

## Содержание

### НОВЫЕ И УЛУЧШЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- КИРИЛЛОВ В. Н., ПРОНИН Б. Ф. Пожаробезопасные строительные пластики 2  
БАБАЕВ Ш. Т., ГЛОТОВА Н. А., КАЦ Б. И., МИХАЙЛОВИЧ Н. Г., ГОЛЬДИНА Б. Я. Модификация вяжущих поверхностно-активными добавками 4  
ГЕДЕОНОВ П. П. Композиции для вспучивающихся огнезащитных покрытий на основе вермикулита 7  
ОСЬМИНИН Н. И., ГОНЧАРОВА Л. А., ПАСКОННОВ И. В., ТИЩЕНКО И. М. Изготовление теплоизоляционного материала — гипсопробкабетона 11

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

- ЕЛФИМОВ В. А., БОБРОВ В. Б., ПОЛЕТАЕВ А. А. Технология изготовления строительных материалов с полнораздельной укладкой компонентов 14  
КАРАСЕВ Ю. Г. Технологические схемы выемки блоков камня из массива 15

### ПРИБОРЫ И АВТОМАТИКА, МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ

- ШЕХТЕР Б. Э. Средства и системы автоматизации, выпускаемые НПО «Росавтоматстрой» 18  
ПЧЕЛЯКОВ Ю. Н., СТЕПАНОВ Ю. М. Цифровая индикация температуры 20  
БУЛГАКОВ Э. X. Электрохимический способ контроля за технологическим процессом при изготовлении гипсовых и гипсобетонных изделий 20

### ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

- ВИКТОРОВ А. М. Упростить испытания проб камня 23

### РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- ЖАББАРОВ У. Р., КАЦ Б. И., ГЛОТОВА Н. А. Изменение свойств резинобитумных кровельных композиций при длительной эксплуатации в атмосферных условиях юга 24  
СЫЧ Л. Г., КУРБАЦКИЙ М. Н., ПАЛЬЧУН Т. А., ТИМОФЕЕВА Э. Г. Исследования качества кирпича с помощью дифференциального термического анализа 26

СПОНСОРАМИ ЖУРНАЛА ВЫСТУПИЛИ КОНЦЕРН «АСБЕСТ», АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «РОССИЙСКАЯ БИРЖА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРЕДМЕТОВ ДОМОУСТРОЙСТВА», НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ТОМСКОМ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ, КОМПАНИЯ «СТРОМФОНД».



УДК 678.06:678.674-415:69.024.15

В. Н. КИРИЛЛОВ, канд. техн. наук, Б. Ф. ПРОНИН, канд. техн. наук  
(НПО «Композит»)

## Пожаробезопасные строительные пластики

В мировой практике известно использование композиционного материала — стеклопластика для изготовления строительных конструкций, в строительстве станций и пристанционных сооружений метрополитена, при возведении временных легких строений [1] (жилья, бытовок, магазинов), для производства деталей автомобилей, оформления салонов вагонов, железнодорожных и метрополитена, покрытия стен и крыш у них, у малых судов и др.

Одной из причин, сдерживающих широкое применение традиционных стеклопластиков (получаемых на основе фенольных, эпоксидных, полиэфирных, полиамидных связующих) является их пожароопасность. В процессе горения таких стеклопластиков выделяются токсичные продукты: окись углерода, цианистый водород, акрилонитрил, бензол и др. По показателю токсичности они относятся к классу чрезвычайно опасных [2].

Ряд отечественных и зарубежных специалистов исследовали возможность увеличения предела огнестойких стеклопластиков путем введения в их состав антипиренирующих добавок, применения огнезащитных покрытий или смол, не поддерживающих горения [1, 3—5]. Однако содержание в составе материалов органических компонентов не позволяет гарантировать конструкциям пожарную безопасность.

Введение же значительного количества антипиренов (в основном это — фосфор- или галогенсодержащие соединения) может даже увеличить токсичность продуктов горения. Так, горение (в экстремальных ситуациях) бумажно-слоистых пластиков, изготовленных на основе меламиноформальдегидных смол и широко применяемых для отделки внутренних стен зданий, салонов вагонов, происходит с выделением токсических газообразных продуктов, обладающих удушающим воздействием на организм человека. Вагон, отделанный пластиками и другими синтетическими материалами, сгорает, по данным средств массовой информации, за 10—20 мин.

Использование в стеклопластике при его производстве в качестве армирующей составляющей стеклотканей, а в качестве связующих — фосфатов [6, 7] или кремнийорганических полимеров позволяет в случае возгорания полностью исключить или снизить до допустимых пределов указанные выше нежелательные последствия.

В НПО «Композит» разработаны стеклопластик на кремнийорганическом связующем с содержанием органических радикалов до 5 % по объему (марка Декс) и стеклопластик на основе минерального связующего (марка Минеплен). В качестве армирующих наполнителей выбраны наиболее доступные стек-

лоткани алюмоборосиликатного состава (типа Т-10-80).

Результаты испытаний разработанных стеклопластиков на горючесть (табл. 1), проведенных в соответствии со стандартом СТ СЭВ 382-76 в печи ИСО (Международная система стандартизации) [8] и по ГОСТ 12.1.004—88 [9] показали, что пластик марки Декс относится к классу трудногорючих, Минеплен — к классу негорючих материалов.

Проведена оптимизация рецептур пластиков Минеплен и Декс, отработана технология их изготовления. В качестве исходных компонентов для изготовления пластика Декс выбрана кремнийорганическая смола марки КМ-9К и алюмоборосиликатные стеклоткани; для пластика Минеплен — хромалюмофосфатное связующее (ХАФС), минеральные микророшки, алюмоборосиликатные стеклоткани и кремнийорганическая смола КМ-9К. Основные характеристики стеклопластиков Минеплен и Декс приведены в табл. 2.

Таблица 1

Пластик марки	Характеристика материала			
	Индекс распространения пламени (ГОСТ 12.1.044—88)	Коэффициент дымообразования (ГОСТ 12.1.044—88)	Коэффициент дымообразующей способности (ГОСТ 12.1.044—88)	Горючесть по СТ СЭВ 382-76
Минеплен	0	0,002	0	Негорюч
Декс	0	0,1	1—2	Трудногорюч

Таблица 2

Физико-механические характеристики	Показатели для стеклопластика марки	
	Минеплен	Декс
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1900	1600
Разрушающее напряжение, МПа:		
при разрыве	200	150
при сжатии	90	100
при изгибе	140	150
Относительное удлинение при разрыве, %	1,8	2,2
Модуль упругости, МПа	16,5·10 <sup>3</sup>	(13—15)·10 <sup>3</sup>
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,6	0,4
Пористость, %	6	2
Водопоглощение, %	3	1
Удельное объемное электросопротивление, Ом·см	10 <sup>8</sup>	10 <sup>12</sup> —10 <sup>13</sup>
Цвет без декоративного покрытия	Зеленый	Белый

Расчетный элементный состав стеклопластиков, %, представлен ниже:

Минеплен	Декс
H — 0,09	H — 1,37
C — 0,32	C — 4,98
O — 48,1	O — 31,84
Si — 10,16	Si — 44,58
B — 1,07	B — 0,99
Mg — 0,98	Mg — 0,99
Al — 18,66	Al — 10,9
Na — 0,27	Na — 0,25
Ca — 4,5	Ca — 4,1
Cf — 6,85	

Исследование стеклопластиков на термованализаторе фирмы «Рикаку» показало, что при нагревании на воздухе в интервале температур от 30 до 750 °С происходит главная, не сопровождающаяся перегибами на кривой, незначительная потеря массы материала (около 6 % для обоих пластиков), что свидетельствует об их стабильности в этом интервале температур.

Стеклопластик Минеплен рекомендован в качестве противопожарного облицовочного материала для вагонов, изготовления водоотводящих зонтов станций и пристанционных сооружений метрополитена глубокого заложения. Стеклопластиком Декс можно облицовывать вестибюли административных и общественных зданий, салоны вагонов, а также применять его для отделки элементов сложных форм.

Проведены токсико-гигиенические исследования обоих стеклопластиков. Минеплен исследовали во ВНИИ железнодорожной гигиены Главного санитарного управления МПС [10]. Выполнены оценка пластика при нормальной температуре (20—40 °С), термогравиметрические исследования, санитарно-химическая и токсикологическая оценка летучих продуктов термоокислительной деструкции и горения материала.

При нормальной температуре эксплуатации пластик исследовали методом газовой хроматографии на хроматографе марки ЛХМ-80. После выдержки образцов в течение 48 ч в герметично закрытом объеме при температуре 20 и 40 °С летучих органических веществ не выявлено. Следовательно, облицовочный материал Минеплен может быть использован в любых помещениях, где предполагается большое скопление людей, без опасности неблагоприятного воздействия на организм человека.

Термогравиметрические исследования проводили до температур 1000 °С для изучения газоаэрозольной смеси при возникновении пожара. Общая потеря массы незначительна (4,2—4,7 %) и объясняется, по-видимому, выделением паров воды из пор материала.

Санитарно-химическими исследованиями установлено, что обнаруженные в продуктах разложения оксиды фосфора и углерода в условиях пожара (при 600 и 800 °С) содержатся в концентрациях, не представляющих опасности для человека.

Токсикологические исследования проводили согласно ГОСТ 12.1.0484. Определяли показатель  $HCL_{50}$ , характеризующий количество материала, летучие продукты которого вызывают гибель 50 % экспериментальных животных за 30 мин. В соответствии с указанным ГОСТ 12.1.0484 к малопаспным относятся материалы с показателем  $HCL_{50}$  свыше 120 г·м<sup>-3</sup>. В эксперименте с образцами из пластика Минеплен показатель  $HCL_{50}$  составлял 300 г·м<sup>-3</sup>, следовательно, он относится к малотоксичным материалам.

Токсико-гигиенические свойства пластика Декс не определяли, однако, исходя из его элементного состава можно сделать вывод, что материал мало токсичен.

Помимо гарантирования пожаробезопасности, разработанные стеклопластики должны выполнять архитектурно-декоративную функцию. Например, заказчиками предъявляются требования по способности пластиков к формированию с образованием поверхностей определенных архитектурных форм с декоративным покрытием, по водостойкости, возможности многократной санитарной обработки поверхности.

Для декоративной отделки пластиков марок Минеплен и Декс разработаны следующие способы:

совместное горячее прессование с декоративной бумагой с нанесенным на нее печатным рисунком, пропитанной меламиноформальдегидной или кремнийорганической смолами;

совместное горячее прессование с декоративными стеклотканями, пропитанными кремнийорганическими или меламиноформальдегидными смолами;

окрашивание поверхности;

введение минеральных красителей в связующее.

Пластики с декоративным покрытием так же испытывали на пожароопасность. Установлено, что показатели горючести испытуемого материала незначительно отличаются от таковых, характерных для чистых пластиков, особенно если используются красители или декоративные стеклоткани.

Таким образом, применение разработанных пластиков марок Минеплен и Декс для облицовки вестибюлей общественных и гражданских зданий, салонов вагонов транспортных средств, изготовления водоотводящих зонтов станций и пристанционных сооружений метрополитена глубокого заложения и других строительных конструкций в экстремальных условиях безопасно для людей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лезяйт А. Стеклопластики в строительстве. Пер. с английского Л. Л. Пудовкиной — М.: Стройиздат, 1989.
2. Пожарная опасность строительных материалов / А. Н. Баратов, В. А. Андрианов, А. Я. Корольченко и др. // М.: Стройиздат, 1988.
3. Асеева Р. М., Зайков Г. Е. Горючие полимерные материалы. — М.: Наука, 1981.
4. Воробьева В. А., Андрианов Р. А., Ушаков В. А. Горючесть полимерных строительных материалов. — М.: Стройиздат, 1988.
5. Хялтурицкий Н. А., Берлин А. А. Горючесть полимерных композиционных материалов. Науч.-техн. сб. ЦНИИинформации. Сер. 15, вып. 4(86). 1989.
6. Негорючий стеклопластик марки Минеплен / Б. Ф. Пронин, Н. И. Арсланова, Н. П. Цыруль и др. // Пластические массы. 1991. № 10.
7. Пронин Б. Ф., Арсланова Н. И., Цыруль Н. П. Негорючие стеклопластики на минеральном связующем для гражданской продукции. Науч.-техн. сб. «Передовой опыт» ЦНИИинформации. № 12. 1989.
8. СТ СЭВ 382-78. Противопожарные нормы строительного проектирования. Испытание строительных материалов на возгораемость (горючесть). Определение группы несгораемых материалов.
9. ГОСТ 12.1.044-88 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
10. Пронин Б. Ф., Арсланова Н. И. Результаты токсико-гигиенических исследований материала Минеплен и продуктов его горения. Науч.-техн. сб. ЦНИИинформации. Сер. XV. 1992. Вып. 1(10).

Ш. Т. БАБАЕВ, канд. техн. наук (НИИЖБ), Н. А. ГЛОТОВА, канд. хим. наук, Б. И. КАЦ, инж., Н. Г. МИХАЙЛОВИЧ, инж. (ВНИИстройполимер), Б. Я. ГОЛЬДИНА, инж.

## Модификация вяжущих поверхностно-активными добавками

Одним из путей достижения высоких прочностных показателей цемента и бетонов, изготавливаемых на их основе, является модификация вяжущих органическими добавками с высокоэффективными поверхностно-активными свойствами. Изучению влияния таких добавок на свойства и процессы гидратации цементного камня посвящен ряд работ [1, 2]. Однако многие вопросы и, в частности, сорбционное взаимодействие органического модификатора с цементом и основными клинкерными минералами, не решены. Важно было установить адсорбирующую способность основных клинкерных минералов цемента по отношению к органическому модификатору.

Объектами физико-химических исследований были исходные и модифицированные образцы цементного клинкера Эдолбуновского цементно-шиферного комбината и смеси вяжущего с минеральными добавками — кварцевым песком Люберецкого месторождения, с гранулированным шлаком Косогорского металлургического завода (Тульская обл.), и с золой — топливными отходами воркутинских углей. Исследовали также основные минеральные составляющие цемента — трехкальциевый ( $C_3S$ ) и двухкальциевый ( $C_2S$ ) силикаты, трехкальциевый алюминат ( $C_3A$ ) и четырехкальциевый алюмоферрит ( $C_4AF$ ), изготовленные на Подольском опытном заводе НИИцемента с удельной поверхностью  $S_{уд} = 4370—5700 \text{ см}^2$ .

В качестве модификатора (М) использовали олигомер ароматической природы, с гидрофильными и гидрофобными группами. Для модификации образцов применяли метод механохимической обработки [3].

Адсорбирующую способность цемента и его минеральных состав-

ляющих определяли следующим образом. Для извлечения неадсорбированного модификатора навески минералов с соответствующим количеством воды (в отношении 1 : 2—1 : 3) в зависимости от активности минералов перемешивали в течение 1 ч на встряхивающем столике «Ротан». Затем жидкую фазу (водную вытяжку) полученных смесей отделяли в течение 1 ч с помощью центрифуги «ЦУМ-1» при скорости ее вращения 6000 мин.

Количество неадсорбированного (свободного) суперпластификатора оценивали по коэффициенту пропускания полученных водных вытяжек, которые непосредственно перед определением отфильтровывали. Коэффициент пропускания растворов определяли на фотоэлектрическом калориметре-нефелометре ФЭК-56М. Для сравнения использовали водные вытяжки из немодифицированных (исходных) клинкерных минералов, молотых до такой же удельной поверхности, что и минералы, модифицированные, полученных по той же методике. Применяли светофильтр № 7, соответствующий спектральной линии ртути 578 нм, и кюветы толщиной 3 мм.

Адсорбирующая способность клинкерных минералов по отношению к модификатору различна (см.

Минерал цементного клинкера	Удельная поверхность, $\text{см}^2/\text{г}$	Коэффициент пропускания, %
$C_3S$	4960	
$C_3S_{mod}$	5050	90
$C_2S$	4376	
$C_2S_{mod}$	4951	65
$C_3A$	5100	
$C_3A_{mod}$	5000	97
$C_4AF$	5100	
$C_4AF_{mod}$	5100	99,5

Примечание. Соотношение минерала и воды по массе 1:2.

таблицу) и зависит от их состава. Если сравнивать коэффициенты пропускания водных вытяжек при одинаковом соотношении минерала и воды, равном 1 : 2, и близких значениях удельной поверхности ( $\sim 4400—4900 \text{ см}^2/\text{г}$ ), то наименьший коэффициент пропускания имеет модифицированный минерал  $C_2S$  — 65, наибольший  $C_3A$  — 97 и 99,5 соответственно.

У модифицированного клинкерного минерала  $C_3S$  коэффициент пропускания существенно выше, чем у  $C_2S$ , и составляет 90 %. Таким образом, наименьшей адсорбирующей способностью по отношению к модификатору обладает минерал  $C_2S$ , за ним по возрастающей идет минерал  $C_3S$ , а минералы  $C_3A$  и  $C_4AF$  практически полностью адсорбируют пластификатор на своей поверхности.

При приготовлении водно-минеральных смесей для силикатных и алюминатных минералов требовалось различное количество воды, разница усугублялась присутствием модификатора. Так, например, при центрифугировании минералов  $C_3S$  и  $C_3S_{mod}$  во втором случае отделяется вдвое больше воды, чего не наблюдается для алюминатных минералов. Если для минерала  $C_3S_{mod}$  достаточно соотношение минерал:вода 1 : 1, то для алюминатных минералов количество воды необходимо увеличивать в 2—3 раза. Таким образом, модификатор для силикатных мономинеральных вяжущих оказывает гидрофобизирующее действие, а для моноалюминатных, наоборот, гидрофилизующее.

Для подтверждения полученных результатов и идентификации содержащихся фаз водные вытяжки минералов, а также остатки после экстракции минералов водой высушивали до постоянной массы в термостате при температуре

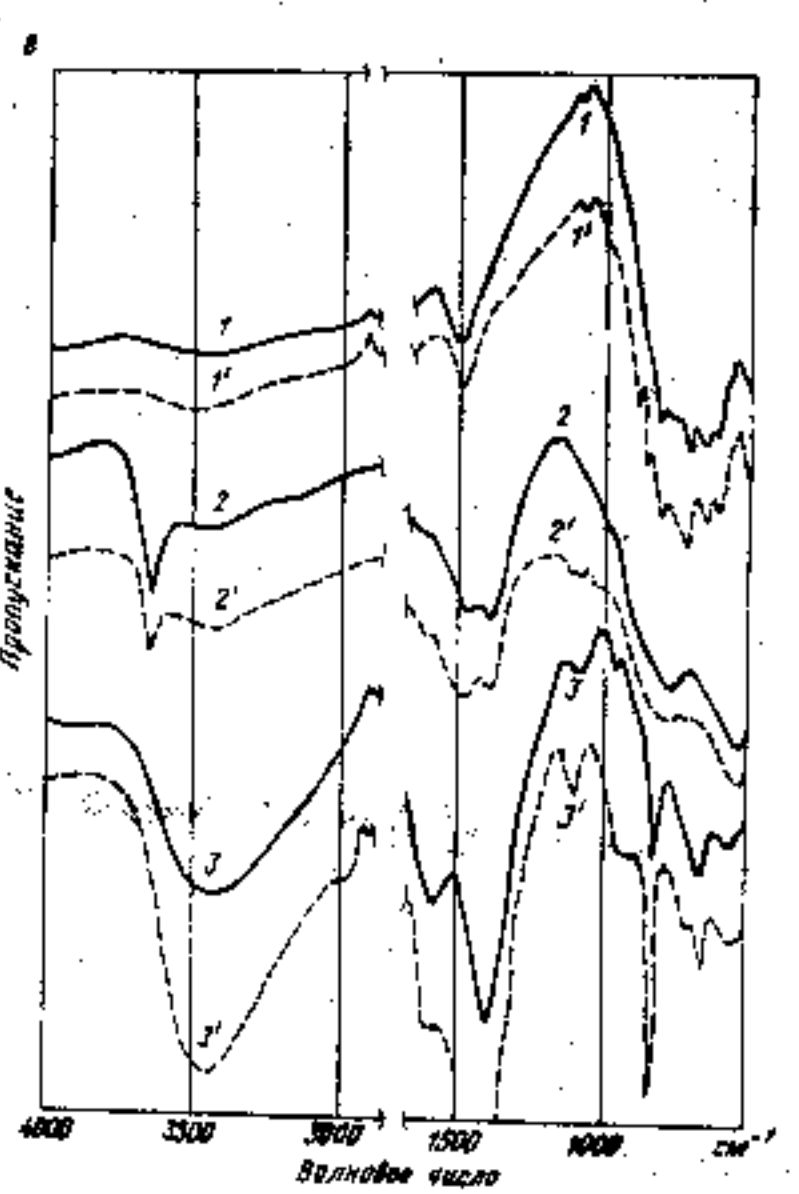
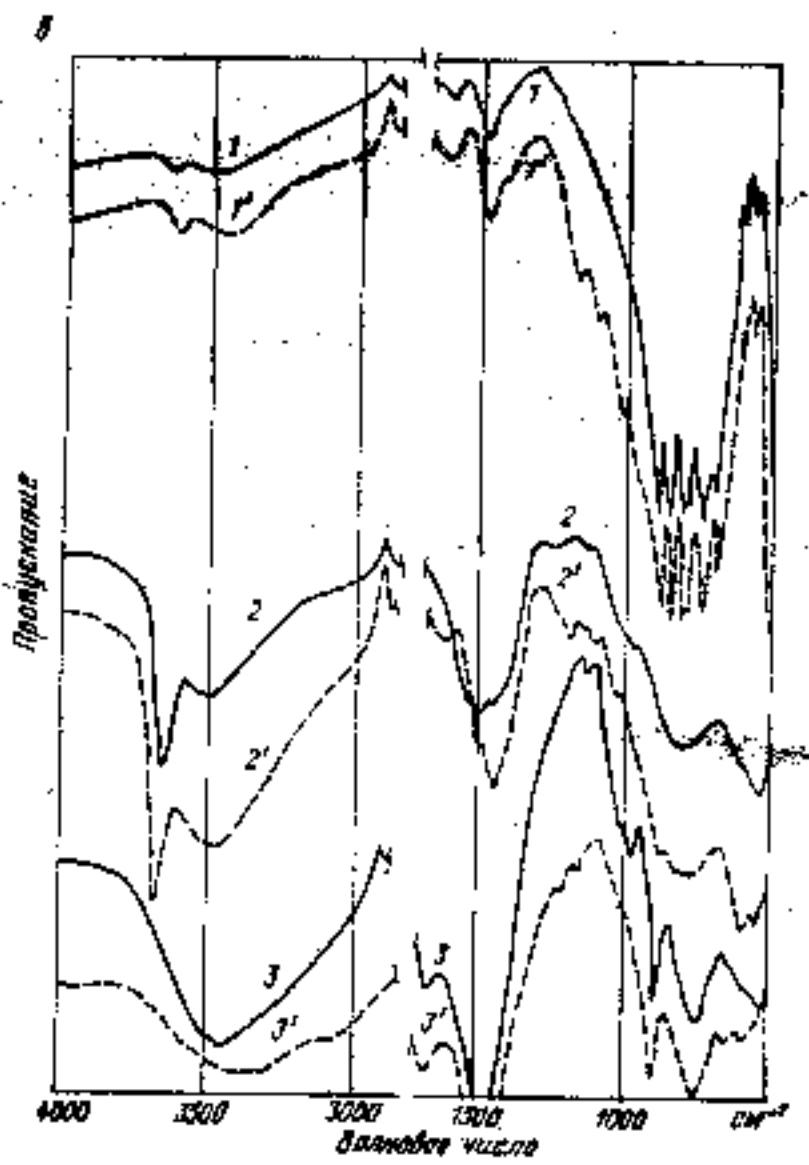
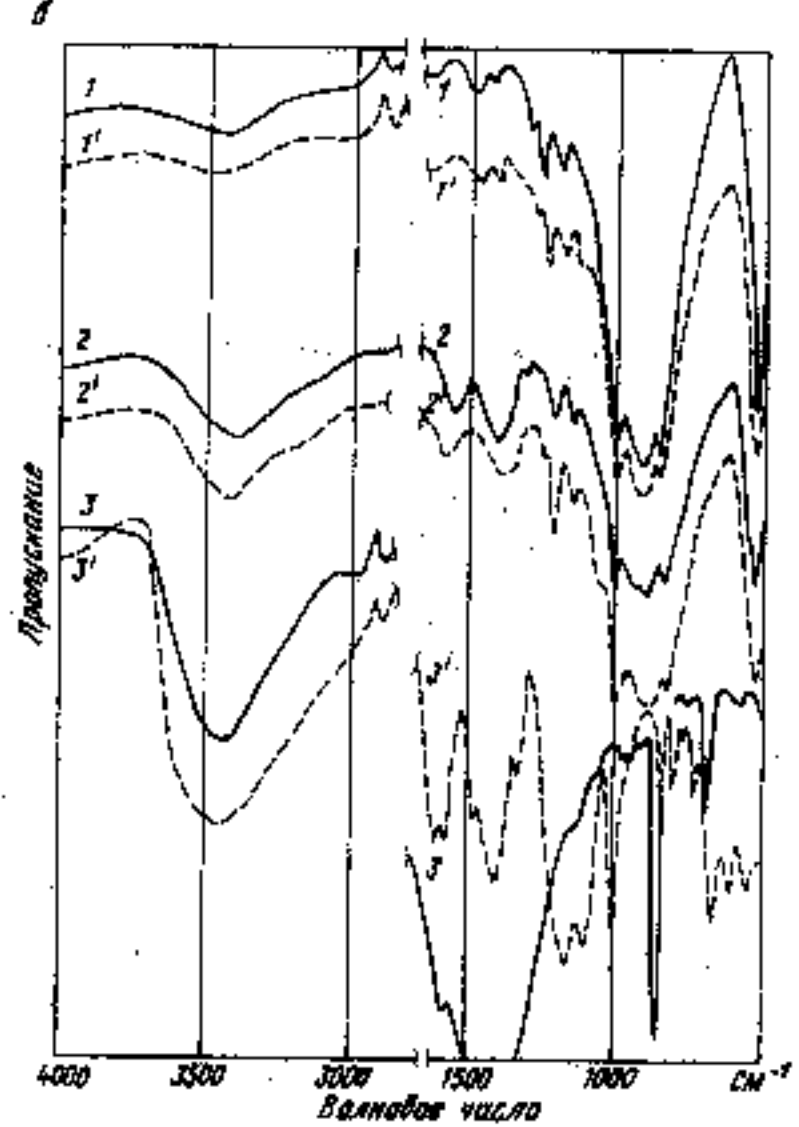
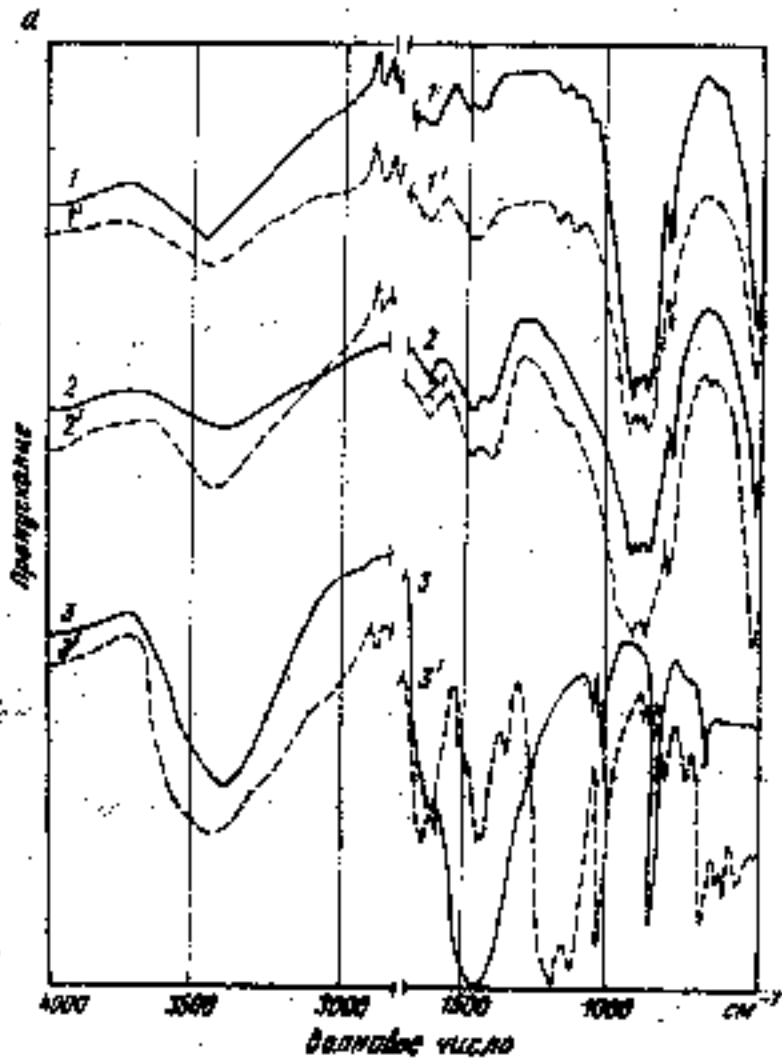


Рис. 1. ИК-спектры исходных минералов  
 $C_2S$  (а);  $C_2S$  (б);  $C_2A$  (в);  $C_2AF$  (г) 1, 2, 3 — исходные минералы; 1', 2', 3' — модифицированные;  
 1, 1' — исходные порошки; 2, 2' — остатки после экстракции водой; 3, 3' — модифицированные экстракты

105 °С и исследовали с помощью метода ИК-спектроскопии. ИК-спектры регистрировали на спектрофотометре «Спекорд 75 IR» в области волновых чисел 400–4000. Образцы препарировали методом таблетирования [4].

ИК-спектр водного экстракта из немодифицированного минерала  $C_3S$  (рис. 1) содержит интенсивные полосы поглощения (ПП) карбоната кальция (880 и 1440  $cm^{-1}$ ), OH-групп с максимумом поглощения 3450  $cm^{-1}$  и ПП средней интенсивности — 1020–1080  $cm^{-1}$ , характеризующие гидросиликаты кальция, а ПП 3620  $cm^{-1}$  может быть отнесена к валентным колебаниям OH-групп в гидроксиде кальция [5, 6].

В ИК-спектре экстракта из модифицированного минерала  $C_3S$  (см. рис. 1, а) отмеченные выше полосы поглощения проявляются незначительно, ПП 3620  $cm^{-1}$  отсутствует, а наиболее интенсивными являются полосы поглощения модификатора — 1030, 1110, 1190, 1430, 1590, 1620, 580, 690 и 3450  $cm^{-1}$ . Различия в спектрах водных экстрактов свидетельствуют о замедлении процессов гидратации и карбонизации  $C_3S$  в присутствии модификатора при кратковременном взаимодействии с водой (в течение 1 ч).

Аналогичный характер наблюдается и у спектров водных экстрактов минерала  $C_2S$  (рис. 1, б).

ИК-спектры остатков после водной экстракции минералов  $C_3S$ ,  $C_2S$  и  $C_3S+M$  содержат одни и те же полосы поглощения валентных и деформационных колебаний Si—O кремнекислородных тетраэдров — 800–1000  $cm^{-1}$ , а также ПП 880, 1440  $cm^{-1}$  ( $CO_3^{2-}$ ) и 1640, 3450  $cm^{-1}$  (OH-группы), что связано с началом процессов гидратации и карбонизации на поверхности зерен этих минералов (см. рис. 1, 2) [7]. Присутствие плеча 1180  $cm^{-1}$  на широкой и интенсивной полосе поглощения Si—O обусловлено, вероятно, незначительной адсорбцией модификатора на этом минерале.

В спектрах водных экстрактов модифицированных алюминатов  $C_3A$  и  $C_4AF$  (рис. 1, в, г) в отличие от силикатных минералов отсутствуют полосы поглощения свободного модификатора и преобладают интенсивные полосы поглощения карбонатных (880, 1440  $cm^{-1}$ ), гидроалюминатных и гидроалюмоферритных кальциевых

новообразований (500–900, 1640, 3200–3600  $cm^{-1}$ ). Модификатор ускоряет процессы гидратации минералов  $C_3A$  и  $C_4AF$ , что проявляется в большей интенсивности ПП OH-групп (1600, 3450  $cm^{-1}$ ) и обнаружении остаточной ПП исходного алюмината 980  $cm^{-1}$  в ИК-спектре немодифицированного образца и в отсутствии таковой у модифицированного.

В ИК-спектрах остатков после экстракции не содержатся ПП исходных минералов, а имеются ПП, соответствующие колебаниям групп  $AlO_6$  (515  $cm^{-1}$ ), образованным при переходе  $Al^{+3}$  из координации IV в координацию VI; ПП 800  $cm^{-1}$  — A—OH и ПП 3620  $cm^{-1}$  относятся к гидроалюминату и гидроалюмоферриту кальция [8, 9]. Обнаружение полос поглощения модификатора 1030, 1110, 1190  $cm^{-1}$  в спектрах остатков после экстракции свидетельствует о хемосорбции модификатора на поверхности гидратных новообразований, поскольку OH не вымывается водой.

ИК-спектральные исследования, позволившие идентифицировать состав водных экстрактов и остатков после экстракции водой мономинеральных вяжущих  $C_3S$ ,  $C_2S$ ,  $C_3A$  и  $C_4AF$ , показали, что в присутствии добавки модификатора процессы гидратации и карбонизации  $C_3S$  и  $C_2S$  замедляются. Ускоряются эти процессы для моноалюминатных вяжущих  $C_3A$  и  $C_4AF$ , что проявляется уже на ранних сроках гидратации.

Различия влияния модификатора на вяжущие связаны с разными химической природой минералов и знаком заряда  $e$  — потенциала, имеющего при образовании гидросиликатов отрицательный знак, и гидроалюминатов — положительный [9]. В первом случае адсорбция модификатора протекает в значительно меньшей степени и присутствие его в свободном виде в водных экстрактах силикатов кальция  $C_3S$  и  $C_2S$  позволяет говорить о физическом взаимодействии этих фаз. Во втором случае модификатор удерживается поверхностью гидроалюминатов достаточно прочно, не вымывается в водный экстракт в свободном виде, что позволяет предполагать химическую адсорбцию между ними. Эти предположения соответствуют ранее высказанным о гидрофобизирующем влиянии модификатора на силикатные и гидрофилизирую-

шем — на алюминатные мономинеральные вяжущие.

Таким образом, исследование влияния органических модификаторов на минералы портландцементного клинкера показали следующее.

1. Адсорбирующая способность клинкерных минералов по отношению к модификатору определяется природой мономинерального вяжущего и возрастает в ряду минералов  $C_2S < C_3S < C_3A$  и  $C_4AF$ , что установлено по увеличению коэффициента пропускания и обнаружением свободного модификатора в ИК-спектрах минералов  $C_2S$  и  $C_3S$  соответствующих водных растворов. Отсутствие свободного пластификатора в водных растворах алюминатных мономинералов на ранних этапах может свидетельствовать о хемосорбции добавки на поверхности гидроалюминатных образований.

2. Модификатор оказывает гидрофобизирующее действие на моносилкатные и гидрофилизирующее действие на моноалюминатные минералы, что проявляется в разной водопотребности минералов в присутствии модификатора и без него.

3. Показано различное влияние добавки на процессы гидратации и карбонизации мономинералов в ранние сроки (2 ч) взаимодействия с водой — усиление этих процессов для алюминатных и замедление для силикатных вяжущих.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ратинюв В. Б., Розенберг Т. И. Добавки в бетон. — М.: Стройиздат, 1989.
2. Вятников В. П. Модифицированные бетоны. — М.: Стройиздат, 1990.
3. Отчет ВНИИСтройполимер № 250003. 1989.
4. Беллачи Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. — М.: Изд-во ИЛ, 1963.
5. Физико-химические основы формирования структуры цементного камня / Л. Г. Шпильнов, В. И. Чих, М. А. Савицкий и др. // Львов: Высшая школа, 1981.
6. Рамачандран В. Наука о бетоне. Физ.-хим. бетоноведение. Пер. с англ. — М.: Стройиздат, 1986.
7. Фаликман В. Р., Волк А. И. Особенности взаимодействия диметиленполиэфирсульфатов разного молекулярного веса с мономинеральными портландцементного камня. — В сб. Химические добавки для бетонов / НИИЖБ. — М., 1987.
8. Ларионова З. М., Курбатова И. И. Физико-химические методы для изучения влияния органических добавок на формирование структуры цементного камня. Бетоны с эффективными модифицирующими добавками. — Сб. науч. тр. / НИИЖБ. — М., 1985.
9. VI Международный конгресс по химии цемента. Т. 2. Кн. 2. — М.: Стройиздат, 1976. С. 193.

П. П. ГЕДЕОНОВ, канд. техн. наук (Ижевский механический институт)

## Композиции для вспучивающихся огнезащитных покрытий на основе вермикулита

При создании вспучивающихся огнезащитных покрытий (ВОЗП) на основе вермикулита существенным является вопрос прочностных, огнестойких, технологических и эксплуатационных свойств, которые характеризуют способность покрытия противостоять различным воздействиям как в процессе их эксплуатации до возникновения высоких температур, так и в условиях возникшего пожара. Эти характеристики также влияют и на поведение собственно покрытия в процессе погрузочно-разгрузочных и транспортных операций, а также при укрупнительной сборке и монтаже строительных конструкций.

Известно, что прочностные характеристики ВОЗП в значительной степени зависят от наличия в композиции различных компонентов: зернистых, волокнистых, тонкодисперсных и др.

К зернистым компонентам относятся гидрослюды (вермикулиты, гидрофлогониты, гидробиотиты), обожженные и необожженные, а также сопутствующие им минералы [1, 2, 3, 4, 5]. Волокнистые наполнители могут быть представлены распущенным асбестом, минеральной ватой, стекловолокном, резиновой и металлической фиброй, каолиновым или базальтовым волокном и др.

Тонкодисперсными компонентами в таких покрытиях являются порошки молотых необожженных и

обожженных вермикулитов и сопутствующих им минералов [2, 3, 4, 6] и другие, улучшающие те или иные свойства покрытия.

Все упомянутые компоненты вводятся в композиции для улучшения огнестойких, технологических, технологических и эксплуатационных свойств покрытий.

С целью установления влияния некоторых компонентов, например волокнистых, на прочностные характеристики огнестойких покрытий были испытаны четыре состава с различными соотношениями компонентов (табл. 1).

В первую очередь представляет интерес влияние волокнистых компонентов на физико-механические и огнестойкие свойства покрытия.

Состав ВОЗП-I, приготовленный без включения волокнистого наполнителя, имеет среднее значение предела прочности при сжатии 5 МПа. С введением распущенного асбеста этот показатель возрастает почти в два раза и достигает 8,9 МПа для ВОЗП-II. Предел огнестойкости покрытия для ВОЗП-II возрастает на 12 % по сравнению с ВОЗП-I, где отсутствует волокнистый наполнитель. Введение других добавок (ВОЗП-III) в композицию без волокна приводит к снижению огнезащитного эффекта, а в составе ВОЗП-IV, где есть распущенный асбест, наблюдается рост огнестойкости. Таким образом, волокнистый наполнитель оказывает

значительное влияние на защитные свойства покрытия.

Включение окиси цинка, дициандиамида и мочевиноформальдегидной смолы приводит к образованию более плотной структуры и повышению предела прочности при сжатии композиции в два с лишним раза по сравнению с ВОЗП-I, где отсутствуют волокнистый наполнитель и добавки.

Введение в композицию распущенного асбеста вместе со всеми другими добавками (состав ВОЗП-IV) приводит к практически незаметному по сравнению с ВОЗП-III снижению прочностных характеристик, но предел огнестойкости при этом возрастает на 19 %.

В практике применения ВОЗП часто возникает необходимость замены одного типа волокна другим, поэтому важно знать, как поведут себя покрытия при введении в его композицию различных типов волокнистых наполнителей.

Рассмотрены три типа волокон: распущенный асбест, минеральная вата и каолиновое волокно.

Для исключения влияния побочных эффектов от смятия зерен вспученного вермикулита на основные свойства покрытия использовалась простая композиция, включавшая в себя только концентрат вермикулитовой руды класса —I+0,5 мм с содержанием пустой породы 7 % и связующее в виде жидкого натриевого стекла плотностью 1,46 т/м<sup>3</sup> и модулем 2,7–2,8.

Соотношение компонентов по массе составило: вермикулитовая руда — жидкое стекло 1,03:1. Волокнистый компонент вводился в количестве соответственно 5; 10; 20; 30 % массы связующего.

Ускорение времени схватывания массы в композиции с содержанием волокнистого компонента 5 и

Таблица 1

Марка состава	Средняя объемная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности, МПа, при			Вязущее (жидкое стекло) натрия по уд. 1,46 т/м <sup>3</sup> , модуль 2,7–2,8 (ГОСТ 13078-81)	Среднее значение предела огнестойкости покрытия толщиной 10–11 мм, мин	Компоненты, доли по массе							
		сжатия, R <sub>сж</sub>	изгиба, R <sub>изг</sub>	сдвига, R <sub>сдв</sub>			Необожженный концентрат вермикулитовой руды РВ-80 (ТУ 21-25-75-71)	Обожженный вермикулит (ГОСТ 12885-81)		Распущенный асбест 4 или 5 сорта (ГОСТ 12871-83Б)	Окись цинка (ГОСТ 10262-81)	Дидциандиамид (ГОСТ 6988-83)	Мочевиноформальдегидная смола УКС (сухой остаток, не менее 60 % — ГОСТ 14233-78)	
ВОЗП-I	1334	5	1	0,7	30	56	14	2,8	0,9	—	—	—	—	—
ВОЗП-II	1263	8,9	2,99	0,9	40	64	14	2,8	0,9	1,6	—	—	—	—
ВОЗП-III	1378	14,3	3,61	1,19	39	52	14	2,8	0,9	—	2,7	7,5	10	—
ВОЗП-IV	1311	13,7	4,02	1,18	40	62	14	2,8	0,9	1,6	2,7	7,5	10	—



10 % достигалось введением 2 % массы связующего кремнефтористого натрия, а в составы с содержанием 20 и 30 % волокон добавлялась вода от 20 до 50 % массы связующего для лучшего перемешивания и удобоукладываемости.

Готовились серии по три образца из каждого состава для испытаний на огнестойкость и прочность при сжатии, изгибе и адгезии-сцеплении покрытия с защищаемой поверхностью. Размеры стальных пластин с покрытиями для испытаний на огнестойкость — 200×200×4 мм, толщина огнезащитного покрытия — 10—11 мм. Кубы и балочки готовились стандартными — 7×7×7 см и 160×40×40 мм. Сцепление покрытия с защищаемой поверхностью проверялось на пластинках размерами 40×40×4 мм.

Составы готовились в смесителе принудительного перемешивания. Образцы выдерживались до равновесного состояния в течение двух—четырёх месяцев и испытывались по ГОСТ 5802-86 и стандартной методике ВНИИПО.

В результате проведенных испытаний установлены зависимости

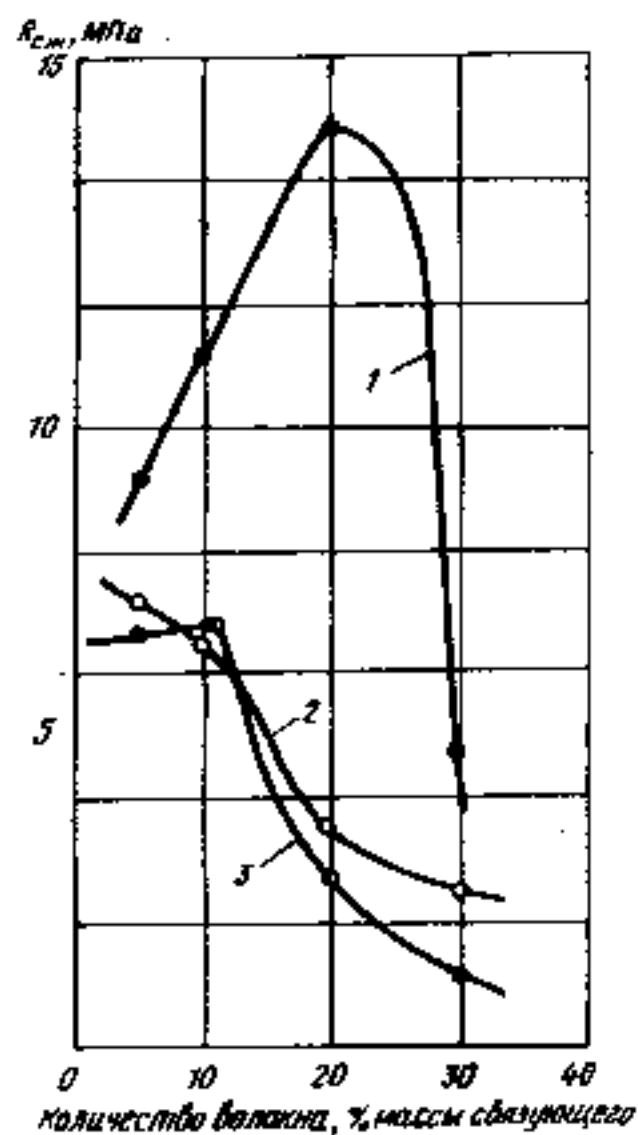


Рис. 1. Зависимость предела прочности при сжатии  $R_{сж}$  огнестойкой массы от типа волокна в композиции

1 — распушенный асбест; 2 — каолиновое волокно; 3 — минеральная вата

прочностных и огнестойких характеристик от количества и вида волокнистого заполнителя (рис. 1, 2, 3).

Как следует из рис. 1 максимальное значение предела прочности при сжатии образцов из рассмотренных композиций  $R_{сж} = 15$  МПа достигается при содержании распушенного асбеста в количестве 20 % массы связующего. Дальнейшее как рост, так и уменьшение его количества приводит к существенному снижению  $R_{сж}$  в два-три раза.

Предел прочности при сжатии для композиции с минеральной ватой и каолиновым волокном характеризуется максимумом при 5 % (6,5—7 МПа). Рост количества волокнистого заполнителя до 10 % меняет  $R_{сж}$  незначительно, а дальнейшее увеличение этого компонента приводит к резкому до 3—5 раз снижению предела прочности при сжатии. Причем, при содержании волокна 5 % у композиций с асбестом  $R_{сж}$  на 20—25 % выше, чем для двух других типов волокон.

Из этого следует, что оптимальным с точки зрения прочности при сжатии для ВОЗП является 5 % для каолинового волокна и минеральной ваты и 20 % для распушенного асбеста. Введение волокнистого заполнителя выше этих значений снижает предел прочности при сжатии.

На рис. 2 представлена зависимость предела прочности при изгибе материала композиции для ВОЗП от количества волокнистого заполнителя. Характер кривых на рис. 2 повторяет характер кривых, представленных на рис. 1.

Максимум  $R_{из} = 7,5$  МПа также наблюдается для композиции с распушенным асбестом и также при содержании его в количестве 20 %.

У композиций с минеральной ватой максимум  $R_{из}$  составляет 6 МПа при содержании 10 % волокна, а для составов с каолиновым волокном максимум  $R_{из} = 5$  МПа наблюдается при содержании его в количестве 5 %. Причем, предел прочности при изгибе для композиций с минеральной ватой на 20 % выше, чем для составов с каолиновым волокном.

Как увеличение количества распушенного асбеста до 20 %, так и уменьшение его приводит к снижению прочностных показателей примерно на 20—30 %. Для двух других типов волокон наблюдается

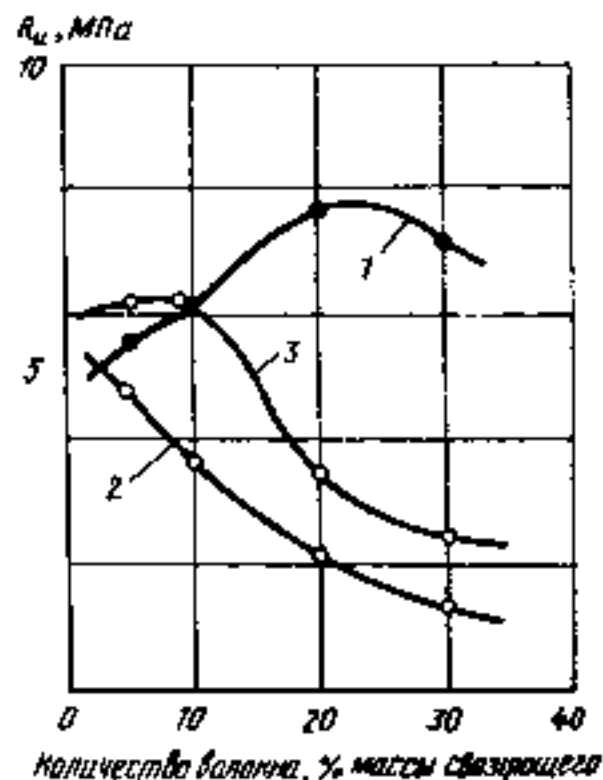


Рис. 2. Зависимость предела прочности при изгибе  $R_{из}$  огнестойкой массы от типа волокна в композиции

1 — распушенный асбест; 2 — каолиновое волокно; 3 — минеральная вата

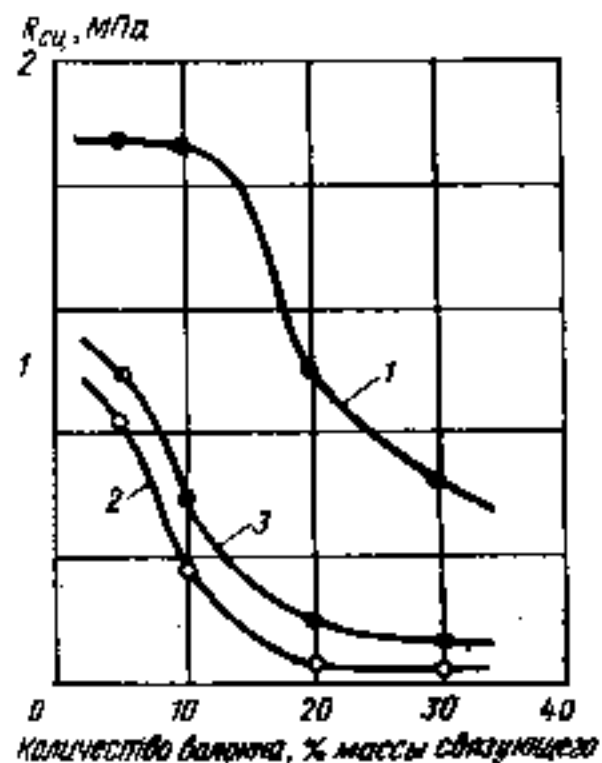


Рис. 3. Зависимость предела прочности сцепления  $R_{сц}$  огнестойкого покрытия от типа волокна в композиции

1 — распушенный асбест; 2 — каолиновое волокно; 3 — минеральная вата

снижение предела прочности при изгибе. У композиций, содержащих минеральную вату, этот показатель начинает снижаться при содержании волокна более 10 %, а в составах с каолиновым волокном снижение наблюдается после 5 %.

Как видно из рис. 2, по этому показателю изменение прочностных свойств при изгибе от количества волокнистого заполнителя в композиции имеет тот же характер, что и при сжатии. Оптимальным количеством волокна в композициях для ВОЗП следует считать: при использовании распушенного



асбеста — до 20 %, минеральной ваты — 5—10 % и каолинового волокна — 5 %.

Практически для всех типов волокон при содержании их в композиции ВОЗП в количестве 5—10 % обеспечиваются максимальные величины прочностных характеристик. В связи с этим можно считать эти количества оптимальными для такого рода покрытий с точки зрения прочностных характеристик.

Влияние включенного в огнестойкую композицию волокнистого заполнителя на предел огнестойкости покрытия устанавливалось для одного типа волокна — распушенного асбеста. Как видно из табл. 1, введение в состав волокна влияет на огнезащитные свойства покрытия следующим образом. Покрытие, выполненное из массы с волокном, имеет предел огнестойкости при прочих равных условиях на 14 % выше, чем покрытие из композиций без волокна. Удаление из состава волокна и введение в него добавок приводит к снижению показателя на 7 %. Покрытия из композиций как с волокном и без добавок, так и с волокном и с добавками имеют близкий предел огнестойкости (отличие в пределах 3 %).

Наличие в составе всех компонентов, т. е. волокна и добавок, вновь приводит к повышению предела огнестойкости на 10 %.

Из этого следует, что волокнистый заполнитель влияет как на огнестойкие, так и на физико-механические свойства ВОЗП. При направленном формировании структуры огнестойкой композиции следует более точно учитывать указанные факторы, что позволит повысить надежность защиты не только в процессе эксплуатации до огневого воздействия, но и на поведение ее при действии высоких температур при пожаре.

Опыт нанесения ВОЗП на защищаемые поверхности строительных конструкций в производственных условиях показал, что не всегда можно достичь желаемого результата нанесением покрытия заданной толщины за один раз. Слой толщиной 3—4 мм — максимальная величина, при которой не происходит оплывания или отслаивания массы от защищаемой поверхности.

Поэтому при больших толщинах слоя покрытия требуется повторять операцию несколько раз с техно-

логическими перерывами между нанесением слоев. Это приводит как к снижению производительности труда, так и увеличению потерь массы.

Устранение указанных недостатков достигается обычно введением в массу катализаторов твердения связующего, которые позволяют регулировать технологические свойства массы и прочностные характеристики покрытия. Подвижность массы при этом можно изменять в широких пределах, а вместе с ней и толщину наносимого за один раз слоя покрытия.

Для этих целей обычно используется кремнефтористый натрий. Могут быть применены также и другие катализаторы твердения силикатных связующих, такие как нефелиновый антипирен и другие.

При создании ВОЗП следует учитывать влияние катализаторов твердения не только на технологические свойства огнестойких масс, но и на физико-механические и огнестойкие показатели собственно покрытия на разных стадиях его существования.

Введение указанных катализаторов в огнестойкую композицию позволяет решить вопрос подвиж-

ности массы и возможности ее регулирования в широких пределах: от минимальной до практически мгновенного схватывания огнестойкой массы.

Быстрое изменение технологических свойств огнестойких масс для ВОЗП особенно важно при производстве работ по огнезащите строительных конструкций в заводских условиях и на приобъектном участке, когда требуется быстрое нарастание прочности наносимого на поверхность слоя покрытия.

Были рассмотрены два типа катализаторов твердения силикатов натрия в виде порошков кремнефтористого натрия (КФН) и нефелинового антипирена (НАП) и установлено влияние каждого из них на основные свойства ВОЗП.

Для определения оптимального количества НАП и КФН в композиции были проведены испытания огнезащитных покрытий и масс, из которых они выполнены.

В качестве исходного был взят состав ВОЗП-IV (табл. 1) с различным содержанием НАП и КФН (табл. 2).

Огнестойкие композиции готовились путем перемешивания в течение 3—4 мин сначала всех компо-

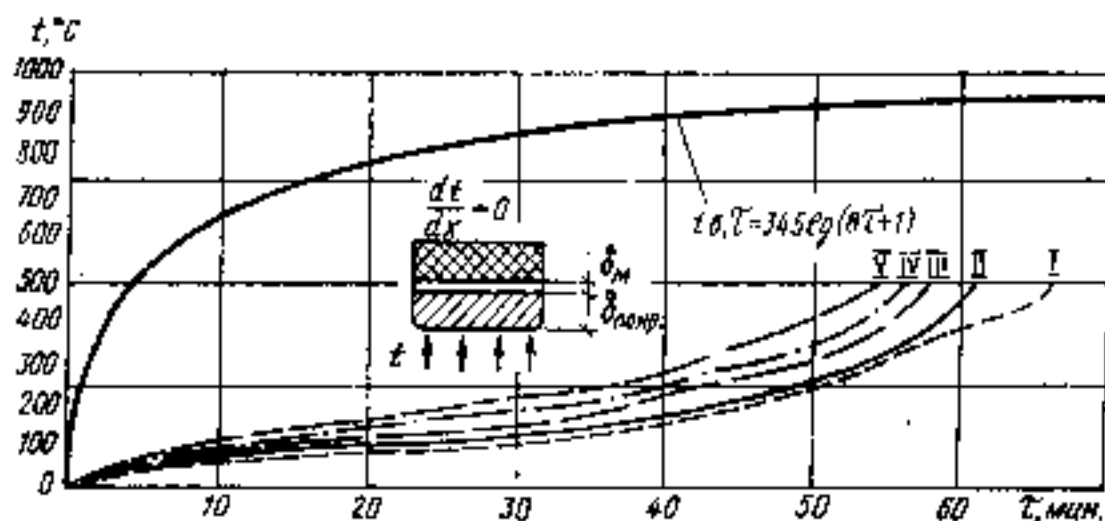


Рис. 4. Кривые прогрева стальных пласти, защищенных покрытием состава I с добавлением катализатора твердения в виде кремнефтористого натрия (КФН)

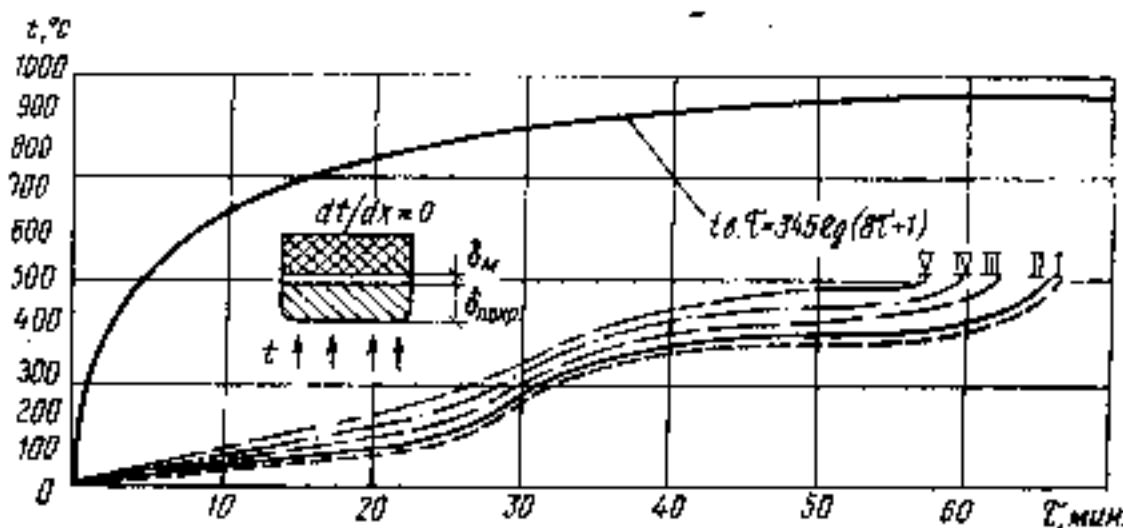


Рис. 5. Кривые прогрева стальных пласти, защищенных покрытием состава I с добавлением катализатора твердения в виде нефелинового антипирена (НАП)

Таблица 2

Наименование компонентов	Количество, % по массе				
	Составы				
	I	II	III	IV	V
Жидкое стекло натриевое ( $\gamma=1,46$ т/м <sup>3</sup> , модуль 2,7—2,8) — ГОСТ 13078—81	54,3	54,3	54,3	54,3	54,3
Необожженный концентрат вермикулированной руды РВ-80, ТУ-21-25-75-71	19,03	19,03	19,03	19,03	19,03
Обожженный вермикулит, ГОСТ 12865—81	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03
Распушенный асбест 5-го сорта, ГОСТ 12871—83	3	3	3	3	3
Оксид цинка, ГОСТ 10262—81	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67
Дициандимид, ГОСТ 6988—83	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Мочевиноформальдегидная смола УКС, ГОСТ 14231—78	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6
Катализаторы твердения: КФН (кремнефтористый натрий), ТУ 6-09-146—76, % массы жидкого стекла	—	5	10	15	20
НАП (нефелиновый антипирен), ТУ 6-08-340-76, % массы жидкого стекла	—	5	10	15	20

ментов без катализатора твердения, а затем еще 1,5—2 мин вместе с ним. Далее масса наносилась на стальные пластины размером 200×200×4 мм слоем толщиной 10—11 мм.

Образцы выдерживались в естественных условиях до постоянной массы, а затем испытывались на огнестойкость по стандартному температурному режиму.

На рис. 4 и 5 представлены кривые прогрева стальных пластин, защищенных огнестойкими массами, содержащими катализаторы твердения связующего КФН и НАП, а на рис. 6 — зависимость предела огнестойкости от количества катализатора в композиции.

Включение 5 % катализатора твердения в композицию практически не сказывается на величине предела огнестойкости для покрытий с НАП, дальнейшее увеличение количества до 20 % приводит к снижению этого показателя на 13 % по сравнению с композицией, не содержащей катализатора.

Влияние КФН начинает сказываться уже при 5 % его содержания. Предел огнестойкости при этом снижается на 7 %, а при содержании 20 % катализатора снижается на 17 %.

Огневые испытания показали, что ВОЗП, выполненные из композиций, содержащих НАП, не оплавляются с защищаемой поверхности во время температурного воздействия. Тогда как покрытия, выполненные из масс, содержащих КФН, под действием высоких температур заметно изменяют свои прочностные свойства.

Так, при температуре 800—900 °С в результате взаимодействия КФН со щелочными силикатами и низкой температуры плавления КФН приводит к преждевременному расплавлению огнезащитного покрытия, снижению его проч-

ности и соответственно предела огнестойкости защищаемых конструкций.

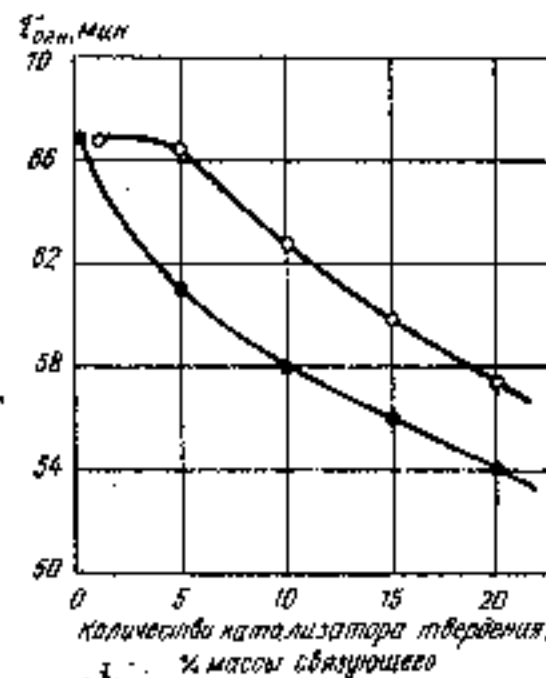


Рис. 6. Зависимость предела огнестойкости покрытия от количества катализатора твердения связующего  
○ — с НАП; ● — с КФН

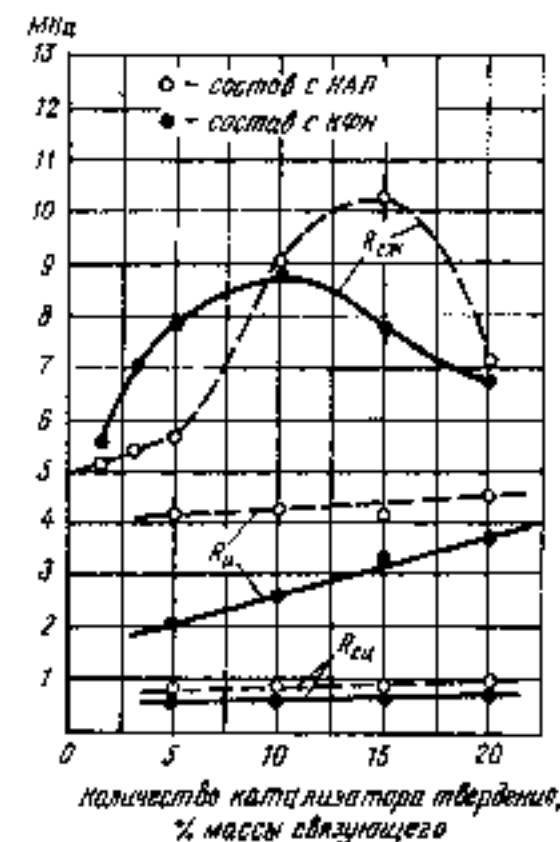


Рис. 7. Зависимость прочностных характеристик ( $R_{сж}$ ,  $R_n$ ,  $R_{сд}$ ) огнестойких масс и огнезащитного покрытия от количества катализатора твердения

Результаты изучения влияния катализатора твердения связующего на физико-механические свойства ВОЗП представлены на рис. 7. Они свидетельствуют о том, что во всех случаях характеристики свойств масс с НАП имеют более высокие показатели по сравнению с массами, содержащими КФН.

Характер кривых зависимости предела огнестойкости ВОЗП от количества катализатора твердения подтверждает общую закономерность для двух типов катализаторов — с увеличением количества НАП и КФН происходит снижение предела огнестойкости и для последнего в большей степени.

Полученные данные позволяют расширить область применения ВОЗП при использовании более широкой гаммы волокнистых компонентов, а также повысить за счет регулирования технологических свойств огнестойких композиций без ухудшения их технических и эксплуатационных показателей производительность труда и улучшить качество работ как в построечных условиях, так и при выполнении аналогичных операций на заводе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. № 861973. СССР, М. КЛ<sup>3</sup>, С. 09 К 3/26. Сырьевая смесь для огнезащитного покрытия // П. П. Геденов, В. Ф. Остаец и др. (СССР) / Открытия. Изобретения. — 1981. — № 30.
2. А. с. № 963080. СССР, М. КЛ<sup>3</sup>, С. 04 В 19/04. Композиция для огнезащитного покрытия // П. П. Геденов, В. В. Багин и др. (СССР) / Открытия. Изобретения. — 1982. — № 37.
3. А. с. № 967997. СССР, М. КЛ<sup>3</sup>, С. 04 В 19/04. Огнезащитная сырьевая смесь // П. П. Геденов, В. В. Багин и др. (СССР) / Открытия. Изобретения. — 1982. — № 39.
4. Геденов П. П. Вспучивающиеся огнезащитные покрытия на основе вермикулита // Строит. материалы. 1991. № 7.
5. Геденов П. П. Антипирены в вермикулитовых вспучивающихся огнезащитных покрытиях // Сб. тезисов докладов к Всесоюзному совещанию «Состояние и развитие работ по производству и применению антипиренов», г. Саян, 1990.
6. Геденов П. П. Концепции создания огнезащитных покрытий на основе гидратированных слюд и сопутствующих им минералов // Межвузовский сборник «Проблемы рационального использования ресурсов, совершенствование технологии и методов расчета в строительстве» Вып. 1. Ижевск, ИМИ, 1991.
7. Асташих В. В., Геденов П. П. Ускорение термобработки и сушки теплоизоляционных вермикулитовых изделий на жидком стекле // Строит. материалы. 1965. № 12.
8. Геденов П. П., Остаец В. Ф. Огнестойкость покрытий с катализатором твердения связующего. — В кн.: Строительные материалы и изделия на основе промышленных отходов и побочных продуктов. — Челябинск. УралНИИ-строимпроект, 1980.

Н. И. ОСЬМИНИН, канд. техн. наук, Л. А. ГОНЧАРОВА, инж.,  
И. В. ПАСКОННОВ, инж., И. М. ТИЦЕНКО, инж. (Одесский инженерно-  
строительный институт)

## Изготовление теплоизоляционного материала — гипсопробкобетона

Одной из важных задач в производстве теплоизоляционных и конструктивно-теплоизоляционных легких бетонов, изготавливаемых с различными пористыми заполнителями, в том числе получаемых из отходов производства, является снижение их плотности.

В Одесском инженерно-строительном институте изучали возможность использования отходов пробки в качестве мелкого заполнителя для производства легкого бетона на гипсовом вяжущем — гипсопробкобетона, предназначенного для изготовления теплоизоляционных плит, пригодных для устройства перегородок и потолка.

Отходы пробки, использованные в исследованиях, соответствовали требованиям ТУ 21 УССР 347-83. В результате исследований отходов пробки с фракционным составом 0,14—0,5 см установлены ее насыпная плотность, равная 146 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность — 0,052 Вт/(м·°C) и водопоглощение — около 13,5%. Это подтверждает возможность использовать отход пробки в качестве пористого заполнителя в легких бетонах. Пробку испытывали на биостойкость — выявлена необходимость апретирования ее соответствующими биоцидами.

Введением в сырьевую смесь отхода пробки и алифатической смолы ДЭГ-1 удалось добиться уменьшения средней плотности гипсопробкобетона, снижения теплопроводности, водопоглощения. Добавка каталин-бактерицида обеспечила гипсопробкобетону высокие фунгицидные свойства.

На основании исследований состава гипсопробкобетона найдены оптимальные соотношения компонентов в сырьевой смеси, % по массе: гипс полуводный — 38—42; отходы пробки фракции — 10—30 мм 30,3—37,35; алифатическая эпоксидная смола ДЭГ-1 — 0,5—0,7; полиэтиленполиамин — 0,05—

0,07; каталин-бактерицид — 0,1—0,3; вода — 20—26.

Сырьевую смесь готовили из полуводного гипса ( $\beta$ -0,5 CaSO<sub>4</sub>), отходов пробки фракции 10—30 мм с введением комплексной органической добавки, состоящей из эпоксидной смолы ДЭГ-1, полиэтиленполиамин и каталин-бактерицида. Добавку вводили в сырьевую смесь с водой затворения. Отдозированные компоненты загружали в смеситель принудительного действия и перемешивали в течение 3—5 мин. Из полученной массы способом пластического формования изготавливали образцы-балочки размером 40×40×160 мм и призмы размером 100×100×400 мм. Через 8—10 ч образцы расформовывали и высушивали до остаточной влажности — 2%.

Высушенные образцы подверга-

ли испытаниям для определения физико-механических характеристик по соответствующим стандартным методикам. Испытания показали, что образцы гипсопробкобетона имеют прочность при сжатии 7—8 МПа, при изгибе — 4—4,6 МПа при средней плотности образцов 330—370 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,07—0,1 Вт/(м·°C), водопоглощение — 27—29% по массе; морозостойкость — 50 циклов.

Биоциды, предназначенные для защиты строительных материалов, как известно, должны быть высокоактивными, безвредными, легко совместимыми с защищаемым материалом. Поэтому для обеспечения гипсопробкобетону биостойкости был выбран каталин-бактерицид, как биоцид, отвечающий этим требованиям.

Бетон на биостойкость исследовали следующим образом. Готовили чашку Петри с питательной средой Чапека-Докса (ГОСТ 9.048—75). Затем засеивали смешанной суспензией в воде спор следующих видов грибов по методу «Б» (ГОСТ 9.050—75): *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *Stemphyrium ilicis*, *Penicillium brevi-compositum*, *Trichoderma lignorum*, *P. funiculosum*. Испытуемые образцы помещали на поверхность питательной среды в открытые чашки Петри. Закрывали их крышкой и инкубировали в термостате при температуре 29 °C. Развитие мицелия на

Таблица 1

Компоненты сырьевой смеси	Содержание компонентов, % по массе для состава			
	1	2	3	4
Гипс полуводный	38	40	42	38
Отход пробки	37,35	39,14	30,3	37,35
Эпоксидная смола ДЭГ-1	0,5	0,6	0,7	0,5
Полиэтиленполиамин	0,05	0,06	0,07	0,05
Каталин-бактерицид	0,1	0,2	0,3	
Вода	24	20	26	24,1

Таблица 2

Система №	Физико-механические свойства гипсопробкобетона					
	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность, МПа, при		Водопоглощение, %	Теплопроводность, Вт/(м·°C)	Биостойкость, баллы
		сжатия	изгиба			
1	350	8,4	4,6	27	0,08	0
2	330	7,6	4,3	27	0,07	0
3	370	7,1	4,1	29	0,1	0
4	350	8,3	4,6	27	0,08	2

Примечание. Морозостойкость всех образцов — 50 циклов замораживания и оттаивания.

образцах оценивали по 6-балльной шкале (ГОСТ 9.048-75).

Испытания гипсопробкобетона на биостойкость показали, что апретированные каталин-бактерицидом образцы отличаются от контрольных высокими фунгицидными свойствами. Контрольные образцы, не содержащие каталин-бактерицида, подвергались биоразруше-

нию (2 балла) в течение 1 мес. Состав сырьевой смеси и физико-технические свойства гипсопробкобетона, изготовленного из указанной выше сырьевой смеси, показаны в табл. 1, 2.

Как видно из данных табл. 2, физико-технические показатели гипсопробкобетона улучшаются благодаря введению комплексной

органической добавки.

Таким образом, при производстве теплоизоляционных изделий из гипсопробкобетона утилизируется отход пробки, что значительно удешевляет стоимость материала, применяемого для тепло- и звукоизоляции специальных объектов гражданского и промышленного строительства.

## **ВНИМАНИЮ**

*действующих и вновь организуемых  
предприятий по переработке  
минерального сырья и отходов производства!*

## **ВНИПИАП**

# **ПРЕДЛАГАЕМ**

**Комплектную поставку дробильно-размольного, классифицирующего и сепарирующего оборудования для линий сухой переработки минерального сырья и отходов производства.**

Производительность оборудования — от 5 до 50 т в 1 ч.

Кружность материалов:

исходных — до 200 мм;

получаемых — в широком диапазоне размеров (по требованию заказчика) — от щебня разных фракций до минеральной муки.

**ВАМ НУЖНА УСТАНОВКА  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ МЕНЕЕ 5 Т В 1 Ч?  
РАЗРАБОТАЕМ И ИЗГОТОВИМ МАЛОГАБАРИТНОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ.**

*Наш адрес:*

*624060, г. Асбест, Свердловская обл.,*

*ул. Промышленная, 7.*

**ВНИПИАП.**

*Контактные телефоны: (34365) 2-69-02,*

*90-3-50,*

*90-3-59.*

В. А. ЕЛФИМОВ, канд. техн. наук, В. Б. БОБРОВ, канд. техн. наук, А. А. ПОЛЕТАЕВ, инж. (Научно-производственное многопрофильное малое предприятие «Полистром»)

## Технология изготовления строительных материалов с полнораздельной укладкой компонентов

Важным направлением совершенствования технологии изготовления многокомпонентных строительных материалов, к каковым относится, например, бетон, является снижение расхода вяжущих (связующих), как правило, дорогих и дефицитных компонентов.

Для различных видов бетона вопросы снижения расхода вяжущего (связующего) в зависимости от используемого сырья, применяемого оборудования, размера производственных площадей, объема выпуска продукции и т. д. могут решаться как путем совершенствования традиционных технологий (введением химических добавок, изменением режимов перемешивания, параметров виброуплотнения и др.), так и в результате применения нетрадиционных способов приготовления и укладки бетонной смеси — роликового формования, вакуумирования или, наоборот, повышенного давления, различных комбинированных приемов, например, вибропресс-вакуумной технологии.

Раздельное бетонирование относится именно к нетрадиционным способам приготовления и укладки бетона и по многим показателям оказывается одним из наиболее эффективных. Те или иные виды раздельного бетонирования применяют во всем мире достаточно давно. Например, еще в 20—30 годы втапливанием крупного заполнителя в уложенную растворную смесь получали так называемый «камень-бетон», который при строительстве плотин и ГЭС в СССР широко применяли.

В последние годы распространились получили «сухое» бетонирование и технология с фиксированным щебеночным каркасом. Синтез этих методов представляет более новое направление в раздельном бетонировании — это полнораздельная укладка всех компонентов.

Метод полнораздельной укладки компонентов заключается в следующем. В подготовленную форму (см. рисунок) укладывают сначала самый крупный заполнитель, затем форму закрывают перфорированной крышкой и последовательно подают остальные сухие компоненты — песок и мелкодисперсные фракции заполнителя (или цемент для обычного бетона). На последнем этапе уложенные таким образом сухие заполнители пропитывают под вакуумом жидкими составляющими: водой — для цементного бетона, полимерным связующим для полимербетона.

Главное достоинство технологии раздельного бетонирования, например, для полимербетона — резкое (в 2—4 раза) сокращение расхода связующего за счет повышения объемного содержания крупного и мелкого заполнителей. Так,

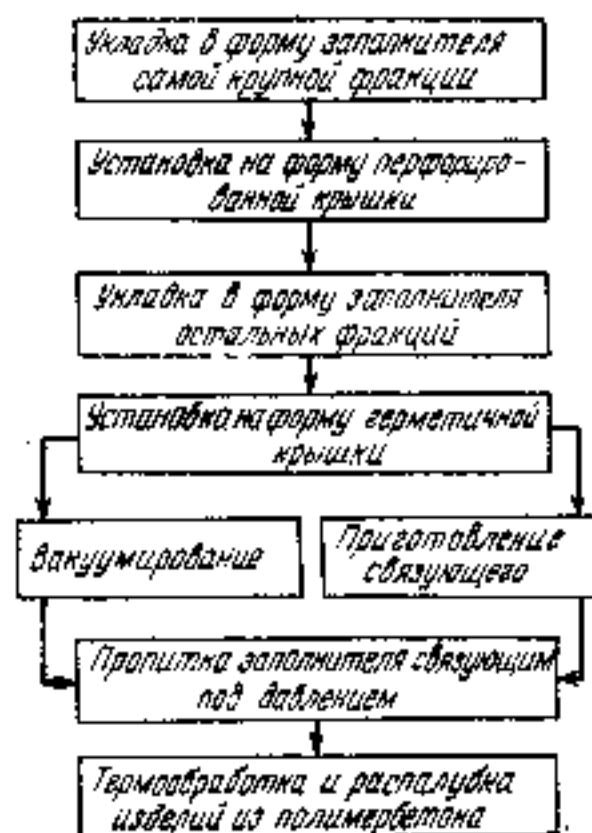
например, при обычной технологии перемешивания и укладки компонентов содержание полимерного связующего, т. е. полимера вместе с отвердителем, модификаторами, стабилизаторами и др., составляет от 10 до 18 % по массе, а по предлагаемой технологии этот показатель составляет 4—6 %. В отдельных случаях он может быть снижен до 2,2—3 %.

Более значительное снижение расхода связующего достигается при производстве мелкозернистого полимербетона.

Поскольку в себестоимости полимербетона 60—80 % составляет стоимость связующего, то сокращение его расхода увеличивает эффективность производства такого материала.

Содержание заполнителей в полимербетоне составляет до 85—95 % по объему, так что по многим показателям модулю упругости, стабильности во времени и при действии различных температурно-влажностных воздействий полученный материал приближается к природному камню, но при этом выгодно отличается от него. Главным образом это большая технологичность, так как практически нет каких-либо существенных ограничений, касающихся размеров и конфигурации изделия. Последовательная укладка заполнителя разных фракций позволяет варьировать свойства бетона в довольно широких пределах в зависимости от его назначения и предполагаемой области применения.

С уменьшением расхода вяжущего (связующего) в бетоне его технология не усложняется. Более того, могут быть снижены технологические затраты, благодаря исключению самых трудоемких операций: перемешивания и укладки бетонной смеси, а также применению более простого оборудова-



Принципиальная схема формования изделий из полимербетона с полнораздельной укладкой компонентов

ния — вместо дозаторов и мощных смесителей эксплуатируются небольшие вакуум-насос и компрессор.

Снижение расхода вяжущего приводит, наконец, к существенному уменьшению вредных выделений в процессе изготовления изделий на его основе. Так, во время приготовления полимербетона на основе мономера ФАМ при перемешивании и формовании полимербетонной смеси выделяется до 80 % всех вредных выделений. Поэтому можно говорить о том, что предлагаемая технология более экологически чистая по сравнению с традиционными способами производства, даже если не учитывать сокращение выделений вредных веществ в атмосферу в результате уменьшения расхода вяжущего.

Результаты экспериментально-теоретических работ, начатых в НИИЖБе и продолжающихся сегодня в Научно-производственном многопрофильном малом предприятии (НПММП) «Полистром», а также опыт изготовления различных изделий на опытном участке

НПММП «Полистром» дают возможность рекомендовать применение этой технологии в производстве следующих изделий:

тротуарных, парапетных, облицовочных плит, плит для полов, в том числе химически стойких;

архитектурно-строительных изделий: подоконных досок, проступей, профильных изделий — капителей, карнизов, малых архитектурных форм, надгробных плит и памятников;

деталей и элементов станков: станин, поверочных и разметочных плит;

деталей мебели: крышек столов, журнальных столиков, элементов декоративной отделки, спинки мягкой мебели и др.

По внешнему виду облицовочные плиты могут имитировать природный камень любой структуры — от скрытокристаллической до брекчиевидной. Как и у других декоративных изделий поверхность плит может иметь хаотический рисунок, как у природного камня, или заранее заданный.

Технология полнораздельной ук-

ладки компонентов при производстве строительных материалов дает возможность изготавливать декоративные панно практически любой площади с единым тематическим рисунком под камень различных видов и окраски. При этом себестоимость изготовления таких панно незначительно отличается от себестоимости традиционных плит.

Методом полнораздельной укладки компонентов можно изготавливать изделия на основе различных вяжущих, в первую очередь, жидких: полимерных смол (эпоксидных, полиэфирных, фурановых, карбамидных, метилметакрилата), расплава серы или битума, а также на жидком стекле. Технологические параметры зависят от вида вяжущих, заполнителей, назначения материала и габаритов изделия. Однако разработаны общие методический подход к оптимизации состава полимербетона, а также технологический регламент, на основе которых могут быть разработаны нормативные требования к производству изделий широкого назначения практически на любом сырье.

УДК 622.232.491.21.082.2

Ю. Г. КАРАСЕВ, канд. техн. наук (Компания «Гранум»)

## Технологические схемы выемки блоков камня из массива

Наибольший выход блоков на месторождениях природного облицовочного камня наблюдается при расположении фронта горных работ параллельно или ортогонально одной из крутопадающих систем трещин, имеющих минимальные межтрещинные расстояния.

В массивах данных месторождений наибольшее развитие получили три крутопадающие системы трещин отдельностей: продольные (S), поперечные (Q) и диагональные (D). Анализ многочисленных исследований показал, что на долю продольных и поперечных трещин приходится от 76 до 84 % всех крутопадающих трещин в массивах, причем количественное соотношение их не всегда одинаково и равнозначно.

Так, например, по данным геологических разведок на Коростышевском гранитном карьере содержание в массиве продольных и поперечных трещин составляет 25 и 51 %, на Емельяновском, Коринском и Головихском карьерах — соответственно 42 и 27 %; 55 и 29 %; 58 и 28 %. На Слипчицком и Железевском карьерах наблюдается превышение содержания продольных трещин над поперечными. Для этих месторождений данные соотношения равны 42 и 39 %, 50 и 29 %. Выделенные системы трещин пересекаются друг с другом под углом, близким к 90°, поэтому ориентирование фронта горных работ карьера должно производиться по азимутам простирания наиболее развитой из них.

Эффективность дальнейшей пе-

реработки добытых из массива блоков во многом определяется направлениями плоскостей распиливания камня на облицовочные плиты.

Исследованиями автора установлено:

а) удельные скорости распиливания блоков природного камня на облицовочные плиты зависят не только от физико-технических характеристик горных пород, но также определяются направлениями плоскостей разрушения данной породы;

б) наибольшие удельные скорости для распиливания блоков камня на плиты наблюдаются по плоскостям, проходящим параллельно: для гранита — продольным, для габбро — первично-пластовым, а лабрадорита — продоль-



		Расположение фронта горных работ карьера	
		Параллельно продольным трещинам (S)	Параллельно поперечным трещинам (Q)
Заборы		Схемы подготовки транзитных блоков к выемке	
Продольные	а		
	б		
Поперечные	в		
	г		
Схемы подготовки блоков габбро и лабрадорита к выемке			
Продольные	д		
	е		
Поперечные	ж		
	з		

Схемы подготовки блоков камня к выемке

$l, b, h$  — длина, ширина и высота блока камня;  $S$  и  $Q$  — системы продольных и поперечных трещин массива;  $V_{\phi}$  и  $V_z$  — векторы перемещения фронта горных работ к добычным забоям

ним и первично-пластовым системам трещин массива;

в) относительная разность между удельными скоростями при проведении пропилов в блоках камня по плоскостям, согласующимся:

в массивах гранита — с плоскостями продольных и поперечных систем трещин составляет в среднем 23 %, продольных и первично-пластовых — 11 %;

в массивах габбро — с плоскостями первично-пластовых и поперечных систем трещин — в среднем 25 %, первично-пластовых и продольных — 50 %;

в массивах лабрадорита — с плоскостями продольных и поперечных систем трещин — до 9 %, первично-пластовых — до 12 %.

Результаты исследований позволили автору разработать техноло-

гические схемы подготовки и выемки блоков камня из массива по условиям минимальных затрат при их добыче и последующем распиливании на облицовочные плиты.

Добытые из массива блоки должны соответствовать размерам подрамных пространств распиловочных станков. В общем виде соотношение размерных характеристик блоков камня может быть выражено соотношением:

$$l > b > h,$$

где  $l, b, h$  — соответственно длина, ширина и высота блока, м.

Наименьшие усилия распила блоков гранита достигаются при ориентировании плоскостей распиливания параллельно продольным крутопадающим трещинам массива, следовательно, при формировании технологических схем выемки

гранитных блоков камня из массива плоскость  $l \times h$  блока должна быть направлена параллельно распространению в массиве плоскостей продольных трещин  $S$  (см. рисунок).

При формировании аналогичных схем выемки блоков габбро плоскость  $l \times b$  должна быть направлена параллельно распространению в массиве плоскостей трещин  $S$ , что обеспечит распиливание добываемого блока по плоскости первично-пластовых трещин ( $L$ ).

Вышеприведенные схемы могут быть использованы при формировании технологических схем выемки блоков лабрадорита, имеющих наименьшие удельные скорости при распиливании образцов параллельно первично-пластовым и продольным трещинам массива.

Разработанные схемы выемки блоков гранита, лабрадорита и габбро позволяют осуществлять подготовку к выемке блоков камня по плоскостям, имеющим наименьшие показатели усилий отделения их от массива и минимальные значения удельных скоростей распиливания, обеспечивающих минимальные затраты при осуществлении процессов выемки блоков камня и их дальнейшей переработки на облицовочные плиты.

## По страницам журналов

Грабец Н., Лэнчки В. Влияние суперпластификатора бетопласт 1 на свойства портландцемента с присадкой летучей золы / Цемент-Вапно-Гипс, т. XLIV/LIII, 1991, № 7.

Показано влияние суперпластификатора бетопласт 1 на свойства портландцемента с добавкой летучей золы. Установлено, что с увеличением добавки летучей золы уменьшается размягчающее действие суперпластификатора. Добавка суперпластификатора позволяет уменьшить отношение  $W/c+r$ , что увеличивает прочность и уменьшает водопоглощение. Самый большой прирост прочности наблюдался после 3 и 7 сут твердения бетона, в наименьший — после длительного созревания образцов.



УДК 644.691.65.011.34.62-52

## Средства и системы автоматизации, выпускаемые НПО «Росавтоматстром»



Монтажно-наладочная организация (МНО) Научно-производственного объединения «Росавтоматстром» взяла на себя решение вопросов оснащения предприятий строительных материалов высокоэффективными современными системами и средствами автоматизации, разрабатываемыми такими организациями, как, например, ВНИИстроммаш, ВНИИстром, НИПИсиликатобетон, а также НПО «Росавтоматстром», деятельность которого охватывает производство керамического и силикатного кирпича, черепицы, бетонных изделий, керамической плитки, фаянса, сантехники, стекла, перудных и теплоизоляционных материалов.

Основные направления работы монтажно-наладочной организации НПО «Росавтоматстром»:

оснащение серийно выпускаемого машиностроительными заводами оборудования для производства стройматериалов современными средствами и системами автоматизации;

тиражирование и внедрение на действующих заводах стройматериалов высокоэффективных средств и систем автоматизации;

авторский надзор за внедренными системами и сервисное обслуживание выпускаемых средств автоматизации;

обучение обслуживающего персонала правилам эксплуатации поставляемых систем.

Организация выполняет все этапы работы от разработки, изготовления и внедрения опытных образцов до постановки на серийное производство и тиражирование наиболее эффективных разработок, при одновременном повышении степени их унификации.

В 1972 г. была разработана НПО «Росавтоматстром» и внедрена первая система управления прессом и автоматом-укладчиком силикатного кирпича. Сегодня авто-

Средства и системы автоматизации	Назначение	Элементная база	Предприятия-потребители
<i>Общепромышленные средства автоматизации</i>			
Блок контроля вращения	Контроль целостности лент транспортеров, цепи электров, загрузки транспорсных механизмов, синхронности вращения	Микросхемы, бесконтактные датчики	Красногорское ПО «Строммашина» (транспортёры, элеваторы). Комплекс СМК-350 Транспортёры ГОК
Тристорные пускатели	Управление электроприводами различных типов	Тристоры Т-132, Т-142 и Т-161	Харьковское ПО «Красный Октябрь», Одесский завод «Строммашина» заводы промышленности строительных материалов, бетонно-смесительных изделий, заводов ЖБИ и др.
Инфракрасные датчики	Контроль наличия объекта на расстоянии 10—2000 мм	Микросхема КМОП	Свердловский ЗКИ, Волгоградский ЗКИ
Индукционные датчики	Коммутация электроцепей управления и сигнализации посредством воздействия ферромагнитными материалами на чувствительный элемент без непосредственного контакта	То же	Замена контактных датчиков
Электромагнитный клапан (ЭМК)	Отсечение потоков газа в системах двухпозиционного регулирования		Самарский завод «Стройфарфор»
Бесконтактное устройство управления регенерационных фильтров	Управление электромагнитной регенерации рудных фильтров	Микросхема	Самарский завод «Строммашина»
<i>Производство силикатного кирпича</i>			
Система управления автоматом-укладчиком силикатного кирпича СМС-275	Автоматическое и дистанционное управление электроприводом	Микросхемы, тристоры, бесконтактные датчики	Одесский завод «Строммашина»
Система управления прессом			Харьковское ПО «Красный Октябрь»
Система управления комплексом по производству силикатного кирпича СМС-310		Программируемый контроллер	
Система управления прессом и автоматом силикатного кирпича СУПАСК	Управление электроприводами, защита электроавтоматов-укладчиков СМ-1030, СМС-19, СМС-190 и прессов СМС-816, СМС-152, СМС-294		Предприятия, выпускающие силикатный кирпич
Устройство регулирования засыпки пресс-форм	Регулирование тока прессования силикатного кирпича на прессах СМС-816, СМС-152, СМС-294		
Пульт контроля и наладки системы СУПАСК	Сервисное устройство для наладки систем СУПАСК		
Системы управления оборудованием заводов поставки ПНР	Воспроизводство и совершенствование систем управления, поставляемых из Польши		

Средства в системах автоматизации	Назначение	Элементная база	Предприятия-поставщики
<i>Производство керамического кирпича</i>			
Система управления потоком транспортными линиями формовочных отделений	Автоматическое и дистанционное управление электроприводами оборудования массоподготовительного и фермовочного отделений	Программируемые контроллеры или м/сх, тиристорные пускатели, датчики БВК, КВД, КВП, блоки контроля вращения	Заводы пластического прессования кирпича и черепицы
Система управления автоматами-укладчиками кирпича-сырца	Автоматическое и дистанционное управление электроприводом автомата-укладчика типа СМК-127, УКК, УКТ, ГМЗ Арутюнова, Антокольского, УАПТ и др.	То же	То же
Система управления процессом сушки	Автоматический контроль и поддержание на заданном уровне технологических параметров сушки кирпича-сырца и черепицы	Приборы ГСП	Тупельские, камерные, проходные сушильные агрегаты
Системы управления автоматизации свадчиков, перекладчиков высушенных изделий на ленте вагонетки	Автоматическое и дистанционное управление электроприводами автоматизированных МА-55, Келлер, ВСКО, СМК-465 и др.	Программируемые контроллеры, м/сх, тиристорные пускатели	Пензенский завод, Тольяттинский КЗ, Шахтинский КЗ, ПО «Победа» г. Колыно
Системы автоматизации процесса обжига в туннельных и кольцевых печах	Автоматическое управление электроприводами контроля и регулирования аэродинамических и температурных режимов обжига	Приборы ГСП	Заводы по производству кирпича, черепицы
Комплекты устройств управления кирпичными заводами	Автоматическое управление оборудованием и регулирование технологических процессов при производстве кирпича		Заводы мощностью 5, 15, 30 млн шт. кирпича (поставки Ялта-Инжиниринг, АЦИОС)

маты-укладчики СМС-275 и пресса СМС-294, выпускаемые Одесским заводом «Строимашна» и Харьковским ПО «Красный Октябрь» оснащаются более совершенными системами управления нашего изготовления. Проводится оснащение действующего на заводах прессового оборудования (автоматов СМ-1030, СМС-19А, прессов СМС-816, СМС-152, СМС-294) системами управления, аналогичными поставляемым с новым оборудованием с осуществлением всего комплекса работ от изготовления до сдачи в эксплуатацию, обучения и сервисного обслуживания.

Особое место занимают работы по воспроизводству закупаемых за рубежом совместно с оборудованием систем управления (фирм «Келлер», «Серик», «Униморандо», «Сакми»), что позволяет предприятиям, эксплуатирующим импортное оборудование, поддерживать работоспособность систем и средств автоматизации на высоком уровне, сокращая валютные затраты.

Некоторые средства и системы автоматизации, выпускаемые НПО

«Росавтоматстром», используемые в промышленности строительных материалов, приведены в таблице.

В последнее время объединение начало поставку комплектов устройств управления заводами и линиями по производству стройматериалов.

Возможны разработка, изготовление и внедрение любых систем и средств автоматизации, а также товаров народного потребления, к выпуску которых мы приступаем.

Анализ работы предприятий, на которых применены созданные в НПО «Росавтоматстром» средства автоматизации, показывает, что при их использовании повышается производительность оборудования в результате увеличения времени наработки на отказ и сокращения времени простоя из-за выхода из строя систем управления;

улучшается качество выпускаемых материалов и снижается процент брака за счет поддержания в автоматическом режиме заданных технологических режимов;

облегчается труд операторов и повышается уровень обслуживания

систем управления за счет увеличения информативности и функциональных возможностей;

реальной становится возможность полной автоматизации производства;

отпадает необходимость разработки индивидуальных проектов, что высвобождает силы и средства для решения других не менее важных задач;

сокращаются сроки от разработки до внедрения (у машиностроителей появляется возможность создавать оборудование, ориентируясь на постоянного изготовителя, что освобождает их от выпуска не свойственной им электротехнической продукция, автоматизировать процесс отладки и испытания изготавливаемого оборудования).

Б. Э. ШЕХТЕР

По всем вопросам обращаться по адресу: 428018, Чебоксары, ул. Афанасьева, 8, НПО «Росавтоматстром», телефон 47-30-13.

## По страницам журналов

Витакowski П., Чамарска Д., Бобрович Я. Компьютерная система для калориметрических измерений. Часть 1. Аппаратура / Цемент-Вапко-Гинс, т. XLIV/LVIII, 1991, № 7.

Описана компьютерная система калориметрических измерений, предназначенная для исследования тепловыделения во время гидратации цемента. Система измерений и выверки калориметра работает в автоматическом режиме. В состав аппаратуры входят проводящий калориметр Де Понга-Штейна, термостат и регулятор температуры, нулевой напряжения от датчиков калориметра измеряется мультиметром фирмы Кейтл. Мультиметр программируется и управляется компьютером IBM PC/XT с помощью карты IEEE-488. Специально спроектированный и изготовленный модуль автоматической выверки калориметра позволяет оператору проводить ее непосредственно с клавиатуры компьютера.

## Цифровая индикация температуры

В НПО «Росавтоматстром» разработана схема цифровой индикации, предназначенная для измерения и индикации температуры до 2000 °С в системах автоматизации теплотехнических объектов (стекловаренные печи, печи отжига, закалки, сушки и др.).

В качестве индикатора используется цифровой вольтметр Ф 288, серийно выпускаемый отечественной промышленностью (см. рисунок).

Первичный сигнал датчика температуры, в качестве которого могут быть использованы термопары градуировок ХА, ХК, термосопротивления ТСМ с нижним значением шкалы 0 °С, преобразуется нормирующим преобразователем НП в унифицированный токовый сигнал 0—5 мА, используемый для регулирования температуры. Для измерения температуры используется резистор  $R_I$ , включенный последовательно в токовую цепь, падение напряжения на котором

подается на вход прибора Ф 288. В диапазоне измеряемых температур, заданном резистором, прибор обеспечивает цифровую индикацию результатов измерения.

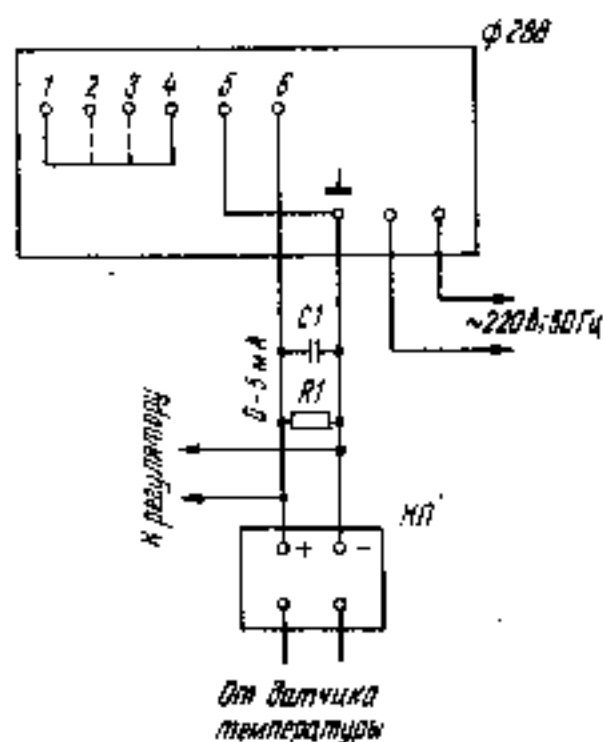


Схема измерения и индикации температуры

## Электрохимический способ контроля за технологическим процессом при изготовлении гипсовых и гипсобетонных изделий

Высокое качество гипсовых и гипсобетонных изделий в значительной степени зависит от эффективности принятого способа технологического контроля в процессе изготовления. В то же время известные способы контроля являются преимущественно косвенными и качество изделия фиксируется после завершения технологического процесса изготовления (испытание контрольных образцов-кубов, не-

разрушающие методы контроля и др.). Указанные методы практически не позволяют изменить принятый технологический режим изготовления изделий. Поэтому разработка новых оперативных способов контроля за технологическим процессом производства строительных материалов на основе минеральных вяжущих веществ, позволяющих вести за ним наблюдение, представляет не только теорети-

Величина сопротивления резистора определяется по формуле  $R_I [\text{Ом}] = K I_x [\text{мВ}]$ ,

где  $I_x$  — конечное значение диапазона измерения вольтметра Ф 288;  $K$  — коэффициент преобразования.

Прибор Ф 288 имеет пластмассовый корпус, на лицевой панели которого расположены четыре знаковых индикатора типа АЛС333. Конструкция прибора обеспечивает быстроразъемное крепление в щите с помощью пружинящего зажима.

Техническая характеристика прибора Ф 288

Диапазон измерения, °С	0—99,9; 0—999; 0—1999
Входной сигнал, мА	0—5
Вывод индикации	цифровой
Дискретность показаний, °С	0,1; 1
Питание — сеть переменного тока частотой 50 Гц, напряжение, В	220
Потребляемая мощность, Вт, не более	5
Габариты, мм	95×56× ×132

Индикатор Ф 288 удобен и надежен в эксплуатации и может быть рекомендован для применения в системах управления и контроля теплотехнических объектов в качестве замены дорогостоящих вторичных приборов.

По всем вопросам обращаться по адресу: 428018 Чебоксары, ул. Афанасьева, 8, НПО «Росавтоматстром», телефон 42-30-78.

ческий, но и большой практический интерес.

На кафедре строительных материалов Казанского инженерно-строительного института разработан и впервые внедрен в практику лабораторных испытаний электрохимический способ контроля за изготовлением искусственных каменных материалов на основе гипсовых вяжущих веществ. В основу этого способа положены показав-

тели электрохимических свойств гипсовых суспензий, паст, растворных, бетонных и других аналогичных смесей, которые ведут себя подобно слабым электролитам, что подтверждается экспериментально при наблюдении за кинетикой изменения pH, измерениях электропроводности, а также удельного сопротивления указанных смесей [1, 2, 3]. Электрохимический эффект наблюдается при твердении вяжущих веществ минерального происхождения.

Полуводный гипс ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{X} \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ) — это соль, образованная сильными кислотой  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и основанием  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , которые в воде затворения диссоциируют на ионы кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и кислотного остатка ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Поскольку растворимость полуводного гипса в воде относительно невысокая, он образует слабый электролит, который существенно отличается от классических электролитов тем, что со временем превращается в твердое тело, т. е. является твердеющим электролитом.

В гипсовом тесте происходят ионнообменные процессы, приводящие к образованию двуводного гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), который выпадает в осадок, так как его растворимость значительно меньше, чем у полуводного гипса.

Концентрация ионов в гипсовом тесте постоянно уменьшается, что приводит к образованию гипсового камня. Таким образом, дисперсионная среда, образованная гипсовым вяжущим, может служить достаточно надежным источником получения необходимой информации о процессах твердения искусственного каменного материала, изготовленного на основе минеральных вяжущих веществ.

Система, состоящая из двух разнородных электродов (например, из разнородных металлов), погруженных в гипсовое тесто, и вырабатывающая электрическую энергию в результате происходящих электрохимических процессов, представляет собой гальванический элемент. Максимальный электрический потенциал возникает при погружении в электролит (гипсовое тесто) электродов из алюминия и меди, так как у алюминия максимальный отрицательный ( $-1,66$  В), а у меди максимальный положительный ( $+0,521$  В) потенциалы (относительно потенциала водородного электрода в стандартных условиях).

В опытах гальванический элемент был изготовлен из оргстекла, а электроды — один из листового сплава алюминия, другой — из листового сплава меди. Расстояние между электродами — 6,9 см, площадь одного электрода —  $8,6$  см<sup>2</sup>. Электродвижущую силу — э. д. с. ( $E_0$ ) и напряжение  $U$  под нагрузкой  $R$ , равной  $470$  Ом, измеряли милливольтметром М 2020 с точностью до  $0,1$  мВ. Удельное сопротивление  $\rho_0$  определяли расчетным путем, исходя из полученных в опытах значений  $E_0$  и  $U$ . Температуру гидратации  $t$ , °С, измеряли предварительно тарированной термопарой Хромель-копель, установленной в центре гальванического элемента.

Принципиальная электрическая схема подключения гальванического элемента показана на рисунке.

Известно, что напряжение  $U$ , измеренное на клеммах гальванического элемента под нагрузкой, всегда больше его электродвижущей силы  $E_0$ . Это объясняется тем, что гальванический элемент обладает некоторым внутренним сопротивлением. Электродвижущая сила гальванического элемента равна разности его потенциалов при условии, что сила тока во внешней цепи

гальванического элемента равна нулю. Ток, проходя через электролит (гипсовое тесто), должен преодолеть его внутреннее сопротивление, на что затрачивается часть полного напряжения  $E_0$ . Между положительным и отрицательным электродами элемента можно измерить разность потенциалов, которая называется напряжением разряда и определяется законом Ома:

$$E_0 = I(R + r_0), \quad (1)$$

где  $E_0$  — э. д. с. элемента, мВ;  $I$  — сила тока, А;  $R$  — сопротивление внешней цепи, Ом;  $r_0$  — сопротивление участка цепи, находящегося внутри элемента, Ом.

Внутреннее сопротивление  $r_0$  гальванического элемента представляет собой сумму сопротивлений электродов и электролита — гипсового теста. Ввиду относительной малости сопротивлений электродов и проводников внешней цепи ими можно пренебречь. На внутреннее электрическое сопротивление гипсового теста влияет ряд технологических факторов: время затворения водой, расход гипса, водогипсовое отношение, химико-минералогический состав гипса, температура, вид и количество примесей и др.

В уравнении (1) произведение  $I \cdot R$  показывает падение напряжения во внешней цепи, а величина  $I \cdot r_0$  — падение напряжения внутри элемента — в гипсовом тесте. Следовательно, напряжение при разряде можно выразить формулой

$$U = E_0 - I \cdot r_0. \quad (2)$$

Преобразуем уравнение (2):

$$r_0 = \frac{E_0 - U}{I}$$

и, приняв  $I = \frac{U}{R}$ , получаем расчетную формулу для определения омического сопротивления гипсового теста:

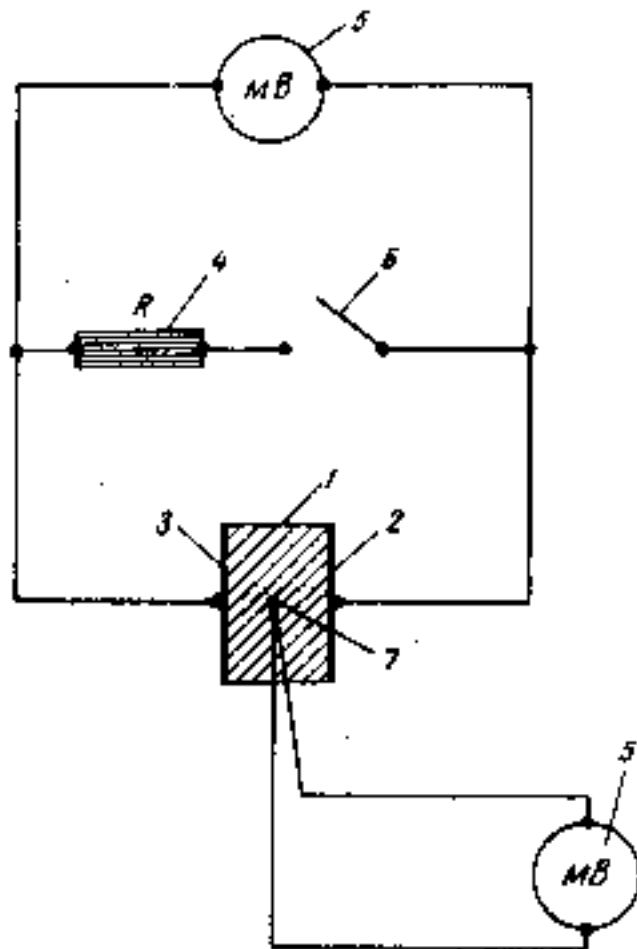
$$r_0 = \frac{R}{U} (E_0 - U). \quad (3)$$

Удельное сопротивление гипсового теста  $\rho$  определяем по формуле:

$$\rho = \frac{r_0 \cdot S}{l}, \quad (4)$$

где  $S$  — площадь электрода, см<sup>2</sup>;  $l$  — расстояние между электродами, см.

Процесс определения удельного сопротивления гипсового теста заключается в следующем: гальванический элемент с испытуемым гипсовым тестом включают в электрическую цепь (см. рисунок). В це-



Принципиальная схема подключения гальванического элемента в электрическую цепь при испытании гипсового теста

1 — гальванический элемент с гипсовым тестом; 2 — электрод из листового сплава меди; 3 — электрод из листового сплава алюминия; 4 — постоянное сопротивление  $R=470$  Ом; 5 — милливольтметр; 6 — переключатель; 7 — термопара Хромель-копель

Электрохимическая характеристика гипсового теста	В/Г гипсового теста	Показатель для гипсовой смеси при времени ее твердения, мин													
		2	3	6	9	12	13	16	20	25	26	30	31	33	35
$E_0$ , мВ	0,48	750	810	840	840	910	930	960	958	951	950	945	950	930	938
$E_0$ , мВ	0,53 (кг)	—	1020	980	940	—	900	810	780	770	778	—	780	750	—
$E_0$ , мВ	0,58	940	960	930	910	880	860	840	830	—	812	790	800	760	800
$t$ , °C	0,48	20	21	22	28	32	33	35	34	32	32	30	30	30	28
$t$ , °C	0,53 (кг)	—	21	24	30	—	34	37	36	35	35	—	32	31	—
$t$ , °C	0,58	21	21	24	28	32	32	33	33	—	31	31	30	30	29
$\rho$ , Ом·см	0,48	1999	2204	2928	3198	2460	2440	2225	2291	2270	2044	2296	2153	2280	2305
$\rho$ , Ом·см	0,53 (кг)	—	1280	1884	2280	—	1880	2436	2411	2376	2245	—	2245	2342	—
$\rho$ , Ом·см	0,58	1380	1576	2042	2295	2320	2377	2308	2452	—	2764	2719	—	2276	2538

ни возникает электрический ток, который характеризует данную электрохимическую систему в зависимости от исходных технологических факторов. Чтобы установить омическое сопротивление гипсового теста, производим два измерения — при разомкнутом переключателе  $b$  (см. рисунок) — определяем э. д. с.  $E_0$  электрохимической системы и при замкнутом переключателе  $b$ , когда фиксируем напряжение  $U$  в гальванической сети. Омическое сопротивление гипсового теста вычисляем по формуле (3), удельное сопротивление — по формуле (4).

Рассмотрим примеры контроля технологических параметров приготовления гипсового теста электрохимическим способом.

**Пример 1.** Измерения выполняли с помощью гальванического элемента (см. рисунок) на гипсовом тесте нормальной плотности ( $B/G = 0,53$ ) через 3 мин после его затворения.

Результаты замеров электрических параметров следующие:  $E_0 = 1020$  мВ;  $U = 320$  мВ;  $l = 6,9$  см;  $R = 470$  Ом.

Согласно формуле (3) омическое сопротивление гипсового теста нормальной плотности через 3 мин после затворения составило  $r_0 = (470:0,32) \times (1,02 - 0,32) = 1028$  Ом.

По формуле (4) удельное сопротивление равно:  $\rho = (1028:6,9) \times 8,6 = 1280$  Ом·см.

**Пример 2.** Исследовали тот же состав через 20 мин. Замеры электрических параметров показали, что  $E_0 = 870$  мВ;  $U = 170$  мВ;  $l = 6,9$  см;  $R = 470$  Ом.

$r_0 = (470:0,17) \times (0,87 - 0,17) = 1955$  Ом.

Удельное сопротивление гипсового теста нормальной плотности через 20 мин после затворения составило

$\rho = (1955:6,9) \times 8,6 = 2411$  Ом·см.

Сопоставив расчетные данные, видим, что удельное сопротивление гипсового теста нормальной плотности через 20 мин увеличилось почти в 2 раза.

Результаты электрических, электрохимических показателей и температуры гидратации гипсового теста при его твердении приведены в таблице.

Анализ данных таблицы показывает, что через 3 мин после затворения гипсового теста э. д. с. гальванического элемента составляет 1020 мВ, температура гипсового теста 21 °C и удельное сопротивление 1280 Ом·см. Максимальные значения указанных параметров во всех опытах достигаются в интервале 3—6 и 13—16 мин. Выявлено также, что все параметры согласуются между собой, независимо от водогипсового отношения гипсового теста. Интервалы между моментом достижения максимального и минимального значений указанных параметров охватывают период между началом и

концом схватывания гипсового теста, определяемым по стандартной методике.

Повышение температуры гидратации при твердении гипсового теста свидетельствует, что этот процесс сопровождается выделением тепла, т. е. является экзотермическим.

Кинетика изменения температуры гидратации гипсового теста является дополнительной информацией, характеризующей процесс твердения гипсового теста. Удельное сопротивление последнего зависит от исходных технологических факторов, химического состава гипсового теста и может меняться от 1350 Ом·см сразу после затворения до 2550 Ом·см после завершения процесса схватывания и твердения гипса.

Полученные в исследованиях параметры могут быть использованы при разработке приборов для автоматизированного контроля за технологическими процессами при производстве гипсовых и гипсобетонных изделий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скорчелетти В. В. Теоретическая электрохимия — Л.: Химия, 1974.
2. Булгаков Э. Х., Электрохимический способ определения удельного сопротивления бетона // Бетон и железобетон. 1985. № 8.
3. Булгаков Э. Х. Устройство для определения сроков схватывания и твердения гипсовых вяжущих // Строит. материалы. 1989. № 2.



## Упростить испытания проб камня

Прочность природного камня принято определять путем сжатия образцов-кубов или цилиндров под прессом. Размеры образцов принимаются по ГОСТам, в зависимости от принадлежности учреждения их выпускающего. Например, по ГОСТ 8462—75 на материалы стеновые и облицовочные диаметр цилиндров камня (кернов) составляет 42—150 мм, по ГОСТ 8269—84—40—50 мм; в ГОСТ 23845—86 (породы горные) указан от 40 мм и более. Такой же разницей в размерах дан и для образцов-кубов.

Во всех случаях высота должна быть равна диаметру для всех образцов. Чтобы получить такие образцы, необходимо выпилить или выбурить их из штуфа камня или использовать керны, полученные при бурении с распиловкой на цилиндры при Н-Д, с последующей шлифовкой торцов. Для этих целей нужен станок с алмазным диском для распиловки, а также станок и порошки для шлифовки торцов.

Необходимость испытания на сжатие довольно условна, так как для облицовочного камня сжатие играет малую роль; щебень же как заполнитель испытывает в бетоне все виды напряжений, а не только сжатие.

Поэтому целесообразно ввести в ГОСТ для оценки прочности показатель растяжения, определяемый путем раскалывания образца-керна, сжатием по образующей.

Образец при этом не требует распиловки и шлифовки торцов. Распиловочный и шлифовальный станки и шлифпорошки оказываются ненужными. Это упрощение особенно важно при геологической разведке месторождений природного камня. Даже при получении монолитов камня из него легко выбуриваются образцы станком ИЭ-18-06 с переменным алмазным сверлом, выбуривающим кер-

ны от 45 мм и более. Керны, полученные при геологической разведке или в лаборатории, не требуют никакой дополнительной обработки. Достаточно их расколоть ударом молотка.

Испытание кернов на растяжение раскалыванием имеет преимущество еще и в том, что по форме раскола цилиндра можно судить и о долговечности каменного материала.

После раскола образца остающиеся его части могут использоваться для других видов испытаний камня, как, например, дробления на щебень для определения марки прочности щебня сжатием в цилиндре. Это обстоятельство позволяет уменьшить количество проб, отправляемых в лабораторию для физико-механических испытаний.

Нормативом для такого вида испытаний служит ГОСТ 21153.3—75 «Породы горные». Метод определения предела прочности при одноосном растяжении».

При исследовании прочности (марки) образцов бетона определение предела прочности при растяжении (расколе по образующей) давно и широко используется в лабораторной практике. При этом раскол цилиндров бетона идет по оси, образуя при этом две равные половинки, а соотношение растяжения к сжатию принимается в среднем как 1:10.

В лаборатории каменных материалов НИИ Гидропроект по предложению инж. А. Д. Осипова было исследовано 508 образцов-цилиндров из восьми разновидностей каменных пород, отобранных 21 месторождения, одновременно с определением пределов прочности при сжатии для тех же проб, с получением переходных коэффициентов ( $K_{\text{раст}}$ ) от сжатия к растяжению. Для пород изверженных типа гранитов, порфири-тов  $K_{\text{раст}}$  составил от 13 до 27 МПа;

для песчаников — от 15 до 25 МПа; для известняков — от 9 до 21 МПа.

Для упрощения и удешевления исследования качества проб каменных пород — сырья для производства щебня для строительных работ и облицовочных материалов необходимо ввести в ГОСТы требования к качеству камня по показателю предела прочности при растяжении (расколе), заменив им показатель предела прочности при сжатии для проб — кернов, получаемых при бурении каменных пород.

А. М. ВИКТОРОВ,  
инж.-геолог

## По страницам журналов

Гирчис Я., Шуляковский В., Зармба Телешинская Б. **Возможности производства ангидридовых вяжущих из шахтных рассолов** // Цемент-Ванни-Гипс, т. XLIV/LV(II), 1991. № 10.

Проведены исследования получения ангидридовых вяжущих из сульфата кальция, осаждаемого из шахтных вод. Для этой цели использовался сульфат кальция, полученный в опытной установке по технологии обессоливания методом ГИГ (осаждение  $\text{CaSO}_4$  без предварительного смягчения засоленных вод, с использованием отрицательного температурного коэффициента растворимости сульфата кальция и высокой концентрации  $\text{NaCl}$ ). После промывки водой, сушки и помола ангидрит показал высокую поверхностную активность. Наибольшей прочностью при сжатии достигали вяжущие, в которых для активизации ангидрита применяли  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  или  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ .

УДК 646.962.3.001.24

У. Р. ЖАББАРОВ, канд. техн. наук (Ташкентский политехнический институт), Б. И. КАЦ, инж., Н. А. ГЛотова, канд. хим. наук (ВНИИстройполимер)

## Изменение свойств резинобитумных покровных композиций при длительной эксплуатации в атмосферных условиях юга

В настоящее время применение полимеров и полимер-битумных составов в кровельной промышленности ограничено из-за высокой стоимости и дефицитности полимерных модификаторов.

По экономическим и экологическим соображениям более перспективным можно считать использование полимер-битумных покровных композиций с применением «вторичных» полимеров, например, резиновой крошки из амортизационных шин, в составе которой содержится 50-70% каучука [1].

Перспективность использования резиновой крошки в битумной композиции заключается в возможности ее переработки в продукт, по свойствам приближающийся к кондиционному эластомеру (каучуку), дефицитному и дорогостоящему. Для реализации такой возможности была рекомендована термомеханическая деструкция «растворение» резины в низкомарочных битумах и последующая добавка этого «раствора» в покровную композицию. При этом материалы имели высокие эксплуатационные свойства, особенно по показателям гибкости, температуры хрупкости покровного состава и др. [1, 2].

Предполагалось, что добавка деструктивной резиновой крошки в битум радикально действует на удлинение срока старения покровного слоя, так как ее присутствие затруднит процесс окисления, полимеризации мальтеновой части битума, вследствие лиофильности резины к мальтенам. В литературе имеются данные о том, что добавка резины в битум замедляет его старение, так как каучук,

входящий в состав резины, адсорбирует масла из битума, когда они находятся в избытке, и возвращает их битуму, когда тот начинает стареть [3, 4].

Целью исследования было изучить влияние концентрации деструктивной резиновой крошки, минерального наполнителя и защитного слоя на атмосферостойкость рубероида в климатических условиях южных районов страны.

В качестве объектов исследования использовали рубероиды с резинобитумным покровным слоем с

содержанием деструктивной резины 3; 6; 9% и 6% резины + 20% наполнителя (талька).

Материалы испытывали на атмосферостойкость в состоянии, защищенном от прямого попадания (воздействия) солнечных лучей и незашаженном от них, в течение 10 лет. Через определенное время определяли физико-механические свойства образцов: гибкость, температуры размягчения и хрупкости покровного слоя, а также проводили физико-химические исследования методами группового анализа [5] и ИК-спектроскопии [6].

Для выявления основных закономерностей были сопоставлены изменения асфальтенов и мальтенов (сумма масел и смол) покровной композиции (рис. 1) и их молекулярной структуры в процессе старения. ИК-спектры резинобитумных смесей регистрировали в области частот  $400-4000 \text{ см}^{-1}$  на спектрометре «Specord 751R».

Образцы приготавливали в виде пленок, осаждаемых из разбавленных растворов в хлороформе, с последующим испарением растворителя. ИК-спектры рассматриваемых образцов различаются по полосе поглощения (III) с частотой  $1700 \text{ см}^{-1}$ . Наличие такой полосы поглощения обусловлено валентными колебаниями  $\text{C}=\text{O}$  в кислородсодержащих структурах, которые образуются в процессе старения образцов, при котором происходит увеличение оптической плотности  $D_{1700}$  этой полосы поглощения (рис. 2) [6].

Как показывают результаты исследования группового состава покровной массы рубероида (см. рис. 1), процесс старения битума

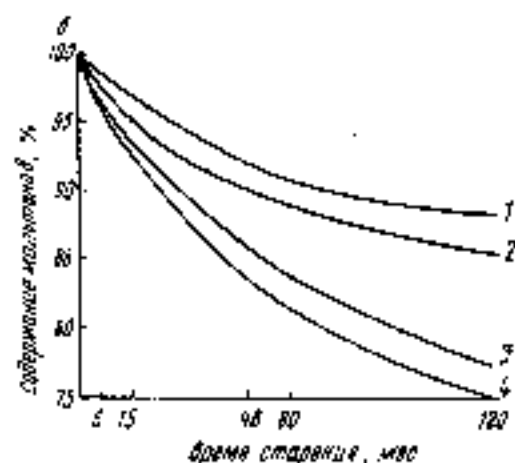
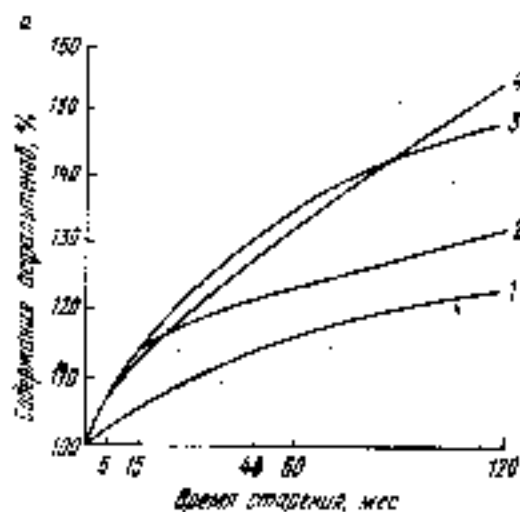


Рис. 1. Изменение количества асфальтенов (а) и мальтенов (б) в резинобитумной композиции при старении в зависимости от содержания в ней резины, %

1 — 0; 2 — 3; 3 — 6; 4 — 9



Состав покровной композиции	Температура размягчения, °С (по КИШ)*	Температура хрупкости, °С (по Фрайсу)		Гибкость на стержне диаметром 30 мм, °С					
		немед-ная	через 10 лет	При старении композиции без защитного слоя** через			При старении композиции с защитным слоем через		
				1 год	6 мес	15 мес	6 мес	15 мес	10 лет
БНК-5+20 % наполнителя	Больше 140 (128)	11	--	10	20	35	10	15	Частые трещины
БНК-5+3 % «растворенной резины»	Больше 140 (113)	17	-1 (-5)	-3	-1	8	3	-2	
БНК-5+6 % «растворенной резины»	Больше 140 (115)	-21	-2 (13)	6	-3	-1	5	-4	8
БНК-5+9 % «растворенной резины»	Больше 140 (120)	-24	-4 (15)	-10	-7	4	-9	-7	5
БНК-5+6 % «растворенной резины +20 % наполнителя	Больше 140 (118)	--	--	6	-3	±0	5	-3	10

Примечания. 1. Исследования проведены в г. Ташкенте. 2. В скобках даны показатели старения покровной композиции рубероида с защитным слоем.

\* Температура размягчения композиции: исходная — 95–97 °С;  
 \*\* Через 10 лет по поверхности покрытия образуются трещины.

сопровождается уменьшением в нем масел и увеличением асфальтенов. Процесс увеличения асфальтенов тем интенсивнее, чем больше содержание резины в битуме. В то же время физико-механические показатели покровной массы (см. табл.) улучшаются с увеличением содержания резины в битуме. Эта закономерность сохраняется в процессе старения композиции.

В результате ИК-спектроскопического анализа (рис. 2) установлено, что с повышением содержания резины в битуме оптическая плотность полосы поглощения ( $\text{ПП} = 1700 \text{ см}^{-1}$ ) уменьшается, т. е. образуется меньше кислородсодержащих структур. Это говорит о том, что увеличение содержания резины в битуме способствует замедлению процесса старения полимер-битумной композиции.

Анализ результатов исследований по методу группового анализа позволил сделать следующие выводы: уменьшение количества масел и мальтеновой части в битуме с увеличением содержания резины связано с тем, что масла удерживаются резиной, а структурированная часть ее, нерастворимая фракция, остается с асфальтеновой составляющей битумов.

Физико-механические показатели покровной массы с увеличением содержания резины ухудшаются медленно. Это явление можно объяснить способностью резины удерживать мальтеновую составляющую битума и медленно воз-

вращать ее в процессе старения в композицию. В таком случае образуется своеобразная защитная пленка, предохраняющая мальтены от окисления и полимеризации, благодаря этому сохраняются эластические свойства композиции и удлиняется срок службы материалов. Введение наполнителя и образование защитного слоя еще больше замедляют процесс окисления покровной массы (см. рис. 2).

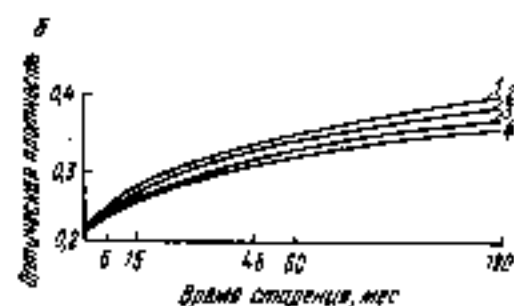
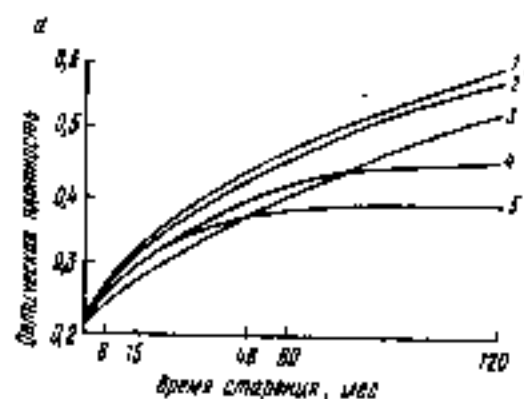


Рис. 2. Изменение оптической плотности (относительные единицы) полосы поглощения  $1700 \text{ см}^{-1}$  (валентные колебания С-О — группы) покровной массы резино-битумов с защитным слоем (а) и без него (б) в зависимости от содержания в битумной композиции: 1 — 0; 2 — 3; 3 — 6; 4 — 9; 5 — 6 (наполненная композиция с 20 % талька)

Таким образом, с введением в битумные композиции деструктурированной резиновой крошки в пределах концентрации 3–9 % и минерального наполнителя до 20 % повышается атмосферостойкость кровельных покрытий, полученных с использованием этих композиций. Такие покрытия рекомендуются для устройства кровель зданий, строящихся в южных районах страны.

ВНИИстройполимер совместно с Ташкентским политехническим институтом разработал технологический регламент на производство материала такого типа — рубемаста и с 1991 г. начал его серийный выпуск на Краснодарском комбинате КСМ-1.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прохвильев И. В., Жаббаров У. Р. Растворение резиновой крошки в битумах // Строит. материалы. 1972. № 4.
2. Жаббаров У. Р. Изыскание путей повышения долговечности гидроизоляционных материалов для плоских крыш, эксплуатируемых в условиях Узбекистана. Автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд. техн. наук. М.: ВНИИстройполимер. 1973.
3. Essek H. Bitumen und Verwandte Stoffe, 1962. N 4.
4. Wallther H. Laboratoriumsleitbuch für die industr. Bitumenstoffe verlag technik. Berlin, 1952.
5. Кац В. И. Изучение процесса теплового старения битумов // Сб. тр. ВНИИ проектирования кровель. 1977. Вып. 45.
6. Горшков В. С., Кац В. И., Глотова Н. А. Химические превращения групповых компонентов битума при старении / Химия и технология топлив и масел. 1980. № 1.

Л. Г. СЫЧ, инж., М. Н. КУРБАЦКИЙ, инж., Т. А. ПАЛЬЧУН, инж.,  
З. Г. ТИМОФЕЕВА, инж. (Магнитогорский металлургический комбинат)

## Исследование качества кирпича с помощью дифференциального термического анализа

На Магнитогорском металлургическом комбинате действует производство кирпича на основе гранулированного доменного шлака и глины по технологии, которая включает в себя складирование исходных материалов в бункере, их смешивание, сушку и обжиг [1].

При изменении технологии, которое заключалось в установке сушильного барабана для сушки гранулированного шлака и дробилки для дробления крупных включений, отмечались случаи деформации кирпича в процессе обжига и увеличения его линейных размеров (вспучивание).

Для исследования возможных причин брака использовали дериватографический метод анализа. Определены интенсивность и характер тепловых процессов, протекающих при нагреве, сушке и обжиге материалов. Исследования проводили на дериватографе ОД-103 (фирмы «МОН», Венгрия) в интервале температур 20—1000 °С при скорости нагрева 10°/мин. В качестве эталона был взят оксид алюминия. На рисунке приведены термограммы, показывающие изменение содержания тепла ДТА исследуемых веществ во времени: кирпича с дефектом и без дефекта, а также исходных сырьевых материалов — шлака и глины.

Кривая ДТА 1 соответствует берлинской глине, которая была использована при изготовлении кирпича, не имеющего дефекта, а кривая ДТА 2 соответствует глине, использованной в изготовлении кирпича, имеющего дефект. На этих кривых отмечаются сходные эндотермические эффекты при температурах 120° и 550 °С. При 120 °С удаляется адсорбированная вода, а пик при 550 °С соответствует выделению химически связанной воды и разрушению кристаллической решетки. Экзотермический эффект при температуре 900 °С наблюдается на обеих кривых ДТА 1 и ДТА 2, он обусловлен наличием каолинита в глине.

Сравнивая кривые ДТА 1 и ДТА 2, можно говорить об идентичности минералогического состава глины и исключить глину как одну из возможных причин брака кирпича. Кривая ДТА 3 соответствует шлаку, использованному в производстве кирпича без дефекта, а термограмма ДТА 4 относится к шлаку, который был применен в изготовлении кирпича с дефектом.

На кривой ДТА 3 наблюдается хорошо выраженный экзотермический пик при температуре 880 °С, характерный для оксидных включений. На кривой ДТА 4, соответствующей шлаку, использованному в изготовлении кирпича, имеющего дефект, отмечается наличие большего числа пиков: эндотермических при температурах 220° и 780 °С и экзотермических при температурах 810° и 880 °С. Эндотермический эффект при температуре 220 °С обусловлен наличием боксита в шлаке (удаление адсорбированной влаги боксита), пик при 780 °С обусловлен наличием

карбонатных пород, которые при 780 °С разлагаются с образованием  $\text{CO}_2$ .

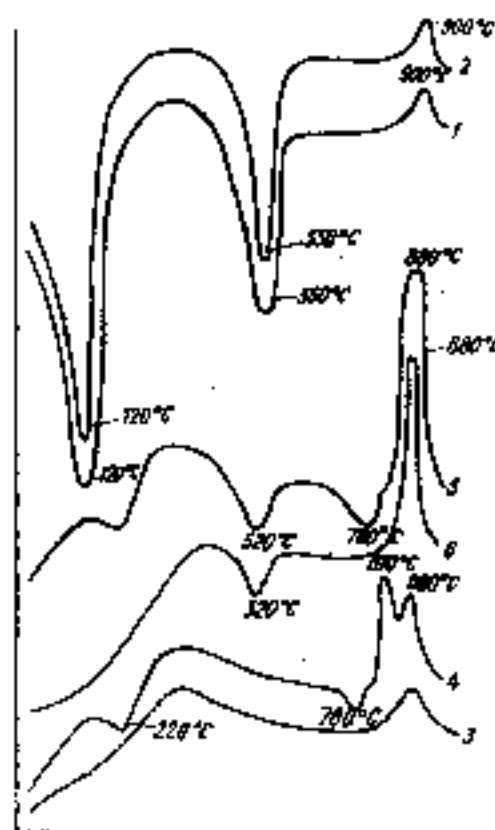
Экзотермический эффект при 810 °С можно объяснить наличием кокса в шлаке, который сгорает с выделением тепла. Таким образом, в случае ДТА 4 происходит более интенсивное нарушение структуры основных породообразующих минералов, составляющих шлак. Это свидетельствует о неоднородности шлака по своему составу, что отрицательно сказывается на качестве кирпича.

Кривая ДТА 5 характеризует кирпич, имеющий дефект после сушки. На ней наблюдается 3 эндотермических пика при температурах 220° 520° и 780° и один экзотермический пик при температуре 880 °С. На кривой ДТА 6, соответствующей кирпичу без дефекта, два пика, один эндотермический — при 520 °С, другой — экзотермический при 880 °С. Отсутствуют пики при температурах 220 и 780 °С. Таким образом, можно сделать вывод, что низкое качество кирпича обусловлено использованием при его изготовлении шлака, неоднородного по своему составу, содержащего в своей массе кокс и другие посторонние включения.

Применение дифференциального термического анализа является достаточно надежным методом для оценки правильности ведения технологического процесса. Данный метод позволяет оперативно, в течение 1 ч, регистрировать отклонения в технологическом процессе приготовления кирпича. Метод дифференциального термического анализа может получить широкое распространение в практике заводских лабораторий.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Осипов В. А., Тимофеева З. Г., Курбацкий М. П., Миронова Л. В., Очеретников Ф. Ф. Домениальный гранулированный шлак в производстве строительной керамики // Стекло и керамика. 1990. № 6.



Кривые ДТА глины, шлака, кирпича

- ДТА глины (кирпич без дефекта);
- ДТА глины (кирпич с дефектом);
- ДТА шлака (кирпич без дефекта);
- ДТА шлака (кирпич с дефектом);
- ДТА кирпича с дефектом; 6 — ДТА кирпича без дефекта

СТРОЙИЗДАТ ВЫПУСКАЕТ НАУЧНУЮ, НАУЧНО-ПОПУЛЯРНУЮ, ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКУЮ ЛИТЕРАТУРУ ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ, ТЕХНИКОВ И РАБОЧИХ, УЧЕБНУЮ ЛИТЕРАТУРУ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ, УЧАЩИХСЯ ТЕХНИКУМОВ, ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ УЧИЛИЩ, СПРАВОЧНИКИ.

**В ЖУРНАЛЕ ПУБЛИКУЮТСЯ АННОТАЦИИ  
НА ИЗДАНИЯ ИЗ ПЛАНА 1992 Г.**

45. Тотурбаев Б. Д. **Бесцементные строительные материалы для малоэтажного строительства.**— М.: Стройиздат, 1992 (II кв.).— 16 л.— (Наука — строит. пр-ву).— ISBN 5-274-01909-9: 6 р.

Рассмотрена проблема перехода на энергосберегающую технологию строительных материалов путем замены цемента на новые виды бесцементных вяжущих. Приведены результаты исследований получения бесцементных эффективных строительных материалов с заданными эксплуатационными свойствами для малоэтажного строительства при минимизации материальных и топливно-энергетических затрат.

Для научных и инженерно-технических работников строительной промышленности, полезно также для индивидуальных застройщиков.

52. Идмазешвили И. Х., Нгуви Ван Тзинь. **Строительные материалы на отходах древесины и растительного сырья.**— М.: Стройиздат, 1992 (IV кв.).— 28 л.: ил.— ISBN 5-274-01349-X: 7 р. 40 к., 10000 экз.

В книге рассматриваются новые аспекты совершенствования технологии древесно-цементных технологий композитов на основе отходов лесодеревобработки, сельскохозяйственного производства, а также декоративных целлюлозо-содержащих растений (древесины, костра льна, конопля, джута, сески хлопчатника, камыша, бамбука, рисовой соломы, шелухи, волокон кокоса и др.). Рассмотрены научные основы структурообразования и специфической адгезии «древесина-цементный камень». Приведена экономическая эффективность их применения в индивидуальном и массовом строительстве.

Для научных и инженерно-технических работников научно-исследовательских организаций и предприятий строительной индустрии.

57. Сычев Ю. И., Берлин Ю. Я. **Абразивная обработка камня.** Учеб. для проф.-техн. училищ.— Л.: Стройиздат, 1992 (II кв.).— 21 л.: ил.— ISBN 5-274-00922-0: 1 р. 90 к., 7000 экз.

Рассмотрены общие вопросы обработки камня, включая охрану труда и природы на камнеобрабатывающих предприятиях. Изложены сведения о современном камнеобрабатывающем оборудовании, рабочем инструменте и рациональной технологии обработки камня. Особое внимание уделено предупреждению брака и повышению качества облицовочных плит и архитектурно-строительных изделий из природного камня.

Для учащихся профессионально-технических училищ.

58. Баженов Ю. М., Комар А. Г. **Технология бетонных и железобетонных изделий.** Учеб. для вузов.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Стройиздат, 1992 (III кв.).— 36 л.: ил.— ISBN 5-274-00977-2: 5 р. 20 к., 20000 экз. Рассмотрены структуры и свойства бетонов различных видов, приведены их классификация, основные зависимости, определяющие влияние качества сырья, состава и способа изготовления на свойства бетонных и железобетонных изделий. Даны сведения о физико-химических процессах, происходящих при формировании структуры бетона, показаны возможности математических методов для прогнозирования свойств и контроля качества бетона.

Рассмотрены вопросы технологии бетонных и железобетонных изделий. Изд. 1-е вышло в 1984 г. Изд. 2-е переработано и дополнено сведениями о технологии бетона и сборного железобетона с применением новых вяжущих (ВНВ, ТМЦ и др.), новых химических модификаторов бетона, а также ресурсосберегающих технологий и производстве изделий для малоэтажного индивидуального строительства.

Для студентов строительных вузов, обучающихся по специальности «Производство строительных изделий и конструкций».

59. Орентлихер Л. П., Логанова В. И. **Защитно-декоративные покрытия бетонных и каменных стен: Справ. пособие.**— М.: Стройиздат, 1992 (II кв.).— 18 л.: ил.— ISBN 5-274-01913-7: 5 р. 40 к., 10000 экз.

Рассмотрены факторы, влияющие на эксплуатационные свойства защитно-декоративных покрытий бетонных и каменных ограждающих конструкций. Даны рекомендации по повышению надежности и долговечности защитно-декоративных покрытий наружных ограждений зданий и сооружений.

Для инженерно-технических работников промышленности строительных материалов, полезно индивидуальным застройщикам.

60. Серые Р. Л., Волков Ю. С., Агаджанов В. И. **Железобетонные конструкции и ресурсосберегающая технология: Каталог.**— М.: Стройиздат, 1992 (II кв.).— 26 л.: ил.— ISBN 5-274-01393-7: 6 р., 10000 экз.

Отражены научно-технические разработки по технологии бетонов: тяжелые, легкие, на пористых заполнителях, ячеистых, фибробетона, полимербетона, на основе напрягающего цемента, специальных и новых видов арматуры. Рассмотрены усовершенствованные конструкции гражданских, промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений, эффективные ресурсосберегающие технологии их производства. Приведены разработки по повышению долговечности бетонных и железобетонных конструкций в различных средах и способы их ремонта и усиления.

Для инженерно-технических работников предприятий строительной индустрии и проектных организаций.

## СПИСОК МАГАЗИНОВ — ОПОРНЫХ ПУНКТОВ СТРОЙИЗДАТА

<b>Ашхабад</b>	744000, ул. Ф. Энгельса, д. 32, магазин № 1 «Техническая книга»
<b>Владимир</b>	600017, ул. Горького, 44, магазин № 4
<b>Донецк</b>	340055, ул. Артема, 125, магазин № 50 «Техническая книга»
<b>Ершов</b>	375009, ул. Кирова, 8, магазин № 16
<b>Казань</b>	420084, ул. Куйбышева, 3, магазин № 13 «Научно-техническая книга»
<b>Киев</b>	252005, ул. Красноармейская, 51, магазин № 16 «Техническая книга»
<b>Минск</b>	220115, ул. Кимоватова, 66, магазин № 51
<b>Москва</b>	117334, Ленинский пр., 40, магазин № 115 «Дом научно-технической книги»
<b>Рига</b>	226253, бул. Гадомяку, 24, Центральный книжный магазин
<b>Санкт-Петербург</b>	195027, Большеохтинский пр., 1, магазин № 19 «Дом строительной книги»
<b>Ташкент</b>	700180, ул. Руставели, 43, магазин № 21 «Техническая книга»
<b>Тверь</b>	170000, Тверской пр., 17/6, магазин № 14 «Техническая книга»
<b>Уфа</b>	450025, ул. 50-летия СССР, 12, магазин № 7
<b>Бишкек</b>	720000 ул. Советская, 125, магазин № 11 «Научно-техническая книга»

*Kirillov V. N., Pronin B. F.* Fire-safe building plastics

*Babajev Sh. T., Glotova N. A., Kats B. E., Mikhailovitch N. G., Goldina B. Ia.* Modification of binders by means of surface-active additives

*Gedeonov P. P.* Compositions for smelting fire-resistant coatings based on vermiculite

*Osminin N. I., Goncharova L. A., Paskonov I. V., Tishchenko I. M.* Manufacture of heat-insulating material—gypsum-cork-concrete

*Elfimov V. A., Bobrov V. B., Poletaev A. A.* Production technology of building materials with a separate component placement

*Karassov Ju. G.* Technological schemes of stone block extraction from the rock massives

*Shekhter B. E.* Automation means and systems produced by NPO "Rosavtomatstrom"

*Pcheljakov Ju. N., Stepanov Ju. M.* Digital indication of temperature

*Bulgakov E. Kh.* Electrochemical method of controlling the technological process during manufacture of gypsum and gypsum-concrete products

*Zhabbarov U. R., Kats B. E., Glotova I. A.* Change in the properties of rubber-~~bitumen~~ coating compounds in case of durative use under the atmospheric conditions of the South

*Sytsch L. G., Kurbatsky M. N., Palichjun T. R., Timofeeva Z. G.* Investigation of brick quality by means of differential thermal analysis

*Kirillov W. N., Pronin B. F.* Feuersicherte Bauplasten

*Babajew Sch. T., Glotowa N. A., Kaz B. E., Michailowitsch N. G., Goldina B. Ia.* Modifikation von Bindemitteln durch oberflächenaktive Beigaben

*Gedeonow P. P.* Zusammensetzungen für aufgeblähte Feuerschutzanstriche auf der Grundlage des Vermikulites

*Osminin N. I., Gontscharowa L. A., Paskonow I. W., Tischtschenko I. M.* Die Fertigung vom Wärmedämmstoff—Gipskorkbeton

*Elfimow W. A., Bobrow W. B., Poletajew A. A.* Herstellung von Baustoffen mit gesonderter Legung von Komponenten

*Karassow Ju. G.* Technologische Scheme des Aushubs von Steinblöcken aus dem Massiv

*Schechter B. E.* Automatisierungsmittel- und Systeme die von NPO "Rosavtomatstrom" produziert werden

*Ptscheljakow Ju. N., Stepanow Ju. M.* Zifferindikation der Temperatur

*Bulgakow E. Ch.* Elektrochemische Verfahren der Kontrolle des technologischen Prozesses bei der Herstellung von Gips- und Gipsbetonerzeugnissen

*Shabbarow U. R., Kaz B. E., Glotowa I. A.* Die Änderung von Eigenschaften in Gummi-bitumen Zusammensetzungen beim Dauernbetrieb unter den Weiterverhältnissen des Südens

*Sytsch L. G., Kurbazkij M. N., Palitschjun T. R., Timofeewa S. G.* Untersuchung der Qualität des Ziegels durch differenzierte Thermoanalyse

*Kirillov V. N., Pronine B. F.* Plastiques de construction résistants à feu

*Babajev Ch. T., Glotova N. A., Kats B. I., Mikhailovitch N. G., Goldina B. Y.* Modification des liants à l'aide des agents tensio-actifs

*Guedeonov P. P.* Compositions pour les revêtements réfractaires expansibles à base de vermiculite

*Osminine N. I., Goncharova L. A., Paskonov I. V., Tichtchenko I. M.* Fabrication du béton calorifuge à base de gypse et de bouchon

*Elfimov V. A., Bobrov V. B., Poletaev A. A.* Technologie de fabrication des matériaux de construction avec la mise indépendante de chaque composant

*Karassev Y. G.* Schémas technologiques d'extraction des blocs de pierre

*Chekhter B. E.* Systèmes automatisés produits par l'unité science-production "Rosavtomatstrom"

*Pcheljakov Y. N., Stepanov Y. M.* Indication numérique de la température

*Boulgakov E. Kh.* Procédé de contrôle électrochimique de la technologie de fabrication des produits en plâtre et en béton de plâtre

*Jabbarov U. P., Kats B. I., Glotova N. A.* Modification des propriétés des compositions de couverture à base de caoutchouc et de bitume lors de leur exploitation dans les conditions atmosphériques du Sud

*Sytsch L. G., Kourbatski M. N., Palichoun T. A., Timofeeva Z. G.* Analyse thermique différentielle de la qualité de la brique

#### Редакционная коллегия:

М. Г. РУБЛЕВСКАЯ (главный редактор), А. С. БОЛДЫРЕВ, А. В. ВОЛЖЕНСКИЙ, Х. С. ВОРОБЬЕВ, Ю. В. ГУДКОВ, Б. К. ДЕМИДОВИЧ, А. Ю. КАМИНСКАЯ, 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. ФИЛИПPOВИЧ, Ю. Н. ЧЕРВЯКОВ, В. Р. ЧУЛОК, Л. С. ЭЛЬКИНД (отв. секретарь)

Адрес редакции: 103051, Москва, Б. Сухаревский пер., 19  
Тел.: 207-40-34; 204-57-78

Оформление обложки художника В. А. Андросова  
Технический редактор Е. Л. Сангурова  
Корректор М. Е. Шабалина

Сдано в набор 09.04.92. Подписано в печать 13.05.92. Формат 80×88 1/8. Бумага книжно-журнальная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,92. Усл. кр.-отт. 4,92. Уч.-изд. л. 5,34. Тираж 11328 экз. Заказ 5595. Цена 1 р. 20 к.— для индивидуальных подписчиков; 4 р.— для предприятий и организаций

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