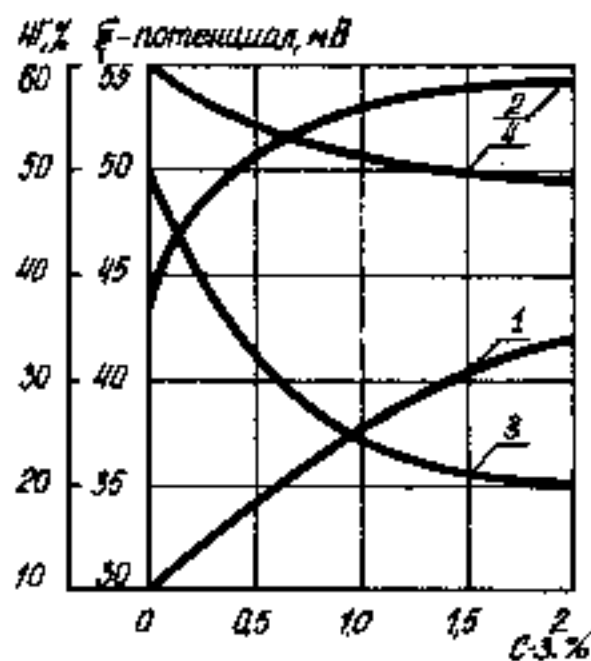


Рис. 2. Влияние добавки суперпластификатора С-3 на изменение  $\xi$ -потенциала и нормальной водопотребности гипсового вяжущего соответственно  $\beta$ - (1, 4) и  $\alpha$ -модификаций (2, 3)

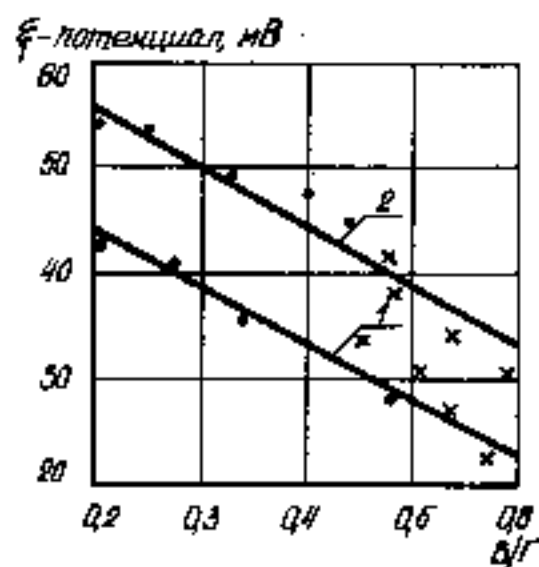


Рис. 3. Зависимость между  $\xi$ -потенциалом и нормальной водопотребностью гипсового вяжущего  
1 — измерение  $\xi$ -потенциала производилось через 3 мин после контакта вяжущего с водой; 2 — то же, через 1 ч; X — экспериментальные точки при использовании гипсового вяжущего  $\beta$ -модификации; ● — то же,  $\alpha$ -модификации

удельная поверхность гидратных новообразований с уменьшением  $V/G$  увеличивается: для гипсового вяжущего  $\alpha$ -модификации — с 8,7 до 10,6...12,4 м<sup>2</sup>/г, для вяжущего  $\beta$ -модификации — с 5,9 до 7,1 м<sup>2</sup>/г.

Вид гипсового вяжущего	Содержание С-3, %	V/G	Удельная поверхность гидратных новообразований	
			м <sup>2</sup> /г	м <sup>2</sup> /см <sup>3</sup>
$\alpha$ -модификация Ангренского комбината	0	0,49	8,7	11,3
	0,5	0,33	10,9	20
	1	0,25	12,4	22
	2	0,2	10,6	21
$\beta$ -модификация Джамбулского завода	0	0,43	5,9	8
	0,25	0,41	6,2	8,4
	0,5	0,4	7,1	9,6
	0,5	0,5	5,4	6,7
	0,5	0,56	5,2	7,3
$\beta$ -модификация фирмы ГПСФ «Гипс»	0	0,68	4,6	5,7
	0,05	0,62	4,9	6,1
	0,5	0,5	4	5,5
	1	0,56	5,4	6,7
	1	0,47	5,7	7,5

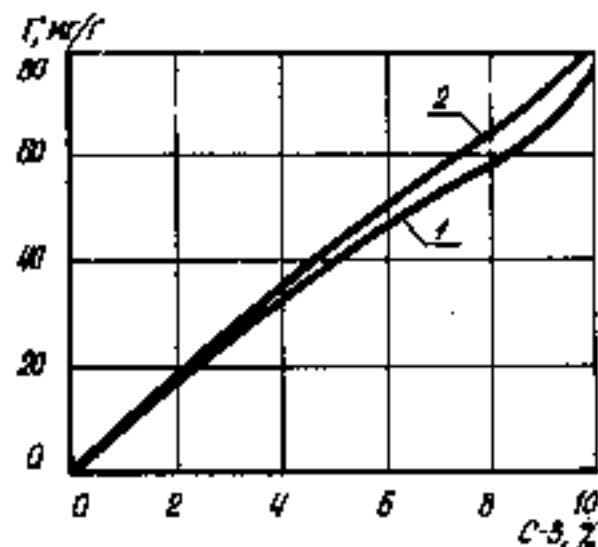


Рис. 4. Адсорбция суперпластификатора С-3 на продукты гидратации гипсовых вяжущих  $\beta$ - (1) и  $\alpha$ -модификаций (2)

При пересчете этих показателей на удельный объем гипсового камня с учетом их средней плотности увеличение удельной поверхности еще более ощутимо, особенно для гипсового вяжущего  $\alpha$ -модификации — почти в 2 раза. Более низкая  $S_{уд}$  для образцов вяжущего  $\alpha$ -модификации с 2% С-3, отформованных при  $V/G=0,2$ , объясняется неполнотой гидратации вяжущего.

Из анализа данных таблицы можно сделать вывод о том, что суперпластификатор практически не оказывает заметного влияния на увеличение  $S_{уд}$  гипсового камня. Последняя больше связана с изменением  $V/G$  смеси. Эксперименты также показывают, что коренное отличие влияния  $V/G$  на удельную поверхность новообразований гипсового камня по сравнению с  $V/C$  на цементный камень заключается в том, что при увеличении  $V/G$   $S_{уд}$  уменьшается, в то время, как для цемента — наоборот. Так, по данным В. Рамачандрана [7] удельная поверхность цементного камня при  $V/C$ , равном 0,25; 0,4; 0,6 и 0,8, составляет соответственно 5, 30, 40 и 50 м<sup>2</sup>/г. Введение пластификатора, в частности лигносульфоната, значительно увеличивает  $S_{уд}$  цементного камня.

\* Эксперименты проводились в КазГУ канд. хим. наук К. И. Самарской.

Так,  $S_{уд}$  цементного камня, полученного при  $B/\Gamma=0,8$  с добавкой лигносульфоната, достигает  $70 \text{ м}^2/\text{г}$ , что на 40 % выше  $S_{уд}$  цементного камня без добавки при том же  $B/\Gamma$ .

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы.

1. Основная роль суперпластификатора при введении его в гипсовое вяжущее заключается в увеличении  $\xi$ -потенциала материала и снижении за счет этого водогипсового отношения смеси при его неизменной подвижности. Эффект действия добавки в значительной мере определяется исходной моди-

фикацией вяжущего. Роль суперпластификатора в повышении дисперсности новообразованной гипсового вяжущего вторична и не оказывает заметного влияния.

2. Увеличение прочности материалов, полученных на основе пластифицированных гипсовых вяжущих, обусловлено снижением  $B/\Gamma$ , следствием которого является изменение микроструктуры материала. При снижении  $B/\Gamma$  увеличивается  $S_{уд}$  материала, уменьшается количество пор и происходит их перераспределение по размерам в сторону уменьшения. Уменьшается также длина кристаллов по их активной грани.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Раптунович Г. С. Исследование процесса формирования и свойств структуры высокопрочного материала на основе строительного гипса. Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. — Минск, 1981.
2. Седукасов М. С. Применение добавок для повышения качества гипсовых вяжущих. — Алма-Ата: КазЦНИС, 1992.
3. Баженов Ю. М. Технология бетона. — М.: Высшая школа, 1987.
4. Ратинов В. Б., Розенберг Т. И. Добавки в бетон. — М.: Стройиздат, 1989.
5. Батраков В. Г. Модифицированные бетоны. — М.: Стройиздат, 1990.
6. Бутт Ю. М., Беркович Т. М. Вяжущие вещества с поверхностно-активными добавками. — М.: Промстройиздат, 1953.
7. Рамачандран В., Фельдман Р., Бодуэн Д. Наука о бетоне: Пер. с англ. — М.: Стройиздат, 1986.

УДК 691.326.1.001.5

М. И. МЕЖОГСКИХ, инж., А. А. КИСЕЛЕВ, инж., И. В. МАЦКИВ, инж. (Узтинский филиал ВНИИПКспецстройконструкция)

## К вопросу о криогенной солестойкости асбестоцемента свайных труб

Ранее в исследованиях [1] были получены результаты о высокой криогенной солестойкости асбестоцемента свайных труб, выражающейся в сохранении прочности образцов при длительном (8 мес) выдерживании их при постоянной отрицательной температуре во льду раствора 5 %-ного хлорида натрия ( $\text{NaCl}$ ).

Настоящие результаты получены после испытаний образцов в течение 12 мес во льду раствора  $\text{NaCl}$ , а также растворов весьма криогенноопасных солей с низкой температурой замерзания эвтектики с целью определения предела стойкости асбестоцемента к возможным криогенным процессам разрушения. Испытания проводили на образцах асбестоцемента (с характеристиками, полученными и приведенными ранее [1]) по методике ВНИИСТ [2]. В качестве рабочих растворов весьма криогенноопасных солей приняты 5 %-ные растворы поташа ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ), хлористого кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) и едкого калия ( $\text{KOH}$ ) с температурой замерзания эвтектики соответственно минус  $36,5^\circ\text{C}$ , минус  $49,8^\circ\text{C}$  и минус  $78^\circ\text{C}$  [2]. Изменение прочности образцов асбестоце-

мента при испытаниях приведено в таблице и на рис. 1 и 3, а изменение массы образцов в процессе испытаний — на рис. 2.

Из данных таблицы и рис. 1 видно, что средняя прочность основных образцов, выдержанных в 5 %-ных растворах опасных и весьма криогенноопасных солей от 1 до 8 мес, не снизилась больше допустимых значений, определяемых однородностью асбестоцемента [3] по сравнению с прочностью образцов, не прошедших выдержки, а также по сравнению с прочностью образцов, выдержанных такое же время во льду питьевой воды. Наиболее стойким к криогенным процессам разрушения асбестоцемент оказался при испытаниях во льду растворов солей  $\text{NaCl}$  и  $\text{KOH}$ , не потеряв при этом прочности больше допустимых значений в течение 8—3 мес испытаний. Во льду растворов солей  $\text{K}_2\text{CO}_3$  и  $\text{CaCl}_2$  образцы не потеряли прочности в период испытаний продолжительностью более 1 мес. Подобные испытания не выдерживают образцы бетона, приготовленные на цементном вяжущем [4, 5, 6], разрушаясь до не-

связной глиноподобной массы в течение 0,5—1 мес испытаний. Потеря прочности образцов больше значений, определяемых оценкой однородности прочностных свойств асбестоцемента, наблюдается при испытаниях во льду раствора  $\text{NaCl}$  после 8 мес, раствора  $\text{KOH}$  — после 3 мес, в растворах  $\text{K}_2\text{CO}_3$  и  $\text{CaCl}_2$  — после 1 мес испытаний. При этом прочность контрольных образцов, находящихся во льду питьевой воды, не снизилась ниже начальных значений (с учетом нормированных отклонений) на протяжении 12 мес испытаний.

Разрушение образцов происходит по цементному камню и визуально характеризуется расслоением материала в поперечном сечении по плоскостям спайности отдельных пачек навивочных слоев (пленок) асбестоцемента толщиной от 1 до 5 мм, которое наблюдается, как правило, с наружной стороны образца (стенки трубы) на общую глубину до 10 мм, т. е. в той зоне, в которой в соответствии с технологией формирования труб плотность асбестоцемента в сечении оказывается наименьшей [7]. При этом наи-

большее разрушение имели образцы, испытанные во льду растворов  $K_2CO_3$  и  $CaCl_2$ .

К концу испытаний расслоение образцов, например, в растворе  $K_2CO_3$ , наблюдалось по всей толщине сечения образца и вызывало его увеличение до 35%. Характерно, что при этом не наблюдалось существенных изменений других линейных размеров образцов и осыпания разрушенных пачек слоев асбестоцемента, в то же время сохранялась форма углов и граней. Эти особенности разрушения образцов, на наш взгляд, являются специфическими для композиционных дискретно армированных материалов, каковым является асбестоцемент труб. При проверке прочности таких образцов при сжатии отмечается отжим солевого раствора из межслойного пространства, что не наблюдалось у нерасслоившихся образцов.

Увеличение массы образцов в процессе испытаний во льду растворов солей (см. рис. 2) объясняется поглощением соли из раствора среды вследствие разрыхления структуры асбестоцемента и увеличения в результате этого его пористости. С повышением массы образцов прочность их снижается (см. рис. 3). При этом потеря прочности образцов происходит тем интенсивнее, чем интенсивнее идет процесс повышения массы. Подобный признак механизма разрушения образцов бетона на цементном вяжущем был отмечен ранее [5, 6].

По мнению исследователей [4, 5], стойкость материалов криогенным процессам разрушения объясняется их прочностью при растяжении, превышающей возникающее в порах давление криогенного осмоса, а также особенностями структуры пор. Для асбестоцемента давление криогенного осмоса, вычисленное [5] с учетом характеристик рабочих растворов [4] и самого асбестоцемента [7], может достигать в 5%-ных растворах:  $NaCl$  — 15 МПа,  $K_2CO_3$  — 17,6 МПа;  $CaCl_2$  — 25,6 МПа;  $KOH$  — 20 МПа. Отсутствие данных по испытаниям образцов асбестоцемента труб на разрыв по слоям спайности навивочных слоев не позволяет количественно оценить нормируемое сопротивление. Имеющиеся же данные, например, при осевом растяжении асбестоцемента труб при темпе-

Продолжительность выдержки, мес	Прочность образцов при сжатии, МПа, выдержанных во льду				
	питьевой воды	5 %-ных растворов			
		$NaCl$	$K_2CO_3$	$CaCl_2$	$KOH$
0	46,6	45,6	46	48,5	46,7
1	48,8	47,1	41,3	45,5	41,6
3	47,2	46,8	26,2	37,9	45,6
6	50,8	49,8	19,6	25,7	26,4
8	48,6	44,1	23,5	26,8	24,9
12	41,2	26,9	—	—	—



Рис. 1. Изменение прочности образцов асбестоцемента в период их выдерживания во льду: 1 — питьевой воды; 2 — 5 %-ного раствора  $NaCl$ ; 3 — то же,  $K_2CO_3$ ; 4 — то же,  $CaCl_2$ ; 5 — то же,  $KOH$

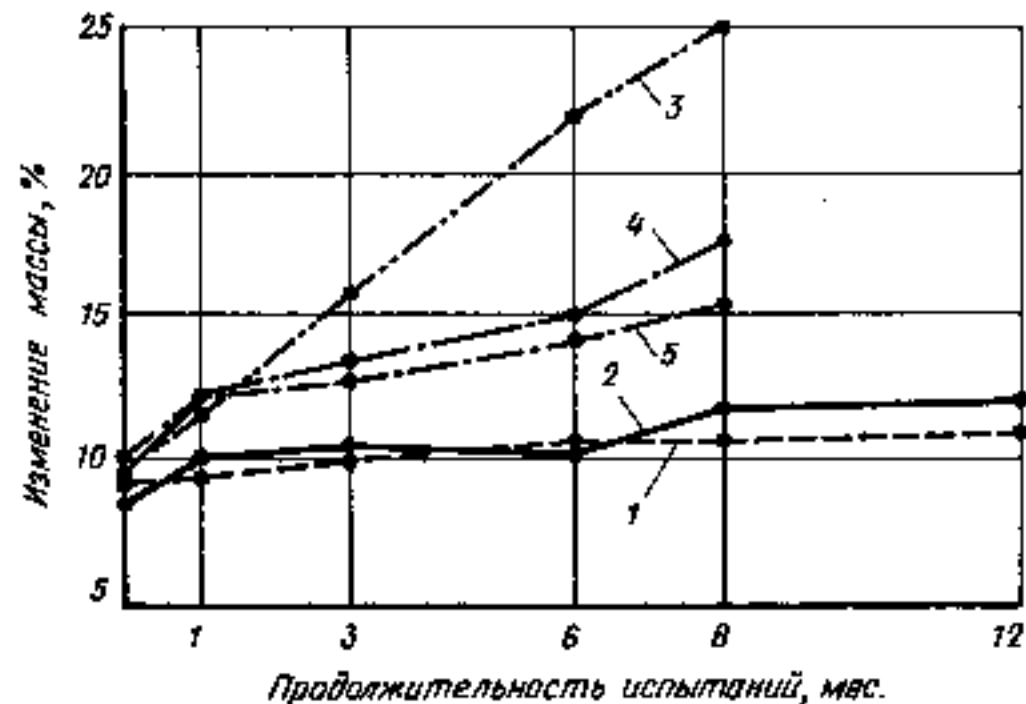


Рис. 2. Приращение массы образцов асбестоцемента в период их выдерживания во льду: 1 — питьевой воды; 2 — 5 %-ного раствора  $NaCl$ ; 3 — то же,  $K_2CO_3$ ; 4 — то же,  $CaCl_2$ ; 5 — то же,  $KOH$

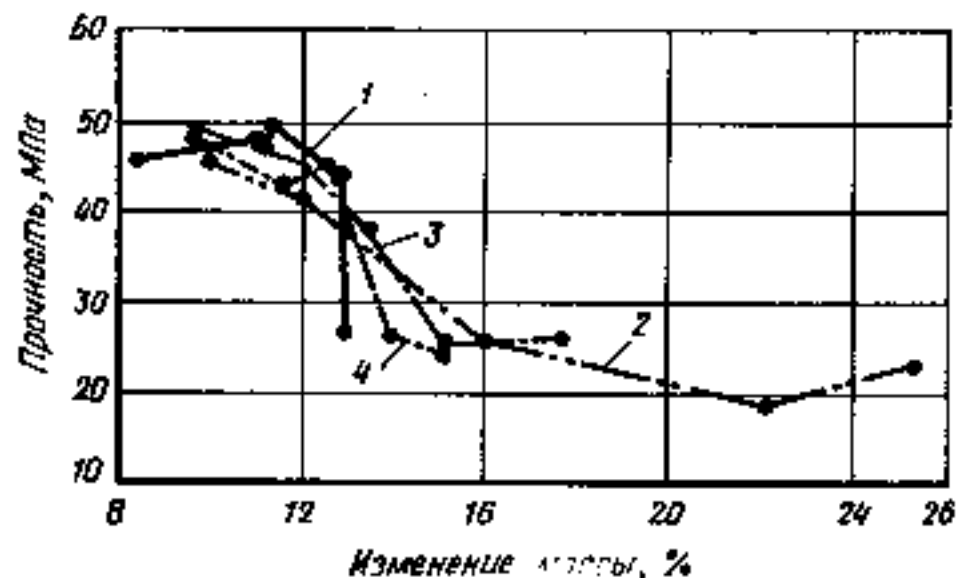


Рис. 3. Зависимость прочности образцов асбестоцемента от приращения их массы при испытаниях во льду: 1 — 5 %-ного раствора  $NaCl$ ; 2 — то же,  $K_2CO_3$ ; 3 — то же,  $CaCl_2$ ; 4 — то же,  $KOH$

ратура минус 18 °С [8] позволяют предположить, что сопротивление разрыву достаточно высоко и соизмеримо с напряжениями, развиваемыми процессом криогенного осмоса.

Таким образом, в высокодисперсно-армированном материале, каковым является асбестоцемент, сдерживается развитие процессов криогенного разрушения. При испытаниях во льду раствора NaCl оно проявляется в течение длительного времени, в особо криогенноопасных растворах солей с пониженной температурой замедления эвтектики — в течение меньшего времени, однако достаточного для того, чтобы в соответствии с критериями оценки ВНИИСТ [2] отнести асбестоцемент к криогенносолеустойкому материалу.

В заключение отметим, что условия, при которых были выполнены испытания асбестоцемента на криогенную солеустойкость, могут быть оценены как весьма жесткие. В то же время нельзя утверждать, что они адекватно отражают условия воздействия на материалы природных и техногенных процессов как по концентрации и составу химических

реагентов в солевых растворах, так и по скорости изменения (динамике) температурных полей и рабочего диапазона температур. Поэтому необходимо совершенствовать существующие и разрабатывать новые нормативные документы в части, касающейся условий и методов испытаний строительных материалов, в том числе асбестоцемента, на криогенную солеустойкость и критериев оценки результатов испытаний.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

В асбестоцементе свайных труб (ТУ 21-4812297-030-90 [9]) при «благоприятных условиях» могут развиваться процессы криогенного разрушения, но этот материал по сравнению с обычными бетонами на цементном вяжущем является более криогенносолеустойким материалом, так как при испытаниях во льду опасных и весьма криогенноопасных растворов солей не теряет прочности более 1 мес.

Свайные асбестоцементные трубы, изготовленные в соответствии с требованиями технологического регламента, могут быть рекомендованы для применения в качестве

свай в районах распространения вечномерзлых засоленных грунтов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Межогских М. И., Киселев А. А., Пахомов А. Л., Мацкив И. В. О криогенной солеустойкости асбестоцемента свайных труб // Строительные материалы. 1992. № 7. С. 8—9.
2. Руководство по испытанию образцов строительных материалов на криогенную солеустойкость: Р 400—80 / ВНИИСТ.— М., 1980.— 10 с.
3. Межогских М. И., Киселев А. А., Пахомов А. Л., Мацкив И. В. Исследование морозостойкости асбестоцемента свайных труб // Строительные материалы. 1991. № 12.— С. 14—19.
4. Бугрим С. Ф., Андреев В. В. Методы защиты бетона при воздействии засоленных вод и отрицательных температур // Строительство трубопроводов. 1980. № 3. С. 17—18.
5. Бугрим С. Ф., Андреев В. В. Криогенный осмос // Способы строительства и материалы, применяемые при нефтегазовом строительстве в условиях Севера: Сб. науч. тр. / ВНИИСТ.— М., 1980. С. 131—135.
6. Гладков В. С. О морозосолеустойкости бетона // Бетон и железобетон. 1990. № 3. С. 9—11.
7. Берней И. И., Колбасов В. М. Технология асбестоцементных изделий.— Стройиздат, 1985. 400 с.
8. Межогских М. И., Пахомов А. Л. Результаты испытаний асбестоцементных труб на растяжение // Строительство в сложных природно-климатических и грунтовых условиях Севера: Сб. науч. тр. / ВНИИСТ.— М., 1991. С. 84—86.
9. ТУ 21-4812297-030-90. Трубы асбестоцементные свайные.— Взамен ТУ 21-028437-024-89.— Введ. с 01.12.90.— М., 1990. 9 с.

УДК 691.41./42.001.5

А. Г. КОРЕНЮК, канд. техн. наук, Л. С. ДУМАНОВА, инж. (КиевЗНИИЭП)

## Разрушение керамического кирпича сегрегационным льдом

Морозостойкости керамического кирпича, от которой зависит долговечность ограждающих конструкций и внешний вид фасада зданий, посвящено много работ у нас и за рубежом. Считается, что морозостойкость, определяемая с помощью традиционных методов испытаний, наряду с другими физико-механическими показателями, обуславливает степень эксплуатационной надежности конструкций. Однако часто прочность керамического кирпича в конструкции не соответствует его паспортной морозостойкости.

Морозостойкий кирпич при определенных условиях может разрушаться уже в первые годы

эксплуатации. Поправки, внесенные в методику испытаний керамического кирпича на морозостойкость по ГОСТ 7484—78 и ГОСТ 530—80, заметно приблизили условия испытаний к условиям эксплуатации, однако в ряде случаев их результаты не совпадают с эксплуатационной морозостойкостью [1].

Интенсивное разрушение ограждающих конструкций из керамического кирпича начинается, как правило, ранней весной, когда отрицательная температура наружного воздуха ночью сменяется кратковременным теплым днем. Разрушению подвергаются интенсивно увлажняемые конструкции

(рис. 1, 2), что бывает из-за неисправности надстенных желобов, водосточных труб, покрытий выступающих частей фасада, гидроизоляции, а также дефектов в инженерных коммуникациях, промерзания наружного ограждения помещений с высокой относительной влажностью воздуха и т. д.

Внезапное разрушение керамического кирпича в этом случае отличается некоторыми особенностями, и в первую очередь внешними, кирпич распадается на отдельные пластинки, число и размер которых зависят от дефектов структуры материала, проявляющихся в виде трещин. Такой кирпич может разрушиться только в





Рис. 1. Внешний вид кирпича, цоколя из кирпича полусухого формования, разрушенного сегрегационным льдом

случае полного его насыщения водой. Интенсивное разрушение кирпича происходит при температуре его охлаждения не ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ . При более низких температурах процесс разрушения приостанавливается.

Моделирование процесса разрушения керамического кирпича пластического формования в специально разработанной теплообменной камере показало, что полностью он разрушается через несколько часов выдерживания при минус  $3^{\circ}\text{C}$ .

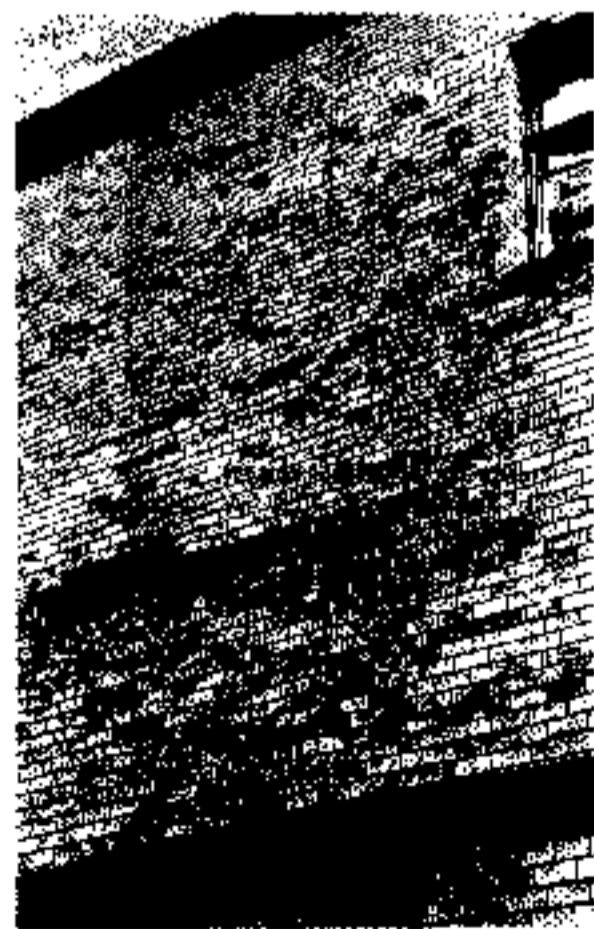


Рис. 2. Стена с отслаивающейся керамической облицовкой при неисправных настенных желобах



Рис. 3. Разрушенный керамический кирпич пластического формования, увлажненный грунтовой влагой, после кратковременного снижения температуры воздуха

Интенсивный рост ледяных новообразований в кирпиче происходит при градиенте температур в пределах  $0,5^{\circ}\text{C}/\text{см}$  с обязательной подпиткой образца водой в направлении теплового потока. Поэтому при испытаниях охлаждать глиняный кирпич лучше, начиная сверху с погружением его в воду на глубину 10 мм. За 4 ч испытаний масса кирпича увеличивается на 5—8 % в результате образования ледяных прожилок.

Разрушение керамического кирпича, подверженного кристаллизационному давлению льда, является типичным при действии так называемых сегрегационных льдов, которые играют значительную роль в образовании и формировании свойств марзлых пород (рис. 3).

Сегрегационные льды вызывают

пучение грунтов и часто являются причиной не предусмотренных деформаций сооружений. В определенных условиях рост сегрегационного льда идет непрерывно. Линзы сегрегационного льда могут возникнуть иногда и без подпитки породы водой в результате обезвоживания прежде насыщенной так называемой сосущей силой льда.

Разрушение керамического кирпича в теплообменной камере также возникало без подпитки его водой в процессе замораживания. В этом случае масса кирпича оставалась прежней, и в результате обезвоживания черепка происходило незначительное раскрытие трещин, из-за чего существенно снижалась прочность кирпича.

Известны случаи обрушения колонн из керамического кирпича

(рис. 4), на которые в течение многих лет периодически воздействовал сегрегационный лед. Сегрегационные явления в колоннах развивались после разрушения гидроизоляции и интенсивного весеннего увлажнения кирпича за счет капиллярного подсоса из грунта.

Сегрегационный лед разрушает не только кирпич пластического и полусухого формования, но и другие интенсивно увлажненные тонкодисперсные материалы. Такие материалы имеют либо низкую структурную прочность, либо при высокой структурной прочности дефекты в виде трещин. Это относится к растворам и бетонам в малом возрасте, комьям глины, которые специально вымораживают для исключения комковатости. Разрушение структуры глиняных

комьев происходит в результате образования прослоек сегрегационного льда.

Разрушается бетон покрытий автострад, аэродромов, других сооружений при одновременном воздействии на материал водных растворов солей и мороза. От совместного действия водных растворов соли-антиобледенителя и мороза в структуре бетона образуются трещины, и ранней весной он разрушается сегрегационным льдом. Этот вид разрушения носит взрывной характер, так как происходит в течение 1 сут [2].

Известны случаи разрушения сегрегационным льдом некоторых естественных тонкодисперсных пород в натуральных условиях. Наблюдается расслоение щебня и камня, имеющих структурные трещины естественного происхождения или возникающие при их добыче или обработке.

Таким образом, анализируя результаты испытаний керамического кирпича, проводимых по общепринятой методике, когда он подвергается морозному выветриванию из-за периодического изменения агрегатного состояния воды в поровой структуре, отмечаем следующее. Морозное выветривание сопровождается переходом части потенциальной энергии твердого вещества в поверхностную энергию вновь образующихся поверхностей при разрушении, вызываемом напряжениями в структуре, появляющимися вследствие увеличения объема замерзающей воды. Степень морозного выветривания пропорциональна числу знакопеременных температурных циклов. Морозное выветривание с одинаковым успехом может происходить в изолированном образце, когда исключен влагообмен с внешней средой.

Разрушение керамического кирпича сегрегационным льдом может происходить только при наличии в нем структурных дефектов в виде трещин или пустот. Трещина способствует концентрации растягивающих напряжений в ее устье



Рис. 4. Колонна, разрушенная сегрегационным льдом при отсутствии горизонтальной гидроизоляции и увлажнении конструкций талыми водами

теоретически в несколько десятков раз. Практически такая концентрация растягивающих напряжений не превышает 10—15 раз, но этого достаточно для полного разрыва структуры материала сегрегационным льдом, который образуется в трещине.

Давление, которое развивает растущий кристалл сегрегационного льда, достигает 0,1—0,2 МПа. При этом давление сегрегационного льда возникает при неполном заземлении влаги в структуре материала. Основным требованием для реализации такого давления является непрерывный приток влаги к материалу, которому способствуют тонкодисперсная структура черепка и умеренное охлаждение образца.

Существенные различия в морозостойкости керамического кирпича, отмечаемые при испытаниях в морозильных камерах и в натуральных условиях, в которых кирпич разрушается за 1 сезон действия знакопеременных температур,

объясняются разной природой разрушения. В камерах испытывается кирпич на морозное выветривание, когда в качестве разрушающего фактора применяется условно заземляемая влага. При абсолютном заземлении влаги в структуре кирпича он разрушился бы после одного цикла замораживания.

В натуральных условиях при интенсивном увлажнении, при наличии миграции влаги в тонкодисперсной структуре кирпича в дефектах, которыми изобилует керамический материал, образуются кристаллы сегрегационного льда. Они растут пропорционально притоку мигрирующей влаги и разрушают кирпич до отдельных частиц без разрушения их микроструктуры, типичной для морозного выветривания.

Существующая технология производства кирпича пластического и полусухого прессования не гарантирует получения изделий без структурных дефектов. А они-то и являются причиной разрушения их сегрегационным льдом.

В применяемой методике испытаний кирпича на морозное выветривание не воспроизводятся условия, при которых происходит его разрушение сегрегационным льдом. В связи с этим следует разработать и узаконить дополнительные испытания кирпича на стойкость против воздействия сегрегационного льда при сохранении испытаний на морозное выветривание.

Целесообразно также подразделять кирпич на фасадный и рядовой по их сопротивлению воздействию сегрегационного льда.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свдунас А. С., Мачюлейтис Р. В., Кеминскас А. Ю. Проблема эксплуатационной морозостойкости кирпича и возможные пути ее решения // Строит. материалы. 1984, № 9.
2. Анвян Я. А. Исследование процессов перемещения влаги и образования сегрегационного льда в замерзающих и мерзлых горных породах. — Сб. трудов Гидропроект. — М.: Изд. Гидропроект, 1960, № 3.
3. Кореньюк А. Г. Защита строительных конструкций от агрессивных сред. — Киев: Будівельник, 1979.

Ю. М. ЕЛИЗАРОВ, канд. техн. наук, Е. Д. МЕЛЬНИКОВ, инж. (ВИСИ)

## Исследование звукопоглощающих свойств изделий из воронежского газосиликата

В проблемной лаборатории института на базе местных сырьевых ресурсов создана широкая номенклатура изделий из газосиликата объемной массой 300—400 кг/м<sup>3</sup> и менее. Изделия широко внедряются в производство в качестве конструктивных элементов ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, обладают высокими эксплуатационными и декоративными качествами. Значительная пористость изделий из га-

Для исследований была подготовлена опытная партия газосиликатных блоков плотностью 400 кг/м<sup>3</sup>, общим объемом 5 м<sup>3</sup>. Декоративно-акустические плитки размером 500×500×50 мм изготавливались из этих блоков распиливанием с фрезерованием кромок. Полученный объем готовых изделий оказался достаточным для проведения исследований акустических характеристик для гладких плиток из газосиликата.

Опытная партия образцов плиток размещалась в виде конструкции, размером в плане 2,5×3,5 м на полу реверберационной камеры по схемам, помещенным на рис. 1. Рассмотрены случаи размещения образца: 1) на жестком основании; 2) с откосом переменной величины 0—50 мм; 3) с откосом 50 мм; 4) образец пилообразной формы, когда на площадке 500×500 мм закреплялись 2 плитки размером 500×500 мм.

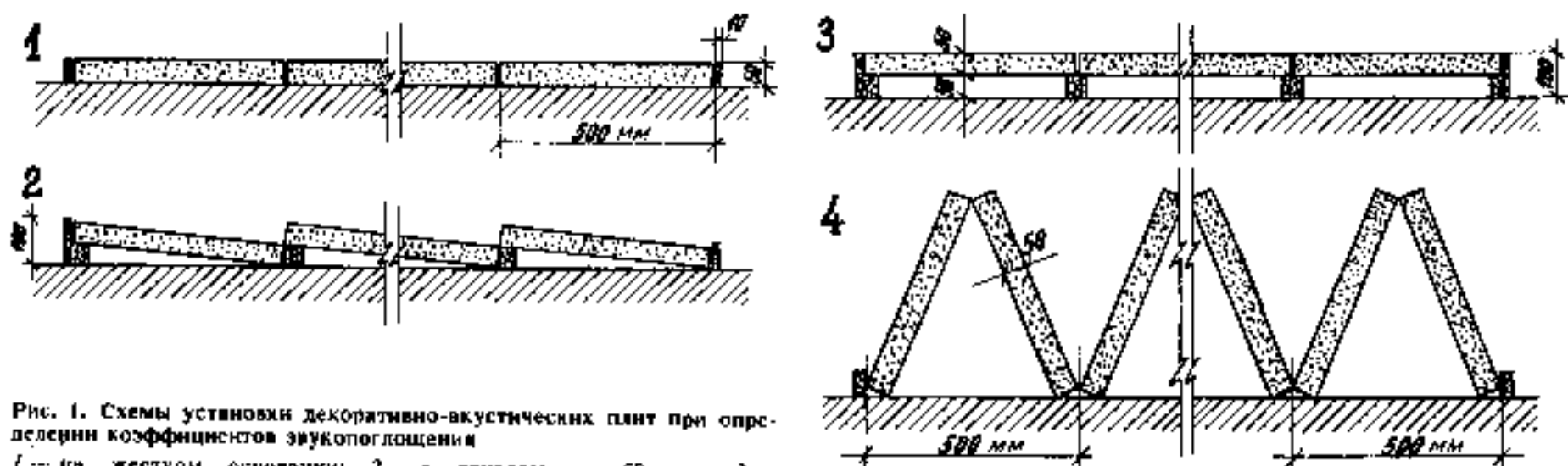


Рис. 1. Схемы установки декоративно-акустических плит при определении коэффициентов звукопоглощения  
1 — на жестком основании; 2 — с откосом до 50 мм; 3 — с откосом 50 мм; 4 — образец пилообразной формы

зосиликата дает основание считать возможным применение их в качестве звукопоглощающих элементов ограждающих конструкций различных помещений для снижения вредного воздействия шума. В связи с этим были проведены комплексные акустические исследования звукопоглощающих свойств изделий из газосиликата в реверберационной камере. Целью исследований было определение зависимостей реверберационного коэффициента звукопоглощения изделий из газосиликата (плиток) от плотности, от толщины и фактуры поверхностей плиток, от различных способов их установки по отношению к жесткому основанию.

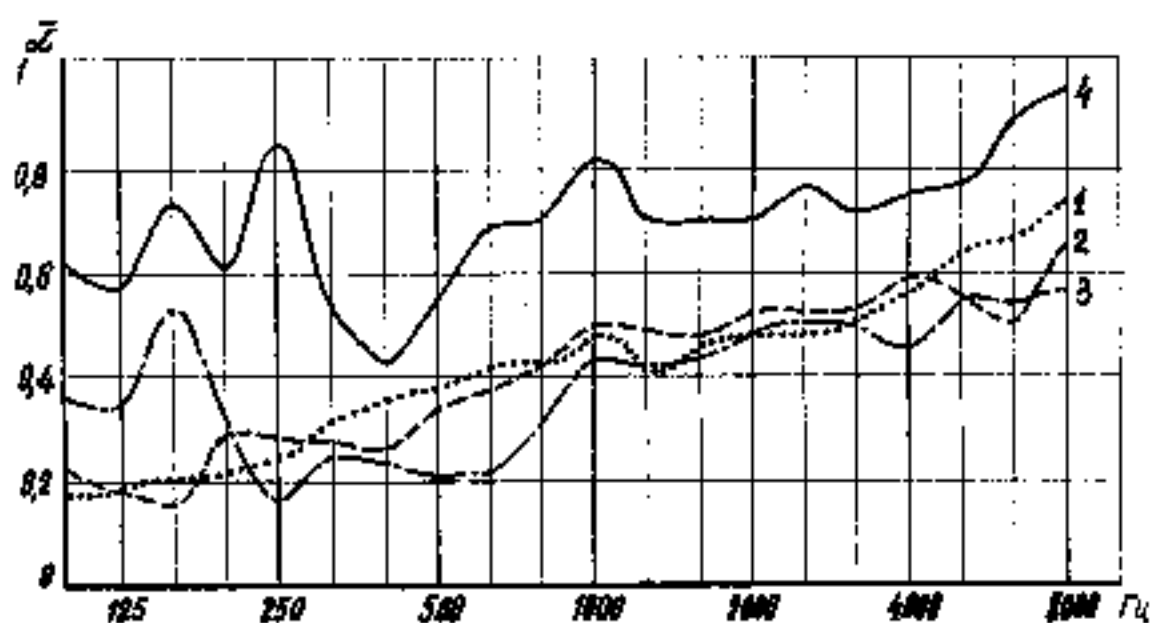


Рис. 2. Зависимость звукопоглощающих свойств плоских акустических плиток из газосиликата ( $\gamma=400-450$  кг/м<sup>3</sup>) от способов установки  
1 — на жестком основании; 2 — с откосом до 50 мм; 3 — с откосом 50 мм; 4 — образец пилообразной формы

Для исследований образцов, размещенных по схемам 1—3, потребовалось 35 плиток, для схемы 4—70 плиток. Изготовленные конструкции устанавливались на полу камеры. Боковые поверхности конструкций оконтуривались деревянными рейками, щели между рейками и повам заклеивались полосками бумаги. Реверберационный коэффициент звукопоглощения ( $\bar{\alpha}$ ) определялся по стандартной методике в реверберационной камере объемом 105 м<sup>3</sup> по соотношению времени реверберации в камере до и после внесения в нее испытуемой конструкции. Измерение времени реверберации проводилось в полосах частот фильтра шириной в 1/3 октавы, со среднегеометрическими значениями в этих полосах 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 640, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3200, 4000, 5000, 6400, 8000 гц.

Звуковое поле возбуждалось в камере при помощи генератора «белого шума». Запись кривых реверберации осуществлялась с помощью приемного тракта фирмы «Брюль и Кьер», включающего в себя высококачественный микрофон, спектрометр и регистратор уровней — самописец. Запись кривых реверберации проводилась в двух точках камеры трижды для каждого измерения на каждой из вышеуказанных частот. Результаты измерений приведены на рис. 2.

Как свидетельствуют результаты исследований, декоративно-акустические изделия из воронежского газосиликата имеют довольно высокий коэффициент звукопоглощения в области высоких частот ( $\bar{\alpha}=0,49$  на частоте 1000 гц,  $\bar{\alpha}=0,75$  на частоте 8000 гц). Размещение плит с откосом от жесткого ограждения позволяет увеличить  $\bar{\alpha}$  в области низких частот.

Увеличение откоса и активизация профиля звукопоглотителя по схеме 4) позволяет достигнуть достаточно высокие звукопоглощающие характеристики практически по всему диапазону звуковых частот ( $\bar{\alpha}=0,7—0,8$ ).

Проведенные исследования дают полное основание считать, что на базе воронежских газосиликатов вполне возможна и целесообразна разработка широкой номенклатуры звукопоглощающих изделий и конструкций для Центрально-Черноземного экономического региона.

## Глазурованные бетонные стеновые панели

Нанесение одноцветной глазури или многоцветных рисунков осуществляется на специально подготовленный подглазурный слой, уложенный на панели из тяжелого, ячеистого или пенокерамзитового бетона, с последующим оплавлением глазури под экраном электрической печи на глазуровочном конвейере. Производительность линии глазурования до 28 м<sup>2</sup> в час. Установленная мощность электрооборудования — не более 500 кВт.

НПО «Строймашкерамика» — разработчик технологий — предлагает услуги:

- разработка технической документации на основное технологическое оборудование линии глазурования;
- исследования по разработке и подбору составов масс из материалов заказчика;
- авторский надзор за строительством линии и монтажом оборудования;

пусконаладочные работы, подготовка линии к вводу в эксплуатацию, авторский надзор за выпуском опытно-промышленной партии изделий.

## Сушильный барабан с откатной топкой

Суть устройства агрегата — в сжигании газа непосредственно в приемной части барабана, где продукты сгорания разбавляются наружным воздухом. Использование новых сушильных барабанов позволяет увеличить производительность сушилки на 31 %, снизить расход природного газа на 30 %. НПО «Строймашкерамика» — разработчик сушильного барабана с откатной топкой — предлагает услуги: передача технической документации, привязка, пусконаладочные работы.

## Внимание хозяйственных руководителей

Всем, кому надоело вручную убирать воду в помещениях и цехах из-за протечек трубопроводов и оборудования, предлагаем переносную установку для уборки воды с производительностью до 3,5 м<sup>3</sup>/ч.

Слой воды, оставшийся на полу после уборки в самом глубоком месте — не более 3 мм. Установка в обращении подобна пылесосу, не боится подсосов воздуха, грязи в воде (твердые частицы до 1 см). Незаменима для безопасного ведения работ в резервуарах, колодцах и т. д., обеспечивая непрерывную откачку поступающих вод. Потребляемая мощность — 400 Вт, вес — 15 кг.

*Бесплатно высылаются описание и условия получения.*

*Запросы направляйте по адресу: 216532, г. Десногорск Смоленской обл., а/я 45/2 НПП «ЭКСПО-ЛАД».*

## Пигменты для окраски бетонов

В экспозиционном комплексе Германии на международной выставке «Химия-92» много интересных разработок в области строительных и технических материалов было представлено фирмой Байер. Известно, что все большее распространение и массовом строительстве получают такие изделия, как бетонная черепица, различные облицовочные плитки и фасонные изделия из бетона. Потребительская ценность этих изделий во многом определяется их окраской, причем большую роль играет и палитра цветов и долговечность цвета.

Специалисты имели возможность ознакомиться с разработками фирмы по окрашиванию бетонов и некоторыми пигментами, имеющими фирменные названия.

В каталоге фирмы по окраске бетонов указывается, что решающим свойством пигмента является его дисперсионная сила. Пигмент сам по себе более интенсивного цвета не обязательно более сильный. Равную интенсивность окраски более силь-

ный пигмент обеспечивает при меньшем процентном содержании, чем более слабый. Каждый пигмент имеет свой предел насыщения, когда дальнейшее увеличение его процентного содержания в цементе не дает прироста интенсивности окраски. У более слабого пигмента предел насыщения наступает при более высоком процентном содержании. Другими словами, более дешевый пигмент не обязательно будет более экономичным.

На яркость окраски влияет также водоцементное отношение. Это объясняется испарением излишков воды с поверхности бетона, сопровождающимся появлением мельчайших пор, которые дают эффект осветления и понижения яркости.

Температура приготовления бетона влияет на тон окраски двояко. Некоторые красители теряют свою интенсивность при автоклавировании с температурой свыше 200 °С. Исключением являются специальные пигменты Байферокс 645Т и 303Т.

Вследствие отличий частиц пигментов по величине и форме от частиц цемента они оказывают влияние на текучесть бетона, особенно в случае применения пигмента Байферокс 920 оранжевого цвета. Для остальных пигментов это влияние не существенно.

Механизм влияния концентрации пигмента на прочность бетона следующий. Чем ниже водоцементное отношение, тем выше прочность. При добавлении пигмента он абсорбирует определенное количество воды, что понижает ее действительную концентрацию в бетоне и, следовательно, повышает прочность последнего.

Бичом бетонных конструкций из цветного бетона является выцветание. Однако для бетонов, окрашенных пигментами Байферокс и Хром Оксид Грин, эффект выцветания является временным.

Как показали испытания, они в основном восстанавливают свою окраску через 30 мес эксплуатации.

*Энергосбережение*

## Оптимальная теплоизоляция больших труб

Трубы диам. 600 мм и более играют важную роль в технике, особенно при эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. С помощью фирменных теплоизоляционных материалов фирмы «Байер» — Байтерма и Байтек (полиуретановые композиции) возможно покрытие таких стальных труб особо экономичным способом. При этом слой пористой ленты из Байтерма, используемой в качестве изоляции, наносится за один рабочий проход вместе с защитным слоем эластомера Байтек.

Полиуретановый эластомер образует плотное наружное покрытие, которое предохраняет от повреждений при транспортировании, монтаже и увеличивает долговечность труб при эксплуатации. При этом реакционная смесь реагирует очень быстро, так что в ходе процесса наносимый жидкий материал не сте-



«перелива». Толщина слоя Байтек может изменяться для труб разного диаметра посредством регулирования количества выдавливания материала и подачи трубы. Другими определяющими параметрами являются скорость вращения трубы и температура. Рабочий процесс обеспечивает возможность автоматизации на оборудовании, снабженном компьютерным управлением.

### Экономия ресурсов

#### Прочие и легкие детали, укрепленные полиуретаном

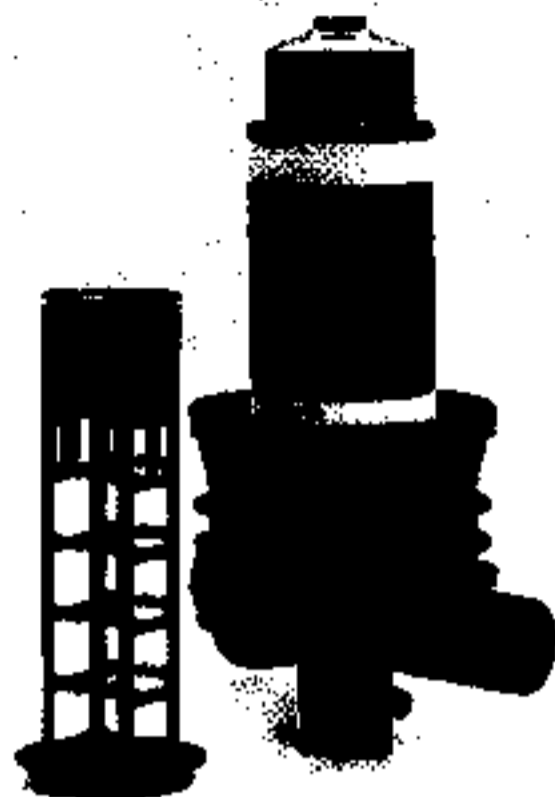
Материал Байпрег, изготовленный из полиуретанового сырья фирмы «Байер», завоевывает новые сферы применения во внутренней отделке зданий. В листовых изделиях, таких как дверные полотна, перегородки, он дополняет и частично заменяет дерево. В этом случае рама дверного щита выполняется из дерева, внутрь рамы помещена сотная конструкция из рециклированного картона. С обеих сторон для укрепления наложен стеклохолст, пропитанный материалом Байпрег. После наложения с двух сторон наружного декоративного покрытия вся конструкция подвергается прессованию и отверждению при температуре от 75 до 85 °С под давлением 0,8 кг/см<sup>2</sup>. Двери получаются легкие и устойчивые против скручивания. По такому же принципу изготавливаются перегородочные панели для внутренней отделки, возведения выставочных павильонов и др.



### Экология

#### Детали из Дуретана РМ для фильтров технической и хозяйственной воды

Внутренние детали фильтра для хозяйственной воды фирмы «АРКАЛ» (Израиль), а также каркас для мембраны этого фильтра изготавливаются фирмой «Байер» из Дуретана РМ — опытного продукта К 2-2501/45, армированного стекловолокном, представляющего собой полиамид с низкой гигроскопичностью. Фильтры применяются главным образом для систем орошения в сельском хозяйстве и в промышленном применении технических вод.



---

*Ежемесячный производственно-технический журнал «Строительство трубопроводов» предназначен для специалистов нефтегазового строительства, смежных отраслей нефтегазового комплекса, общестроительных отраслей.*

Журнал издается с 1956 г.

Учредитель — АО «Роснефтегазстрой».

Внимание читателей предлагаются статьи, посвященные проблемам нефтегазового строительства, смежных отраслей нефтегазового комплекса, а также общестроительным вопросам.

Реклама журнала познакомит Вас с новейшими технологией, разработками, товарами.

Распространение — только по подписке!

Цена одного номера — 10 р.

Индекс — 70888.

Справки по телефонам: 238-69-11, 238-69-21, 239-12-44.

Почтовый адрес: 117049, Москва-249, ГСП-1, ул. Житная, д. 14.

---

*Для Вас — бизнесмены, предприниматели, руководители бирж, фирм, компаний, акционерных обществ, ассоциаций, товариществ, деловые люди, занятые в сфере строительства, добычи, переработки, транспорта нефтегазового комплекса, предприятий общестроительных отраслей — еженедельная газета «НГСбизнес».*

На страницах газеты — информация, реклама, рекламные и биржевые объявления, информация о купле-продаже — обширный круг вопросов, охватывающих все стороны жизни и деятельности нефтегазового комплекса и предприятий общестроительных отраслей.

Газета будет распространяться только по подписке.

Цена одного номера — 8 р.

Индекс — 32069.

Телефоны для справок: 238-69-11, 238-69-21.

Почтовый адрес: 117049, Москва-249, ГСП-1, ул. Житная, д. 14.

---

## ВНИМАНИЮ НАШИХ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Напоминаем, что подписка на журнал  
**«СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»**  
принимается в отделениях Роспечати  
в соответствии с Каталогом  
по подписке на 2 полугодие 1993 г.  
Подписная цена на 1 мес.— 200 р., на 3 мес.— 600 р.,  
на 6 мес.— 1200 р.  
Индекс журнала — 70886.

### Рефераты опубликованных статей

УДК 666.71/.72

Тарасович В. П. О выборе технологии получения керамического кирпича // Строит. материалы. 1992. № 3. С. 2—5.

Выполнен сопоставительный анализ достоинств и недостатков технологических схем получения керамического кирпича (плитки, черепицы), в том числе на основе пластического, полусухого и жесткого способом формования (за исключением пиропластического), включая варианты формования, массоподготовки и обезвоживания. Оптимальными приняты линии, в которых предусмотрена компрессия штучных изделий из полусухих или жестких масс с использованием пластической или полумолевой переработки (массоподготовки) сырья, а в последнем случае — электрокинетических методов обезвоживания и активации глины. Ил. 7.

УДК 666.972

Садукасов М. С., Румянцев В. М. Теоретические основы повышения прочности структуры гипсового камня на основе пластифицированного вяжущего // Строит. материалы. 1993. № 3. С. 19—22.

Приведены результаты исследований электрокинетических явлений в системе гипс — вода, а также структуры гипсового камня. Показано, что различная водопотребность гипсовых вяжущих  $\alpha$ - и  $\beta$ -модификацией обусловлена образованием ими в воде различной силы  $\xi$ -потенциала, которая составляет соответственно -44 и -30 мВ. При введении 2% С-Э эти показатели увеличиваются соответственно до -54 и -42 мВ. Выявлена прямая корреляционная зависимость между  $\xi$ -потенциалом и стандартной водопотребностью гипсового вяжущего. Показано, что увеличение прочности материалов на основе пластифицированных гипсовых вяжущих обусловлено снижением В/Г, следствием которого является изменение микроструктуры материала. Ил. 4, табл. 1, библи. 7.

УДК 666.3.046.4.002.237

Эркенюв М. М., Аквильев С. Н. Определение качества обжига керамического кирпича // Строит. материалы. 1993. № 3. С. 14—16.

Согласно ГОСТ 530—80, качество обжига керамического кирпича определяется сравнением его цвета с эталоном нормального обожженного кирпича. Если кирпич светлее эталона, то он недожженный, если темнее, то пережженный. Нормально обожженный кирпич имеет такой же цвет, что и эталон. Показано, что на цвет кирпича влияет не только температура обжига, но и другие факторы (характеристика среды обжига в печи, величина зазора между соприкасающимися гранями кирпичей, образующимися при его садке, расстояние между кирпичом и горелкой и др.). В силу этого указанное положение стандарта не определяет качество обжига кирпича и его следует отменить. Ил. 3, табл. 1, библи. 7.

УДК 691.328.5.001.5

Межогских М. И., Киселев А. А., Мацкин И. В. К вопросу о криогенной солестойкости асбестоцемента свайных труб // Строит. материалы. 1993. № 3. С. 22—24.

Приведены результаты длительных испытаний образцов асбестоцемента свайных труб на криогенную солестойкость во льду различных солевых растворов, характеризующие изменение прочности при сжатии и массы образцов при длительном пребывании в контакте с засоленным льдом при постоянной отрицательной температуре. Данные сопоставлены с результатами испытаний контрольных образцов асбестоцемента, находящихся во льду питьевой воды, а также различных других материалов, в том числе бетона на цементном вяжущем, полученными другими авторами. Подтвержден возможный механизм разрушения строительных материалов в результате совместного действия солевых растворов и отрицательных температур. Отмечены особенности разрушения асбестоцемента, объяснены причины его высокой криогенной солестойкости. Ил. 3, табл. 1, библи. 9.

**IN THE ISSUE**

*Tarasjevichs B. P.* Choosing the ceramic brick production technology  
*Teplova L. A.* The use of modern methods for organization and sequence of repair work  
*The future of non-metal building material industry*  
*Popikov M. N., Ogaj K. A., Sheronov V. I., Kulik T. V.* Improving the crushing and sorting equipment at Bezmeinsky quarry management board  
*Grigorenko M. B., Anisimova E. I., Levkova N. S.* Processing sand-gravel materials in Krasnodarsky area and trends for building sand production  
*Erkenov M. M., Ananjeva S. N.* Determining the quality of ceramic brick burning  
*Golovach V. E.* Express-analyzer for determining silicate mass activity  
*Kosolapov A. I.* Methods of determining the basic economic indices at excavation of facing stone deposits  
*Saduakassov M. S., Rumjantsev B. M.* Theoretical fundamentals of improving the structure of gypsum stone based on a plasticized binder  
*Meshogskikh M. I., Kiselev A. A., Matskiy I. V.* Cryogenic salt resistance of asbestos cement pile pipes  
*Korenjuk A. G., Dumanova L. S.* Ceramic brick destruction by segregated ice  
*Eltsarov Ju. M., Melnikov E. D.* Investigation of sound-absorptive properties of products made of Voronezhsky gas and silicate materials

**IN DER NUMMER**

*Tarasjevichs B. P.* Auswahl der Technologie zur Herstellung von Keramikstein  
*Teplowa L. A.* Anwendung von modernen Methoden der Organisation von Reparaturarbeiten  
*Die Zukunft der Industrie von nichtmetallischen Baustoffen*  
*Popikow M. N., Ogaj K. A., Scheronow W. I., Kulik T. V.* Vervollkommnung von Bruch- und Sortieranlagen in Bezmeinskij Grubenabbaubetrieb  
*Grigorenko M. B., Anissimowa E. I., Lewkowa N. S.* Verarbeitung von Sand-Kiesstoffen in Krasnodarskij Gebiet und die Möglichkeiten der Erzeugung von Bauständen  
*Erkenow M. M., Ananjeva S. N.* Bestimmung der Qualität des Brennens vom Keramikstein  
*Golowatsch W. E.* Express-Analysator der Aktivität von Silikatmasse  
*Kosolapow A. I.* Bestimmung von grundlegenden ökonomischen Kennwerten des Abbaues von Putzsteinlagerstätten  
*Saduakassow M. S., Rumjanzew B. M.* Theoretische Grundlagen der Erhöhung von Gipssteinstruktur auf der Grundlage von plastifizierten Bindemittel  
*Meshogskich M. I., Kisselew A. A., Mazkiw I. W.* Die Frage der Salzbeständigkeit von Asbestzementröhren die als Pfählen verwendet wurden  
*Korenjuk A. G., Dumanowa L. S.* Zerfall von keramischem Stein durch entmischten Eis  
*Eltsarov Ju. M., Melnikow E. D.* Untersuchung von schallschlukenden Eigenschaften von Erzeugnissen aus Woronezhskij Gassilikat

**DANS LE NUMÉRO**

*Tarasjevitch B. P.* Sur la technologie de production des briques céramiques  
*Teplova L. A.* Méthodes contemporaines d'organisation des travaux de réparation  
*Industrie des matériaux pierreux naturels*  
*Popikov M. N., Ogaj K. A., Cheronov V. I., Kulik T. V.* Perfectionnement de l'équipement pour concassage et triage dans les carrières Bezmeinski  
*Grigorenko M. B., Anissimova E. I., Levkova N. S.* Traitement des matériaux de sable et de gravier dans la région de Krasnodar; perspectives d'obtention des sables de construction conditionnés  
*Erkenov M. M., Ananjeva S. N.* Détermination de la qualité de cuisson de la brique céramique  
*Golowatch V. E.* Analyseur express de l'activité de la masse silicique  
*Kosolapov A. I.* Etablissement des principaux indices économiques lors de l'exploitation du gisement de la pierre de parement  
*Sadoukassov M. S., Roumiantsev B. M.* élévation de la résistance de la structure de la pierre à plâtre à base du liant plastifié  
*Meshogorskikh M. I., Kisselev A. A., Matskiy I. V.* Résistance cryogène aux sels de l'amiant ciment des tubes de pieu  
*Korenjuk A. G., Dumanova L. S.* Destruction de la brique céramique par la glace de ségrégation  
*Eltsarov Y. M., Melnikov E. D.* Etude des propriétés d'absorption phonique des produits de silicate au gaz de Voronej

**Учредитель журнала: ТОО рекламно-издательская фирма «Стройматериалы»**

**Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации Российской Федерации за № 0110384**

**Редакционная коллегия:**

М. Г. РУБЛЕВСКАЯ (главный редактор), А. С. БОЛДЫРЕВ, А. В. ВОЛЖЕНСКИЙ, Х. С. ВОРОБЬЕВ, Ю. В. ГУДКОВ, Б. К. ДЕМИДОВИЧ, А. Ю. КАМИНСКАС, М. И. КОТОВ, А. Н. ЛЮСОВ, Л. А. МАТЯТИН, А. Ф. ПОЛУЯНОВ, А. В. РАЗУМОВСКИЙ, С. Д. РУЖАНСКИЙ, В. А. ТЕРЕХОВ, И. Б. УДАЧКИН, Е. В. ФИЛИППОВ, Н. И. ФИЛИППОВИЧ, Ю. Н. ЧЕРВЯКОВ, Л. С. ЭЛЬКИНД (отв. секретарь)

**Адрес:** главный редактор, отдел рекламы: 103051, г. Москва, Б. Сухаревский пер., д. 19, телефон 207-40-34  
 редакция: 103055, г. Москва, Тихвинский пер., д. 11, телефон 258-75-51

Оформление обложки художника В. А. Андросова  
 Технический редактор Е. Л. Сангурова  
 Корректор Е. Б. Татмина

Сдано в набор 11.01.93  
 Подписано в печать 12.03.93  
 Формат 60x88 1/8  
 Бумага книжно-журнальная  
 Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,0  
 Усл. ир.-отт. 4,92. Уч.-изд. л. 5,1  
 Тираж 6052 экз. Заказ 255  
 Цена 50 р.

Набрано на ордена Трудового Красного Знамени Чеховском полиграфическом комбинате Министерства печати и информации Российской Федерации 142300, г. Чехов Московской обл.  
 Отпечатано в Подольском филиале 142110, г. Подольск, ул. Кирова, 25.