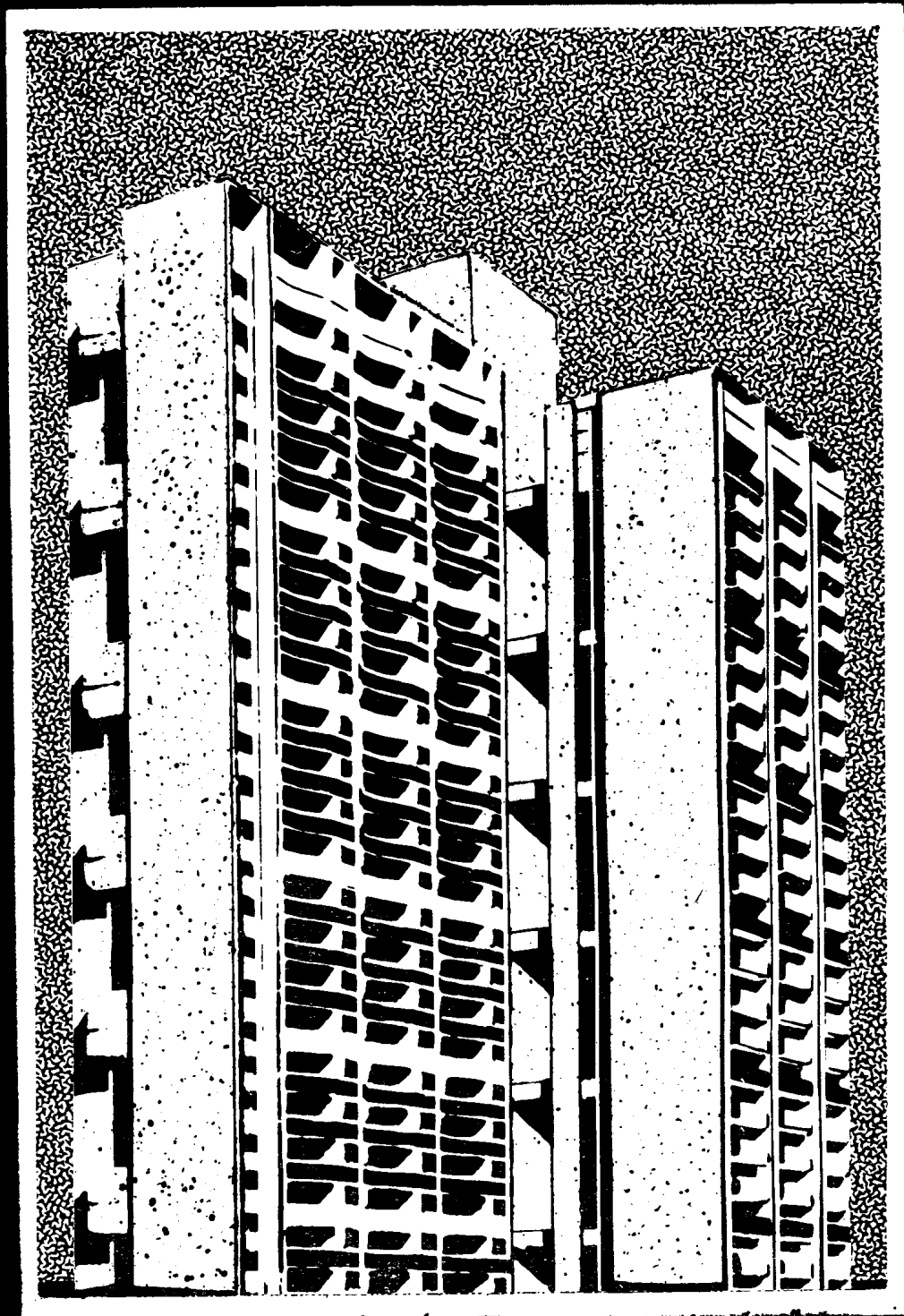


Аннотация

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН



1 - 1978

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Решения XXV съезда КПСС — в жизнь!

Шире внедрять легкие бетоны на базе шунгизита и вспученного перлита	2
Попов П. В., Котова Н. Г., Пьяных В. В. Применение вспученного перлита на стройках Минпромстроя СССР	4
Седакова М. Т., Познянская Б. П., Подлесных В. С. Конструкции с применением перлита в жилищно-гражданском строительстве	7
Карпикова Л. И., Лепихова Т. В., Рудь В. П. Бетоны на вспученных перлитах Камчатки	9
Жукова Р. С., Невзгода А. К. Применение вспученного перлита в Воронеже	10
Тачкова Н. А., Макеева Л. А. Теплотехнические свойства легкого бетона на вспу- ченном перлитовом песке	11
Бужевич Г. А. Легкобетонные изделия на базе вспученного перлитового песка	13
Ильяшенко В. А. Шунгизитобетон для ограждающих и несущих конструкций	15
Маткин Ю. И., Богословский С. В., Румянцев А. И., Бугрим С. Ф., Слепоку- ров Е. И., Хаймов И. С. Опыт внедрения шунгизитогазобетона в Архангельске	16
Евдокимов А. А., Кузьмич Т. А., Мореходов А. С. Шунгизитобетонные стеновые панели длиной 12 м для промзданий	18
Ершов К. В., Резников Ю. К. Шунгизитобетонные конструкции в крупнопанель- ном жилищном строительстве Севера	19
Новиков В. Ф., Юшманов Ю. П. Шунгизитобетон — новый эффективный строи- тельный материал	21
Старостин М. Н., Колосов Г. Е., Савин В. И., Адхамов С. Р. Применение шунги- зитобетона в несущих конструкциях	23

Итоги VIII Всесоюзной конференции по бетону и железобетону

Михайлов К. В., Довжик В. Г. Состояние и направления дальнейшего развития бетона и железобетона	25
--	----

Трибуна соревнующихся

Газукин В. Г., Каплан Н. М. Дома повышенного качества — на потоке	29
---	----

Конструкции

Кенсгайла А. А., Печюлис М. П. Преднапряженные ребристые плиты из керамзи- тобетонов повышенной деформативности	31
--	----

Бетоны

Крылов Б. А., Козлова Л. И. Высокотемпературный прогрев изделий из легкого бетона в среде с пониженной влажностью	33
Серова Л. П., Михановский Д. С., Шварцман П. И. Влияние водопотребности го- рячих смесей на прочность бетона	35

Заводское производство

Золотухин Ю. Д., Башилов Н. И. Сборные камеры для тепловой обработки желе- зобетонных изделий	37
--	----

Вопросы качества

Зак Д. И., Зайцев В. В. Система автоматического дозирования заполнителей для легких бетонов	39
--	----

Теория

Альтшулер Б. А., Шахов И. И., Щербатюк В. Н. Влияние последовательности на- грева и загрузки на прочность и деформативность обычного бетона при рас- тяжении	40
--	----

Вопросы экономики

Ленский С. Е., Кожуринчев А. М., Шумилин В. И. Снижение расхода тепловой энергии при производстве железобетонных шпал и труб	42
---	----

На ВДНХ СССР

Измеритель блуждающих токов в железобетонных колоннах	45
---	----

Информация

Лейрих А. А., Угрюмов Л. В., Евдокимов А. А. Совещание по применению вспу- ченного перлита в строительстве	45
---	----

Библиография

Степанов И. П. Экономические знания — производству	46
--	----

1

(274)

ЯНВАРЬ 1978



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва
© СТРОЙИЗДАТ, 1978



УДК 691.327:666.973.2.002

Шире внедрять легкие бетоны на базе шунгизита и вспученного перлита

Производство строительных материалов и изделий из шунгитовых и перлитовых пород интенсивно развивается начиная с 1972 г. За это время существенно улучшилось снабжение легкобетонными конструкциями из шунгизитобетона строек северо-западных районов европейской части СССР. До недавних пор в этих районах применяли привозные пористые заполнители, что сдерживало и удорожало изготовление легкобетонных ограждающих и несущих конструкций. Так, в Петрозаводск (Карельская АССР) возили керамзит из Ленинградской области, а в Архангельск — из Куйбышева, так как местные глины при обжиге не вспучиваются и, следовательно, непригодны для производства керамзита. Ученые и строители проявили ценную инициативу и предложили для изготовления искусственного пористого заполнителя использовать шунгит, залегающий в Карелии.

Ранее шунгит (разновидность глинистого сланца) был известен в основном как облицовочный материал и использовался в строительстве в ограниченных объемах. Оказалось, что при обжиге во вращающихся печах при температуре 1100—1150°C шунгит вспучивается в несколько раз, в итоге получается легковесный пористый заполнитель, не уступающий по своим свойствам привозному керамзиту. При этом обжиг шунгита можно производить упрощенным сухим способом без предварительного формования гранул и их сушки.

Накопленный опыт использования карельских шунгитовых сланцев в качестве сырья для производства легкого заполнителя существенно улучшил обеспечение строительной индустрии северного и северо-западного районов и частично центра европейской части нашей страны этим материалом. В данных районах уже насчитываются 16 предприятий, на которых организовано

Расширить выпуск новых строительных материалов, эффективных сборных строительных элементов, легких и экономичных крупноразмерных конструкций и изделий улучшенного качества с высокой степенью заводской готовности, обеспечивающих повышение уровня индустриализации, снижение материалоемкости и стоимости строительства...

Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы

производство экономичного местного пористого заполнителя — шунгизита с малой объемной насыпной массой (от 400 до 600 кг/м³), что позволило полностью исключить завоз дорогостоящего керамзита. Указанные предприятия централизованно обеспечиваются фракционированным сырьем с Кондопожского дробильно-сортировочного завода Минстройматериалов СССР, работающего на базе Нигозерского месторождения. Производительность завода — 560 тыс. м³ фракционированного шунгита, из которого можно получить до 1—1,5 млн. м³ пористого шунгизитового гравия и песка, качество которых вполне удовлетворяет требованиям ГОСТ 9757—73. В Карелии ведется разведка новых месторождений шунгитовых пород, и есть основание считать, что таким сырьем строители будут обеспечены на долгие годы.

Для успешного внедрения конструкций из шунгизитобетона научно-исследовательские и проектные организации провели большую подготовительную работу. Сотрудники НИИЖБ, ЦНИИЭП жилища, НИИ строительной физики и ряда других ведущих исследовательских и проектно-конструкторских институтов при активной помощи работников строительных организаций Минпромстроя СССР (Главсевзапстрой и Главархангельскстрой), Минтяжстроя СССР (Главмурманскстрой), Минстроя СССР (Главверхневолжскстрой) и других организаций в короткий срок выполнили большой объем исследований и разработок. В частности, были уточнены требования к составляющим шунгизитобетона и конструкциями на его основе, выявлены оптимальные составы шунгизитобетона марок М 50—250 и изучены его основные физико-технические показатели, а также свойства различных конструкций из этого эффективно-го материала.

Комплексные исследования показали, что ограждающие конструкции из шун-

гизитобетона по своим теплозащитным качествам в ряде случаев превосходят керамзитобетонные. Они могут широко применяться не только в Карельской АССР, Архангельской и Мурманской областях, но и в других районах страны с расчетной зимней температурой наружного воздуха до —55°C.

За истекшие 5 лет были разработаны и внедрены в производство около 20 нормативных и других документов по технологии получения шунгизитового гравия и бетона на его основе, в том числе два стандарта на шунгитовое сырье и шунгизит, рекомендации по изготовлению и применению в строительстве конструкций из шунгизитобетона с привязкой их к отдельным заводам; кроме того, составлены перспективные типовые проекты зданий с комплексным применением шунгизитобетона. Сотрудники НИИЖБ и других организаций испытали изготовленные в производственных условиях ограждающие и несущие конструкции для зданий и сооружений гражданского, промышленного и сельскохозяйственного назначения. Полученные данные способствовали разработке основной нормативно-технической документации на проектирование и изготовление различных конструкций из шунгизитобетона.

Шунгизитобетон уже нашел широкое применение в ряде районов нашей страны. Так, за 1972—1976 гг. только предприятиями Главсевзапстроя Минпромстроя СССР в Карельской АССР изготовлено более 1 млн. м² стеновых панелей, что позволило сэкономить около 2 млн. р. За это время организации главка соорудили свыше 80 пятиэтажных жилых домов серии 1-335А (на 100 квартир каждый), 7 девятиэтажных крупнопанельных жилых домов серии 111-75 (на 144—216 квартир каждый), свыше 30 объектов производственного назначения, в том числе на Сегежском и Кондопожском бумажных комбинатах, корпус завода «Тяжбуммаш» в

Петрозаводске, объекты Сумской птицефабрики, шунгитовый дробильно-сортировочный завод и т. д.

Строители Главархангельскстроя Минпромстроя СССР, которые производят сейчас 100 тыс. м³ шунгизита в год, за прошедшие 5 лет построили крупнопанельные жилые дома серий I-464А и I-335АК, большое число промышленных объектов, в том числе 3-ю очередь Котласского целлюлозно-бумажного комбината и ТЭС-3 в пос. Коряжма, очистные сооружения городского водопровода в Архангельске, здание института Гипродрев, гаражи, животноводческий комплекс в Ластоле, комплекс зданий Северо-Онежского бокситового рудника и т. д. Применение шунгизита в Архангельской области позволило ликвидировать дефицит в легком пористом заполнителе, сократить нерациональные перевозки и получать ежегодно экономический эффект в сумме 250 тыс. р. Строители Минтяжстроя СССР при сооружении объектов комбината «Апатит» с целью увеличения его годовой мощности на 1,2 млн. т концентрата) широко применяли конструкции из шунгизитобетона. По этому же пути пошли организации, застраивающие г. Североморск.

В Главверхневолжскстрое Минстроя СССР, начиная с 1972 г., достигнут наибольший объем производства шунгизита — 900 тыс. м³ и легких бетонов на его основе — 600 тыс. м³. Широка номенклатура выпускаемых изделий: стеновые панели жилых домов, панели типа ПСЛ, серии ИИ-04, комплексные плиты покрытий, плиты пустотного настила, блоки-перемычки и другие железобетонные конструкции из шунгизитобетона марок до М 200.

Следует иметь в виду, что технико-экономические показатели заводов по производству шунгизита на 25—30% выше, чем предприятий, выпускающих керамзит. Общий ежегодный объем выпуска стеновых конструкций из шунгизитобетона достиг 1,5 млн. м², что позволило сэкономить более 3 млн. р. в год. Облегчение конструкций привело к снижению массы построенных зданий на 1 млн. т, расхода стали — на 10 тыс. т.

Достигнуты успехи и в применении вспученного перлита. Этот эффективный пористый заполнитель выпускают в нашей стране более 40 предприятий общей годовой мощностью около 2,5 млн. м³. В десятой пятилетке намечается увеличить производство вспученного перлита до 4—6 млн. м³, из них 1,5—2 млн. м³ будет использовано в качестве пористого заполнителя для легкого бетона.

Добыча перлитового сырья сейчас осуществляется в Прикарпатье (Береговское месторождение), Армянской ССР (Арагацкое месторождение), в Бурятской АССР (Мухор-Талинское месторождение) и в меньшем объеме — в Приморском крае (Неждановское месторождение). Перлитовая порода залегает в других районах (в Казахстане, Восточной Сибири, на Камчатке и др.) и может быть использована для получения вспученного заполнителя. Добытая порода указанных четырех месторождений транспортируется к находящимся в различных районах установкам для обжига и вспучивания.

Вспученный перлит объемной насыпной массой до 150 кг/м³ (ГОСТ 10832—74) используется для изготовления штучных теплоизоляционных и звукоизоляционных материалов на различных вяжущих, а также для мастичной теплоизоляции и засыпок. Накоплен опыт применения бетона на вспученном перлите для теплоизоляции трубопроводов при бесканальной прокладке тепловых сетей, для изготовления фосфогелевых плит и др. Сейчас в Мытищах (Московская обл.) работает наиболее мощный в стране завод, выпускающий в год 250 тыс. м³ вспученного перлита, из которого главным образом изготавливаются теплоизоляционные изделия.

Вспученный перлит объемной насыпной массой более 150 кг/м³ применяется также для изготовления ограждающих конструкций (главным образом однослойных панелей и крупных блоков наружных стен) жилых, гражданских, промышленных и сельских зданий. За истекшие 5 лет построены дома жилой площадью около 2 млн. м² из однослойных бетонных панелей с применением вспученного перлита. При этом керамзитоперлитобетон применяется на Украине (в Киеве, Львове, Хмельницке и Одессе), а перлитобетон — в Восточной Сибири (в Шелехове, Чите, Иркутске, Братске, Улан-Удэ, Красноярске), а также на Камчатке. Только в 1975 г. предприятиями Главвостоксбстроя Минпромстроя СССР было изготовлено 100 тыс. м³ конструкций из перлитобетона и керамзитоперлитобетона.

В отдельных местах внедряются комплексные полносборные конструкции покрытий промышленных зданий (в Шелехове, Николаеве, Броварах и Улан-Удэ) и междуэтажных перекрытий жилых и гражданских зданий. Совмещенные покрытия имеют теплоизоляционный слой из цементного перлитобетона, битумоперлита или засыпку из перлита. Наиболее широко применяется для

утепления покрытий битумоперлит. Этим материалом утеплены покрытия промышленных и общественных зданий площадью свыше 3 млн. м². В опытном порядке начато строительство зданий со стенами из трехслойных навесных панелей, изготовленных на базе вспученного перлита, с отделкой алюминиевыми (Мытищинское опытное производственное предприятие) или асбестоцементными листами (административное здание в Сетунь).

Как показывает практика, экономически целесообразна перевозка перлитовой породы к месту обжига на расстояние до 2000 км в связи с тем, что при обжиге гранулы перлитовой породы увеличиваются в объеме в 8—15 раз (в зависимости от месторождения). Вспученный перлит имеет небольшую объемную насыпную массу, что позволяет уменьшить объемную массу бетона на 200—300 кг/м³ и соответственно снизить на 4—8 см толщину ограждающих конструкций.

В настоящее время утверждены типовые рабочие чертежи ограждающих конструкций из легкого бетона на базе вспученного перлита. К ним относятся одно- и двухслойные стеновые панели для массового жилищного, гражданского и промышленного строительства (серии I-464М, I-335АК, I-467, ИИ-04-5 и т. п.), одно- и двухслойные панели совмещенных крыш для опытного жилищного строительства (серия I-165-2вм), преднапряженные керамзитобетонные стеновые панели длиной 12 м для отапливаемых промышленных зданий и т. д.

Исследованиями конструкций из легких бетонов на базе вспученного перлита занимается большая группа научно-исследовательских и проектных институтов (ЦНИИЭП жилища, НИИЖБ, ЦНИИПромзданий, Киевский НИИСМИ, Минский НИИСМ, АрмНИСА, НИИСК, ЦНИИЭПсельстрой и др.). Результаты исследований легли в основу «Методических рекомендаций по технологии производства и применения в жилищно-гражданском, промышленном и сельском строительстве ограждающих конструкций из легких бетонов на основе вспученного перлитового песка» (Киев, 1976). Одновременно разрабатываются также новые эффективные конструкции из бетона на базе вспученного перлита.

Пятилетняя практика внедрения конструкций из шунгизитобетона и бетона на вспученном перлите подтвердила высокую эффективность этих легких бетонов. Однако для их дальнейшего внедрения следует решить некоторые организационные вопросы. Так, нужно

добиться, чтобы заводы — изготовители пористых заполнителей поставляли сырье, соответствующее требованиям ГОСТа. Шунгит должен иметь коэффициент вспучивания не менее 3, а также быть разделенным по фракциям с более высокой однородностью. Одновременно нужно решить проблемы транспортирования шунгитового щебня потребителям. Необходимо также в кратчайшие сроки произвести разведку новых месторождений шунгитовых сланцев и начать строительство дробиль-

но-сортировочных заводов. Следует изыскивать месторождения глинистых сланцев, аналогичных шунгитовым.

Заводы, поставляющие вспученный перлит для изготовления железобетонных конструкций, должны быть оборудованы вращающимися печами или печами с кипящим слоем с тем, чтобы объемная насыпная масса заполнителя была больше 150 кг/м³. При изготовлении бетона на таком заполнителе следует предусматривать дополнительные меры по борьбе с пылью. Надо

шире применять поверхностно-активные добавки для приготовления бетонной смеси и эффективные способы тепловой обработки, понижающие влажность изделий. Важно провести мероприятия по уменьшению стоимости вспученного перлита и т. д.

Необходимо, чтобы эти вопросы были решены, и тогда план по производству строительных материалов и изделий из шунгитовых и перлитовых пород в десятой пятилетке будет выполнен.

Зам. начальника Главпромстройиндустрии П. В. ПОПОВ,
инж. Н. Г. КОТОВА (Минпромстрой СССР), начальник Главпромстройиндустрии
В. В. ПЬЯНЫХ (Минпромстрой УССР)

УДК 691.214

Применение вспученного перлита на стройках Минпромстроя СССР

Как известно, вспученный перлит — это искусственный пористый материал в виде песка и щебня, получаемый при термической обработке дробленых кислых водосодержащих вулканических стекол — перлитов. Он обладает исключительно высокими теплоизоляционными, звукоизоляционными и огнезащитными свойствами. Объемная масса материала в зависимости от качества сырья и условий процесса вспучивания составляет от 80 до 500—600 кг/м³, а прочность при сжатии колеблется от 5 до 35 кгс/см². Зерна вспученного перлита достаточно морозостойки и водостойки. Все это предопределяет возможность широкого использования его в строительстве.

В нашей стране имеется достаточное количество разведанных запасов пер-

литовой породы. Благодаря большому коэффициенту вспучивания транспортирование сырья в виде фракционированного щебня к местам производства вспученного перлита экономически выгодно на далекие расстояния — до 3 тыс. км, поэтому целесообразно снабжать предприятия, перерабатывающие перлит, сырьем из крупных механизированных карьеров.

В настоящее время в системе Минпромстроя СССР имеется 21 предприятие по выпуску вспученного перлитового щебня и песка общей мощностью 650 тыс. м³, все они работают на сырье Арагацкого (АрмССР), Береговского (УССР) и Мухор-Талинского (Бурятская АССР) месторождений. В десятой пятилетке намечается ввести в эксплуатацию дополнительные мощно-

сти в объеме 550 тыс. м³, в результате чего к 1980 г. общая мощность предприятий по производству вспученного перлита должна составить 1200 тыс. м³.

В настоящее время вспученный перлит применяется в различных сферах строительства в четырех подразделениях министерства: Минпромстрое УССР, Главвостоксибстрое, Главкавминкуортстрое и Минпромстрое БССР.

Главкам министерства установлены задания по внедрению в 1976—1980 гг. важнейших мероприятий, повышающих технический уровень, эффективность и качество строительства. В этих мероприятиях предусматривается также использование вспученного перлита при производстве различных строительных материалов и конструкций.

В соответствии с установленным заданием, вспученный перлит в текущей пятилетке будет применяться при производстве плит на фосфатной связке; при выпуске пластоперлитобетона; как мелкий заполнитель в керамзитовом, аглопоритовом и перлитобетонах для наружных стеновых панелей; как наполнитель в перлитобитумной изоляции.

За годы девятой пятилетки в системе Минпромстроя УССР были созданы производственные мощности по выпуску пористых заполнителей: керамзитового гравия и вспученного перлитового песка, объемы производства которых за 1976 г. соответственно составили 366 и 112 тыс. м³. Сырьем для производства вспученного перлитового песка являет-

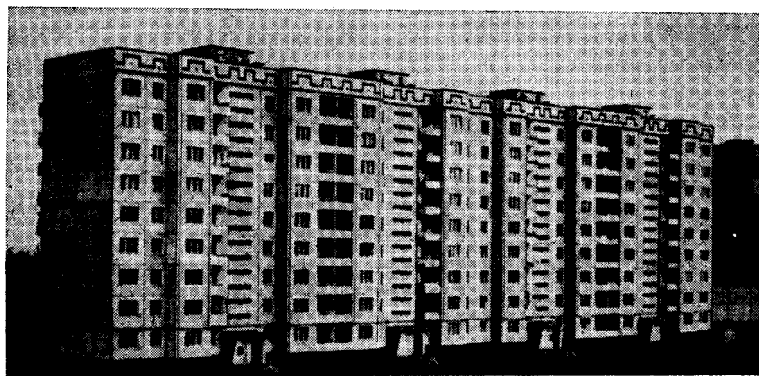


Рис. 1. Девятиэтажный жилой дом с наружными стенами из керамзитоперлитобетона

ся перлит Береговского месторождения Закарпатской области.

Одновременно с созданием производственных мощностей велись работы по технологии приготовления легких бетонных смесей с использованием перлитового песка, разрабатывалась технология производства конструкций из керамзитоперлитобетона. Активное участие в выполнении научных, конструкторско-технологических разработок принимали НИИСК, НИИЖБ, Киевский НИИСМ, Львовский филиал Укрнистромпроект (б. Львовский филиал НИИСМ), ЦНИИПромзданий, КиевЗНИИЭП и др. (рис. 1).

В настоящее время организовано промышленное производство ряда ограждающих конструкций с применением керамзитоперлитобетона, в том числе с предварительным напряжением арматуры. Наружные стеновые панели из керамзитоперлитобетона имеют объемную массу в сухом состоянии 950—1000 кг/м³. Применение керамзитоперлитобетона позволило уменьшить толщину наружных панелей с 35 до 30 см, что в свою очередь снизило их массу на 18%. Керамзитоперлитобетонные стеновые панели находят широкое применение в промышленном строительстве.

Разработана конструкция, технология производства и организован выпуск преднапряженных стеновых панелей для зданий с шагом колонн 12 м. Чертежи стеновой панели длиной 12 м утверждены в качестве типовых серии 1.432-11. Они предназначены для отапливаемых промышленных зданий с относительной влажностью воздуха в помещениях до 60%. Конструкции подразделяются на рядовые, перемычечные и парапетные. Однослойная панель из керамзитоперлитобетона марки М 150 технологична в изготовлении. Объемная масса во влажном состоянии — до 1200 кг/м³. Состав керамзитоперлитобетона (на 1 м³ смеси): цемент М 500—320 кг, керамзитовый гравий объемной массой 500—600 кг/м³ — 1,2 м³, вспученный перлитовый песок объемной массой 180 кг/м³ — 0,6 м³, воды — 200 л, СДБ (в сухом состоянии от массы цемента) — 0,2%. Наружный и внутренний фактурные слои выполняются из песчано-цементного раствора М 100. Панели армируют стержнями из стали класса А-IIIв. Напряжение осуществляется электротермическим способом натяжением на силовую форму. Последняя изготовлена на максимальный размер панели, а кратные ее размеры получаются за счет установки разделительного вкладыша.

Промышленное производство таких панелей организовано на Броварском

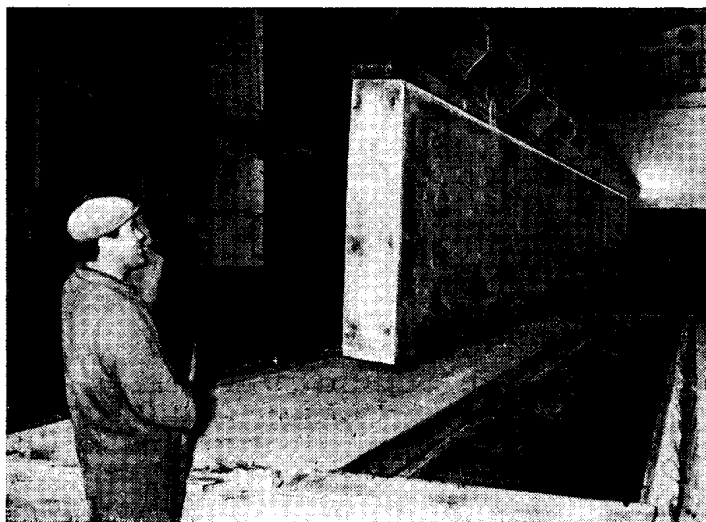


Рис. 2. Пост распалубки технологической линии по производству керамзитобетонных панелей на Броварском ЗСК

ЗСК Минпромстроя УССР (Киевская обл.). Технологическая линия на этом заводе оборудована двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 15 и 20 т, самоходным двухбункерным бетоноукладчиком, двумя виброплощадками грузоподъемностью 20 т, затирочной машиной, конвейером подготовки форм, четырьмя пропарочными камерами ямного типа и самоходной тележкой для вывоза изделий на склад готовой продукции. Линию обслуживает бригада из семи человек. На рис. 2 показан пост распалубки этой технологической линии. В 1976 г. выпущено 15,3 тыс. м³ указанных панелей. На рис. 3 показан фрагмент фасада главного корпуса завода алюминиевых конструкций, смонтированного из конструкций Броварского ЗСК.

Установка по выпуску вспученного перлитового песка построена по разработкам Киевского филиала НИИСМИ. Мощность ее 50 тыс. м³ песка в год, подача песка со склада в бункера бетоносмесительной установки осуществляется пневмотранспортом.

Производство преднапряженных стеновых панелей длиной 12 м организовано также в производственном объединении «Николаевжелезобетон».

Технико-экономические показатели стеновых панелей длиной 12 м (на 1 м²)

Масса при влажности 8%, т	0,278—0,333
Расход керамзитоперлитобетона марки М 150, м ³	0,156—0,198
Расход раствора М 100, м ³	0,039
Расход арматурной стали, кг	8,5—14,7
Трудозатраты на изготовление, чел.-ч	1,74
Себестоимость, р.	14

(трудозатраты и себестоимость приведены для панели-перемычки размером 1,2×0,24×12 м).

Экономический эффект при применении преднапряженных керамзитоперлитобетонных стеновых панелей длиной 12 м составляет около 350 тыс. р. расход стали сокращается на 6000 т, трудозатраты уменьшаются на 5300 чел.-дней.

Броварский ЗСК освоил также производство однослойных керамзитобетонных стеновых панелей для зданий с шагом колонн 6 м. Панели длиной 6 м изготавливаются из керамзитоперлитобетона марки М 50, объемной массой до 1000 кг/м³.

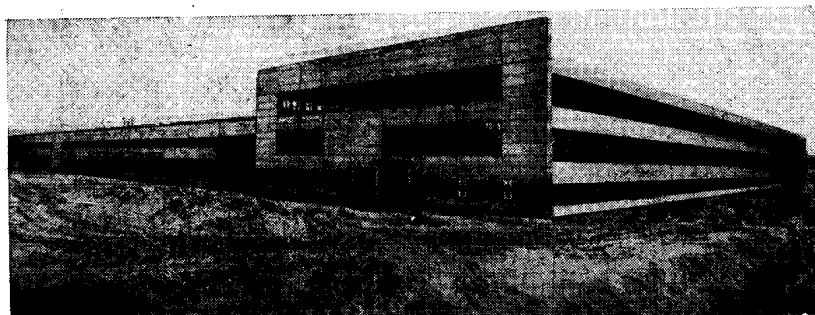


Рис. 3. Фрагмент фасада главного корпуса завода алюминиевых конструкций, смонтированного Броварским ЗСК

Состав легкого бетона на 1 м³: цемент — 220 кг; керамзитовый гравий объемной массой 500—600 кг/м³ — 1,1 м³; вспученный перлитовый песок объемной массой 1180 кг/м³ — 0,45 м³; вода — 180 л; СДБ — 0,2%. Объем производства керамзитоперлитобетонных панелей длиной 6 м составил в 1976 г. 5,6 тыс. м².

В 1975—1976 гг. проделана подготовительная работа по производству плоских преднапряженных плит покрытия размером 3×6×0,16 м из керамзитоперлитобетона. Технология изготовления плит освоена на Львовском ЗСК комбината Львовпромстрой. Экономическая эффективность от замены ребристых типовых плит покрытия, утепляемых в построечных условиях, плоскими керамзитоперлитобетонными составила 1 р. 68 к. на 1 м² покрытия. Минпромстрой УССР утверждены технические условия на эти плиты (ТУ 65-УССР-83-75) для применения их в экспериментальном строительстве. На рис. 4 показано применение таких плит из керамзитоперлитобетона марок М 100—150 в опытно-экспериментальном строительстве склада базы Львовского горисполкома.

При участии Львовского филиала Укрнистромпроекта разработаны и испытаны конструкции полигонального свода пролетом 18 м из унифицированных сборных круглопустотных плит из керамзитоперлитобетона марок М 100 и 150, армированных обычной и преднапряженной арматурой, применение которых возможно в районах с различной снеговой нагрузкой. Своды предназначены для покрытия промышленных и общественных зданий пролетом 18 м, эксплуатируемых в нормальных температурно-влажностных условиях.

Для промышленных и гражданских

зданий с гладкой поверхностью потолков пролетами 12 м разработаны и исследованы конструкции круглопустотных плит покрытия размерами 1,5×12 и 3×12 м из керамзитоперлитобетона марки М 150, армированных преднапряженной стержневой арматурой класса А-IV. Плиты изготавливали и испытывали на Калушском заводе железобетонных изделий и конструкций и применяли при строительстве административного здания в Ивано-Франковске. Рабочие чертежи плит рекомендованы для применения в экспериментальном строительстве (ТУ 65-УССР-109-76).

В десятой пятилетке в Минпромстрое УССР продолжается работа по внедрению в практику строительства новых конструкций из легких бетонов — главным образом из керамзитобетона и керамзитоперлитобетона. В тесном сотрудничестве с научно-исследовательскими и конструкторско-технологическими институтами осуществляются разработки и испытания конструкций, их технологии производства, а также систематически увеличиваются мощности по выпуску легких заполнителей.

Опыт заводского производства и применения в строительстве конструкций из керамзитоперлитобетона, накопленный в Минпромстрое УССР, показывает, что использование вспученного перлитового песка по сравнению с керамзитоперлитобетоном на кварцевом песке снижает массу конструкций на 15—20%. При этом повышаются теплотехнические показатели, особенно важные для ограждающих конструкций. Практика показала также, что возможно производство конструкций из керамзитоперлитобетона марок М 200, М 100 и М 50, объемной массой соответственно 1200, 1000 и 1000 кг/м³. Прочностные и деформативные свойства ограждающих конструк-

ций из таких бетонов удовлетворяют требованиям СНиП и ГОСТа.

На многих стройках Минпромстроя УССР в качестве утеплителя кровли применяется перлитобитум. Перлитобитумная масса на плите покрытия уплотняется катком, сверху укладывается слой рубероида; перлитобитум является также и пароизоляцией. Для приготовления перлитобитумной массы в 1977 г. использовано 77 тыс. м³ вспученного перлита.

В настоящее время при бесканальной прокладке труб все чаще применяется перлитобитумная изоляция. В отличие от других теплоизоляционных материалов, перлитобитум обладает хорошими гидрофобными свойствами, повышенным электросопротивлением, способствует надежной защите труб от коррозии.

Технология изготовления перлитобитумной изоляции такова. Разогретый до температуры 170—180°C битум марки БН-IV подается в растворомешалку закрытого типа, куда засыпан перлитовый песок объемной массой от 80 до 120 кг/м³. Соотношение объемов битума и перлита составляет 1:4—1:6. Из перемешанной горячей битумоперлитовой массы могут быть изготовлены скорлупы, сегменты или монолитная теплоизоляция трубопроводов. В 1976 г. при бесканальной прокладке труб было израсходовано 11 тыс. м³ вспученного перлита.

В течение ряда лет на предприятиях Главвостоксбстроя вспученный перлитовый песок и щебень применяют как заполнитель при производстве легких бетонов. Перлитобетонные стеновые панели для зданий промышленного культурно-бытового назначения (серии I.432-5), а также преднапряженные плиты покрытия из тяжелого бетона с утеплителем из перлитобетона выпускают на заводах ЖБИ в Шелехове и Улан-Удэ.

На заводе крупнопанельного домостроения (КПД) в Улан-Удэ изготавливают панели из перлитобетона для жилых домов серии I-335КС, на Усольском заводе КПД — стеновые панели из керамзитоперлитобетона для домов серии I-335АС, а на Мельниковском заводе КПД — для домов серии I-464АС.

В 1976 г. предприятиями Главвостоксбстроя с применением вспученного перлита (песка и щебня) было выпущено 150 тыс. м³ легкогобетонных конструкций, а в 1977 г. объем их выпуска составил 170 тыс. м³.

Вспученный перлит применяется также при изготовлении теплоизоляционных изделий. Перлитобетонные плитки на

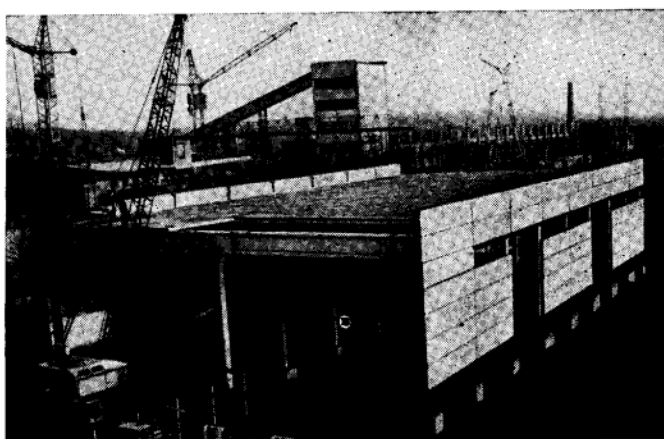


Рис. 4. Применение плоских плит покрытий из керамзитоперлитобетона марки М 100—150 в опытно-экспериментальном строительстве склада базы Львовского горисполкома

цементной связке размерами 700×300 мм и толщиной 120—140 мм, объемной массой не более 500 кг/м^3 и пределом прочности при сжатии 10 кгс/см^2 используют для теплоизоляции покрытий промышленных и жилых зданий. Для производства таких плит в 1977 г. использовано 1,6 тыс. м^3 .

В Минпромстрое БССР и Главкаминкурортстрое вспученный перлитовый песок используется только при приготовлении перлитобитумной и перлитобетонной изоляции для бесканальной прокладки труб.

Нужно отметить, что Минпромстрой СССР при внедрении вспученного перлита испытывает большие трудности,

связанные с необходимостью переработки получаемого сырья и установкой специального технологического оборудования. Дело в том, что потребителям должно отгружаться фракционированное сырье. Однако предприятия по производству вспученного перлита получают его нефракционированным, загрязненным, с большим количеством слабоспучивающихся примесей. Переработка некондиционного сырья требует организации дробильно-сортировочных и сушильных отделений на предприятиях по производству вспученного перлита, что экономически неоправдано.

Минстройдормаш не обеспечивает выполнение заданий по изготовлению тех-

нологического оборудования в необходимых количествах. Госснабом СССР не осуществляется комплектная поставка технологического оборудования для предприятий по производству вспученного перлита, что вынуждает эти предприятия самостоятельно решать вопросы изготовления оборудования, а это, как правило, приводит к снижению качества и удорожанию стоимости продукции.

Необходимо широко распространять подготавливаемые научно-исследовательскими организациями инструктивные и нормативные документы по технологии производства и применения вспученного перлита.

Канд. техн. наук М. Т. СЕДАКОВА, инженеры Б. П. ПОЗНЯНСКАЯ (ЦНИИЭП жилища), В. С. ПОДЛЕСНЫХ (Главпромстройиндустрия Минпромстроя СССР)

УДК 624.012:691.214.45:728

Конструкции с применением перлита в жилищно-гражданском строительстве

На основе исследований, выполненных ЦНИИЭП жилища, НИИСФ и ВНИИСТРОМ, на предприятиях Главвостоксбстроя с 1959 г. начато производство наружных стеновых панелей толщиной 35 см из перлитобетона для жилых домов (серии I-464С ЦНИИЭП жилища). Применение перлитобетона марок М 50—75 объемной массой 800—900 кг/м^3 позволило получить значительный технико-экономический эффект. По сравнению с ранее применявшимися стенами толщина снижена в 2 раза, масса — в 5 раз, а стоимость 1 м^2 уменьшена на 18%. С 1961 г. Шелеховский ЖБИ выпускает панели для промышленных и гражданских, а с 1966 г. — для сельских зданий.

Главной Государственной инспекцией обследована наружная стена из перлитобетона промышленных и жилых зданий, дано заключение об их удовлетворительном состоянии. Натурными теплофизическими наблюдениями ЦНИИЭП жилища и НИИСФ установлено высокое термическое сопротивление перлитобетонных стеновых панелей: их фактическое значение превышает требуемое на 12%. Обследования ЦНИИЭП жилища и НИИЖБ состояния арматуры показали отсутствие ее коррозии в панелях с бетоном плотной структуры.

С 1967 г. действует Иркутский домо-

строительный комбинат мощностью 140 тыс. м^2 жилья в год, выпускающий стеновые панели из керамзитоперлитобетона марки М 75, объемной массой 1000 кг/м^3 для жилых домов улучшенных серий — I-464АС, а затем I-464ДС. Одновременно предприятия Бурятии освоили выпуск перлитобетонных панелей для зданий различного назначения. Главвостоксбстроем построено свыше 1 млн. м^2 жилой площади домов с наружными стенами из перлитобетона и керамзитоперлитобетона, а также многочисленные здания культурно-бытового назначения — гостиницы, кинотеатры и др.

На предприятиях Главвостоксбстроя освоен выпуск отдельных панелей из керамзитоперлитобетона марки М 100 для оснований полов, комплексных междуэтажных панелей перекрытий жилых домов, а также комплексных плит покрытий с теплоизоляционным слоем перлитобетона.

Опыт эксплуатации зданий различного назначения с ограждающими конструкциями на основе вспученного перлита в суровых климатических условиях Восточной Сибири, районах с повышенной сейсмичностью свидетельствует о высокой эффективности, надежности и технико-экономической целесообразности его применения.

Одесским ДСК Промстроя Минпромстроя СССР накоплен многолетний опыт использования перлита. Осуществляется строительство жилых девятиэтажных домов серии III-94 Укргорстройпроекта с наружными стенами из керамзитоперлитобетона марки М 75 и 16-этажных домов серии ОГ КиевЗНИИЭП.

Состав бетона на 1 м^3 следующий: перлитовый песок ($\gamma = 150 \text{ кг/м}^3$) — 0,65 м^3 ; керамзитовый гравий фракций 5—40 мм ($\gamma = 450\text{—}500 \text{ кг/м}^3$) — 1 м^3 ; цемент марки М 400—240 кг; вода — 240—260 л.

При использовании перлита объемной массой менее 150 кг/м^3 в состав бетонной смеси вводят кварцевый песок в количестве 200 кг/м^3 . Расход керамзита — 1 м^3 , перлитового песка — 0,32 м^3 , цемента — 240 кг/м^3 , воды — 200—220 л. Применяется воздухововлекающая добавка СНВ в количестве 0,15% массы цемента. Однако применение кварцевого песка вместо вспученного перлита нельзя признать целесообразным в связи с ухудшением теплотехнических показателей керамзитоперлитобетона.

В г. Фрязине (Московская обл.) построено 5 экспериментальных жилых домов серии III-121 с наружными стенами из керамзитоперлитобетона. ЦНИИЭП жилища разработал Альбом рабочих чертежей двухмодульных

стеновых панелей из керамзитоперлитобетона для жилых домов».

Исследования ЦНИИЭП жилища позволили установить возможность снижения толщины стеновых панелей на 5—7 см за счет использования вспученного перлита по сравнению с поризованным керамзитобетоном на кварцевом песке. При применении стеновых панелей толщиной 300 мм из керамзитоперлитобетона марки М 75 для зданий до 9 этажей вместо панелей толщиной 350 мм из керамзитобетона марки М 50 для пятиэтажных зданий получен существенный эффект. Стоимость 1 м² панелей снижена на 1,6 р., а расход цемента и арматуры — на 15%.

В системе Минстроя СССР в 1975—1976 гг. построено 7 заводов в Ленинграде, Таллине, Тамбове, Воронеже, Ярославле, Саратове мощностью по 60 тыс. м³ вспученного перлита и в Горьком мощностью 100 тыс. м³ в год. Указанные предприятия выпустили опытные партии перлита, а в Воронежском территориальном управлении за истекшие два с половиной года изготовлено 70 тыс. м³ вспученного перлита.

ЦНИИЭП жилища совместно с Воронежским ЖБК изготовил опытные стеновые панели из керамзитоперлитобетона марки М 100 и поризованного керамзитобетона (при равных расходах цемента) для жилых домов, возводимых на трассе БАМа. Панели из поризованного керамзитобетона имели объемную массу 1610 кг/м³ в сухом состоянии, а из керамзитоперлитобетона — 1180 кг/м³. Однако наилучшие показатели получены СКБ Прокатдеталь совместно с ЦНИИЭП жилища при формировании двухмодульных керамзитоперлитобетонных панелей: при расходе цемента марки М 400 211 кг/м³ получен керамзитоперлитобетон марки М 100 объемной массой 900 кг/м³.

Минпромстройматериалов Молдавской ССР наметил строительство в Кишиневе печи кипящего слоя, разработанной ВНИИСТРОМ, для производства вспученного перлитового песка на сырье Береговского месторождения. В связи с этим ЦНИИЭП жилища провел лабораторные и заводские исследования по изготовлению керамзитоперлитобетонных панелей.

На основании опытно-промышленной партии вспученного перлитового песка кипящего слоя на Кишиневском заводе ЖБИ изготовлены опытные керамзитоперлитобетонные панели.

В системе Минсельстроя СССР за последние годы построены заводы по производству вспученного перлита в Кировсельстрое и Каббалксельстрое мощностью по 30 тыс. м³ в год. Кроме того,

строятся заводы мощностью 50 тыс. м³ в год в Чечингсельстрое, Дагсельстрое, Липецксовхозстрое, Ростовсельстрое и Севосетинсельстрое, мощностью 100 тыс. м³ в год в Бурятсельстрое.

Вспученный перлитовый щебень и песок будут использованы для изготовления ограждающих конструкций зданий, намечен большой объем использования вспученного перлитового песка для штукатурных растворов (около 200 тыс. м³).

ЦНИИЭПсельстрой совместно с Оргтехстроем и Владимирсельстроем осуществил работы по строительству экспериментального 9-этажного жилого 126-квартирного дома в Александрове. Здесь применен штукатурный перлитовый поризованный раствор толщиной 2,5 см и сверху известково-песчаный слой толщиной 0,5 см для кирпичных стен, за счет чего толщина стен уменьшена с 64 до 51 см. На 20% снижен расход кирпича, трудозатраты уменьшились на 19%, а стоимость — на 12%. Путем натурных теплотехнических наблюдений ЦНИИЭП жилища установлено, что фактическое термическое сопротивление кирпичных стен уменьшенной толщины, оштукатуренных перлитовым раствором, соответствует требуемому с расчетной температурой наружного воздуха —27°С.

Многолетний опыт изготовления перлитобетонных и керамзитоперлитобетонных панелей свидетельствует о возможности изготовления их на всех действующих заводах. При этом обязательными условиями являются организация склада перлитового песка и пневмотранспорта его на растворобетонный узел; применение перлитового песка марки М 200 и более, соответствующего требованиям ГОСТ 9757—73. Для уменьшения влажности бетона необходимо применять поверхностно-активные и гидрофобные добавки (мылонафт, ЦНИИПС-1, СНВ, омыленную канифоль в количестве не более 0,15—0,2% массы цемента), а тепловую обработку производить в условиях, способствующих испарению влаги: контактным прогревом форм в пакетах, электропрогревом и др.

Исследования ЦНИИЭП жилища, определяющие влияние вида теплового агрегата на свойства перлита и бетонов на его основе, свидетельствуют о том, что песок, получаемый в шахтной печи, отличается наибольшей пористостью, водопоглощением, наличием пылеватых фракций, что вызывает его повышенный расход, увеличивает объем воды затворения на 15—25% и расход цемента по сравнению с бетоном, изготовленным на песке, вспученном во вращающейся печи

и в печи кипящего слоя. Кроме того, легкие бетоны на перлитовом песке, изготовленном в шахтной печи, отличаются повышенной водопроницаемостью.

ЦНИИЭП жилища разработал конструкции совмещенных крыш в виде изделий полной заводской готовности. Разработаны варианты с несущей панелью из керамзитоперлитобетона марки М 100 размером на комнату с утеплением перлитофосфогелиевыми или перлитопластбетонными плитами, а также вспученным перлитовым песком, изготавливаемое в едином производственном цикле¹.

Перспективным является также применение легкобетонных панелей с утепляющим внутренним слоем из перлитового раствора, улучшающим теплотехнические свойства наружных стен². Опыт, накопленный в г. Фрязине, позволил установить целесообразность применения керамзитоперлитобетона для наружных стен в монолитном домостроении.

Для совершенствования качества вспученного перлита и конструкций на его основе необходимо осуществить реконструкцию Арагацкого и Береговского карьеров перлитового сырья, закончить строительство Мухор-Талинского карьера и обеспечить предприятиям по выпуску вспученного перлита поставку сырья по фракциям (0,5—2,5; 2,5—5 и 5—10 мм). Необходимо осуществить дифференцированный подход к выбору технологических агрегатов для вспучивания перлита в зависимости от его использования. Следует расширить объем применения вспученного перлита для однослойных легкобетонных наружных стен жилых, гражданских и промышленных зданий, начать выпуск промышленных конструкций крыш, утепленных вспученным перлитом и изделиями на его основе, а также осуществить промышленное изготовление сухих гипсоперлитовых и цементно-перлитовых смесей и растворов. Для общественных большепролетных зданий и сооружений за проектировать и внедрить арочные и сводчатые покрытия с несущей частью и теплоизоляцией на основе вспученного перлита. Необходимо расширить изучение и обобщение зарубежного опыта применения перлита с целью внедрения его в отечественную практику строительства.

¹ Авт. свид. № 407741 на имя И. С. Баршака, Д. К. Баулина, М. Т. Седаковой и др. Устройство для формирования многослойных железобетонных изделий. — Б. И., 1973, № 47.

² Авт. свид. № 443768 на имя И. Н. Дмитриева. Установка для нанесения отделочного слоя. — Б. И., 1974, № 35.

Бетоны на вспученных перлитах Камчатки

Трест Камчатсксельстрой Минсельстроя РСФСР ведет работы по промышленному освоению Начикинского месторождения перлита и налаживает производство вспученного перлита на Елизовском комбинате строительных материалов на Камчатке.

Перлиты залегают под мощным слоем обсидианов, что усложняет их раздельную добычу и производство вспученного заполнителя на их основе. Выпуск качественного вспученного заполнителя осложнен тем, что обсидианы и перлиты вспучиваются в широком диапазоне температур — от 950 до 1200°C при больших колебаниях времени обжига и коэффициента вспучивания.

В настоящее время для выпуска наружных стеновых панелей на Камчатке используется бетон объемной массой до 1700 кг/м³ на вулканических шлаках. С учетом эксплуатации во влажной зоне побережья Камчатки, коэффициент теплопроводности при расчетах принимается не менее 0,6 ккал/(ч·м·°C), а толщина стен — 50 см.

Использование вспученного перлита в качестве мелкого заполнителя шлакоперлитобетона и для бетона на вспученном перлитовом щебне дает возможность снизить объемную массу бетона на 18—35%, повысить его теплозащитные свойства, а также сейсмостойкость зданий из облегченных конструкций. Кроме того, решается задача обеспечения строек Камчатки теплоизоляционными материалами.

Оказывая Камчатсксельстрою научно-техническую помощь, НИИЖБ и БВ НИИЖБ определили свойства материалов, полученных на Елизовском комбинате, подобрали составы перлитобетона и шлакоперлитобетона, изучили их основные физико-механические характеристики в лаборатории и в производственных условиях завода. Сравнение свойств перлита, вспученного в вертикальной и горизонтальной вращающихся печах, со свойствами вулканического шлака приведены в табл. 1.

Данные таблицы показывают, что песок, вспученный в вертикальной печи, имеет высокую объемную насыпную массу, превышающую требуемую по ГОСТ 10832—74, и малую реакционную способность ($\text{SiO}_2=44,4$ ммоль/л вместо 130 ммоль/л, которые имеет, например,

вспученный перлитовый песок из сырья Арагацкого месторождения). Остальные показатели отвечают требованиям стандарта.

Были определены основные физико-механические и теплотехнические характеристики перлитобетона и шлакоперлитобетона. В соответствии с изменением свойств тяжелого и легкого вспученного перлита, полученного в вертикальной или горизонтальной вращающейся печи, в широком диапазоне изменялись объемная масса перлитобетона (730—1230 кг/м³) и его прочность (13,6—75 кгс/см²). Влажность перлитобетона после пропаривания изменялась от 18,6 до 25,5%, а водопоглощение за 24 ч составило 28—30% по массе. Сорбционное увлажнение достигло за год испытания 7,5% массы. Коэффициент морозостойкости после 25 циклов замораживания и оттаивания был равен 1. Коэффициент теплопроводности перлитобетона объемной массой в сухом состоянии 1060 кг/м³ был равен 0,27 ккал/(ч·м·°C) при влажности 9% и 0,2 ккал/(ч·м·°C) в сухом состоянии.

Призмная прочность и модуль упругости перлитобетона марки М 75, объемной массой 900 кг/м³ составили

Таблица 1

Вид заполнителя	Размер зерен, мм	Средняя объемная масса, кг/м³	Прочность при сжатии в цилиндре, кгс/см²	Водопоглощение за 2 сут., %		Межзерновая пустотность, %
				по массе	по объему	
Вспученный перлит Начикинского месторождения	5—10	100—114	0,75—0,78	—	—	—
	5—10	240	2,4	40,6	19,6	49,5
	До 5	400	—	—	—	—
	До 5	670	—	—	—	—
Вулканический шлак Козельского месторождения	10—20	840	24,7	16,8	27,3	49
	5—10	895	39,6	17,6	30,3	47,5
	До 5	1240	—	—	—	—

Примечание. Вспученный перлитовый щебень и песок объемной насыпной массой до 400 кг/м³ получены в горизонтальной вращающейся печи, а песок объемной массой 670 кг/м³ — в вертикальной печи.

Таблица 2

Марка бетона:	Расход материалов на 1 м³ бетона						Объемная масса в сухом состоянии, кг/м³
	цемент, кг	вулканический шлак, л	вспученный перлит, л		вода, л		
			250—400, л	более 600, л			
Перлитобетон для крупных блоков и панелей							
35	320	—	1450	—	350	900	
35	280	—	—	1100	350	1050	
50	300	—	—	1250	320	1200	
75	320	—	—	1150	300	1200	
Шлакоперлитобетон для крупных блоков и панелей							
50	250	550	—	700	280	1350	
75	250	900	—	350	250	1500	
100	320	500	—	700	280	1400	
Шлакоперлитобетон для мелких блоков							
50	290	450	1000	—	280	1200	

Примечания: 1. Фракция более 5 мм составляет в общем объеме перлита 20%.

2. В качестве добавки может применяться любая гидрофобно-пластифицирующая до 0,15% массы цемента.

Примечания: 1. Фракция более 5 мм составляет в общем объеме перлита 20%.
2. В качестве добавки может применяться любая гидрофобно-пластифицирующая до 0,15% массы цемента.

соответственно 60 кгс/см² ($R_{пр}$) и 51 800 кгс/см² (E_6). Шлакоперлитобетон марки М 100, объемной массой 1400 кг/м³ имел $R_{пр}=77$ кгс/см² и $E_6=64 700$ кгс/см².

В производственных условиях были изготовлены стеновые панели типа ПСЛ-2в серии 1.832-2 из перлитобетона с наружным изолирующим слоем из тяжелого бетона и однослойные шлакоперлитобетонные без изолирующего слоя, а также перлитобетонные крупные стеновые блоки СНМ-2к серии 1.306с и мелкие шлакоперлитобетонные блоки типа «крестьянин».

Бетонную смесь приготавливали в бетономешалке СБ-97, в которой вспученный перлит дополнительно перетирался и измельчался. Измельчение увеличивает объемную массу используемого перлита, соответственно его расход на 1 м³ бетона увеличивается до 300 л.

Эксперименты доказали возможность применения перлитовых песков в бето-

нах для изготовления различных ограждающих конструкций. Камчатсксельстроу были рекомендованы составы бетонов (табл. 2) и тип панели с повышенной защитой от увлажнения. Панели из перлитобетона необходимо защищать с наружной стороны изолирующим слоем гидрофобизированного плотного бетона. Однослойные панели могут быть изгото-

товлены только из гидрофобизированного шлакоперлитобетона с обязательной наружной гидрофобизированной фактурной отделкой.

Предельная сжимаемость перлитобетона марки М 75 достигает 1,75 мм/м, шлакоперлитобетона марки М 100 — 2,39 мм/м. Ввиду пониженного мо-

дуля упругости перлитобетона марки М 75 (48 100—54 800 кгс/см²) и шлакоперлитобетона марки М 100 (62 800—67 300 кгс/см²) против указанных в СНиП II-21-75 (соответственно 60 000 и 95 000 кгс/см²) следует все это учитывать при перерасчете принятых ограждающих конструкций.

Инженеры Р. С. ЖУКОВА (трест № 6 «Стройдеталь»
Воронежского территориального управления строительства),
А. К. НЕВЗГОДА (трест Оргтехстрой)

УДК 691.214(470.324)

Применение вспученного перлита в Воронеже

В 1974 г. на Воронежском заводе ЖБК треста № 6 «Стройдеталь» был сдан в эксплуатацию цех по производству вспученного перлита мощностью 60 тыс. м³ в год на сырье Береговского месторождения.

В Воронеже и области вспученный перлит применяют при изготовлении комплексных плит покрытий промышленных зданий с утеплителем из перлитобетона, для производственно-экспериментального изготовления керамзитоперлитобетонных стеновых панелей, в качестве подготовки основания под полы и штучного утеплителя.

Комплексные преднапряженные плиты с утеплителем из перлитобетона предназначены для бесчердачных покрытий отапливаемых промышленных зданий с шагом несущих конструкций 6 м. За несущую основу приняты типовые сборные железобетонные преднапряженные плиты серии I. 465-7, вып. 1.3.

Завод ЖБК треста № 6 «Стройдеталь» выпускает комплексные плиты размером 3×6 и 1,5×6 м (см. рисунок). Наиболее характерной по техническим параметрам является плита $\frac{\text{ПАТ}}{3 \times 6}$ -3 размером 5970×2980 мм, массой 3,42 т, из бетона марки М 300, с толщиной слоя утеплителя 80 мм. В условиях Воронежской области такая толщина слоя утеплителя обеспечивает требуемые теплотехнические характеристики изделия. Для изготовления плиты расходуют тяжелый бетон — 1,07 м³; сталь — 92,5 кг; перлитобетон — 1,317 м³; изол — 20 м². В качестве утеплителя принят поризованный перлитобетон объемной массой 450 кг/м³ и прочностью при сжатии 10 кгс/см². Перлитобетон

бетонную смесь марки М 10 готовят из перлитового песка объемной массой 150—200 кг/м³ с модулем крупности 2,5—3,5, цемента марки М 400 или М 500, воды и пластификатора. Смесь с осадкой конуса 6 см приготавливают в смесителе непрерывного действия в бетоносмесительном цехе завода, транспортируют бетоновозными тележками, позволяющими избежать расслоения и уплотнения массы.

Теплоизоляционный слой укладывают на расстоянии 75 мм от контура плиты в дополнительную бортовую оснастку. В момент укладки смеси механические воздействия на плиту исключаются. Свежеотформованные изделия подвергают тепловой обработке в камерах ямного типа.

Применение комплексных плит с утеплителем из перлитобетона позволило снизить массу 1 м² покрытия более чем на 100 кг по сравнению с комплексными плитами с утеплителем из керамзитобетона. Сметная стоимость 1 м² покрытия по сравнению с керамзитобетонными плитами сократилась на 1,56 р., расход цемента на 1 м² утеплителя уменьшился на 1,6 кг. Воронежским Гипропромом разработан альбом «Сбор-



Комплексная плита покрытий на выставке Воронежского территориального управления строительства

ные комплексные плиты покрытий промышленных зданий с утеплителем из перлитобетона.

В пролете завода ЖБК, предназначенном для выпуска наружных стеновых керамзитобетонных панелей объемной массой 1100 кг/м³, была изготовлена большая партия панелей серии СТ-02-31 из керамзитоперлитобетона марки М 50. Для опытного формирования панелей использовали цемент — шлакопортландцемент мар М 300 Подгоренского завода; керамзит Латненского завода ($\gamma = 550$ кг/м³); вспученный перлит, полученный из сырья Береговского месторождения; воздухововлекающую добавку ПО-6. Цемент дозировали по массе, остальные материалы — по объему.

Керамзитоперлитобетон приготавливали в бетономешалке С-951 емкостью по загрузке 1 200 л. Бетон к месту укладки подавали самоходным раздаточным бункером емкостью 1,5 м³. Получали керамзитоперлитобетон объемной массой 900 кг/м³, прочностью при сжатии 52 кгс/см², теплопроводностью 0,2 ккал/(ч·м·°С), морозостойкостью 50 циклов, влажностью 18%.

Панели формовали по технологии, принятой на заводе для керамзитобетонных панелей. Внутренний и наружный слой отделывали раствором марки М 100 на кварцевом песке. Термообработку проводили в ямных камерах пропаривания по принятому на заводе режиму. После распалубки и складирования керамзитоперлитобетонных панелей визуальным осмотром не обнаружены усадочные и механические трещины и раковины.

Эффективность применения вспученного перлита для производства сборного железобетона снижается из-за способности перлита впитывать влагу. Для уменьшения водопоглощения и сохранения теплофизических характеристик слоя утеплителя из перлитобетона трест № 6 «Стройдеталь» и трест Оргтехстрой проводят в лабораторных условиях гидрофобизацию зерен перлита, уменьшая таким образом количество

воды затворения в бетоне. Параллельно ведутся работы по гидрофобизации поверхности теплоизоляционного слоя. Опыт показывал, что при умеренной обработке зерен гидрофобизатором объемная масса и гранулометрический состав вспученного перлита практически не меняются. Применение гидрофобизированного перлита в бетонных смесях в качестве слоя утеплителя комплексных плит позволило снизить количество воды затворения в перлитобетоне в 2,3 раза, а объемную влажность — в 3,3 раза. Ближайшей задачей является организация изготовления гидрофобизированного перлита в производственных условиях. Однако существующая схема гидрофобизации перлита, разработанная Киевским НИИСМИ, предусматривает отдельно стоящую технологическую установку. Эксплуатация такого оборудования в цехе перлита Воронежского завода ЖБК вызывает значительные трудности, поэтому более целесообразно создать специальную установку для производства вспученного перлита.

Для устройства гидроизоляционного покрытия по поверхности поризованного перлитобетона в лабораторно-производственных условиях испытывали 6 видов гидрофобизирующих покрытий, два из которых рекомендованы для практического использования: синтетический латекс СКС-35, водно-спиртовой раствор метилсиликоната натрия ГКЖ-10. Качество покрытия проверяли на отформованных образцах-кубах и выпиленных из плит покрытия образцах.

Покрываем пленкой и контрольные образцы испытывали на открытой площадке в обычных атмосферных условиях. В таких же условиях испытывали и комплексные плиты покрытий с двумя видами гидроизоляционного слоя. В результате обнаружено влияние поверхностного покрытия на степень выветривания и возможность повышения степени морозостойкости теплоизоляционного слоя бетона.

Область применения вспученного перлита в Воронежской области будет расширена за счет применения его в производстве перлитоперлитобетона, предназначенных для утепления кровель промзданий и наружных стеновых панелей из керамзитоперлитобетона для жилищного, культурно-бытового и промышленного строительства.

Канд. техн. наук Н. А. ТАЧКОВА (НИИСФ), инж. Л. А. МАКЕЕВА (Госстрой СССР)

УДК 691.327:666.973.2:553.535:697:536.2

Теплотехнические свойства легкого бетона на вспученном перлитовом песке

Широкое применение для производства ограждающих конструкций получил керамзитобетон. Однако из-за отсутствия производства вспученного керамзитового песка приходится дробить керамзитовый гравий на песчаную фракцию, что увеличивает объемную массу бетона и удорожает его. В связи с этим большое значение приобретает расширение выпуска вспученного перлитового песка для изготовления легкотонных изделий, промышленная технология которого уже освоена на некоторых предприятиях.

Несмотря на то, что керамзитоперлитобетон производится свыше 15 лет, его теплофизические свойства из-за недостаточной изученности не отражены в СНиП II-A.7-71. В НИИСФ коэффициент теплопроводности керамзитоперлитобетона определяли стационарным методом на приборе фирмы «Feutron» (ГДР) по ГОСТ 7076-66 и нестационарным методом с линейным источником тепла, разработанным в НИИСФ на образцах, изготовленных в НИИЖБ. Бетоны марок М 50, 75 и 100 отличались расходом цемента и зерновым составом заполнителей (35 и 40% вспученного перлитового песка от общего объема заполнителя). Исследовали величину коэффициента теплопроводности в зависимости от вида керамзитового гравия, насыпной объемной массы вспученного перлитового песка, пластифицирующей добавки, а также от влажности бетона и температуры. Первая серия включала образцы на кера-

зитовом гравии фракции 5—40 мм Орехово-Зуевского завода ($\gamma_n=475 \text{ кг/м}^3$) и различных вспученных перлитовых песках (35% общего объема заполнителя фракции 0—5 мм). Перлитовый песок Арагацкого месторождения имел насыпную объемную массу 100, 200, 250 и 300 кг/м^3 , а береговский — 100 кг/м^3 .

Вторую серию готовили на керамзитовом гравии фракции 5—20 мм Серпуховского ($\gamma_n=400 \text{ кг/м}^3$) и Клинского ($\gamma_n=530 \text{ кг/м}^3$) заводов. В качестве мелкого заполнителя применяли перлитовый песок, вспученный в печи кипящего слоя из сырья Береговского месторождения ($\gamma_n=200 \text{ кг/м}^3$). Составы отличались расходом цемента (185—250 кг/м^3), зерновым составом заполнителей (35 и 40% песка от общего объема заполнителей), фракцией вспученного перлитового песка (до 5 и до 10 мм, причем содержание зерен 5—10 мм составляло 5% по объему от содержания песка) и видом пластифицирующей добавки (ЦНИПС-1 — 0,16%; СНВ — 0,1% массы цемента). Для сравнения изготовили образцы аналогичных составов без добавок. Для исследований использовали образцы размерами 25×25×5 и 10×10×10 см.

На основании полученных данных построили график зависимости коэффициента теплопроводности керамзитоперлитобетона от его объемной массы в сухом состоянии (рис. 1). Анализируя его, можно отметить, что теплопроводность керамзитоперлитобетона исследованных модификаций, изготовленного на перлитовом песке, вспученном в шахтной печи и в печи кипящего слоя, практически находится в прямой зависимости от объемной массы бетона независимо от исследованных видов перлита, керамзита и вида добавки. Сравнение полученных данных с теплопроводностью сухого керамзитобетона равной объемной массы по СНиП II-A.7-71 (см. изменение и дополнение в «Бюллетене строительной техники», 1976, № 5) показало, что теплопроводность керамзитоперлитобетона незначительно (до 5%) выше, чем керамзитобетона. Увлажнение керамзитоперлитобетона повышает его теплопроводность. Для керамзитоперлитобетона увеличение влажности на 1% дает в среднем прирост коэффициента теплопроводности бетона ма-

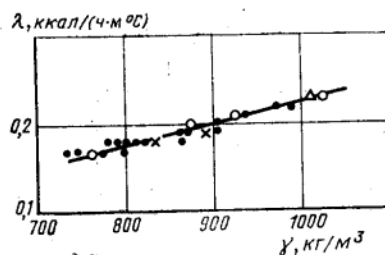


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплопроводности керамзитоперлитобетона от объемной массы в сухом состоянии
● — на перлитовом песке, полученном в шахтной печи (без добавок); × — на перлитовом песке, полученном в печи кипящего слоя (без добавок); ○ — то же, с добавкой ЦНИПС-1; △ — то же, с добавкой СНВ

рок М 50—75 на 0,007, а марки М 100 — на 0,008 ккал/(ч·м·°С). Полученный характер зависимости $\lambda = f(W)$ указывает на различную скорость приращения коэффициента теплопроводности на 1% влажности при увлажнении свыше 12%. Только до 12% увлажнения можно принимать линейную зависимость λ от W . В интервале увлажнения от 12 до 20% темп приращения λ на 1% влажности увеличивается, дальнейшее увлажнение бетона снова приводит к уменьшению λ .

В табл. 1 приведены средние величины коэффициентов теплопроводности керамзитоперлитобетона на основе обобщения опытов авторов и данных, полученных в МНИИТЭП и НИИСМИ (Киев). Расчетная влажность, согласно СНиП, для условий эксплуатации А принята равной 8%, и для условий Б—12%. Значение этих влажностей соответствует сорбционной влажности керамзитоперлитобетона при относительной влажности ϕ 80 и 97%.

Исследования коэффициента теплопроводности при низкой температуре показали, что для керамзитоперлитобетона марки М 50 при влажности, не превышающей сорбционную, она незначительно сказывается на изменении его теплопроводности. Сверхсорбционное увлажнение вызывает резкое возрастание коэффициента теплопроводности, причем особенно при понижении температуры до $(-10) - (-15)^\circ\text{C}$. При дальнейшем уменьшении температуры темп роста коэффициента теплопроводности замедляется (рис. 2).

Полученные на небольших образцах значения коэффициентов теплопроводности подтвердились при испытаниях керамзитоперлитобетонных однослойных наружных стеновых панелей в нату-

ральную величину, которые производили в климатической камере при температуре внутреннего воздуха 18°C , а наружного $(-28) - (-30)^\circ\text{C}$ в течение 20 сут. С этой целью изготовили панели (НС-7) для жилых домов серии I-22-6д толщиной 30 см на Буньковском экспериментальном заводе Главмособлстройматериалов при участии НИИЖБ. В качестве крупного заполнителя использовался керамзитовый гравий Серпуховского завода ($\gamma_n = 650 \text{ кг/м}^3$), а мелко-

го — перлитовый песок, вспученный в шахтной печи из сырья Арагацкого месторождения ($\gamma_n = 200 \text{ кг/м}^3$). Панели с наружной стороны имели облицовочный слой из керамической плитки (размером $2 \times 2 \text{ см}$), на который укладывали защитный слой из раствора на плотном песке толщиной 15—20 мм, затем керамзитоперлитобетонную смесь и на него отделочный слой из плотного раствора. При приготовлении керамзитоперлитобетонной смеси расход керамзита на 1 м^3 составил $0,95 \text{ м}^3$, вспученного перлитового песка — $0,6 \text{ м}^3$, цемента 240 кг, ЦНИПС-1—0,16% массы цемента. Кроме того, в НИИСФ испытывали керамзитоперлитобетонные панели (НС-1) толщиной 35 см марки М 50 для жилых домов серии I-464, изготовленные заводом ЖБИ Главмособлстройматериалов при участии ЦНИИЭП жилища (табл. 2).

По теплозащитным качествам для районов с расчетной температурой $28,5^\circ\text{C}$ панель НС-7 удовлетворяет с небольшим запасом (2%) нормативным требованиям. Коэффициент теплопроводности этой панели соответствует теплопроводности керамзитобетона по СНиП с $\gamma_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$. Панель НС-1 по теплозащитным свойствам нельзя считать удовлетворительной. Одна из причин этого — высокая влажность керамзитоперлитобетона, доходящая до 22%. Учитывая, что керамзитоперлитобетон плохо сохнет, как показали натурные обследования, необходимо отпускную влажность сводить к минимуму, т. е. к величине максимальной сорбционной влажности (12—16%) путем введения в бетонную смесь пластифицирующей добавки, применяя соответствующий способ тепловой обработки изделий или их подсушки.

Таблица 1

Наименование материала	Объемная масса в сухом состоянии γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , ккал/(ч·м·°С) при разной влажности W , %		
		0	8	12
Керамзитоперлитобетон (на различных керамзитах, перлитовых песках из шахтных печей и печей кипящего слоя, с пластифицирующими добавками)	800	0,19	0,25	0,3
	900	0,22	0,28	0,33
	1000	0,24	0,3	0,35

Таблица 2

Марка панели	Объемная масса керамзитоперлитобетона в сухом состоянии γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , ккал/(ч·м·°С)			Влажность бетона в панели W , %		Термическое сопротивление панели R_0 , ч·м ² ·°С/ккал
		по испытаниям в климатической камере	по лабораторным данным с учетом распределения влажности и температуры в панели	по лабораторным данным по средней влажности и без учета распределения температуры в панели	максимальная	средняя	
НС-7	950	0,34	0,35	0,34	17	11,6	1,056
НС-1	1000	0,42	0,4	0,37	22	15,6	1,025

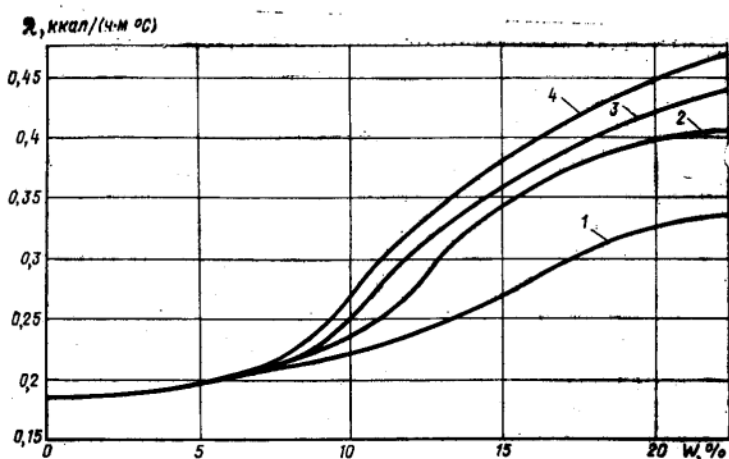


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплопроводности керамзитоперлитобетона марки М 50 ($\gamma = 880 \text{ кг/м}^3$) от влажности при температурах 1 — 20; 2 — (-5) ; 3 — (-10) ; 4 — $(-25)^\circ\text{C}$

Выводы

Целесообразность применения керамзитоперлитобетона очевидна, так, как замена дробленого керамзитового песка (обычно применяемого при производстве керамзитобетона) вспученным перлитовым песком позволяет снизить объемную массу бетона.

Керамзитоперлитобетон имеет большую расчетную влажность, чем керамзитобетон, но приращение коэффициента теплопроводности на 1% влажности ниже у керамзитоперлитобетона. Учитывая эти факторы, толщина стеновых панелей из керамзитоперлитобетона будет меньше, чем из керамзитобетона.

Расчетные значения коэффициента теплопроводности керамзитоперлитобетона рекомендуется принимать по табл. 1.

Легкобетонные изделия на базе вспученного перлитового песка

В последние годы в нашей стране расширился объем производства легкобетонных ограждающих конструкций, для изготовления которых используется вспученный перлитовый песок. Это позволяет снизить объемную массу легкого бетона примерно на 300 кг/м³ (например, плотного керамзитобетона, шлакопемзобетона и т. п.) и соответственно уменьшить толщину ограждения на 4—8 см в зависимости от района строительства. Даже в случае, если стоимость 1 м³ более легкого вспученного перлитового песка несколько выше стоимости традиционного пористого (например, керамзитового), то применение его все равно оправдано общим снижением расхода бетона на 1 м² стены.

Однако, как показывает практика, при изготовлении изделий из бетона на вспученном перлитовом песке необходимо соблюдать ряд технологических требований, учитывающих особенности данного материала. Вспученный перлитовый песок, являясь весьма легким пористым заполнителем, отличается малой прочностью зерен, большими влагопоглощением и влагоемкостью, а также наличием значительного количества пылевидных частиц. Все это отражается и на свойствах бетона. При пониженной объемной массе бетон на базе вспученного перлитового песка требует большего расхода воды затворения, имеет повышенную отпускную влажность, медленнее высыхает и главное при неправильном приготовлении обладает большей усадкой и ползучестью, деформативностью и склонностью к трещинообразованию.

Учитывая это, необходимо правильно выбрать объемную насыпную массу вспученного перлитового песка и сырье для его изготовления. Сейчас в качестве сырья чаще всего применяют перлитовую породу Арагацкого (АрмССР), Береговского (УССР) и Мухор-Талинского (Восточная Сибирь) месторождений, которую обжигают в основном в шахтных (реже во вращающихся) печах. При этом свойства вспученного перлитового песка получаются различными по объемной насыпной массе, прочности зерен, водопоглощению, разбуханию в воде, зерновому составу, на-

личию пылевидных фракций и т. п. Для изготовления конструктивно-теплоизоляционного легкого бетона марок М 50—100 годятся пески, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 10832—74 «Песок и щебень перлитовые вспученные» и некоторым дополнительным условиям, частично приведенным в ГОСТ 9757—73. В частности, необходимо, чтобы содержание пылевидных зерен размером менее 0,14 мм не превышало 10% объема. Марка песка по объемной насыпной, должна быть не менее 200 с тем, чтобы наименьшая объемная насыпная масса превышала 150 кг/м³, поскольку при этом зерна имеют уже минимально допустимую прочность. Песок не должен быть мелкозернистым, содержать не более 35% по объему фракций 2,5—5 см и иметь по возможности модуль крупности не менее 1,5. В целом зерновой состав принимается в соответствии с требованиями ГОСТ 9757—73.

Несоблюдение этих условий резко ухудшает качество бетона. В частности, опыт неудачного строительства в начале 60-х годов жилых домов в Киеве из керамзитоперлитобетона наглядно продемонстрировал необходимость грамотного определения требований к вспученному перлитовому песку. После того, как были выполнены указанные условия, случаи разрушения керамзитоперлитобетона в наружных стеновых панелях прекратились.

Необходимое качество песка обеспечивается при обжиге во вращающихся печах вспученного перлитового сырья всех трех месторождений. Шахтные же печи позволяют получить нужный песок лишь при использовании сырья Береговского и Мухор-Талинского месторождений.

В том случае, если вспученный перлитовый песок не отвечает требованиям ГОСТа, составленные НИИЖБ, НИИСМИ и другими организациями «Методические рекомендации по технологии производства и применению в жилищно-гражданском, промышленном и сельском строительстве ограждающих конструкций из легких бетонов на основе вспученного перлитового песка» допускают для улучшения качества мелкого заполнителя сочетание вспученного перлитового песка с другим

пористым песком, соответствующим виду примененного крупного пористого заполнителя (например, из дробленого керамзитового гравия, аглопоритового щебня и т. п.). При этом в смеси расход пористого песка не должен быть более 20% по объему при формировании изделий в горизонтальных и до 35% — в кассетных вертикальных формах.

По мнению ВНИИЖелезобетона, обогащение вспученного перлитового песка можно производить добавлением к нему кварцевого песка. Такое мероприятие нельзя считать рациональным, поскольку оно усложняет технологию, значительно увеличивает объемную массу легкого бетона и, следовательно, противоречит самой идее применения перлитового песка. Учитывая такое положение, некоторые специалисты ВНИИЖелезобетона рекомендуют добавление плотного (кварцевого) песка сочетать с поризацией легкобетонной смеси для снижения объемной массы бетона. Мы же считаем, что в принципе этого делать не надо, так как следует всячески упрощать заводскую технологию изготовления изделий (а не усложнять ее устройством дополнительных линий по подаче, хранению и дозировке двух видов песка) и повышать плотность бетона. Вообще же к обогащению вспученного перлитового песка добавлением другого вида можно прибегать лишь в крайнем случае. Особенно не следует применять для этой цели плотный (кварцевый) песок даже и с поризацией легкобетонной смеси.

Важным технологическим переделом является хранение и транспортирование вспученного перлитового песка. Так как он является влагоемким и пылевидным материалом, необходимо хранить его в закрытых складах. Лучше всего для этого использовать «банки», применяемые для цемента, снабдив их пневматикой или герметизированным ковшевым элеватором для загрузки. Перевозить его на большие расстояния следует в закрытой таре, например цементовозами. Целесообразно для этой цели использовать специальные перлитовозы (разработаны и изготовлены Главмособлстройматериалами), представляющие собой металлические цистерны емкостью до 25 м³, с пневмоподачей для

разгрузки, которые устанавливают на шасси обычных грузовых машин.

Внутризаводской транспорт можно осуществлять любыми способами, применяемыми для цемента. Однако во всех случаях должны быть приняты меры для защиты окружающей среды от загрязнения перлитовой пылью как в процессе транспортирования, так и при дозировании и приготовлении бетонной смеси. На передовых заводах песок от склада до места дозировки в бетоносмесительном узле подают пневмотранспортом, предусматривая, чтобы трубопровод имел достаточные закругления, исключающие дробление слабых частиц. Дозирование вспученного перлитового песка, как правило, производят по объему.

Легкобетонная смесь, содержащая вспученный перлитовый песок, при прочих равных условиях требует большего расхода воды затворения для получения равноподвижных бетонных смесей (например, по сравнению с керамзитобетонной). Это способствует увеличению отпускной влажности бетона, который к тому же медленно высыхает. Чтобы уменьшить расход воды затворения, в бетонную смесь при ее приготовлении необходимо вводить поверхностно-активные добавки (мылонафт, ЦНИПС-1, СНВ, канифольное мыло, ГКЖ-10 или ГКЖ-11), позволяющие в ряде случаев обеспечить воздухововлечение не более 6% требуемого для плотных бетонов.

При подборе состава плотного бетона учитывается, что при прочих равных условиях расход вспученного перлитового песка на 1 м³ бетона примерно на 10—15% больше, чем при использовании другого вида пористого песка (например, керамзитового), поскольку в процессе приготовления бетонной смеси часть зерен перетирается. В связи с этим некоторые исследователи для уменьшения расхода вспученного перлитового песка и дальнейшего снижения объемной массы бетона предлагают дополнительно поризовать легкобетонную смесь с тем, чтобы объем вовлеченного воздуха превысил 6%, допустимых для плотных бетонов. Нам представляется, что в данном случае излишнюю поризацию рекомендовать не следует, так как она ухудшает свойст-

ва бетона и создает условия для коррозии арматуры. При приготовлении легкобетонных смесей на вспученном перлитовом песке расход цемента не отличается от принятых расходов для плотных легких бетонов на других пористых песках; иногда он оказывается даже на 10—15% меньше, так как пылевидные фракции вспученного перлита обладают гидравлическими свойствами.

Легкобетонная смесь на вспученном перлитовом песке в зависимости от вида примененного крупного пористого заполнителя готовится в смесителях принудительного действия или свободного падения. Если зерна крупных пористых заполнителей сравнительно легки и имеют округлую форму (например, при использовании керамзита), то применяют принудительное перемешивание. При наличии тяжелых пористых щебневидных заполнителей с угловатыми зернами (типа щебня из аглопорита, шлаковой пемзы) бетонную смесь допускается готовить в смесителях «свободного падения», в которых зерна щебня падая «утапливаются» в пластичный раствор. При перемешивании смеси в обеих машинах следует строго контролировать продолжительность процесса, поскольку его превышение ведет к излишнему перетиранию слабого вспученного перлитового песка и изменению его зернового состава (оптимальное время перемешивания 3—5 мин уточняется в производственных условиях).

Отдозированные материалы поступают в смеситель обычным способом. Так, в смеситель принудительного перемешивания материалы подаются в следующем порядке: крупный заполнитель, вспученный перлитовый песок, цемент и вода с предварительно введенными в нее добавками. В работающий смеситель «свободного падения» сначала подают цемент, половину воды и вспученный перлитовый песок. После перемешивания раствора в течение 1—2 мин вводят крупный пористый заполнитель и остальную часть воды с поверхностно-активными добавками.

При формировании изделий из легкого бетона на вспученном перлитовом песке необходимо учитывать, что наружная отделка изделий керамическими или стеклянными плитками не допу-

скается без особого разрешения, так как при наличии плотного наружного фактурного слоя возможно постепенное влагонакопление около наружного слоя, который разрушается под влиянием воды и мороза. Однако опыт строительства на Украине этого не подтверждает, и это ограничение может быть в будущем снято после тщательного изучения.

Особенностью тепловой обработки изделий является необходимость ее сочетания с сушкой влажного бетона, который обычно содержит много воды затворения. Чтобы уменьшить отпускную влажность изделий, приходится отказываться от паропрогрева острым паром и применять «глухой» пар, устанавливая в пропарочную камеру регистры и снабжая ее вентиляцией для удаления пара (особенно при остывании изделий). В другом случае прибегают к кратковременному электропрогреву изделий при температуре до 150°C, к контактному их прогреву через паровые рубашки форм в пакетах или прогреву изделий сухим теплым воздухом в туннельных камерах. В данном случае можно также использовать предварительно разогретые бетонные смеси.

При контроле свойств исходных материалов особое внимание рекомендуется уделить качеству вспученного перлитового песка, чаще проверяя его объемную насыпную массу и зерновой состав. В остальном контроль выполняют по действующим стандартам. При приемке изделий следует особо тщательно проверять их влажность. Хранить и транспортировать изделия желательно в условиях, предохраняющих их торцы от увлажнения, прибегая, по необходимости, к предварительной затирке боковых поверхностей цементно-песчаным раствором.

Из легкого бетона на вспученном перлитовом песке можно получить большую номенклатуру однослойных ограждающих конструкций для различных зданий, эксплуатируемых в нормальных условиях. Основной список чертежей этих конструкций приведен в приложении к упоминавшимся ранее рекомендациям, составленным НИИЖБ, НИИСМИ, ЦНИИЭП жилища, НИИСМ АрмНИИСМА и другими организациями.

Шунгизитобетон для ограждающих и несущих конструкций

Интенсивное развитие производства шунгизитового гравия явилось основной предпосылкой широкого внедрения в массовое жилищно-гражданское, промышленное и производственное сельскохозяйственное строительство ограждающих и несущих конструкций из шунгизитобетона. Этому предшествовал большой объем исследований, выполненный в короткий срок строительными организациями Главсевзапстроя и Главархангельскстроя Минпромстроя СССР совместно с НИИЖБ, ЦНИИЭП жилища, НИИ строительной физики и другими исследовательскими и проектно-конструкторскими институтами страны. В частности, были уточнены требования к составляющим шунгизитобетонной смеси, выявлены оптимальные составы шунгизитобетона марок М 50—250, изучены его основные физико-технические свойства и свойства различных конструкций на его основе.

Результаты комплексных исследований показали, что теплозащитные качества ограждающих конструкций из шунгизитобетона в ряде случаев превосходят аналогичные качества керамзитобетонных и поэтому новый материал можно широко применять не только в Карельской АССР и Архангельской области, но и в других районах страны с расчетной зимней температурой наружного воздуха до -55°C . Это значительно расширяет области применения шунгизитобетонных конструкций.

Заводы железобетонных изделий и домостроительные комбинаты Главархангельскстроя и Главсевзапстроя при научно-технической помощи НИИЖБ испытывали и проверили в производственных условиях наружные ограждающие конструкции из шунгизитобетона, изготовленные по чертежам серий СТ-02-31, I-432.5, I-335А, I-464А, ИИ-04-05 и др. Исследованы наиболее распространенные конструкции многопустотных панелей перекрытий серий ИИ-03-02, I-241-2, ИИ-04-4, панели покрытий серий I-465-7 и ПК-01-III, а также перемычки серии I-139-1 (вып. 1). В общей сложности за истекшее пятилетие предприятиями Минпромстроя СССР испытано и внедрено 15 различных типов ограждающих конструкций.

В результате получен вывод о том, что шунгизитобетонные ограждающие и несущие конструкции удовлетворяют требованиям действующих норм по прочности, трещиностойкости и деформативности.

Предприятиям строительной индустрии Минпромстроя СССР было дано разрешение на изготовление 25 различных типов конструкций из шунгизитобетона, в том числе стеновых панелей и блоков наружных и внутренних стен, плит покрытий и перекрытий, преднапряженных многопустотных настилов, доборных элементов и т. д.

По результатам исследований и практического опыта производства изделий из шунгизитобетона были разработаны ГОСТы на гравий шунгизитовый, руководство по изготовлению и применению в строительстве конструкций из шунгизитобетона и 15 других нормативных документов для отдельных предприятий строительной индустрии. Таким образом, строители были обеспечены основной нормативно-технической документацией на проектирование и изготовление различных конструкций из шунгизитобетона. В результате большой работы ученых, проектировщиков и производственников шунгизитобетон уже нашел широкое применение в ряде областей нашей страны.

Значительный опыт производства ограждающих конструкций из шунгизитобетона накоплен строителями Карелии. Из этого эффективного материала изготавливают наружные стеновые панели для жилищно-гражданского, промышлен-

ленного и сельскохозяйственного строительства.

Коллектив Петрозаводского комбината строительных конструкций № 1 освоил технологию изготовления двухмодульных стеновых панелей из шунгизитобетона для домов серии III-75, а также выпуск одномодульных шунгизитобетонных стеновых панелей для домов серии I-335А.

На Кондопожском заводе ЖБК успешно изготавливают стеновые панели для промышленных, гражданских и сельскохозяйственных зданий, ведут работы по освоению конструкций жилых домов блочной серии 17 из шунгизитобетона.

В 1972—1977 гг. предприятия Главсевзапстроя Минпромстроя СССР изготовили более 1 млн. м² стеновых панелей, что дало экономический эффект в сумме около 2 млн. р. За это время было построено свыше 80 пятиэтажных жилых домов серии I-335А с числом квартир около 8 тысяч, семь девятиэтажных крупнопанельных жилых домов серии III-75, более 30 производственных объектов и комплексов, в том числе на Сегежском и Кондопожском целлюлозно-бумажных комбинатах, производственные корпуса объединенной базы стройиндустрии и завода «Тяжбуммаш» в Петрозаводске, производственные объекты Сунской птицефабрики и др.

В настоящее время в Главсевзапстрое ведутся работы по подготовке производства новых конструкций из шунгизитобетона для объектов культурно-бытового строительства серии ИИ-04.

Большой объем работ по внедрению шунгизитобетонных несущих и ограждающих конструкций выполнен Главархангельскстроем. На объектах широко применяются шунгизитобетон в панелях наружных стен жилых домов серий I-335АК и I-464А при строительстве общественных и промышленных зданий. В этом году заканчиваются работы по строительству уникального 24-этажного здания в Архангельске.

В общей сложности в Архангельской области построено более 50 пяти- и девятиэтажных жилых домов серий I-464А и I-335АК (см. рисунок), а также



свыше 20 производственных объектов и комплексов с элементами наружных стен из шунгизитобетона, в том числе ряд производственных объектов на Архангельском и Котласском целлюлозно-бумажных комбинатах, комплекс зданий производственного назначения Североонежского бокситового рудника, животноводческий комплекс в Ластоле и др.

В настоящее время Главархангельскстрой совместно с НИИЖБ и ЦНИИЭП жилища осваивают комплексное внедре-

ние шунгизитобетона во всех элементах жилого дома серии 93. Разработаны рабочие чертежи конструкций, ведутся экспериментальные исследования.

В 1976 г. предприятиями Минпромстроя СССР выпущено 123 тыс. м³ шунгизитового гравия и изготовлено 106 тыс. м³ изделий из него.

Применение сборных индустриальных ограждающих и несущих конструкций из шунгизитобетона позволило по сравнению с ранее применяемыми стенами из кирпича снизить массу наружных

стен в 3,5—4 раза, массу здания в целом — в 1,5—1,9 раза, транспортные расходы — на 20—30%. Стоимость взаимозаменяемых конструкций снизилась на 10—12%, расход стали — в среднем на 6,5%, сократились сроки строительства зданий и сооружений и повысилась производительность труда. Использование шунгизита позволило отказаться от привоза керамзита в северо-западные районы европейской части страны и высвободить около 15 тыс. железнодорожных вагонов в год.

Инженеры Ю. И. МАТЬКИН, С. В. БОГОСЛОВСКИЙ, А. И. РУМЯНЦЕВ
[Главархангельскстрой Минпромстроя СССР], кандидаты техн. наук
С. Ф. БУГРИМ, Е. И. СЛЕПОКУРОВ (СФ ВНИИСТ),
инж. И. С. ХАЙМОВ (НИИЖБ)

УДК 691.327:666.973.2(470.11)

Опыт внедрения шунгизитогазобетона в Архангельске

На основе шунгизитового гравия Кузнецовского завода ЖБИ № 1 и портландцемента марки М 400 освоена технология производства стеновых панелей из плотного шунгизитобетона марки М 50 объемной массой в сухом состоянии 1100—1200 кг/м³ (в среднем 1150 кг/м³) вместо требуемых по теплотехническим нормам 950 кг/м³. Попытка снизить объемную массу бетона за счет воздухововлечения с применением добавки СНВ не увенчалась успехом.

Северный филиал ВНИИСТ предложил снизить объемную массу шунгизитобетона за счет поризации бетонной смеси алюминиевой пудрой по аналогии с технологией керамзитогазобетона, получившей широкое применение в Коми АССР и Тюменской области.

Предварительно были выполнены сравнительные исследования свойств компонентов плотного шунгизитогазобетона и керамзитогазобетона. Основные характеристики ухтинского керамзитового гравия, производимого путем обжига во вращающихся печах гранул глины с добавкой 0,5% солярового масла (с пластическим способом подготовки массы), и архангельского шунгизита, получаемого также путем обжига во вращающейся печи щебня шунгитовых пород с сухим способом их подготовки, представлены ниже:

	Шунгизит	Керамзит
Плотность, г/см ³	2,64	2,64
Объемная насыпная масса, кг/м ³ , фракции:		
20—40 мм	507	480
10—20 »	551	550
Прочность при сдвливании в цилиндре, МПа, фракции:		
20—40 мм	1,64	1,27
10—20 »	2,47	1,88
Водопоглощение, %, через:		
30 мин	9,9	12,8
48 ч	11,6	18,5
2 года	20,9	40,6
Межзерновая пустотность, %	43,4	42,1
Коэффициент вариации объемной массы, %	9,12	10,2
Коэффициент вариации прочности, %	22,8	23,1

Шунгизитовый и керамзитовый гравий мало отличаются по свойствам. Наиболее существенное различие — в

способности к водопоглощению. Водопоглощение целых зерен шунгизита из цементного теста с $B/C=0,4$ за 45 мин составляет 5,8%, а ухтинского керамзита — 7%. При длительном выдерживании в воде в течение 4—5 лет все поровые пространства зерен ухтинского керамзита заполняются водой, тогда как у зерен шунгизита за это время водой заполняется лишь около 70% порового пространства.

Применение математических методов подбора состава шунгизитогазобетона и проверка в производственных условиях позволили доказать практическую возможность получения шунгизитогазобетона объемной массой 950 кг/м³. Используемые составы бетонов приведены в табл. 1, для сравнения дается состав плотного шунгизитобетона объемной массой 1100 кг/м³. При этом расход цемента на 1 м³ бетона хотя и повысился, но в связи с уменьшением толщины ограждения удельный расход вяжущего на 1 м² стены (см. ниже) остался без изменения.

Шунгизитогазобетон на шунгизитовом песке сейчас широко применяется для изготовления панелей наружных стен жилых домов. Вяжущим является преимущественно портландцемент Савинского завода с содержанием основных клинкерообразующих минералов: C_3S — 55%; C_2S — 21%; C_3A — 6%; C_4AF — 14%. В качестве поверхностно-активного вещества используется 5%-ный раствор

Таблица 1

Наименование материалов и единицы измерения	Расход на 1 м ³ бетона, кг		
	шунгизитогазобетона марки М 50	отделочного раствора марки М 75	плотного шунгизитобетона марки М 50
Портландцемент марки М 400, кг	320	440	250
Шунгизитовый гравий, кг	400	—	500
Шунгизитовый песок, кг	180	—	320
Кварцевый песок, кг	—	1320	—
Алюминиевая пудра, кг	0,3	—	—
5%-ный раствор ПАВ, л	0,25	—	—
СНВ, л	—	—	0,2
Вода, л	200	220	170

мощного средства «Каштан» или «Альфия». Внедрение шунгизитогазобетона не потребовало замены или применения нового технологического оборудования.

Смесь готовилась в бетономешалках принудительного перемешивания, дозирование всех ее компонентов проводилось по массе. Вначале в смеситель засыпают шунгизитовый гравий и песок, перемешивают их в течение 1—2 мин для обкатывания и частичного измельчения зерен. Затем дозируют цемент и воду затворения, подогретую до 50—80°C; для получения температуры бетонной смеси 35—40°C снова перемешивают смесь в течение 1 мин, после чего добавляют алюминиевую пудру и все перемешивают еще 30—45 с.

Как правило, используются умеренно-подвижные смеси с осадкой конуса 4—6 см, которые при кратковременном (5—10 с) вибрировании растекаются и хорошо заполняют формы, поэтому при изготовлении изделий из шунгизитогазобетона отпадает необходимость в ручной укладке смеси. Приблизительно в течение 1 ч после добавления пудры смесь вспучивается, причем наиболее энергично в течение первых 30 мин. В этот период также полезно кратковременно провибрировать смесь. Благодаря вспучиванию смесь несколько увеличивается в объеме и приобретает слитную структуру, что благоприятствует хорошему сцеплению бетона с арматурой и отделочными материалами.

Используя специфические свойства газобетона, при внедрении шунгизитогазобетона (взамен шунгизитобетона) представилось возможным отказаться от применения промежуточного слоя раствора и затирочного слоя (рис. 1), что вызвало существенное упрощение технологии и улучшило качество изделий (рис. 2). Формы заполняются смесью не на весь объем (с учетом ее вспучивания); через 30—45 мин поверх вспученной смеси укладывают отделочный слой раствора толщиной 1,5—2 см и производят его затирку.

Тепловая обработка изделий из шунгизитогазобетона допускается через 2—3 ч после формования, при этом температура бетона в массиве изделий достигает 45—50°C, что позволяет применять форсированный режим разогрева. Увеличение сроков выдержки перед тепловой обработкой компенсируется сокращением времени тепловой обработки. При внедрении шунгизитогазобетона потребовалось организовать на

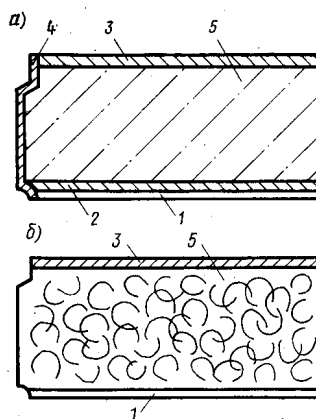


Рис. 1. Конструктивная схема стеновых панелей из плотного шунгизитобетона (а) и шунгизитогазобетона (б)

1 — ковровая стеклоплитка; 2 — раствор марки М 100; 3 — внутренний отделочный слой из раствора марки М 75; 4 — затирка раствором марки М 100; 5 — плотный шунгизитобетон марки М 50, объемной массой 1100 кг/м³; 6 — шунгизитогазобетон марки М 50, объемной массой 950 кг/м³

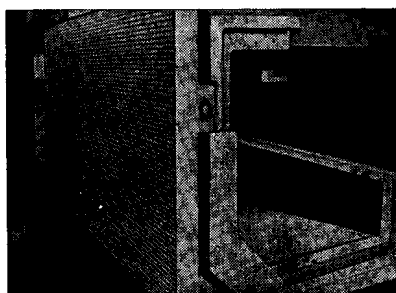


Рис. 2. Панель из шунгизитогазобетона

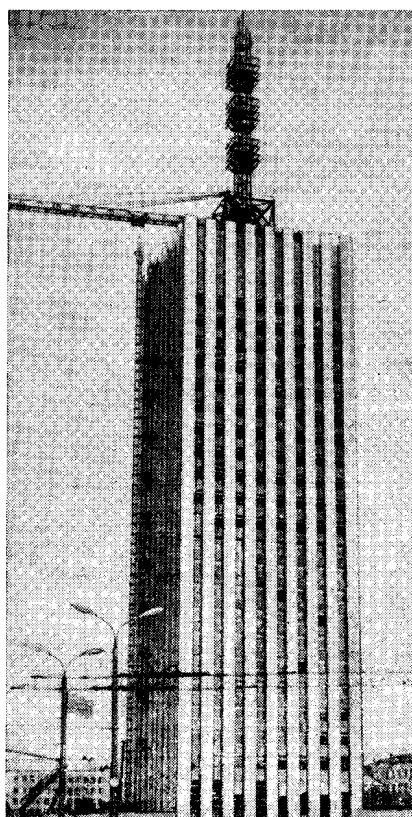


Рис. 3. 22-этажное здание с наружными стеновыми панелями из шунгизитогазобетона

одном рабочем месте расфасовку алюминиевой пудры, вместе с тем отпала необходимость в одном рабочем месте на посту формования и в трех — на отделочном посту.

Технико-экономические показатели сравниваемых видов бетона марок М 50

	Шунгизитогазобетон	Плотный шунгизитобетон
Средняя объемная масса бетона, кг/м³	950	1100
Коэффициент вариации объемной массы, %	3,4	7
Средняя отпускная прочность, МПа	4,56	5
Коэффициент вариации прочности, %	13,5	26,5
Морозостойкость, МРз	100	100
Средняя отпускная влажность, %	11	7
Коэффициент теплопроводности, ккал/(ч·м·°C)	0,29	0,35
Требуемая толщина стены при $R_0^{TP} = 1,26 \text{ м}^2 \text{ °C} \cdot \text{ч} / \text{ккал}$, см	35	40
Расход на 1 м² стены: цемента, кг	112	109
шунгизита, м³	0,35	0,6
Производительность труда, %	112	100
Стоимость материалов на 1 м³ бетона, %	69	100

Способность шунгизитогазобетонной смеси увеличиваться в объеме была использована при формовании пространственных ограждающих конструкций уникального административного здания в Архангельске (рис. 3). Угловые ограждающие конструкции отделяются стеклоплиткой с четырех сторон, а простеночные — с трех. При формовании простеночные конструкции устанавливались фасадной стороной вниз, а угловые — вниз наружным углом. После установки ковров стеклоплитки и арматуры в верхней части угловых панелей стеклоплитка несколько провисла, однако при вспучивании за счет внутреннего давления бетонной смеси ковер стеклоплитки плотно прижигался к верхней части бортов формы. Следует отметить, что панели столь сложной конфигурации, не применяя бетон такого вида, отформовать невозможно.

В табл. 2 приведены результаты исследования прочности шунгизитогазобетона при хранении в различных условиях.

Уменьшение прочности образцов в возрасте 6 мес при хранении в воздушно-сухих условиях и на уровне грунта не превышает величины случайной ошибки и не может быть признано значимым. Таким образом, с течением времени шунгизитогазобетон при различных условиях хранения не снижает прочности.

В настоящее время шунгизитогазобетон выпускают 4 предприятия ГлавАрхангельскстроя. Достигнуто снижение объемной массы ограждающих конструк-

Таблица 2

Условия хранения	Предел прочности при сжатии, МПа, после хранения в течение			
	1 сут	28 сут	6 мес	12 мес
Воздушно-сухие	4,67	6,95	6,69	8,03
В воде	5,46	6,4	7,77	11,21
На крышевой станции	4,7	6,03	7,07	9,27
На уровне грунта	4,32	6,93	6,49	7,38
В грунте на глубине 0,5 м	4,43	6,27	7,41	10,55

ций на 160 кг/м^3 , их материалоемкость уменьшена на 16%. Улучшились теплозащитные свойства материала, что дало возможность сохранить толщину стеновых панелей в 35 см. Одновременно резко улучшились качество этих изделий и их внешний вид. Себестоимость 1 м^3 бетона уменьшена на 5,86 р., что при выпуске Главрехангельскстроем в 1976 г. 44,5 тыс. м^3 наружных стеновых панелей позволило сэкономить 261 тыс. р.

Выводы

Трехлетняя практика производства и применения стеновых панелей из шунгизитобетона подтвердила высокую эффективность этого материала. За счет поризации достигается снижение объемной массы бетона, что в значительной мере улучшает теплоизоляционные свойства стеновых панелей при одновременном упрощении технологии производства, снижении материалоемкости и себестоимости.

Канд. техн. наук А. А. ЕВДОКИМОВ, Т. А. КУЗЬМИЧ
(НИИЖБ), инж. А. С. МОРЕХОВ (Главсеззапстрой Минпромстроя СССР)

УДК 691.022—413:691.327:666.973.2:725.4

Шунгизитобетонные стеновые панели длиной 12 м для промзданий

В НИИЖБ были проведены исследования и испытания с целью проверки возможности изготовления стеновых панелей из шунгизитобетона по чертежам керамзитобетонных конструкций. Цель их состояла в проверке прочности, деформативности и трещиностойкости панелей из шунгизитобетона, а также смятия концевых участков панелей в местах опирания их на опорные столбики; прочности заанкеривания закладных деталей и монтажных петель. Конструкция и армирование приняты в соответствии с чертежами серии I. 432-3. Опытные образцы панелей изготовлены на комбинате строительных конструкций в Петрозаводске.

Испытывали четыре образца опытных панелей марки ПСЛ-24-3, размерами $1,2 \times 12 \text{ м}$, толщиной 24 см. Панели выполнялись однослойными из шунгизитобетона марки М 75, объемной массой 1100 кг/м^3 , с наружными слоями толщиной 20 мм из раствора марки 100.

Конструкции армировали пространственными сварными каркасами: рабочая продольная арматура — из стали класса А-II диаметром 16 мм, поперечная — из стали класса А-I.

Для приготовления шунгизитобетона использовали шунгизитовый гравий с размером зерен до 20 мм и объемной насыпной массой 530 кг/м^3 , а в качестве пылеватых фракций — кварцевый песок в количестве до 9% суммы объемов заполнителей. Для снижения объемной массы шунгизитобетона применяли поризацию его с помощью добавки СНВ.

Расход материалов на 1 м^3 для изготовления опытных панелей

	Панели ПСЛ-I, ПСЛ-II	Панели ПСЛ-III, ПСЛ-IV
Цемент марки М 400, кг	315	331
Шунгизитовый гравий, л	1060	1150
Смешанный песок, л	132	173
Вода, л	127	148
СНВ, % от массы цемента	0,15	0,15

Бетонную смесь готовили в бетономешалке принудительного действия, уплотнение производили на вибростоле. Панели пропаривали в камере по режиму $3+3+17+3 \text{ ч}$ (выдержка+подъем температуры до 60°C +прогрев+остывание).

Механические характеристики бетона и арматуры к моменту испытания: для панелей ПСЛ-I и -II — $R=73 \text{ кгс/см}^2$, $R_{пр}=64 \text{ кгс/см}^2$, $E=86\,000 \text{ кгс/см}^2$, $\sigma_t=30,8 \text{ кгс/см}^2$; для панелей ПСЛ-III и -IV — $R=101 \text{ кгс/см}^2$, $R_{пр}=77 \text{ кгс/см}^2$, $\sigma_t=29,7 \text{ кгс/мм}^2$.

Опытные панели предназначены для применения в отапливаемых промышлен-

ных зданиях как перемычные. Панели испытывали в рабочем (вертикальном) положении на одновременное действие вертикальной и горизонтальной нагрузок. Величина нагрузок была принята в соответствии с проектом. Равномерно распределенные вертикальные и горизонтальные нагрузки заменяли сосредоточенными силами, которые прикладывали в четвертях пролета.

Нагрузки на панели передавали этапами. На пятом этапе загрузки прикладывали пульсирующую периодически повторяющуюся нормативную горизонтальную нагрузку (сто циклов нагружения и разгрузки) при постоянной расчетной вертикальной нагрузке. Дальнейшее нагружение панелей проводили горизонтальной и вертикальной нагрузками, прокладываясь этапами до разрушения. После каждого этапа нагружения измеряли деформации арматуры и бетона, прогибы и ширину раскрытия трещин в панелях (рис. 1).

Панели ПСЛ-I, -III и -IV были испытаны до разрушения, которое произошло от изгибающего момента в середине пролета (в панели ПСЛ-I вследствие текучести арматуры, а в панелях ПСЛ-III и -IV вследствие раздробления бетона сжатой зоны одновременно с текучестью арматуры). Панель ПСЛ-II не доводилась до разрушения. Отношение фактической разрушающей нагрузки к расчетной составило для панелей ПСЛ-I, -III и -IV соответственно 2; 2,1 и 2,2 (по ГОСТ 8829—77 это соотношение равно 1,6). Таким образом, стеновые

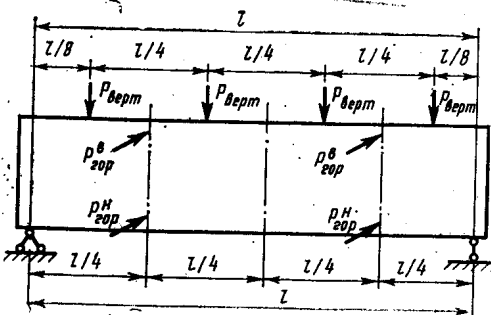


Рис. 1. Схема приложения нагрузок

панели имеют несколько завышенную прочность.

Испытания показали также, что панели обладают достаточной жесткостью. Горизонтальные перемещения в середине пролета при нормативной нагрузке составили для ПСЛ-I, -II и -IV соответственно 20, 15 и 15 мм ($1/600$, $1/800$ и $1/800$ l), а для ПСЛ-III эта величина была меньше $1/800$ l . Допускаемый прогиб из плоскости по нормам составляет для подобных панелей $1/250$ l , т. е. 48 мм. Первые трещины в конструкциях появились при нагрузке, составляющей 60% нормативной, ширина их раскрытия равнялась 0,03 мм. При нормативной нагрузке ширина раскрытия трещин достигала 0,1 мм. Допускаемая нормативная ширина раскрытия трещин составляет 0,3 мм при нормативной нагрузке.

Однако, поскольку наличие трещин в панелях при нормативной нагрузке может сказаться на долговечности конструкции, желательно применить предварительное напряжение арматуры и выяснить возможность использования предварительного напряжения шунгзитобетона низких марок.

Необходимо отметить, что трещины по длине испытанных панелей располагались в средней части пролета. Наименьшее расстояние от крайней трещины до торца панелей при наибольшей нагрузке составило I—IV соответственно 1,1; 0,97; 1,14; 0,82 м. Трещины на вертикальных гранях проходили нормально к оси панелей, наклонные трещины не появлялись. Нарушения анкеровки арматуры в шунгзитобетоне опорных зон пане-

лей не наблюдалось вплоть до разрушения.

После испытания панелей была проведена проверка прочности на смятие опорных участков и прочности заанкеривания монтажных петель и закладных деталей. Фактическая разрушающая нагрузка при испытании на смятие была больше нагрузки, воспринимаемой участками смятия, определенной по фактическим характеристикам материала панелей, соответственно для панелей I—IV в 1,8; 1,7; 1,6 и 1,5 раза. Проверка прочности заанкеривания монтажных петель в стеновых панелях из шунгзитобетона показала, что начало смещения петель происходило при нагрузке, в 5 раз превышающей нагрузку на петлю от собственной массы панели с коэффициентом динамичности 1,5.

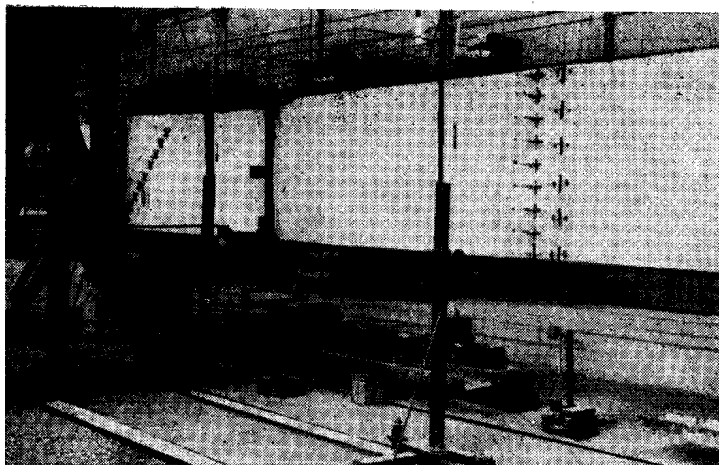


Рис. 2. Размещение приборов при испытании панелей

При испытании закладных деталей на отрыв фактическая разрушающая нагрузка также превышала усилие, передаваемое через закладную деталь при разрушении панели. Это отношение составило соответственно 1,9; 2,2; 2 и 2,1. Исследования опытных образцов стеновых панелей марок ПСЛ-24-3 на совместное действие горизонтальных и вертикальных нагрузок выявили, что их прочность, жесткость и трещиностойкость удовлетворяют требованиям действующих нормативных документов, панели могут быть рекомендованы к применению.

Внедрение панелей описанного типа было организовано в Петрозаводске. Экономический эффект от выпуска шунгзитобетонных панелей по сравнению с керамзитобетонными равен 5,11 р. на 1 м³.

Инж. К. В. ЕРШОВ, канд. техн. наук Ю. К. РЕЗНИКОВ

УДК 624.012.691.327:666.973.2.45:69.057.12—413(470.2)

Шунгзитобетонные конструкции в крупнопанельном жилищном строительстве Севера

В Мурманске с 1965 г. осуществляется комплекс работ по изучению и внедрению в строительство шунгзита и шунгзитобетонных конструкций [1, 2].

На Мурманском заводе ЖБИ стабильно получают шунгзит марок 300—500, объемной массой 250—550 кг/м³, пределом прочности при сжатии 12—20 кгс/см², морозостойкостью не менее 75 циклов, водопоглощением 7—12% по

массе. Включения извести в шунгзите отсутствуют, форма гранул — округлая, структура пористая, коэффициент вспучивания 3—4. Показатели шунгзита и шунгзитобетона предопределили технико-экономическую целесообразность его применения в стеновых конструкциях жилых зданий в районах, в которых отсутствует производство легких заполнителей.

Шунгзит обжигают в 22-метровой вращающейся печи диаметром 2,3 м, производительностью 40—50 тыс. м³ в год при температуре $1100 \pm 15^\circ\text{C}$, продолжительность цикла 40—45 мин. Получаемый обжигом фракционированный шунгитовый сланец (5—20 мм) шунгзитовый гравий хранится пофракционно в силосных складах.

В 1977 г. на Мурманском заводе ЖБИ

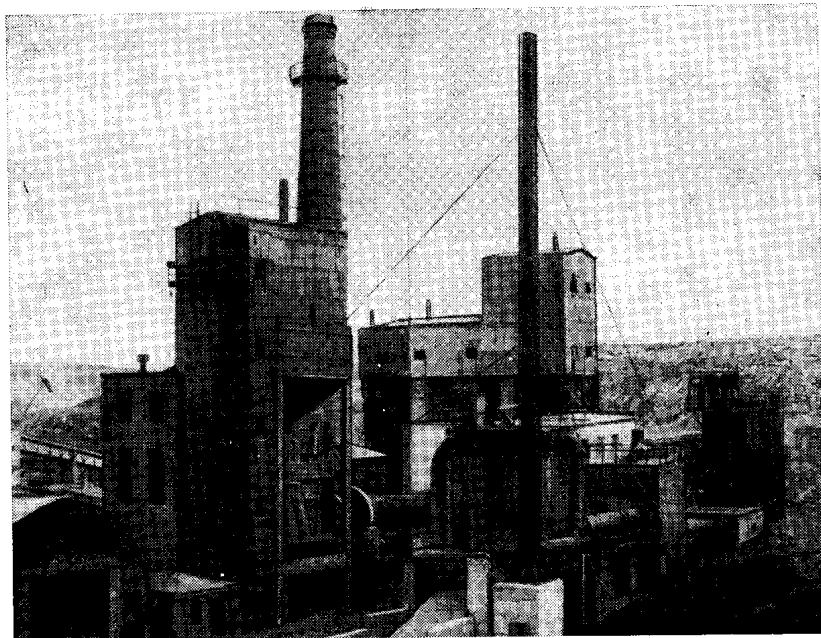


Рис. 1. Общий вид цеха шунгизита

сдана в эксплуатацию вторая шунгизитовая установка, состоящая из двух 12-метровых вращающихся печей диаметром 1,2 м, производительностью 20 тыс. м³ в год (рис. 1). Себестоимость получаемого шунгизита 16,7 р/м³, отпускная стоимость около 22 р/м³.

Изготавливаемый нами шунгизитовый гравий применяют в качестве заполнителя легких теплоизоляционных, конструктивно-изоляционных и конструктивных бетонов марок М 50—100 в ограждающих конструкциях крупнопанельных домов, промышленных и культурно-бытовых зданиях, в монолитных конструкциях и в качестве засыпной теплоизоляции перекрытий.

Составы шунгизитобетона марок М 50—100 подбирали с учетом клима-

тических и эксплуатационных особенностей северных районов. Получали также шунгизитобетон марок М 200—300 и выше с расходом цемента 250—350 кг/м³.

Более чем 10-летний производственный опыт подтвердил целесообразность применения шунгизитобетона для крупнопанельного домостроения в условиях Севера. Показатели физико-механических свойств шунгизитобетона марок М 50, 75 и 100, изученного заводчанами совместно с ЦНИИСК и НИИЖБ, а также заводские и лабораторные испытания шунгизитобетонных ограждающих конструкций приведены в таблице.

Как видно из таблицы, образцы неопакртенного шунгизитобетона марок М 50, 75 и 100 выдержали более 75 циклов попеременного замораживания и от-

таивания с некоторым повышением прочности. Шунгизитобетон естественной влажности обладает меньшей теплопроводностью [0,2 ккал/(ч·м·°С)], чем керамзитобетон на обычном керамзитовом гравии.

Данные теплофизических испытаний стеновых панелей и обследование жилых домов подтвердили вполне удовлетворительную эксплуатационную стойкость шунгизитобетонных стеновых конструкций в условиях Севера.

Еще в 1965 г. были изготовлены опытные партии стеновых шунгизитобетонных панелей (с оконными проемами и глухих), которые испытывали на прочность. По результатам проведенных ЦНИИСК испытаний были даны рекомендации по применению шунгизитобетонных стеновых панелей для самонесущих наружных стен зданий до пяти этажей. По ним ЦНИИЭП жилища разработан проект 5—9-этажных жилых домов серии I-468Б-1С (III-78), являющейся дальнейшим планировочным и конструктивным развитием серии I-468Б с увеличенной до 2,7 м высотой помещений.

На заводе ЖБИ в городе Мурманске с 1971 г. функционирует цех по производству крупнопанельных домов серии III-78 с шунгизитобетонными наружными панелями мощностью 50 тыс. м² жилья в год. Формуют наружные стеновые панели в металлических формах фасадными поверхностями (лицом) вверх. Первый 60-квартирный пятиэтажный дом этой серии смонтирован в 1971 г.

Производство конструкций крупнопанельных домов серии III-78 осуществляется в 4-пролетном здании с пролетами 18×108 м, оснащенном порталными кранами грузоподъемностью 15 т, вибростолами, бетонораздатчиками и другим необходимым технологическим оборудованием. Тяжелый и легкий бетоны изготавливают в бетоносмесительном узле башенного типа с автоматизированным управлением. Бетонные смеси подают по автоматизированной бетоновозной эстакаде.

Изготовление шунгизитобетонных стеновых панелей осуществляется по поточно-агрегатной схеме в специализированном пролете, на двух формовочных постах. Шунгизитобетон, защитный растворный слой и декоративный бетон укладывают бетоноукладчиками, оборудованными вибронасадками и заглаживающими устройствами со съемным приспособлением для отделки наружной поверхности панели под «шубу». Тепловую обработку изделий осуществляют в безнапорных пропарочных камерах ямного типа при температуре 85—90°С.

Показатели	Марка бетона		
	50	75	100
Объемная масса, кг/м ³	900—1100	1070—1200	1150—1300
Расход цемента М 400, кг/м ³	205	250	300
Предел прочности, кгс/см ² :			
при сжатии после пропаривания	40	70	85
> в возрасте 28 сут	50	75	100
> в возрасте 60 сут	65	80	110
> изгибе	16	21	25
> растяжении	5	10	12
Модуль упругости, кгс/см ²	94 000	101 000	109 000
Сцепление арматуры с бетоном, кгс/см ²	17,5	23,2	30
Водопоглощение пропаренного бетона, % по массе:			
через 1 сут	19,3	14,3	11,3
> 7 сут	21	16	13
> 14 >	21	16,5	13,5
Влагоотдача за 20 сут, по отношению к полному водопоглощению, %	78	79	84,5
Капиллярный подсос влаги через 20 сут, см	5	6	7
Морозостойкость, не менее, циклов	75	75	75
Прочность бетона после 75 циклов замораживания и оттаивания, кгс/см ²	58	91	130
Усадка (1—8 сут), мм	0,02—0,15	—	0,15
в возрасте 2 мес	0,38	0,36	0,36
Коэффициенты теплопроводности, ккал/(ч·м·°С)	0,2	0,2	—

Для создания разнообразия в комплексе застройки наружную поверхность стеновых панелей отделывают на конвейерах несколькими способами: обнажением фактуры декоративного бетона — доломитового щебня белого и розового тонов методом «смыва»; созданием рваной поверхности «под шубу» естественного цвета; обработкой поверхности под «мелкую шубу» с окраской кремнийорганическими эмалями разных цветов; получением гладкой поверхности с окраской кремнийорганической эмалью или отделочным материалом «белгородский белый».

Себестоимость 1 м² выпускаемых заводом шунгизитобетонных наружных панелей составляет 25,11 р. (трехслойных Мурманского ДСК — 32,78 р.). Отпускная стоимость — соответственно 25,85 и 36,62 р/м².

Внутренние стены, перегородки и разделительные стенки санитарно-технических кабин изготавливают из тяжелого бетона и шунгизитобетона в кассетных установках с доводкой на конвейерной линии. В этом же пролете изготавливают монолитные санитарно-технические кабины полной заводской готовности в стационарных формах типа «стакан». Их доводка и оснащение оборудованием производятся на специализированной технологической линии.

К настоящему времени построено 70 5- и 9-этажных домов серии III-78 общей площадью более 200 тыс. м², промышленных и культурно-бытовых зданий с навесными панелями общей площадью 80 тыс. м².

В возводимых в настоящее время девятиэтажных жилых домах ЦНИИЭП

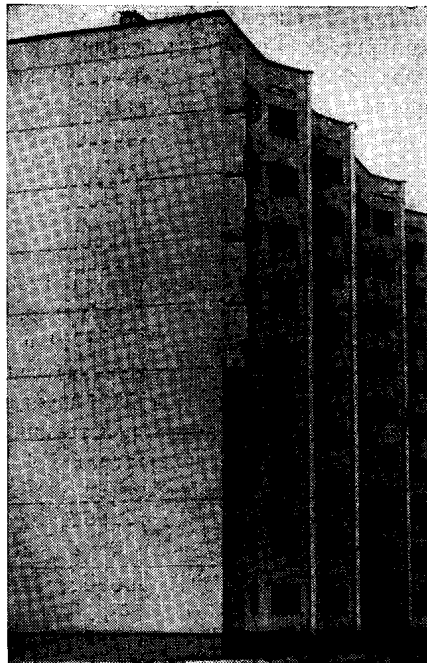


Рис. 2. 9-этажный крупнопанельный дом серии 78-05

жилища серии 78-05 (рис. 2) принята конструктивная схема с поперечными несущими стенками и опиранием панелей перекрытий по двум сторонам. Фундаменты ленточные, сборные из бетонных блоков. Цокольные стены изготавливают из однослойных панелей из шунгизитобетона толщиной 25 см, наружные — из таких же панелей толщиной 35 см; внутренние стены — из железобетонных панелей кассетного производства толщиной 16 и 20 см. Предусмотрена рулонная кровля, покрытие из сборных

железобетонных или шунгизитобетонных плит, покрытия из железобетонных многопустотных панелей шириной 160 и 120 см.

Расход материалов на 1 м² общей площади: цемента — 0,266 т; стали — 0,025 т; бетона и железобетона — 0,843 м³. Трудоемкость (построечная) составляет 1,89 чел.-дня. К настоящему времени построено 12 девятиэтажных жилых домов, отвечающих современным архитектурным требованиям.

Результаты осуществляемых заводчанами работ по освоению технологии получения эффективного теплоизоляционного материала — шунгизита и организации массового производства однослойных панелей из него для крупнопанельного домостроения позволили значительно повысить технический уровень строительства, обеспечить заданные темпы индустриализации и повышения качества жилищного строительства.

Опыт применения шунгизитобетонных конструкций в крупнопанельном индустриальном домостроении свидетельствует о перспективности и актуальности его дальнейшего развития в районах Северо-Запада, Крайнего Севера и некоторых центральных районах европейской части СССР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Резников Ю. К., Шубенков П. Ф., Ершов К. В. Шунгизит и шунгизитобетон. М., Стройиздат, 1974.
2. Бужевич Г. А., Савин В. И., Евдокимов А. А. и др. Шунгизитобетон и конструкции из него. — «Бетон и железобетон», 1973, № 2.

Инженеры В. Ф. НОВИКОВ, Ю. П. ЮШМАНОВ
(трест Апатитстрой Минтяжстроя СССР)

УДК 691.327:666.973.2

Шунгизитобетон — новый эффективный строительный материал

Трест Апатитстрой возводит промышленные объекты в условиях Заполярья. Благодаря развитию собственной промышленной базы организован выпуск широкой номенклатуры железобетонных изделий. Однако длительное время не был решен вопрос о замене кирпичных стен панельными из-за отсутствия необходимых материалов. После того, как в Карелии были найдены значительные

запасы шунгитовых сланцев, трест организовал производство легкого заполнителя — шунгизитового гравия. Для этого в 1972 г. по проекту треста Оргтехстрой Главмурманскстроя смонтировали промышленную установку (рис. 1), состоящую из противоточной, непрерывного действия вращающейся печи длиной 22 и диаметром 1,6 м, пластинчатого холодильника и подъемно-

транспортного оборудования. В процессе эксплуатации установка претерпела ряд конструктивных и технологических изменений, что позволило стабилизировать ее работу и ежегодно выпускать 22—24 тыс. м³ шунгизита. Производство пористого заполнителя позволило тресту возводить производственные здания практически полностью из крупнопанельных сборных конструкций. В 1971 г. их

выпуск увеличился на 10,7%; в 1972 г. на 22, а в 1976 г. на 40%. Производительность труда выросла за те же годы соответственно на 7,1; 8,3 и 2,2%. Себестоимость строительства снизилась на 8,22; 9,14 и 2,4%. Эффективность всего строительного производства повысилась, конечно, не только благодаря применению шунгизитобетона и конструкций на его основе, но это внедрение явилось определяющим фактором при строительстве общественных и промышленных зданий. Большую помощь тресту оказали ВНИИСтром, НИИКерамзит, НИИСФ и НИИЖБ. Исследователи совместно с работниками треста подобрали оптимальные составы и определили технологические параметры его приготовления.

В результате начат выпуск стеновых наружных панелей промзданий серий СТ-02-31 и I-432-5. Техническая характеристика шунгизитобетона, применяемого для этих панелей, следующая: объемная масса 1200 кг/м^3 , прочность при сжатии 50 кгс/см^2 , коэффициент теплопроводности $0,26 \text{ ккал/(ч}\cdot\text{м}\cdot^\circ\text{C)}$. Состав 1 м^3 шунгизитобетона: шунгизит фракции 5—20 мм — 950 л, шунгизитовый песок (дробленый) — 510 л, цемент марки М 400 — 220 кг, вода — 260 л.

Применяемый шунгизит представляет собой гравий объемной массой 550—600 кг/м^3 , прочностью в цилиндре 10—12 кгс/см^2 , что соответствует требованиям ГОСТ 19375—73 «Гравий шунгизитовый». Однако эти показатели недостаточны для эффективного использования его в несущих конструкциях. С целью расширения области применения шунгизитобетона в ограждающих конструкциях НИИЖБ разработал применительно к условиям Заполярья состав с введением клееканифольного пенообразователя (рис. 2). Для выпуска такого бетона в 1974 г. была оборудована

секция бетоносмесительного узла. Характеристика шунгизитобетона следующая: объемная масса $1000\text{—}1100 \text{ кг/м}^3$; прочность при сжатии 50 кгс/см^2 . Состав на 1 м^3 бетона: шунгизитовый гравий фракции 5—20 мм — 1100 л, портландцемент марки М 400 — 300 кг, вода — 130 л, клееканифольный раствор пенообразователя — 45 л.

Если объемная масса бетона 1200 и 1100 кг/м^3 получается стабильно, то шунгизитобетон с $\gamma_b = 1000 \text{ кг/м}^3$ и ниже требует дополнительного изучения. Объем производства в тресте шунгизитобетонных строительных конструкций с каждым годом увеличивается. За 4 последних года девятой пятилетки было изготовлено и смонтировано 25,6 тыс. м^3 стеновых панелей промзданий, а за 1976 г. — уже 14,5 тыс. м^3 . Наиболее ярким примером эффективного применения шунгизитобетона является замена кирпичных стен панельными при строительстве объектов пускового комплекса апатитонефелиновой фабрики производственного объединения «Апатит». Это мероприятие в сочетании с передовыми методами организации труда и производства строительно-монтажных работ в суровых климатических условиях позволило за 2 года (по плану 2,5 года) ввести в эксплуатацию мощности по выпуску 1,2 млн. т апатитового концентрата без остановки действующей фабрики. Применение новых прогрессивных материалов значительно снизило массу ограждающих и несущих конструкций, объемы земляных работ (за счет уменьшения сечения фундаментов) и повысило долговечность зданий.

В тресте постоянно расширяют номенклатуру деталей из шунгизитобетона и его разновидности — шунгизитопенобетона. Освоена серия ИИ-04, в текущем году начато изготовление легкобетонных

перегородок серии I-431.5. С ростом выпуска шунгизитового гравия предполагается освоить изготовление легкобетонных плит покрытий и перекрытий крупнопанельных домов. Строителям треста предстоит освоить новые площадки, так как геологи идут все дальше в Хибин. И, естественно, одной из эффективнейших мер в этом направлении является снижение массы строительных конструкций, что уменьшит объемы перевозок, позволит увеличить размеры деталей и повысить сборность сооружений.

Исследования, проводимые в НИИЖБ и НИИСФ, показали, что шунгизитобетон по сравнению с тяжелым бетоном при одинаковых марках обладает меньшей объемной массой, повышенной морозостойкостью, высокими звуко- и теплоизолирующими свойствами, поэтому применение его также в несущих строительных конструкциях повысит эксплуатационные характеристики зданий и сооружений.

Мероприятия по увеличению выпуска шунгизитового гравия будут осуществлены при проводимой сейчас реконструкции завода. Его годовая мощность составит 100 тыс. м^3 за счет установки двух печей большего диаметра, холодильников, а также путем расширения складов сырья и готовой продукции. Ввод в 1978 г. цеха однослойных панелей мощностью 20 тыс. м^3 позволит специализировать это производство, а также выпускать несущие шунгизитобетонные конструкции. Шунгизитобетон и тяжелый бетон готовят на одном и том же технологическом оборудовании, что вызывает дополнительные трудности и снижает технические характеристики. Хотя весь шунгизитовый гравий практически идет на изготовление стеновых панелей, его, однако, не хватает для



Рис. 1. Установка по производству шунгизита

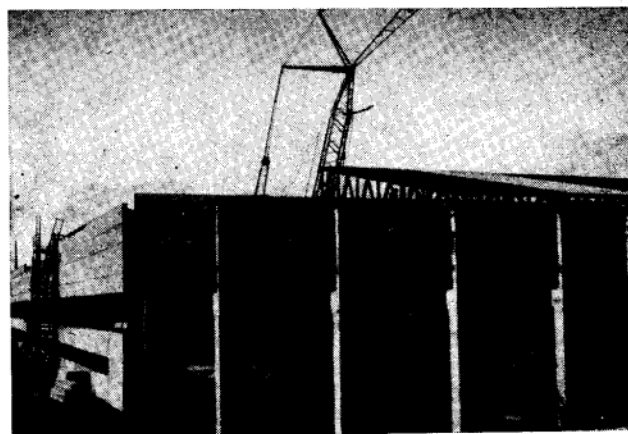


Рис. 2. Строительство цеха однослойных конструкций (навесные панели выполнены из шунгизитобетона марки М 50, $\gamma_b = 1100 \text{ кг/м}^3$)

полной замены кирпичной кладки. Выпуск сдерживается малой мощностью установки и отсутствием местного шунгизитового сырья. Мурманская геологоразведочная экспедиция ведет поиск новых месторождений на Кольском полуострове. Исследования первых технологических проб дали положительные результаты. В связи с этим есть все основания для увеличения объема производства шунгизита и изделий из него.

Еще одним сдерживающим фактором в расширении области применения шунгизитобетонных конструкций является слишком осторожное к ним отношение местных и центральных проектных институтов. Так, разработанные в 1975 г. НИИЖБ «Рекомендации по изготовлению и применению в строительстве конструкций из шунгизитобетона» предусматривают целый ряд конструкций. Однако в каждом случае при освоении

нового их вида или серии необходимы дополнительные исследования, натурные испытания. По нашему мнению, следует разработать такой нормативный документ, который позволил бы использовать шунгизитобетон в более широких пределах. Для производства несущих конструкций из шунгизитобетона необходимо стабилизировать однородность шунгитового щебня, идущего на обжиг.

Инж. М. Н. СТАРОСТИН (Ярославский завод ЖБИ Минстроя СССР),
кандидаты техн. наук Г. Е. КОЛОСОВ, В. И. САВИН,
инж. С. Р. АДХАМОВ (НИИЖБ)

УДК 624.074.691.327:666.973.2

Применение шунгизитобетона в несущих конструкциях

В результате исследований, выполненных в последние годы НИИЖБ, ЦНИИЭП жилища, НИИСФ и другими организациями, шунгизитовый гравий нашел широкое применение в производстве наружных стеновых панелей и блоков для зданий различного назначения¹. В последнее время объем выпуска шунгизитового гравия значительно опережает темпы роста производства ограждающих конструкций. Кроме того, некоторые районы европейской части СССР ощущают дефицит в тяжелом заполнителе, поэтому назрела необходимость в более широком внедрении шунгизитобетона в жилищно-гражданское, промышленное и сельское строительство.

Во время исследований, выполненных в 1974—1976 гг. НИИЖБ совместно со строительными организациями, было установлено, что физико-технические свойства конструкционного шунгизитобетона — кубиковая и призмная прочность при осевом сжатии, прочность при осевом растяжении, начальный модуль упругости при сжатии и растяжении, коэффициент Пуассона, водопоглощение и морозостойкость — практически находятся в пределах, рекомендуемых СНиП II-21-75 для легких бетонов на пористых заполнителях. Выявленные закономерности позволили использовать шунгизитобетон для изготовления несущих конструкций по рабочим чертежам, раз-

работанным для керамзитобетона, что сокращает время, необходимое для внедрения.

В качестве опытных образцов были выбраны многпустотные панели перекрытий жилых зданий и ребристые панели покрытий промзданий. При изготовлении этих конструкций применяли типовые чертежи для изделий из бетонов на пористых заполнителях. Типы опытных шунгизитобетонных конструкций и основные среднесерийные результаты испытаний при кратковременном действии

нагрузки приведены в таблице. Каждую среднесерийную характеристику определяли как среднее арифметическое из результатов испытаний серии из 2—3 опытных конструкций. Всего на кратковременное действие нагрузки испытали 16 многпустотных преднапряженных панелей перекрытий и 4 преднапряженные плиты покрытий. При их изготовлении использовали шунгизитобетон марки М 200 и рабочую арматуру из стали классов А-IV и А-т-V. Многпустотные панели перекрытий имели пролет 5,8; 5,9 и 6,3; ширину 1 и 1,2 м; ребристые панели покрытий были изготовлены размером 1,5×6 м, толщиной 0,3 м. Панели перекрытий предназначены под расчетную нагрузку 800 кгс/м², панели покрытий — 500 кгс/м² (без учета собственной массы).

Панели перекрытий и покрытий, испытанные на кратковременное действие нагрузки, во всех случаях разрушились в зоне действия наибольшей нагрузки от текучести рабочей арматуры. Разрушение бетона сжатой зоны, в отличие от обычного бетона, имело плавный (не хрупкий) характер. Фактический разрушающий момент отличался от расчетного по СНиП II-21-75 (для панелей перекрытий на 1—6%, для панелей покрытий на 8—12%). Удовлетворительная сходимость фактических и теоретических разрушающих нагрузок позволяет с достаточной надежностью рекомендовать рассчитывать прочность панелей по СНиП.

Фактический разрушающий момент, воспринимаемый нормальным сечением,

Наименование конструкции, ее марки и серия рабочих чертежей	Разрушающий момент, кг-м	$C = \frac{M_p}{M_{расч}}$	Момент образования трещин, кг-м	Прогиб при M_p , мм	
				по M_p	контрольный прогиб по проекту, мм
Панели перекрытий	ПТ-63-10	6880*	1,75	3400*	12,8*
	1.241-2	6700		3480	12,8
	ПТ-58-12а	9820	1,86	5700	9,3
	ИИ-04-4	9612		4500	6,4
	ПТК-59-12,	8058	1,58	3988	8,53
	ИИ-03-02 альбом 58	8228		3862	8,35
Панели покрытий	ПА-IV	8950	2	4009	7,2
	1.465-7	8005		3790	6,5
	ПНС-17	6872	1,68	4080	9
	ПК-01-III	7630		3826	6,2

* Над чертой — экспериментальные данные, под чертой — расчетные по СНиП II-21-75.

¹ Применение шунгизитобетона в строительстве. — «Бетон и железобетон», 1975, № 10. Авт.: П. В. Попов, В. И. Савин, Г. Е. Колосов и др.

во всех случаях превышал момент от расчетной нагрузки, а отношение $M_{\text{ф}}/M_{\text{расч}}$ находилось в пределах: для панелей перекрытий 1,58—1,86; для панелей покрытий 1,68—2. Это отношение для всех образцов больше $C=1,4$, нормируемого ГОСТ 8829—77 (см. таблицу), что указывает на некоторый запас количества растянутой арматуры опытных конструкций по прочности.

Появление первых трещин отмечалось при достижении нормативной нагрузки. Раскрытие трещин при этом не превышало 0,05—0,1 мм, что удовлетворяет требованиям норм. Опытный момент образования трещин для всех конструкций оказался больше расчетного. Анализ опытов показал достаточную трещиностойкость шунгизитобетонных изгибаемых элементов.

При изготовлении у всех образцов замеряли выгибы в момент отпуска натяжения арматуры. Величины их значительно отличались от расчетных значений. Фактические прогибы опытных конструкций при кратковременном действии нагрузки во всех случаях оказались меньше контрольных величин и хорошо согласовывались с расчетными (см. таблицу). При учете длительного действия полной нормативной нагрузки прогиб панелей изменялся в пределах $\left(\frac{1}{220} - \frac{1}{580}\right)l$, что меньше предельного прогиба, допускаемого нормами. Полный прогиб опытных конструкций, испытанных на кратковременное действие нагрузки, определяли с учетом увеличения деформаций от ползучести бетона при длительном действии нагрузки. Это увеличение приняли на основании результатов исследований шунгизитобетонных образцов. На длительное действие нагрузки в течение года в НИИЖБ испытывали 12 балок-образцов (сечение 15×30 см, пролет 2,8 м) из шунгизитобетона марки М 200 с обычной пред-

напряженной арматурой класса Ат-V. На длительное действие нагрузки также испытывали 3 многопустотные шунгизитобетонные панели перекрытий, изготовленные на Архангельском и Ярославском заводах ЖБИ. Анализ результатов опытов позволяет рекомендовать при длительном действии нормативной нагрузки выполнять расчет по деформации шунгизитобетонных изгибаемых элементов в соответствии со СНиП II-21-75, с учетом особенностей легкого бетона.

При передаче предварительного напряжения с арматуры на бетон панелей перекрытий и балок-образцов установлено, что длина зоны передачи напряжения на шунгизитобетон хорошо согласуется с нормируемой величиной при плавном отпуске напряжения. Однако получены существенные расхождения при мгновенной передаче напряжения (35—40%), что необходимо учитывать при проектировании и изготовлении преднапряженных конструкций из шунгизитобетона.

Трестом Оргтехстрой ГлавАрхангельскстроя испытана опытная партия панелей перекрытий серий ИИ-04-4 и ИИ-03-02, а также перемычек серии I.139-02 и комплексных перемычек из шунгизитобетона марки М 200. Результаты подтвердили вывод о хорошей сходимости опытных данных по прочности, трещиностойкости и деформативности с расчетными.

Для более широкого использования шунгизитобетона в несущих конструкциях в настоящее время в НИИЖБ изучают сжатые элементы. Предварительные результаты показали возможность использования конструкционного шунгизитобетона для панелей внутренних стен жилых 5-этажных зданий. На основании исследований шунгизитобетонных конструкций предложена широкая номенклатура имеющихся рабочих чертежей легкобетонных конструкций с

целью использования для них шунгизитобетона¹. К ранее рекомендованным конструкциям могут быть добавлены многопустотные преднапряженные легкобетонные панели перекрытий серии I-141-10 (вып. 1-7), армированные стержнями из стали класса А-IV и ненапряженные легкобетонные панели перекрытий серии I-141-9 (вып. 1-9), армированные сталью класса А-III и В-I для жилых зданий, преднапряженные плиты перекрытий серии ИИ-04-4 (вып. 5) для общественных зданий, а также преднапряженные плиты покрытий серии I.465-7 (вып. 0 и 3) для промзданий.

На Ярославском заводе ЖБК панели перекрытий изготавливают в формовочном цехе на четырех специализированных линиях по поточно-агрегатной технологии. Использование шунгизитобетона вместо тяжелого бетона не внесло изменений в технологию, за исключением приготовления бетонной смеси. Шунгизитобетонную смесь готовят в смесителях свободного падения марки С-302 в течение 3 мин. Цемент, песок и воду дозируют по массе, а шунгизитовый гравий — по массе с контролем по объему. Рекомендуют состав шунгизитобетона: портландцемент марки М 400—340...360 кг, шунгизитовый гравий фракции 5—10 мм ($\gamma_n=600...700 \text{ кг/м}^3$), $R_n=18 \text{ кгс/см}^2$ —850 л, речной кварцевый песок (волжский) $M_{\text{кр}}=1,8$ —700 кг, вода 145 л. В 1976 г. завод изготовил 32 тыс. м³ преднапряженных многопустотных плит перекрытий и получил экономический эффект в сумме более 100 тыс. р. Полученные конструкции были применены при строительстве жилых и общественно-бытовых зданий (рис. 1, 2).

Значительный опыт производства несущих конструкций из шунгизитобетона накоплен строителями Архангельской области. Так, в 1974—1975 гг. Кузнецовский завод ЖБИ № 1 и Первомайский



Рис. 1. Здание с несущими конструкциями из шунгизитобетона в Ярославле



Рис. 2. Инженерный корпус объединения «Автодизель» с плитами перекрытий из шунгизитобетона

завод ЖБИ № 2 Главархангельскстроя освоили технологию изготовления многопустотных плит перекрытий из шунгизитобетона марки М 200 серий ИИ-03-02 (альбом 58), ИИ-04-4 и I.241-2 (вып. 1). В настоящее время эти заводы при участии НИИЖБ наладили выпуск внутренних несущих стен серии I-464А, дымовентиляционных панелей серий I-464А и I-335АК, ребристых плит серии 758-66, комплексных перемычек, разработанных трестом Оргтехстрой Главархангельскстроя, а также других элемен-

тов из шунгизитобетона марок М 150—200. Такой подход расширил область применения шунгизитобетона как в несущих, так и в ограждающих конструкциях зданий и сооружений, а также позволил решить проблему полного использования мощностей завода шунгизитового гравия и частично покрыть дефицит в крупном заполнителе на предприятиях Главка.

Выводы

Основные физико-технические свойства шунгизитобетона марок М 150—250

практически находятся в пределах, рекомендованных нормативными документами для легких бетонов на пористых заполнителях, что позволяет применять шунгизитобетон без переделки проектов.

Применение шунгизитобетона в несущих конструкциях позволяет расширить область применения этого прогрессивного материала в строительстве, снизить существующий в ряде районов дефицит в заполнителях для тяжелых бетонов и значительно повысить эффективность строительства.

Итоги VIII Всесоюзной конференции по бетону и железобетону

УДК 691.327/.8.061.3

Состояние и направления дальнейшего развития бетона и железобетона

В октябре 1977 г. в Харькове состоялась Всесоюзная конференция «Повышение эффективности и качества бетона и железобетона» (VIII Всесоюзная конференция по бетону и железобетону).

Конференция, посвященная 60-летию Великой Октябрьской социалистической революции, была организована Центральным и Харьковским областными правлениями НТО стройиндустрии и Госстроем СССР. В ее организации также участвовали Минпромстрой СССР, Минстрой СССР, Минтяжстрой СССР, Минсельстрой СССР, Минмонтажспецстрой СССР, Минстройматериалов СССР.

В работе конференции приняли участие более 1000 человек — представителей партийных и общественных организаций, предприятий и строений, научно-исследовательских и проектных институтов, вузов, строительных министерств и ведомств всех союзных республик нашей страны (из 80 городов и 190 организаций). На конференции присутствовали гости из социалистических стран — НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, ЧССР.

Работа проходила на пленарных заседаниях, где было заслушано и обсуждено 17 докладов, в том числе генеральный доклад заместителя председателя Госстроя СССР И. И. Ищенко

«Бетон и железобетон в капитальном строительстве десятой и одиннадцатой пятилеток», а также в трех секциях — бетоны и материалы для их изготовления, сборные и монолитные железобетонные конструкции, технология сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций, где было заслушано 24 доклада. В дискуссии на секционных и пленарных заседаниях приняли участие 55 человек. Для участников конференции была организована выставка, показавшая научно-технические достижения ведущих строительных министерств, ведомств, научно-исследовательских и проектных институтов и вузов страны по повышению эффективности и качества бетона и железобетона. Участники конференции смогли также детально ознакомиться с достижениями строителей, производственников и ученых Харькова.

Было отмечено, что со времени VII Всесоюзной конференции по бетону и железобетону (1972 г.) в развитии его производства и применения, в повышении технико-экономических показателей достигнуты определенные успехи: разработаны и применяются в строительстве эффективные железобетонные конструкции, улучшена работа по их типизации и стандартизации, введены в действие новые нормы проектирования бетонных и железобетонных конструк-

ций, значительно возросло применение эффективных арматурных сталей, существенно увеличилось производство конструкций из легких бетонов, расширилось применение химических добавок, на предприятиях строительной индустрии используются новые технологические процессы и оборудование, способствующие повышению качества конструкций, снижению стоимости и трудоемкости их изготовления.

На предприятиях сборного железобетона организована аттестация продукции, на передовых заводах и ДСК созданы службы управления качеством, ряду изделий присвоен государственный Знак качества. Значительное распространение получили неразрушающие и статистические методы контроля качества бетона и железобетона.

Вместе с тем в производстве и применении бетона и железобетона имеются серьезные недостатки, снижающие эффективность использования их в строительстве. Ряд рекомендаций VII Всесоюзной конференции по бетону и железобетону остались невыполненными.

После всестороннего обсуждения основных проблем современного состояния и направлений дальнейшего развития бетона и железобетона конференция приняла развернутые рекомендации, призвала всех строителей и ра-

ботников строительной индустрии приложить максимум усилий для успешного решения задач десятой и одиннадцатой пятилеток.

Как указано в принятых XXV съездом КПСС «Основных направлениях развития народного хозяйства на 1976—1980 годы», для выполнения заданий, намеченных десятым пятилетним планом в области капитального строительства, необходимо увеличивать эффективность использования капитальных вложений, сокращать сроки, повышать уровень индустриализации и качества строительства, расширять практику полноторного строительства и монтажа зданий и сооружений из прогрессивных конструкций, увеличивать степень заводской готовности строительных конструкций и деталей, расширять применение в строительстве новых видов материалов и изделий, в том числе эффективных железобетонных конструкций.

В рекомендациях отмечено, что основными направлениями технического прогресса в области дальнейшего развития бетона и железобетона, повышения его эффективности и качества являются:

переход к массовому внедрению в практику строительства конструкций и изделий повышенной заводской готовности из высокопрочных, легких и ячеистых бетонов, предварительно-напряженных конструкций, обеспечивающих значительное снижение массы конструктивных элементов, уменьшение их материалоемкости и повышение индустриализации строительства;

улучшение прочностных свойств и стойкости бетонов за счет повышения качества применяемых для его приготовления материалов, использования эффективных химических добавок, совершенствования смесительного оборудования;

повышение технического уровня производства сборных, сборно-моновитных и моновитных железобетонных конструкций путем внедрения наиболее совершенных технологических процессов и высокопроизводительного оборудования и автоматизации производства на действующих, строящихся и реконструируемых предприятиях;

специализация и кооперация производства и организация комплексной поставки железобетонных конструкций;

разработка и внедрение действенной комплексной системы управления качеством при производстве бетонных и железобетонных конструкций;

совершенствование системы планирования и экономической оценки производства бетона и железобетона в

целях стимулирования повышения их качества и перехода на выпуск и применение эффективных конструкций.

Для реализации этих задач в рекомендациях конференции, в частности, отмечено следующее.

По развитию и совершенствованию железобетонных конструкций. Направить основное внимание научно-исследовательских и проектных организаций на снижение материалоемкости, трудоемкости, стоимости и количества типоразмеров конструкций и элементов массового применения; расширить исследования и проектные разработки современных моновитных и сборно-моновитных железобетонных конструкций, не уступающих по своей эффективности сборным; обратить внимание на целесообразность укрупнения сборных железобетонных конструкций и совершенствование их соединений; расширить применение рациональных конструкций железобетонных свайных фундаментов; развивать исследования и разработку сейсмостойких железобетонных конструкций; просить Госстрой СССР обеспечить выпуск рабочих чертежей полного набора типовых конструкций из высокопрочных тяжелых и легких бетонов; развить работы по созданию изделий для пространственных и стержневых тонкостенных конструкций зданий, по совершенствованию конструктивных форм железобетона в зданиях и сооружениях с использованием неразрезных, плоских и пространственных статически-неопределимых систем, уделить внимание анализу опыта проектирования и применения железобетонных конструкций в сельскохозяйственном производственном строительстве.

По развитию общей теории железобетона, теории прочности, деформативности и долговечности бетона и арматуры

Развивать углубленные теоретические исследования бетона и железобетона как сложных и многофазных комплексных материалов, свойства которых находятся в прямой связи с их структурой, внешней средой и условиями эксплуатации конструкций и сооружений; расширять исследования, направленные на создание общей теории прочности и долговечности различных видов бетона во взаимосвязи со структурой цементного камня, свойствами заполнителей, а также исходной бетонной смеси; развивать теорию коррозии бетонов и арматуры в агрессивных жидких и парогазовых средах; развивать исследования деформаций железобетонных конструкций при длительном действии нагрузки; совершен-

ствовать теорию деформаций железобетонных элементов в стадии, близкой к разрушению; разрабатывать теорию сцепления арматуры с бетоном.

По совершенствованию методов расчета железобетонных конструкций

Разработать и углубить практические методы расчета бетонных и железобетонных конструкций, подвергающихся совместному действию силовых факторов и факторов внешней среды; продолжать разрабатывать практические методы расчета статически-неопределимых систем по деформированной схеме, теорию расчета железобетонных плит, каркасов, оболочек и т. п. при наличии трещин; шире использовать ЭВМ при расчетах сложных конструкций и обработке экспериментальных данных; расширить изучение действительных условий работы конструкций при эксплуатации; совершенствовать вероятностные методы расчета железобетонных конструкций; использовать методы теории надежности для лучшего обоснования расчетных параметров.

По обеспечению материалами для бетона

Просить Госплан СССР и МПСМ СССР разработать мероприятия, обеспечивающие удовлетворение потребностей в бездобавочном портландцементе; расширить производство портландцементов марок М 550, М 600 и специальных цементов; ускорить разработку и освоение производства особо быстро твердеющих портландцементов, позволяющих отказаться от тепловой обработки сборного железобетона или существенно сократить ее длительность; шире использовать при приготовлении различных видов бетонов побочные продукты энергетической, угольной и химической промышленности; для более эффективного использования цемента в строительстве развивать установление длительных прямых связей поставщиков с потребителями. Значительно расширить применение химических добавок с целью снижения расхода цемента, повышения свойств бетона, коренного совершенствования технологии производства, рассматривать применение химических добавок как обязательный элемент технологии бетона; развивать разработку и применение новых эффективных добавок, и в первую очередь суперпластификаторов и комплексных полифункциональных действия. С этой целью просить Минхимпром и Миннефтехимпром принять участие в работах по созданию новых эффективных добавок, а Госплан СССР —

выделить капитальные вложения на организацию их производства в одиннадцатой пятилетке, Госстрой СССР — регламентировать процесс испытаний и оценку эффективности новых добавок.

Обратить внимание МПСМ СССР и строительных министерств и ведомств на необходимость расширения производства высокопрочных фракционированных щебня и гравия, мытого и обогащенного песка; просить Госплан СССР выделить в десятой и одиннадцатой пятилетках специальные ассигнования на улучшение качества заполнителей и необходимое дробильно-сортировочное и обогащительное оборудование; просить Госкомцен при Совете Министров СССР осуществить пересмотр и унификацию цен на заполнители для бетона с учетом стимулирования выпуска высококачественной продукции.

Для дальнейшего развития производства и повышения качества пористых заполнителей просить МПСМ СССР совместно с заинтересованными организациями разработать и осуществить мероприятия по снижению объемной массы керамзита и его разновидностей до 400 кг/м³, увеличению производства пористых песков и высокопрочных пористых заполнителей, повышению однородности пористых заполнителей; просить Минчермет СССР увеличивать производство шлаковой пемзы.

По развитию производства, повышению эффективности и качества легких, ячеистых и специальных бетонов

Сосредоточить усилия НИИ, проектных организаций, вузов и предприятий на разработке и внедрении мероприятий по повышению плотности и водонепроницаемости, снижению объемной массы легких бетонов ограждающих конструкций за счет использования эффективных пористых песков, зол ТЭС, воздухоовлекающих и порообразующих добавок; снижению расхода цемента при производстве конструкционных и высокопрочных легких бетонов за счет использования высокопрочных, однородных пористых заполнителей, применения комплексных химических добавок; повышение однородности бетона на базе автоматизации его приготовления; просить Минстройдормаш разработать и организовать серийное производство более совершенного технологического оборудования для изготовления изделий из легких и ячеистых бетонов.

Просить Госплан СССР и Госстрой СССР совместно с заинтересованными

министерствами решить вопрос о дальнейшем развитии производства конструкций из ячеистого бетона для гражданского, промышленного и сельскохозяйственного строительства; расширять строительство тепловых агрегатов и сооружений из жаростойкого бетона и железобетона; предусматривать более широкое применение при проектировании зданий и сооружений самонапряженных железобетонных конструкций с использованием напрягающего цемента; расширить исследование и применение легких полимербетонов для несущих химически стойких конструкций; расширить исследование в области бетонополимеров, обратив внимание на изыскание более дешевых и менее дефицитных материалов для пропитки бетонов.

По совершенствованию заводской технологии производства сборных железобетонных конструкций

Считать главными направлениями повышения эффективности заводского производства сборного железобетона на десятую и одиннадцатую пятилетки резкое увеличение производительности труда, существенное повышение качества продукции и снижение ее материалоемкости; осуществлять техническое перевооружение заводов сборного железобетона путем широкого развития и совершенствования конвейерной технологии как наиболее экономичной для большинства изделий массового производства; улучшения организации технологии и оборудования для поточно-агрегатного производства, являющегося оптимальным для ряда изделий, особенно в условиях частой смены продукции; максимальной механизации стандового производства для изготовления длинномерных преднапряженных конструкций; создания высокомеханизированных и автоматизированных стандов с агрегатами для беспалубочного формования различного вида продукции; повышения уровня механизации, выполнения основных технологических процессов и вспомогательных операций.

Для апробации новых технологических решений и оборудования и распространения передового опыта просить Госстрой СССР, строительные министерства и ведомства рассмотреть вопрос об организации эталонных (головных) предприятий и технологических линий для производства широкой и узкоспециализированной номенклатуры изделий.

В текущей пятилетке организовать серийный выпуск высокопроизводительных технологических линий, в том чи-

сле с вибропротяжными устройствами, машин непрерывного беспалубочного формования и ряда машин общего назначения для изготовления изделий широкой номенклатуры, в том числе низкочастотных ударных, ударно-резонансных площадок, агрегатов для роликового прессования изделий, арматурно-навивочных машин.

Повсеместно применять на действующих заводах и при проектировании новых предприятий эффективные методы ускорения тепловой обработки с использованием горячих (разогретых) смесей, химических добавок, электротермообработки; разработать и внедрить конструкции усовершенствованных тепловых агрегатов с минимальным расходом теплоты.

Просить Минстройдормаш расширить экспериментальные работы по созданию механизмов для заводской отделки панелей, а также приспособлений по защите их от повреждений при складировании и транспортировании, а МПСМ СССР принять необходимые меры для резкого повышения качества отделочных материалов с доведением их выпуска до удовлетворения потребности крупнопанельного домостроения.

В целях уменьшения металлоемкости производства сборного железобетона расширить работы по унификации узлов и конструктивных деталей форм, созданию форм с цельнометаллическими гибкими стыками, облегченных металлических поддонов повышенной жесткости, механизированной сборно-разборной бортовой оснастки; ускорить разработку и внедрение стеклопластиковых и древопластиковых форм.

Для улучшения эксплуатации технологического оборудования и оснастки на заводах просить Госплан СССР совместно с Госстроем СССР, строительными министерствами рассмотреть вопрос об организации зональных предприятий по централизованному агрегатно-узловому ремонту эксплуатационного парка технологического оборудования, форм и оснастки.

По вопросам развития технологии и повышения качества монолитного бетона и железобетона и комплексной механизации бетонных работ

Просить строительные министерства и ведомства принять меры к созданию специализированных строительных организаций по возведению зданий и сооружений из монолитного железобетона и бетона, укомплектовав их средствами механизации, специализированным автотранспортом, эффектив-

ной инвентарной опалубкой, оснасткой и приспособлениями.

Просить Минстройдормаш ускорить освоение серийного производства оборудования для бетоносмесительных заводов-автоматов, автобетоновозов, увеличение выпуска автобетоносмесителей повышенной емкости, автобетононасосов с гидроприводом; просить Госплан СССР обеспечить потребность строительства в водостойкой фанере, а Минчермет СССР — в металлических гнутых профилях для изготовления инвентарной опалубки.

Шире использовать эффективные способы термообработки бетона электроэнергией.

**По применению эффективных
арматурных сталей,
совершенствованию армирования
и производства арматурных работ**

Просить Минчермет СССР обеспечить дальнейшее совершенствование технологии производства арматурных сталей и улучшение их качественных показателей; завершить в 1977 г. переход на поставку арматуры класса А-III марки 35ГС только с государственным Знаком качества; увеличить поставку высокопрочной арматурной проволоки и стержневой арматуры классов А-V, А-т-VI, освоив массовое производство стержней диаметром до 25 мм; обеспечить проведение совместных с институтами Госстроя СССР работ по созданию новых перспективных арматурных сталей и технологических процессов их изготовления: свариваемой стержневой арматуры с пределом прочности до 12 000 кгс/см², термически упрочненной арматурной стали с пределом прочности свыше 12 000 кгс/см², высокопрочной холоднотянутой и термически обработанной проволоки периодического профиля с повышенными эксплуатационными характеристиками и др.

Строительным, проектным и научным организациям необходимо:

обеспечить массовое внедрение арматуры класса А-III с государственным Знаком качества;

освоить изготовление преднапряженных конструкций со стержневой арматурой классов А-V и А-т-VI диаметром до 25 мм;

ускорить разработку новых конструктивных форм сварных арматурных каркасов, сварных и штампованных закладных деталей, а также создание общесоюзных нормалей унифицированных арматурных изделий.

Создать в системе строительной индустрии специализированные производственные предприятия по централизованному изготовлению товарных уни-

фицированных сварных арматурных изделий, закладных деталей, а в системе Минчермета СССР развить производство сварных арматурных сеток с унифицированными параметрами.

Создать машины-автоматы и автоматические линии, совмещающие в одном агрегате заготовку и натяжение арматуры при изготовлении преднапряженных конструкций.

Значительно повысить качество сварных соединений арматуры и закладных деталей как при изготовлении арматурных изделий, так и при возведении конструкций.

**По совершенствованию методов
контроля и перехода на систему
управления качеством
железобетонных конструкций**

Строительным министерствам и ведомствам необходимо усилить внимание к повышению качества железобетонных конструкций. Полностью завершить в 1978 г. работу по аттестации железобетонных конструкций и изделий; добиваться организации производства изделий со Знаком качества; завершить в течение 1978—1980 гг. работы по созданию системы управления качеством при производстве железобетонных конструкций на предприятиях и стройках и разработать на этой основе соответствующие нормативные документы, рекомендации и технические задания на серийное производство необходимых средств контроля, управления и автоматизации.

Просить Минприбор расширить промышленный выпуск контрольных приборов и средств автоматизации и управления, а Госстрой СССР ускорить работу по созданию комплексной системы автоматизированного управления качеством продукции.

**По совершенствованию планирования
и организации производства бетонных
и железобетонных конструкций**

Просить Госплан СССР и Госстрой СССР совместно со строительными министерствами активизировать работу по централизации предприятий по производству сборных железобетонных конструкций с организацией специализированных главных или территориальных управлений по руководству деятельностью предприятий, изготавливающих железобетонные изделия; завершить экономический эксперимент по внедрению при планировании и оценке экономической эффективности работы предприятий новых более рациональных показателей.

Обратить внимание строительных министерств и ведомств на необходи-

мость более полного использования производственных мощностей заводов железобетонных конструкций и домостроительных комбинатов.

Просить Госкомцен Совета Министров СССР, Госстрой СССР и Минстройматериалов СССР ускорить работу по совершенствованию системы ценообразования при производстве железобетонных конструкций и товарного бетона.

**По вопросам организации
научной работы и технической
информации в области бетона
и железобетона**

Просить Госстрой СССР, Госкомитет Совета Министров СССР по науке и технике, Минстройматериалов СССР и Минстройдормаш решить вопрос о существенном укреплении экспериментальной базы головных институтов и организаций с закреплением за ними опытных и головных предприятий и строений для отработки новых технологических решений, конструкций и оборудования.

Просить Госстрой СССР совместно с ведущими научно-исследовательскими организациями усилить работу по созданию общесоюзной нормативно-технической литературы по бетону и железобетону.

Признать положительным и продолжить практику организации конкурсов на лучшие проектные решения, научно-исследовательские работы, новые виды оборудования.

Просить Госкомиздат и Госстрой СССР значительно увеличить тираж нормативной и информационной литературы, сократив сроки ее издания и выпуска; увеличить объем издаваемых книг и брошюр для повышения квалификации рабочих и ИТР заводов.

Конференция рекомендовала Центральному правлению НТО стройиндустрии:

провести в республиканских, краевых и областных правлениях НТО широкое обсуждение итогов VIII конференции по бетону и железобетону;

поручить секциям технологии бетона и железобетонных конструкций проводить систематическую проверку хода выполнения принятых рекомендаций;

провести следующую, IX конференцию по бетону и железобетону в 1982 г.

Зам. председателя Оргкомитета
проф., д-р техн. наук
К. В. МИХАЙЛОВ,
зам. руководителя секретариата
Оргкомитета канд. техн. наук
В. Г. ДОВЖИК

Инженеры В. Г. ГАЗУКИН, Н. М. КАПЛАН (ДСК-3 Главкиевгорстроя)

УДК 728:69.05:658.562

Дома повышенного качества — на потоке

Домостроительный комбинат № 3 Главкиевгорстроя в составе трех строительного-монтажных управлений, завода железобетонных изделий и управления производственно-технологической комплектации должен обеспечить в десятой пятилетке ввод в эксплуатацию жилых домов общей площадью 1140 тыс. м², т. е. 20 000 квартир, для чего необходимо изготовить и смонтировать 700 тыс. м³ сборного железобетона и возвести 30 тыс. м³ монолитных железобетонных конструкций. Основной задачей коллектива ДСК-3 в этой пятилетке является освоение выпуска железобетонных изделий и строительства жилых домов новых серий — КТ-12 и КТ-16. Дома этих серий отличаются более высоким качеством от домов серии I-464А, которые ранее выпускались комбинатом.

Коллектив комбината принял активное участие в обсуждении проекта новой Конституции, горячо одобрил принятие Основного Закона, в котором, в частности, отражено право советских людей на жилище. Вся деятельность, инициатива и творческий поиск работников комбината направлены на то, чтобы это жилище соответствовало возросшему материальному и культурному уровню наших людей.

Архитектурно-планировочные и конструктивные принципы, заложенные в проекты, обеспечивают большее разнообразие домов. Они позволяют создавать различные пластические решения фасадов при помощи ограждений лоджий, крупнорельефной решетки лифтово-транспортного узла, входов, а также за счет использования богатой цветовой палитры при наружной отделке фасадов. Особое внимание уделено улучшению планировочных качеств квартир.

Квартиры предназначены для посемейного заселения; все комнаты имеют отдельные входы. В трехкомнатных квартирах применен прием раскрытия общей комнаты в сторону спальни, что создает определенные удобства при необходимости использования площади обеих комнат в общих целях. Пропорции спален приближены к квадрату, что позволяет более рационально разместить мебель и

использовать жилую площадь. Кухни запроектированы площадью 8,3 м². В ванных комнатах предусмотрено место для установки стиральной машины, ванны приняты длиной 1,7 м. Ширина передних в одно- и двухкомнатных квартирах — 1,5 м, в трехкомнатных — 2 м. Все квартиры имеют встроенные шкафы, кладовые и антресоли. На первом этаже имеется помещение для хранения колясок и велосипедов.

Творческая мысль многотысячного коллектива рабочих, инженерно-технических работников и служащих комбината направлена на решение основной задачи — дать киевским навоселам жилой дом улучшенной планировки, соответствующий требованиям, которые поставлены перед строителями в нынешней пятилетке — пятилетке эффективности и качества. Поэтому и социалистические обязательства, принятые цехами комбината, бригадами и отдельными рабочими, на-

правлены на дела, связанные с выпуском нового дома.

Проект дома серий КТ-12 и КТ-16 создавался в тесном творческом сотрудничестве коллективами КиевЗНИИЭП и ДСК-3. Инженеры комбината принимали активное участие в проектировании, некоторые из них вошли в состав авторского коллектива. Такая форма сотрудничества обеспечила успех работ по изготовлению конструкций дома и его монтажу, значительно сократила время на освоение производства.

Работники комбината предложили и внедрили ряд технических новшеств, которые способствовали освоению новой серии без уменьшения плана строительства жилых домов.

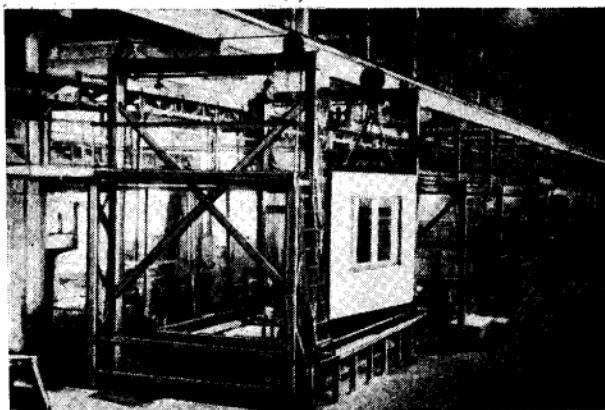
Для производства двухмодульных наружных стеновых панелей новой серии на заводе ЖБИ разработан и смонтирован вертикально-замкнутый конвейер. Работа по созданию этого конвейера выполнена на уровне изобретений, защищенных рядом авторских свидетельств. Большое творческое участие в создании конвейера принимали заслуженный рационализатор УССР И. Н. Хилько, инженеры А. Г. Вакуленко, Н. З. Клименко, Л. С. Гуз, электрослесари П. П. Андреев, Ю. М. Лермонтов и др. В настоящее время конвейер введен в эксплуатацию, а бригада, возглавляемая А. И. Гилевичем, обеспечила увеличение выпуска панелей на 112% по сравнению с прежней технологией. Улучшилось качество панелей, большинство которых ОТК принимает с первого предъявления.

Бригады монтажников под руководством бригадиров Н. А. Шаповаленко и Н. Г. Шпака освоили монтаж двухмодульных панелей, что позволило ускорить строительство домов. Эти бригады, выполняя социалистические обязательства, принятые в честь 60-летия Великого Октября, систематически выполняют нормы выработки на 130—135%.

На заводе ЖБИ ведутся работы по совершенствованию технологии, внедрению новых высокопроизводительных машин и оборудования. Социалистические обязательства, принятые коллективом,



Жилой крупнопанельный дом серии КТ-12-2 в массиве «Оболонь»



Конвейерная установка по изготовлению наружных стеновых панелей

предусматривают освоение этих машин, повышение качества выпускаемой продукции и эффективности производства. Так, на заводе внедрена вертикальная установка для сварки объемных арматурных каркасов. Бригада арматурщиков Ю. М. Варченко успешно овладела новой технологией сварки каркасов и выполняет производственные нормы на 145%.

На заводе применяется статистический контроль прочности бетона. За счет этого ежегодно экономится 500 т цемента. При изготовлении бетонной смеси применяются поверхностно-активные добавки. Внедрены неразрушающие методы контроля качества бетона. Освоена разработанная в содружестве с НИИСК Госстроя СССР и ЦНИЛ Главкиевгорстроя установка АУ-40 для испытания панелей на прочность, жесткость и трещиностойкость. Усилен контроль за комплекующими изделиями, поступающими на комбинат от внешних поставщиков. Для улучшения качества отделки наружных панелей внедрена моечная машина.

В первом полугодии 1977 г. 86,2% сданных жилых домов получили хорошие оценки. Однако продукция комбината еще не соответствует тем требованиям, которые поставлены перед строи-

телями в десятой пятилетке. На комбинате составлен план комплексных мероприятий, внедрение которых должно существенно улучшить качество нашей продукции.

Между бригадами идет социалистическое соревнование за выпуск изделий отличного качества. Бригады формовщиков А. И. Гилевича и Н. И. Горелова сочетают высокое качество работ с выполнением норм выработки на 135—140%. Бригада формовщиков кассетного цеха, возглавляемая коммунистом В. А. Ткаченко, является победителем социалистического соревнования за 1976 г.; за 1-е полугодие 1977 г. этот коллектив выпустил 5130 м³ сборного железобетона. Выработка каждого из девяти членов бригады составляет 118%, каждый владеет несколькими профессиями, например формовщики могут работать операторами кассетных машин.

Коллектив коммунистического труда, руководимый Н. П. Козловской, является победителем социалистического соревнования 1976 г. в бетоносмесительном цехе завода. В 1976 г. эта бригада мотористов в составе восьми человек обеспечила приготовление 50 тыс. м³ бетонной смеси хорошего качества при высокой культуре производства. Девиз бригады — обеспечить своевремен-

ную подачу бетонной смеси на технологические линии цехов завода.

Широко известны на комбинате творческие дела рационализатора — электрослесаря В. С. Лен, члена Центрального совета ВОИР. На его личном счету более ста рационализаторских предложений. Существенным вкладом в выполнение коллективом комбината социалистических обязательств явились рационализаторские предложения инженеров И. С. Горохова, С. Я. Старосельского, Г. Н. Беркута, А. К. Сиваченко, Е. Х. Изриль; рабочих В. П. Березовского, И. М. Горшкова, В. И. Овчаренко, Н. В. Мишаевича, Л. С. Певцова. За первый год десятой пятилетки заводские рационализаторы внедрили два изобретения и 53 рационализаторских предложения с экономическим эффектом 172 тыс. р.

В 1977 г. активно работали над усовершенствованием технологии приготовления бетонной смеси начальник бетоносмесительного цеха В. П. Булгак и механик цеха А. Н. Кочетков. Предложенное ими и внедренное рацпредложение по изменению технологии осаждения цемента позволило сократить расход электроэнергии на 85 тыс. кВт·ч в год. Экономия электроэнергии достигнута за счет замены фильтров стряхивания дополнительным циклоном осаждения цемента; работа циклона не требует расхода электроэнергии. Они же являются авторами рацпредложения по усовершенствованию дозирования отделения цеха. Это предложение предусматривает объединение двух пультов управления в усовершенствованный общий пульт с изменением конструкции головок дозаторов для улучшения регулирования процесса приготовления бетонной смеси. Внедрение указанного рационализаторского предложения дает возможность сократить трудозатраты на 5400 чел·ч в год.

Освоение выпуска дома новой серии является основной задачей ДСК-3 в десятой пятилетке. Партийная организация и весь коллектив ДСК-3 обеспечивают выполнение этой почетной задачи.

Патенты и изобретения

№ 24*

№ 563289. С. М. Новак, В. Д. Григораш, М. У. Шиманович и С. Л. Клапишевский. СКБ Главстройпрома Минтрансстроя СССР. Резонансное виброустройство для формования изделий из бетонных смесей.

* См.: Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1977.

№ 563290. С. Ф. Бугрим, В. М. Васильев, А. Г. Комар и др. Способ формования бетонных изделий.

№ 563291. А. Н. Чернов. Уралнистромпроект. Способ изготовления изделий из ячеистобетонной смеси.

№ 563383. А. Е. Шейкин, П. С. Костяев, Л. М. Добшиц и П. В. Аммосов. МИИТ. Комплексная добавка для цементнобетонных смесей.

№ 563384. Н. К. Розенталь, Н. М. Кашурников и Ю. И. Кузнецов. НИИЖБ. Бетонная смесь.

№ 563385. В. А. Войтович, Г. П. Федин, В. С. Исаев и Н. М. Коннов. ГИСИ. Бетонная смесь.

№ 563386. Э. Г. Питерская, Е. С. Савин, А. И. Минас и А. М. Питерский. Ростовский ИСИ и Новочеркасский инженерно-мелиоративный ин-т. Комплексная добавка для силикатобетонной смеси.

№ 563387. Г. С. Кальчик, А. В. Зыскин, П. Е. Лабудев и Н. В. Иванова. НИИСП. Способ приготовления бетонной смеси.

Преднапряженные ребристые плиты из керамзитобетонов повышенной деформативности

В проектах, разрабатываемых ЦНИИ-промзданий, Гипроинсельхозом и другими институтами, для керамзитобетонных несущих конструкций обычно предусматривается применение конструктивного керамзитобетона на керамзите насыпной массой не ниже 700 кг/м^3 . Однако для керамзита, выпускаемого в Литовской ССР (Палямонасский керамический завод), этот показатель обычно не превышает 550 кг/м^3 ($R_d < 25 \text{ кгс/см}^2$), что в значительной мере обуславливает повышение как упругой, так и пластической деформативности керамзитобетонов. Поэтому при подготовке к внедрению конструкций, изготовляемых с применением местного керамзита, в секторе строительных конструкций Литовского НИИСА исследовали прочность, трещиностойкость и жесткость преднапряженных керамзитобетонных ребристых плит размером $3 \times 6 \text{ м}$ для покрытий производственных зданий.

Было испытано кратковременно и длительно действующими нагрузками 16 плит, запроектированных, согласно СНиП II-21-75, аналогично плитам из тяжелых бетонов по рабочим чертежам серии I.465-7 под полезные нормативные нагрузки 100, 220, 300 и 360 кгс/м^2 (в маркировке обозначены соответственно цифрами 1—4). Плиты изготовляли на Каунасском заводе ЖБИ-3 из керамзитобетонов проектных марок М 250 и М 300 с применением напрягаемой арматуры классов А-IV и Ат-V. Составы керамзитобетонов, установленные опытным путем, отличались только расходом цемента (соответственно 300 и 400 кг на 1 м^3 уплотненной смеси) при одинаковых расходах заполнителей — 770 л/м^3 керамзитового гравия ($\gamma_k = 480 \text{ кг/м}^3$, $R_d = 18,4 \text{ кгс/см}^2$, $d = 5 \dots 10 \text{ мм}$) и 500 л/м^3 строительного песка. Количество воды определяли в зависимости от необходимой жесткости смеси. Предварительное напряжение арматуры осуществляли электротермическим способом и контролировали по удлинению стержней. Кубиковая прочность керамзитобетона в

момент его обжатия составляла 168—189 и 195—214 кгс/см^2 (для проектных марок М 250 и М 300), а объемная масса при естественной влажности (после пропаривания по режиму 3+8+3 ч) — $1700 \dots 1750 \text{ кг/м}^3$.

Испытания контрольных кубов и призм показали, что в 28-сут возрасте фактическая прочность керамзитобетона составляла соответственно 215—226 и 234—255 кгс/см^2 , а модуль упругости — $(148 \dots 161) 10^3$ и $(164 \dots 175) 10^3 \text{ кгс/см}^2$ (против нормативного 162 500 и 175 500 кгс/см^2). Это объясняется тем, что в заводских условиях не обеспечивалась точность дозирования керамзитобетонной смеси, и применяли керамзит, характеристики которого были хуже требуемых ГОСТ 9757—73.

Результаты, полученные при кратковременных испытаниях десяти опытных плит, сопоставляли с контрольными (по ГОСТ 8829—66) и расчетными [1] значениями

прочности, трещиностойкости и жесткости, при определении которых принимали нормативные характеристики материалов и проектные размеры сечений. Контрольные нагрузки принимали с учетом собственной массы плит — с замоноличиванием $q_{св}^H = 120$; $q_{св} = 135 \text{ кгс/м}^2$ (при фактической объемной массе 1800 кг/м^3). Плиты разрушались в основном из-за текучести или из-за обрыва преднапряженной арматуры продольных ребер, сопровождавшегося раздроблением бетона сжатой зоны. Сопоставление опытных и контрольных значений показало, что все испытанные плиты (за исключением бракованной) имели достаточный запас прочности, трещиностойкость и жесткость. Сравнение же опытных и расчетных величин прочности, моментов трещинообразования, ширины раскрытия трещин и прогибов подтвердило, что принятая методика расчета [1] при кратковременном действии нагрузок вполне обеспечивает надежность плит даже в случае применения керамзита, характеристики которого несколько хуже рекомендуемых ГОСТ 9757—73. Фактические разрушающие нагрузки в среднем на 25% больше установленных расчетом, что объясняется нормативными ограничениями расчетной ширины полки, значительным запасом прочности материалов и др. Только при нагрузках, меньших нагрузок трещинообразования, фактические прогибы несколько больше расчетных (рис. 1). Это объясняется тем, что фактические модули упругости керамзитобетонов были меньше принятых в расчетах. Несколько худший результат сопоставления опытных и расчетных величин ширины раскрытия трещин (опытные больше в среднем на 4%) можно объяснить малостью этих величин.

Таким образом, результаты кратковременных испытаний следует считать положительными. Однако керамзитобетонные плиты, изготовленные с применением керамзита низкой объемной массы и

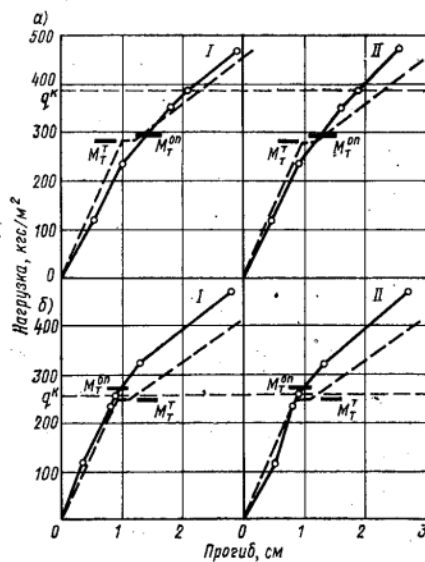


Рис. 1. Прогибы продольных ребер (I и II) плит при кратковременных испытаниях. Указанная величина нагрузки не включает собственной массы плиты
а—КПА-В-250-4 № 1; б—КПА-В-250-2 № 10
— опытные значения; — — — теоретические

прочности, обладают пониженной жесткостью. Особенно важно в эксперименте проследить влияние на полный прогиб таких видов пластической деформативности, как усадка и ползучесть, пока не поддающихся более точному учету при проектировании, поэтому для проверки надежности керамзитобетонных плит при длительном действии сил преднапряжения и внешней нагрузки в течение одного года поставили соответствующие опыты (рис. 2). Длительные испытания проводили при нагрузках, близких к полным нормативным, при которых трещины в продольных ребрах плит не были обнаружены (за исключением плит КПА-IV-250-3, в которых через 120 сут после нагружения появились трещины шириной до 0,005 мм, расположенные во всех направлениях). В большинстве случаев начальные прогибы плит при нагружении $f_n^{\text{оп}}$ не погасили их выгибов $f_b^{\text{оп}}$ (τ_1). Несмотря на это, прогибы увеличивались за весь период наблюдения (см. рис. 2) и их конечная величина $f_k^{\text{оп}}$ составила в среднем 1,54 начальной $f_n^{\text{оп}}$ при коэффициенте вариации 6,8% (конечная величина прогиба определена по расчету, прирост прогиба за 11 мес составляет 80% предельного прироста).

Полные величины опытных прогибов ($f^{\text{оп}}$), представляющие собой алгебраические суммы величин выгибов $f_b^{\text{оп}}$ (τ_1) и конечных прогибов $f_k^{\text{оп}}$, значительно меньше расчетных $f_{\text{СНиП}}$ и допустимой по нормам $[f] = 29,5$ мм (при определении $f_{\text{СНиП}}$ считали, что $M_{\text{дл}} \leq M_T^*$. Это объясняется как несовершенством методики расчета, не позволяющей более точно учитывать влияние возраста бетона при нагружении элемента и действительные запасы его жесткости и трещиностойкости (особенно влияния преднапряжения на прогиб элементов III категории трещиностойкости), так и продолжительным выдерживанием плит в ненагруженном состоянии, способствующем увеличению выгиба. При попытке же применить методику, принятую в СНиП II-21-75, оказалось, что во многих случаях вычисленная кривизна на участках плит с трещинами меньше кривизны на участках без трещин.

Значительно лучше результат сопоставления опытных $f^{\text{оп}}$ и расчетных $f^{\text{р}}$ значений полного прогиба получается при использовании формулы

$$f^{\text{р}} = f_n c_{\text{дл}} - f_b, \quad (1)$$

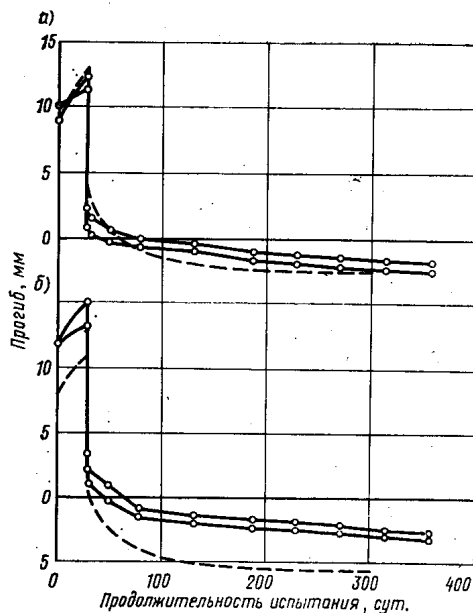


Рис. 2. Изменение прогибов продольных ребер плит при длительных испытаниях
а — КПА-Т-V-300-3 № 6; б — КПА-IV-250-3 № 15
— опытные значения; — — — теоретические по (1)

где $c_{\text{дл}}$ — коэффициент, учитывающий влияние возраста элемента при нагружении τ_1 и продолжительность действия нагрузки;

$$c_{\text{дл}} = 1 + \left(0,55 + \frac{4,5}{\tau_1}\right) \frac{t}{20 + t};$$

f_b — выгиб, определяемый согласно [2], причем потери преднапряжения σ_n и σ_p целесообразнее находить с учетом влияния собственной массы элемента;

f_n — начальный (кратковременный) прогиб элемента от длительно действующей части нагрузки, определяемый по кривизне

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M_{\text{дл}} - M_{\text{св}}}{0,85 E_0 I_n} \quad \text{при } M < M_T;$$

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M_{\text{дл}} - M_{\text{св}}}{h_0 z_1} \times \left[\frac{\psi_a}{E_a F_a} + \frac{2}{(\xi + \gamma') b h_0 E_0} \right] \quad \text{при } M > M_T,$$

где $M = M_{\text{кр}} + M_{\text{дл}}$ — момент от полной нагрузки $q^{\text{н}} = q_{\text{кр}} + q_{\text{дл}}$. Значения параметров ψ_a , γ' , ξ и z_1 подсчитывают как для преднапряженного элемента при учете кратковременного действия $M_{\text{дл}}$. Прогиб от кратковременно действующей части нагрузки находят отдельно.

Как видно, формула для вычисления кривизны при $M > M_T$ отличается от известной формулы отсутствием второго члена, учитывающего влияние предварительного обжатия. Данные рис. 2 подтверждают приемлемость приводимого уточнения по формуле (1), основанного на результатах ранее проведенных испытаний керамзитобетонных балок прямоугольного сечения [3].

Выводы

Для плит покрытия размером 3×6 м под полезные нормативные нагрузки до 360 кгс/м^2 включительно можно применять керамзитобетоны марки М 250 повышенной деформации (т. е. с использованием керамзита с $\gamma_k = 500 \dots 600 \text{ кг/м}^3$ и $R_n = 20 \dots 25 \text{ кгс/см}^2$), так как величина полного прогиба при несколько заниженной жесткости плиты регулируется правильно установленным предварительным обжатием, определяющим величину выгиба. При этом по сравнению с плитами из тяжелых бетонов расход цемента и арматуры не увеличивается.

Методика расчета, принятая в нормативных документах, обеспечивает достаточный запас прочности, трещиностойкости и жесткости керамзитобетонных плит, в том числе по полным деформациям (прогибам), плиты способны нести нагрузку, значительно большую принятой в расчете.

При определении полных прогибов изгибаемых элементов рекомендуется применять формулу (1), позволяющую более точно учитывать влияние возраста элемента при нагружении, продолжительности действия нагрузки и преднапряжения. В стадии проектирования значения τ_1 и t принимают с учетом наиболее неблагоприятных условий (для керамзитобетонных плит $\tau_1 = 30$ и $t = \infty$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по проектированию конструкций из легких бетонов. М., Стройиздат, 1970.
2. Бирулин Ю. Ф. Учет выгиба от предварительного обжатия при расчете деформаций. — В реф. сб.: Межотраслевые вопросы строительства (отечественный опыт). М., ЦИНИС, 1970, № 2.
3. Кенсгайла А. А. К вопросу учета влияния усадки и ползучести керамзитобетона на трещиностойкость и деформативность преднапряженных балок. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук (Вильнюсский инженерно-строительный ин-т), 1972.

Д-р техн. наук, проф. Б. А. КРЫЛОВ, инж. Л. И. КОЗЛОВА (НИИЖБ)

УДК 624.012.691.327:666.973.2:666.9.046

Высокотемпературный прогрев изделий из легкого бетона в среде с пониженной влажностью

В качестве ограждающих конструкций жилых и промышленных зданий широко применяются однослойные керамзитобетонные панели. Особенность легкого бетона медленно отдавать влагу заставляет изыскивать методы их изготовления, обеспечивающие требуемую влажность. Низкая влажность панелей улучшает теплофизические характеристики стен и требует меньше энергетических затрат на поддержание в помещениях необходимых температурных режимов. Для решения этой задачи целесообразно заменить пропаривание изделий высокотемпературным прогревом в среде с пониженной влажностью. Однако эта технология недостаточно изучена, что тормозит ее внедрение в производство.

Выполненные НИИЖБ обширные исследования позволили определить основные параметры тепловой обработки керамзитобетонных изделий при температурах среды более 100°C, с учетом прочностных и структурных характеристик бетона. На основе этого разработана технологическая линия по изготовлению керамзитобетонных панелей с высокотемпературным прогревом, которая работает на Проконьевском заводе в Кузбассе.

Опыты проводили на образцах-моделях из керамзитобетона марки М 100.

Жесткость бетонной смеси по техническому вискозиметру составляла 20—25 с. Толщину образцов в соответствии с толщиной панелей приняли 40, 30, 20 и 15 см. Формы для их изготовления обеспечивали создание одномерного теплового потока, идентичного возникающему в центре изделия в производственных условиях.

Основные факторы, определяющие режим термообработки, следующие: температура изотермического выдерживания 120—160°C, продолжительность изотермического выдерживания 2—6 ч, скорость подъема температуры греющей среды 40—160°C/ч. Все образцы остывали в камерах в течение 1,5 ч.

При твердении бетона важное значение имеют процессы гидратации и набора прочности. Степень гидратации цемента существенно зависит от режима термообработки и толщины изделий и колеблется в пределах от 40 до 71%. При этом чем они толще, тем большая неравномерность степени гидратации по сечению (3—4%). Закономерность ее изменения не одинакова при различных режимах термообработки. При температурах изотермического выдерживания (120—130°C) решающим в кинетике степени гидратации цемента в бетоне является изменение температурного поля. С

увеличением температуры до 140—160°C превалирующим становится фактор распределения влажности по сечению изделий. Структурные особенности материала при высокотемпературном прогреве изучали ультразвуковым и импульсным методами, а также по изменению ЭДС бетона. Прочность бетона контролировали по испытаниям образцов-кубов на сжатие через каждые 2 ч термообработки.

Анализируя кривые электродвижущей силы (ЭДС) и скорости распространения ультразвуковых импульсов в бетоне образцов-моделей (рис. 1), можно заметить, что характер кривых, полученных для различных сечений образцов и при различных режимах термообработки, одинаков. Изменение электродвижущей силы бетона вполне согласуется с предположением о ступенчатом характере процесса гидратации. Сразу же после затворения цемента водой начинается интенсивное химическое взаимодействие этих компонентов с образованием на поверхности зерен цемента гидратных накоплений, формирующихся постепенно в оболочки. Вода, диффундирующая через эти оболочки и соединяющаяся с минералами цемента, образует продукты гидратации. Таким образом, происходит процесс накопления новообразований

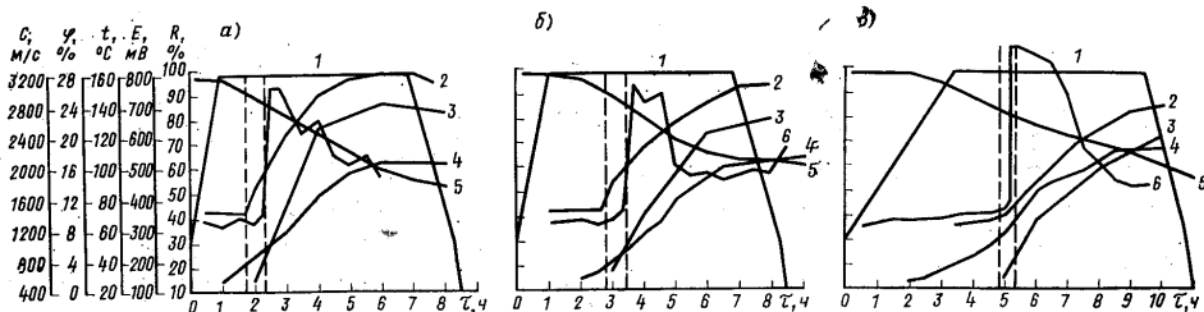


Рис. 1. Влияние режима термообработки на процесс твердения бетона в образце-модели толщиной 40 см
а — на расстоянии 7 см от нижней поверхности; б, в — в центре образца; а, б — при термообработке при 160°C по режиму 0,8+6+1,5 ч; в — то же, по режиму 3,3+6+1,5 ч; 1 — температура среды; 2 — скорость прохождения ультразвука; 3 — прочность на сжатие; 4 — температура бетона; 5 — влагосодержание; 6 — ЭДС твердеющего бетона; — — — — область резкого увеличения ультразвука и ЭДС твердеющего бетона

под ранее образовавшейся гидратной оболочкой. Этот период на кривой ЭДС характеризуется участком, не отражающим резких изменений концентрации электролита. Скорость распространения ультразвука, достигнув некоторой постоянной величины (1000—1400 м/с), стабилизируется, что соответствует образованию первоначального кристаллического каркаса и появлению в бетоне некоторой начальной прочности.

На определенной стадии уплотняющиеся гидратные продукты механически разрушают гидратные оболочки. Непрореагировавшие части цементных зерен обнажаются и начинается их интенсивное взаимодействие с водой с выделением $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и его диссоциацией на Ca^{2+} и 2OH^- (на кривой ЭДС резкое увеличение концентрации электролита). Характерно, что расположение этой области во времени неодинаково не только для образцов различных размеров, но и для отдельных сечений одного и того же образца и зависит от режима термообработки. Следующая горизонтальная площадка на графике соответствует периоду интенсивного протекания химического взаимодействия в системе «цемент—вода» с выделением извести и ее кристаллизацией из пересыщенного раствора. Затем рост скорости прохождения ультразвука снижается, а в некоторых случаях практически прекращается. Этот период соответствует резкому снижению концентрации электролита, что указывает на ослабление процессов химического взаимодействия.

Проведенные эксперименты свидетельствуют о том, что неразрушающие методы контроля твердения бетона в процессе термообработки позволяют установить достаточно четкие временные параметры наступления отдельных периодов в процессе структурообразования, их начало, интенсивность протекания и практическое завершение.

Степень развития процесса структурообразования в различных зонах бетона конструкции и рост прочности определяются кинетикой распределения температуры и влажности по сечению изделия. Исследования температурных полей в зависимости от изменяющихся параметров теплового воздействия показали, что их кинетика при прочих равных условиях зависит от толщины обрабатываемого изделия и что оптимальный режим можно выбирать только для изделий конкретных размеров.

При температуре изотермического выдерживания 120°C продолжительность термообработки для изделий толщиной 30—40 см лимитируется только получением необходимой остаточной влажности бетона. Для изделий толщиной ме-

нее 20 см продолжительность изотермического выдерживания не должна превышать 4 ч. После этого термообработку надо прекратить или снизить температуру среды до $100\text{—}105^\circ\text{C}$. При 160°C для изделий толщиной 40 см оптимальная продолжительность изотермического выдерживания составляет 3 ч, а толщиной 30 см — 2,5 ч. После этого времени термообработку необходимо прекратить или проводить при температуре $100\text{—}105^\circ\text{C}$.

Важным фактором при выборе продолжительности термообработки является скорость подъема температуры греющей среды, причем чем выше температура изотермического выдерживания и меньше толщина обрабатываемых изделий, тем существеннее влияние скорости разогрева. В образцах толщиной 30—40 см при термообработке по режиму со скоростью разогрева среды $160^\circ\text{C}/\text{ч}$ и температурой 160°C (по сравнению с режимом термообработки при $40^\circ\text{C}/\text{ч}$) не наблюдается перегрева поверхностных слоев, а в изделиях толщиной 20 см и менее перегрев поверхностных слоев менее интенсивен. Это объясняется соотношением плотности теплового потока и способностью изделия аккумулировать тепло.

При малых скоростях разогрева среды и высоких температурах изотермического выдерживания за время с начала термообработки до изотермического выдерживания (3—3,5 ч) поверхностные слои бетона успевают достаточно прогреться и потерять часть воды затвердения. Иначе говоря, потенциальные возможности бетона сопротивляться перегреву уже израсходованы или недостаточны для того, чтобы в период изотермического выдерживания можно было избежать пересушивания поверхностного слоя изделия.

При высоких скоростях разогрева среды к началу изотермического выдерживания температура поверхностных слоев мало отличается от центральных. Равновесие между испаряющейся влагой и поступающей к поверхности из внутренних слоев сохраняется до тех пор, пока изделие не прогреется до максимальных температур ($105\text{—}106^\circ\text{C}$) и количество воды, поступающее из внутренних слоев бетона, компенсирует количество испаряющейся воды с поверхности изделия.

Исследование влажностного состояния бетона в процессе термообработки, проведенное в Калининском политехническом институте, показало, что при назначении режимов термообработки большое внимание следует уделять не только параметрам греющей среды, но и продол-

жительности теплового воздействия. Неправильный выбор продолжительности термообработки приводит или к недостаточному прогреву изделия и к недобору бетоном прочности, или к перегреву и пересушиванию бетона и необратимым структурным нарушениям. Если при пропаривании при атмосферном давлении температура бетона не поднимается выше $100\text{—}105^\circ\text{C}$, то при высокотемпературном прогреве в среде с пониженной влажностью она может подняться выше, что приводит к перегреву и пересушиванию материала. При достижении на поверхности бетона температуры 100°C начинается интенсивное испарение влаги. Если внешний массообмен не лимитируется внутренним массопереносом, то поверхность испарения совпадает с поверхностью бетона. В противном случае в поверхностных слоях происходят углубление зоны испарения и обезвоживание бетона. От фронта испарения влага в виде молярного фильтрационного потока пара движется к горячей поверхности. Температура бетона в зоне испарения колебалась в широких пределах (к 6 ч изотермического выдерживания образцов толщиной 15 м при температуре среды 160°C температура бетона в зоне испарения достигала $125\text{—}130^\circ\text{C}$). Это влечет за собой появление в легком бетоне структурных нарушений, значительно снижающих его прочность.

Правильно выбранный режим высокотемпературного прогрева с точки зрения влажностного состояния изделия является более рациональным по сравнению с паропрогревом, так как позволяет за более короткий срок термообработки получать изделия с меньшей остаточной влажностью. Величина остаточной влажности при прочих равных условиях определяется толщиной обрабатываемого изделия и может колебаться для изделий различной толщины при одинаковых режимах от 3—4 до 12—14%, в то время как после пропаривания по режиму 3+6+3 ч при температуре $85\text{—}90^\circ\text{C}$ остаточная влажность бетона составляет 17—19%.

Исследования макроструктуры бетона, прошедшего высокотемпературный прогрев по оптимальному режиму в среде с пониженной влажностью, показали, что керамзитобетон отличается плотной структурой без видимых нарушений. Для определения рациональных режимов высокотемпературного прогрева в зависимости от изменяющихся параметров греющей среды можно пользоваться графическими зависимостями (рис. 2). Густозаштрихованная часть обозначает область рекомендуемой продолжительности термообработки, при которой бетон набирает прочность от 70% и выше сразу

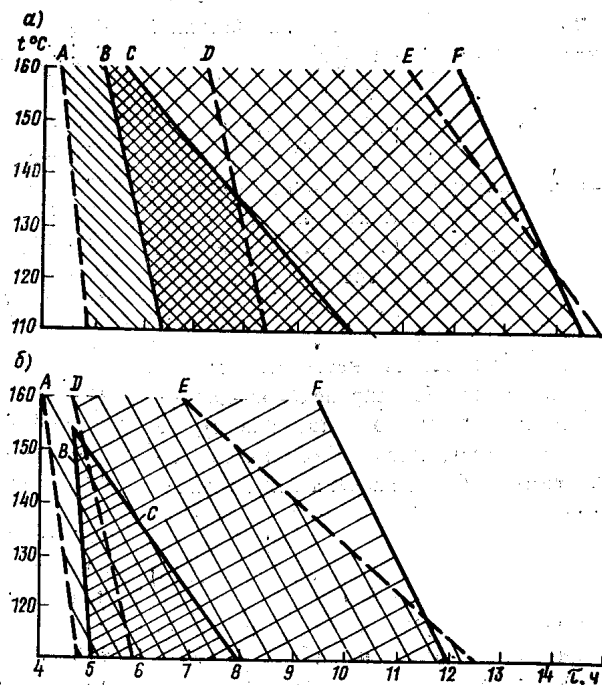
после прогрева. Оптимальным следует считать режим термообработки, назначенный по параметрам теплового воздействия, соответствующим средней части рекомендуемой зоны. Слева от нее продолжительность термообработки недостаточна для набора бетоном прочности 70% марочной сразу после термообработки, справа от нее — не может быть рекомендована из-за перегрева поверхностных слоев бетона.

Однако после термообработки по указанным режимам остаточная влажность бетона все же на 2—4% выше допускаемой. При необходимости получения изделий с более низким значением остаточной влажности термообработку следует продолжить при температуре среды не выше 100—105°C.

На заводе в г. Прокопьевске высокотемпературный прогрев однослойных керамзитобетонных панелей наружных стен толщиной 35 см из бетона марки М 75 осуществляют в камерах, оборудованных трубчато-стержневыми электронагревателями при температуре 120—130°C. Качество изделий хорошее, влажность соответствует нормативной, экономичность метода подтвердилась.

Рис. 2. Рекомендуемая продолжительность термообработки в зависимости от температуры изотермического выдерживания изделий толщиной 40 см (а) и 20 см (б)

BC — область рекомендуемой продолжительности термообработки при режиме со скоростью подъема температуры греющей среды 40°C/ч; AD — то же, 160°C/ч; CE — продолжительность последующей сушки при температуре среды 100—105°C после термообработки по режиму со скоростью разогрева среды 40°C/ч; DF — то же, 160°C/ч



Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что высокотемпературный прогрев в среде с пониженной влажностью керамзитобетонных изделий марок до М 100 позволяет за более короткий срок (по сравнению с пропариванием) получать изделия с равноценной прочностью и меньшей остаточной влажностью.

Кандидаты техн. наук Л. П. СЕРОВА, Д. С. МИХАНОВСКИЙ,
П. И. ШВАРЦМАН (ЦНИИЭП жилища)

УДК 693.542:628.17

Влияние водопотребности горячих смесей на прочность бетона (В порядке обсуждения)

При разогреве бетонных смесей водопотребность их возрастает. Это может привести к некоторому снижению марочной прочности бетона.

На основании экспериментально-теоретических исследований нами была сделана попытка получить общую количественную зависимость водопотребности горячих смесей и определить рациональную область применения разогретых смесей, а также установить значения максимальной температуры разогрева с учетом состава бетона (В/Ц) и свойств цемента.

Исследования проводились на основе известных закономерностей [1, 2], по водопотребности обычных холодных бе-

тонных смесей и по влиянию температуры на водопотребность цемента.

Увеличение водопотребности цемента с ростом температуры на основании данных [1] может быть выражено формулой

$$p_T = p [1 + 0,004 (T - 20)]. \quad (1)$$

где p_T — водопотребность или нормальная густота цементного теста при температуре $T^\circ\text{C}$, доли единицы;

p — нормальная густота цементного теста по ГОСТ 310—60, доли единицы.

Опыты, изложенные в работе [1], были повторены в ЦНИИЭП жилища на основе более совершенной методи-

ки и подтвердили справедливость зависимости (1) для большинства портландцементов, а также некоторых видов шлакопортландцементов, выпускаемых нашей промышленностью. Кроме того, установлено, что повышение температуры не оказывает влияния на водопотребность кварцевого песка и гранитного щебня.

Было высказано предположение, что повышение водопотребности горячих бетонных смесей вызвано только увеличением водопотребности цемента. Это позволило использовать зависимости и закономерности для холодных бетонных смесей, в которых свойства цемента учтены его нормальной густотой [2].

Водопоглощение холодной бетонной смеси (в л/м³) равно [2]:

$$B = \frac{M}{\left(1 + \frac{0,19}{p}\right) J^{0,11}} \quad (2)$$

где M — параметр, характеризующий смесь заполнителей, л/м³ (определяется по опытным значениям водопоглощения и жесткости, полученным в одном-двух опытах);

J — показатель жесткости смеси, с.

Зависимость (2) справедлива для области постоянной водопоглощения бетонных смесей, которая ограничена величинами $C/B = a$, названными критическими [2]:

$$a = \frac{1}{1,68 p} \quad (3)$$

Зависимость (2) может быть использована для определения водопоглощения жестких и подвижных бетонных смесей [2]. Для расчета водопоглощения горячих смесей в формуле (2) p заменим на p_T . Выражение « $1 + 0,004 \times (T - 20)$ » из формулы (1) назовем температурным коэффициентом и обозначим k . Тогда расчет водопоглощения горячих бетонных смесей можно выполнить по зависимости:

$$B_T = \frac{M p k_T}{(0,19 + p k_T) J^{0,11}} \quad (4)$$

Если величина M неизвестна, водопоглощение горячей смеси определяется по другой формуле, полученной из той же зависимости (4):

$$B_T = B \frac{0,19 k_T + k_T p}{0,19 + k_T p} \quad (5)$$

Зависимости (4) и (5) позволяют рассчитать водопоглощение горячих смесей ко времени окончания их разогрева (без учета возможных потерь воды на испарение). Они справедливы, так же как и зависимость (2), для области постоянной водопоглощения смесей. Аналогично холодным бетонным смесям, для горячих бетонных смесей верхний предел критических C/B составит

$$C/B_{T(kp)} = \frac{1}{1,68 p k_T} \quad (6)$$

Анализ зависимостей (4) и (5) показывает, что увеличение водопоглощения бетонных смесей пропорционально росту температуры и составляет примерно 1,5% на каждые 10°C подъема, при $C/B_T < C/B_{T(kp)}$ и использовании цементов, для которых справедлива зависимость (1).

В соответствии с формулой (6) в табл. 1 приведены критические значения C/B для бетонных смесей, разогре-

тых до разной температуры, при использовании цементов различной нормальной плотности.

Если C/B бетонных смесей превышает критические величины, то их водопоглощение при повышенных температурах будет выше вычисленной по формулам (4), (5). В этом случае водопоглощение горячих смесей увеличивается не только вследствие роста водопоглощения цемента при увеличении температуры, но и в результате того, что она переходит в область роста водопоглощения бетонных смесей.

Как видно из табл. 1, область применения горячих смесей ограничивается с ростом нормальной плотности цемента величинами C/B или маркой бетона. Например, при применении цемента с нормальной плотностью 30% бетонные смеси можно разогревать до температуры 80°C с C/B , не превышающим 1,6, что при марке цемента 400 соответствует бетону марки М 200. При приготовлении бетона марки М 300 ($C/B = 2$) разогревать смеси до 80°C целесообразно при использовании цемента нормальной плотностью 24%. Очевидно, при более высоких марках цемента область использования разогретых бетонных смесей расширяется ввиду снижения значений C/B .

Справедливость зависимости (4) была проверена экспериментально при исследовании подвижности пароразогретых

бетонных смесей трех различных составов. Разогрев до 36—86°C осуществляли в переоборудованном бетоносмесителе С-773 (СБ-35) в течение 1—2 мин при давлении пара 0,2—0,3 МПа. В опытах использовали портландцемент завода «Гигант» марки М 400 нормальной плотностью 27,5%, щебень фракции 5—20 мм и кварцевый песок. Подвижность бетонных смесей составляла от 2 до 17 см, расход цемента — от 250 до 410 кг/м³, водоцементное отношение — от 0,64 до 1,02.

Всего выполнили более 40 групп опытов с холодными и горячими смесями. Водосодержание определяли методом прокалывания проб при температуре 650°C. Подвижность смесей измеряли с помощью стандартного конуса и переводили в единицы жесткости [2]. Сопоставление водосодержания пароразогретых смесей, рассчитанного по зависимости (4), и опытных данных показало хорошую сходимость результатов (отклонения не превысили 5%).

В других опытах при разогреве бетонных смесей электрическим током изучалось влияние повышенной водопоглощения смесей на прочность бетона. Использовали портландцемент Белгородского завода марки М 300 и нормальной плотности 27,5%. Цементно-водное отношение изменяли от 1,4 до 2,5 (расход цемента 270—575 кг/м³), подвижность исходных холодных смесей во всех опытах была 12 см осадки стандартного конуса. Прочность бетона колебалась от 10,6 до 35 МПа. Образцы из горячей смеси после формирования пропаривали в течение 5 ч при температуре 80—85°C. Прочность бетона из холодной и горячей смеси определяли после 28 сут нормального твердения.

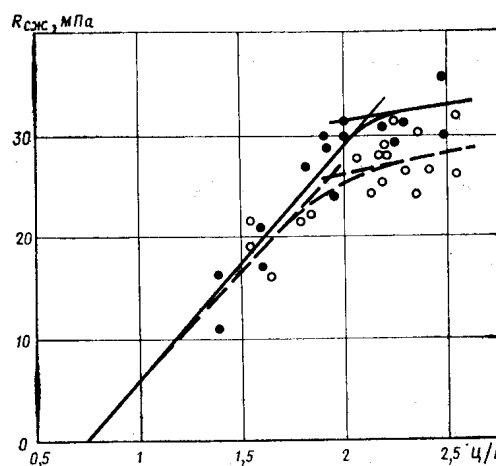
Влияние предварительного разогрева было оценено при сопоставлении прочности бетона из разогретых и холодных смесей при равных C/B (см. рисунок). При малых C/B прочность бетона из горячих смесей практически равна прочности бетона из холодных смесей, а при C/B , превышающих 1,8, она меньше в среднем на 15%.

Следует отметить перегиб функций $R_6 = f(C/B)$ на графике соответствует критическим величинам C/B , вычисленным по формулам (3) и (6) соответственно для холодных и горячих смесей.

Таким образом, при разогреве бетонных смесей не только уменьшаются критические C/B , ограничивающие область постоянной водопоглощения, а также смещается перегиб функции $R_6 = f(C/B)$ в сторону меньших C/B . Следовательно, разогрев бетонных

Таблица 1

Нормальная плотность це- ментного те- ста, доли ед- ницы	Температура горячей сме- си, °C				
	50	60	70	80	90
0,24	2,20	2,14	2,06	2,00	1,93
0,25	2,12	2,05	1,98	1,92	1,86
0,26	2,04	1,97	1,90	1,85	1,78
0,27	1,96	1,90	1,83	1,78	1,72
0,28	1,89	1,83	1,77	1,71	1,66
0,29	1,82	1,77	1,71	1,65	1,60
0,30	1,77	1,71	1,65	1,60	1,55



Прочность бетона

● — из холодных смесей; ○ — из горячих смесей

смесей с C/V больше критического приводит к снижению марочной прочности бетона.

Результаты исследований позволили проанализировать влияние разогрева смесей и оценить влияние повышения их водопотребности на прочность бетона с C/V меньше критических величин. При этом сравнивалась прочность бетонов из горячих и из холодных смесей пропаренных и нормального твердения.

Вследствие повышения водопотребности горячих смесей при равном расходе цемента и использовании смесей аналогичных консистенций прочность бетона из горячих смесей будет несколько меньше прочности бетона нормального твердения из холодных смесей. Эта разница возрастает с ростом температуры смесей и C/V и при разогреве до 80—85°C не превышает 15% (табл. 2).

Для сравнения прочности бетона из горячих смесей и пропаренного из холодных были использованы обобщенные данные ВНИИЖелезобетона ([3], табл. 3). В табл. 2 и 3 приведены величины снижения прочности бетона из горячих смесей и пропаренного из холодных по сравнению с бетоном нормального твердения. У первого это снижение вызвано увеличением водопотребности смесей, у второго — деструкцией при пропаривании и составляет одинаковые величины. Таким образом, при одинаковых расходах цемента величины R_{28} бетона, пропаренного из холодных смесей и разогретых до 70—80°C смесей

Таблица 2

C/V	$R_{28}^Г / R_{28}^{Н.Т.}$, %, при температуре горячей смеси, °C			
	50	60	70	80
1,25 1,5	93 92,5	90 91,3	87 89	86 87,5

Таблица 3

Марка цемента по ГОСТ 10178—62	$R_{28}^{пр} / R_{28}^{Н.Т.}$, %, при C/V		
	1,25	1,5	2
300	85,5	90	95
400	87,5	90,5	95,3
500	89	92,5	95,6

одинаковых консистенций, равны между собой.

Выводы

Водопотребность горячих бетонных смесей больше, чем холодных аналогичного состава и консистенции. При значениях C/V , не превышающих критические, повышение температуры на каждые 10°C приводит к увеличению водопотребности смесей в среднем на 1,5%.

Критические значения C/V зависят от нормальной густоты цементного теста и температуры разогрева смеси и уменьшаются с их увеличением.

При одинаковых C/V , не превышающих критические значения, в возрасте 28 сут прочность бетона из горячих смесей и бетона нормального твердения из холодных смесей равны. При одинаковых расходах цемента и использовании смесей равных консистенций прочность бетона из горячих смесей несколько меньше прочности бетона нормального твердения из холодных смесей.

При использовании смесей одинаковой консистенции и равном расходе цемента прочность бетона в возрасте 28 сут из горячих смесей не ниже прочности пропаренного бетона из холодных смесей, если температура разогрева не превышает 70—80°C, а величины C/V — критических значений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киреенко И. А., Пчелкин Ю. Г. Влияние температуры на основные свойства цементов и бетонов. В сб. КИСИ: Строительные конструкции и строительные материалы. Вып. II. Киев, Госстройиздат УССР, 1958.
2. Левин Л. И. Технологические закономерности бетонной смеси и бетона в области высоких значений C/V и их использование в производстве высокопрочных бетонов. В сб.: VI конференция по бетону и железобетону. Материалы, подготовленные ВНИИЖелезобетоном. Вып. II. М., Стройиздат, 1966.
3. Кайсер И. А., Левин Л. И. Новые технологические зависимости, положенные в основу «Типовых норм расхода цемента в бетонах для сборных изделий». В сб.: Заводская технология сборного железобетона. Вып. 17. М., ВНИИЖелезобетон, 1972.

Заводское производство

Канд. техн. наук Ю. Д. ЗОЛОТУХИН (БелНИИЖТ), инж. Н. И. БАШИЛОВ (завод сборного железобетона Гомельского ДСК)

УДК 693.54

Сборные камеры для тепловой обработки железобетонных изделий

Ускоренное твердение бетона при поточно-агрегатном способе производства выполняется в ямных камерах конструкции Гипростройиндустрии, КИСИ, проф. Л. Н. Семенова и др. Только в БССР с использованием водяного пара низкого давления проходит тепловую обработку более 95% всей продукции

сборного железобетона [1]. Получают распространение выносные напольные тоннельные камеры при конвейерном производстве сборного железобетона [2]. Но перечисленные камеры обладают существенными недостатками: пониженной трещиностойкостью и долговечностью, значительными тепловыми потерями [3].

На заводе сборного железобетона Гомельского ДСК были обследованы монолитные ямные камеры со сплошными стенками толщиной от 300 до 600 мм. Установлено, что их внутренние поверхности покрыты сетью горизонтальных и вертикальных трещин с шириной раскрытия от 0,05 до 3 мм. Некоторые трещи-

ны сквозные, через них происходит утечка пара в окружающую среду. Первые трещины появляются в местах перебивов бетонирования стенок по высоте, у технологических отверстий, окон, пробок, гидрозатворов.

Основной причиной трещинообразования являются температурно-влажностные деформации бетона, вызванные его неравномерным нагревом и увлажнением по толщине стенки.

Для увеличения долговечности камер и уменьшения теплотерь сплошная стенка заменена трехслойной, состоящей из тонкого железобетонного обрамления с двойным и одиночным армированием и внутренним теплоизоляционным слоем из пеностекла, керамзита, минераловатных плит или фибролита в сочетании с пенополистиролом. Двойное армирование внутреннего слоя обрамления предупреждает появление трещин при любых режимах работы камеры. Армирование наружного слоя обрамления обеспечивает трещиностойкость панели при транспортировании, монтаже и эксплуатации.

Для уменьшения влагонепроводности бетона и предохранения теплоизоляции от увлажнения внутреннюю поверхность стенок рекомендуется покрывать кремний-органическим соединением ВН-30 или применять паронизацию.

Ускоренное сооружение пропарочных камер из трехслойных панелей и обеспечение высокого их качества возможны только при монтаже конструкций из заранее изготовленных сборных элементов, соединенных между собой сваркой закладных деталей. Чтобы устранить краевой эффект защемления стенок в днище, панели устанавливаются в стакан бетонного фундамента с плотным заполнением швов упруго-податливым материалом. Отсеки камеры разделяются между собой по длине температурными швами.

На основе этих предложений БелИИЖТом и заводом сборного железобетона Гомельского ДСК разработан проект и осуществлено строительство опытной камеры для открытого полигона (рис. 1). Длина камеры 73,64 м; ширина

5,16 м; высота до уровня пола 1,7 м. Камера по длине разбита на 7 отсеков размерами 4,5×7 и 4,5×14 м. Стенки запроектированы трехслойными, из железобетонных плит с внутренней и наружной стороны толщиной по 100 мм, пароизоляции, слоя фибролита толщиной 100 мм и пенополистирола толщиной 30 мм, который примыкает к наружной плите. Бетон марки М 200. Арматура внутренней плиты состоит из двух сеток с продоль-

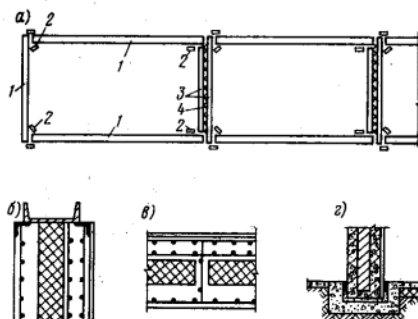


Рис. 1. Схема сборной камеры пропаривания

а — в плане (гидрозатворы не показаны); б — армирование панели и крепление гидрозатвора; в — соединение наружного и внутреннего железобетонного обрамления панели; г — заделка панели в стакане фундамента; 1 — трехслойная панель; 2 — металлическая полоса, привариваемая к закладным деталям панелей; 3 — однослойная железобетонная панель; 4 — температурный шов

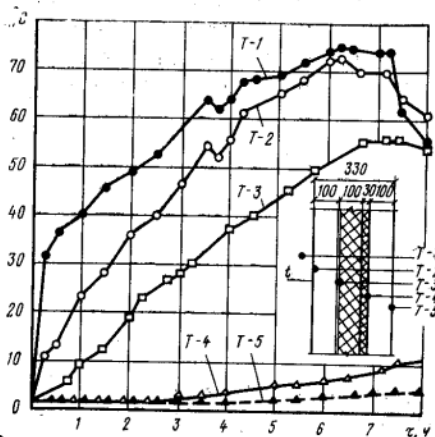


Рис. 2. Распределение температуры в камере и расположение термодатчиков

ными стержнями диаметром 10 мм класса А-II и поперечными стержнями диаметром 6 мм класса А-I с шагом 200 мм. Арматура наружного слоя — соответственно 8 и 6 мм класса А-I с шагом 200 мм. Панели обрамлены неравнобокими уголками 90×56×6, к которым приваривается швеллер гидрозатвора № 22. Панели установлены в монолитный фундамент из бетона марки М 150. Глубина заложения фундамента 300 мм. Податливость заделки панелей в фундаменте достигнута путем обмазки ее низа битумом, в стыках установлены упругие прокладки из резины. Зазоры между температурными швами заполнены шлаковой ватой.

После 3 мес эксплуатации камеры были обследованы, определено распределение температуры по толщине панели. Состояние стенок и днища удовлетворительное, трещины в них не обнаружены. Распределение температуры по толщине трехслойной стенки измерено малоинерционными хромель-копелевыми термометрами. Термодатчик Т-1 измерял температуру среды в камере, Т-2 и Т-5 были заглублены на 2 мм в бетон внутренней и наружной железобетонной плиты. Термодатчики Т-3 и Т-4 устанавливались в месте примыкания теплоизоляционного материала к бетону. Температура наружного воздуха в период измерения колебалась от 0 до -1°C. Ввиду того, что автоматическая система регулирования температуры в камерах еще не была подключена, режим задавался вручную (рис. 2). Подъем температуры паровоздушной среды в камере от 0 до 64°C выполнен за 3,5 ч. В течение следующих 3,5 ч производилась выдержка температуры — с незначительным подъемом до 75°C. Затем пар отключался, камера остывала. Наибольший температурный перепад — 22,5°C во внутренней поверхности стенки получен через 3,5 ч после подачи пара в камеру. Для наружной поверхности стенки наибольший перепад температуры — 7°C получен через 8 ч после подачи пара. Температурные перепады по толщине стенки в зимний период при температуре воздуха — 20°C не превышали 25°C для внутреннего слоя плиты и 10°C для наружного.

Весовые влажности материалов стенки (начиная с внутренней поверхности) после 3 и 30 мес эксплуатации приведены в табл. 1.

В камере с монолитной стенкой толщиной 600 мм наблюдалось изменение весовой влажности от 5,26 до 9,7%. При температуре пара внутри камеры 80°C и наружного воздуха — 20°C величина потока тепла, проходящего за 1 ч через 1 м² сплошной бетонной стенки толщи-

Таблица 1

Время взятия проб	Весовая влажность, %								
	бетона на рас- стоянии		фибролита на расстоянии				пенополи- стирола на рассто- янии 215 мм	бетона на рас- стоянии	
	10 мм	100 мм	110 мм	125 мм	150 мм	200 мм		235 мм	300 мм
После 3 мес эксплуа- тации	4,86	4,63	3,1	2,1	4,8	5,4	25,6	3,1	2,66
После 30 мес эксп- луатации	3,67	3,44	6,9	11,1	13,7	15,8	70,6	5,35	3,16

ной 300 мм, составляет $\dot{Q}_1=300$ ккал/(м²·ч). Для трехслойной панели с учетом фактической влажности материалов, после 3 мес эксплуатации $Q_2=62$ ккал/(м²·ч), а после 30 мес $Q_3=81$ ккал/(м²·ч).

Учитывая, что влажностный режим за этот период стабилизировался, можно считать, что тепловые потери панелей уменьшились в 3,7 раза. Изоляция днища уменьшает тепловые потери в грунт до 5 раз [3]. Более равномерным стал температурный перепад в железобетонном ограждении. Температурно-влажностные деформации не могут вызывать опасных для его прочности напряжений. Однако теплоизоляционные свойства пенополистирола резко ухудшились. Его можно применять лишь при надежной паронизации и температурах, не превышающих 60°C. Наиболее эффективным материалом оказалось пеностекло.

Технико-экономические показатели на 1 м³ полезного объема секции сборной камеры с внутренними размерами 7×4,5×1,7 м при режиме пропаривания (3+8+2) ч, коэффициентах оборачиваемости 1 и заполнения 0,16 сравнивались с показателями аналогичной секции монолитной камеры, выполненной по типовому проекту 4-09-925. Гипростройиндустрии (табл. 2).

Стоимость сборной камеры возросла на 12% по сравнению с монолитной. Эта

Таблица 2

Расход материалов	Тип камер	
	сборные	монолитные
Бетон, м ³	0,32	0,45
Арматура, кг	13,2	2,3
Металл на гидрозатворы и соединительные элементы, кг	11,3	7,5
Фибролит, м ³	0,11	—
Пенополистирол, м ³	0,02	—
Пергамин, м ²	1,32	—
Пар, кг/м ³	350	390
Сметная стоимость, р.	20,6	17,1

разница в стоимости окупилась при эксплуатации камеры за 11 мес только за счет уменьшения теплопотерь через стенки и днище. Значительно возросла долговечность камеры. Она проста в изготовлении и монтаже. Удачно решен узел крепления швеллера гидрозатвора, являющийся слабым местом типовых камер. За 2,5 года интенсивной эксплуатации трещины в месте сопряжения швеллера с панелью не появлялись. В панелях трещины не обнаружены. Общее состояние всех секций опытной камеры хорошее, стыковые соединения не расстраиваются. Ремонтные работы за этот период не производились.

Выводы

Опыт завода сборного железобетона Гомельского ДСК свидетельствует о целесообразности и экономической эффек-

тивности применения сборных камер из трехслойных панелей, где промежуток между внутренним и наружным слоями заполнен теплоизоляционным материалом, защищенным от увлажнения пароизоляционным экраном или гидрофобизирующим покрытием внутренних поверхностей стен. Двойное армирование внутреннего слоя панелей предупреждает появление трещин при любых режимах работы камеры. Армирование наружного слоя обеспечивает трещиностойкость при транспортировании, монтаже и эксплуатации.

Трехслойные панели могут быть применены и для строительства выносных напольных тоннельных камер при конвейерном производстве сборного железобетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будько С. К. Совершенствование тепловой обработки изделий на предприятиях сборного железобетона БССР. — «Бетон и железобетон», 1975, № 12.
2. Тихомиров Е. В., Бойко В. Е., Дробот В. В. Тоннельные камеры полигонального очертания для тепловой обработки железобетонных изделий. — «Бетон и железобетон», 1973, № 4.
3. Иванов Г. С., Вегенер Р. В., Объединенко Г. А. Снижение тепловых потерь при термообработке сборного железобетона. — «Бетон и железобетон», 1976, № 1.

Вопросы качества

Инженеры Д. И. ЗАК, В. В. ЗАЙЦЕВ (НИИКерамзит)

УДК 691.327:666.973.2:693.542.3:65.011.56

Система автоматического дозирования заполнителей для легких бетонов

Существующее на предприятиях по производству легкобетонных конструкций дозирующее оборудование и принятые способы коррекции смеси заполнителей не оперативно регулируют состав бетона при изменении свойств компонентов. Так, легкий бетон, получаемый на основе керамзитового гравия и песка, отличается неоднородностью по объемной массе, прочности и теплопроводности.

Разработанная в НИИКерамзит система автоматического дозирования заполнителей для легких бетонов (САДЗ) кор-

ректирует состав смеси компонентов в зависимости от насыпной плотности всех используемых фракций заполнителя*. САДЗ основана на регулировании в ограниченных технологическими требованиями пределах соотношения мелкого и крупного заполнителей. Использование системы предусмотрено при изготовлении керамзитобетона марок М 50 и М 75 на

* Авт. свид. № 379858. «Система регулирования бетонной смеси с заданным объемным весом» на имя Зака Д. И., Хренкова Л. А. — Опубл. в Б. И., 1973, № 20.

керамзитовом гравии и песке. При изготовлении бетона других марок САДЗ работает в режиме объемного дозирования с контролем насыпной плотности заполнителей [1].

САДЗ для керамзитобетона эксплуатируется на бетоносмесительном узле Новокуйбышевского завода ЖБИ треста № 25 Главсредневожжскстроя с 1975 г. До ее внедрения керамзитовый гравий и песок дозировали весовыми дозаторами дискретного действия типа АВДИ-1200. Колебания объемной массы керамзитобе-

тона марок М 50 и М 75 достигали ± 200 кг/м³. САДЗ корректирует состав смеси компонентов керамзитобетона в зависимости от насыпной плотности всех используемых фракций заполнителя с помощью двух серийных ленточных дозаторов непрерывного действия типа С-864 (СБ-42А), оснащенных датчиками производительности по объему и датчиками массы материала на ленте. Внедрение САДЗ на Новокуйбышевском заводе ЖБИ обеспечило получение керамзитобетона необходимых параметров.

Испытания контрольных кубов, приготовленных в предшествующий ее внедрению период (50 замесов) и во время производственной эксплуатации системы (32 замеса), показали, что средняя объемная масса керамзитобетона марки М 75 (в пересчете на сухой бетон) снизилась на 74 кг/м³, а ее вариация — с 0,086 до 0,044, т. е. почти в 2 раза. Расчетная объемная масса керамзитобетона уменьшилась на 100 кг/м³.

Использование САДЗ на Новокуйбышевском заводе ЖБИ способствует увеличению сопротивления теплопередаче наружной стеновой панели на $0,084 \text{ м}^2 \times \text{Х} \cdot ^\circ\text{С}/\text{ккал}$, что позволило предприятию выпускать панели толщиной 270 мм вместо 306 мм при тех же теплотехнических свойствах изделий [2].

За счет снижения толщины наружных стеновых панелей из керамзитобетона

Показатели	Керамзитобетонные панели НС	
	дозаторы дисперсного действия	САДЗ
Объемная масса, кг/м ³	1085	985
Толщина панели, мм	306	270
Масса 1 м ² панели, кг	332	266
Себестоимость изготовления и доставки панели, р/м ²	6,03	5,02
В том числе:		
изготовление керамзитобетона	4,82	3,87
изготовление конструкций	0,92	0,92
транспортирование до строительной площадки (10 км)	0,29	0,23
Капитальные вложения, р/м ²	48,43	48,43
Приведенные затраты, р/м ²	11,84	10,83

марки М 75 экономия приведенных затрат Новокуйбышевского завода ЖБИ от внедрения САДЗ составляет 1,01 р/м² (см. таблицу), или 28,2 тыс. р. на годовой объем производства конструкций.

Эффект от использования САДЗ достигается, во-первых, благодаря стабилизации объемной массы и уменьшению теплопроводности керамзитобетона, что снижает толщину наружных стеновых панелей, а также уменьшением толщины стены, что в свою очередь ведет к экономии транспортных затрат. Целесооб-

разно использовать САДЗ и при сохранении толщины стеновых конструкций в результате снижения затрат на отопление зданий.

Выводы

Особенность разработанной в НИИКерамзите системы автоматического дозирования заполнителей для легких бетонов состоит в оперативном корректировании состава смеси бетона в зависимости от насыпной плотности всех используемых фракций заполнителя.

Экономический эффект автоматизации дозирования заполнителей на Новокуйбышевском заводе ЖБИ получен в результате стабилизации объемной массы керамзитобетона с одновременным уменьшением его теплопроводности. Опыт эксплуатации САДЗ позволяет рекомендовать ее для широкого применения на предприятиях промышленности строительных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зах Д. И. Алгоритмы управления процессом коррекции смеси заполнителей легкого бетона. — «Бетон и железобетон», 1976, № 7.
2. Технические условия на изготовление и приемку крупнопанельных конструкций из керамзитобетона для строительства 5—9-этажных жилых домов по проектам серий I-464 и III-99 ЦНИИЭП жилища и АПМ им. В. А. Веснина. Москва — Новокуйбышевск, 1970.

Теория

Кандидаты техн. наук Б. А. АЛТШУЛЕР (НИИЖБ), И. И. ШАХОВ, инж. В. Н. ЩЕРБАТЮК (ВНИПИТеплопроект)

УДК 691.327:539.3./4

Влияние последовательности нагрева и загрузки на прочность и деформативность обычного бетона при растяжении

В ряде случаев огнестойкость конструкций из железобетона определяется способностью бетона выдерживать растягивающие напряжения в условиях воздействия высоких температур, возникающих при пожаре. Прочность бетона на растяжение определяет трещиностойкость конструкций и несущую способность при расчете на поперечную силу. Последовательность приложения

нагрузки и нагрева влияет на деформативность бетона [1, 2]. При нагреве загруженного бетона его деформативность выше, чем при нагружении предварительно нагретого бетона. При пожаре нагруженная статической нагрузкой конструкция нагревается до высоких температур.

Учитывая отсутствие данных о прочности и деформативности обычного бетона

при растяжении при его нагреве в нагруженном состоянии во ВНИПИТеплопроект были проведены исследования этих свойств. Подобные исследования были выполнены также для жаростойких бетонов на портландцементе, жидком стекле и глиноземистом цементе с шамотным заполнителем.

Испытание образцов типа «восьмерок» высотой 1000 мм с рабочим сечением

70×100 мм проводили на рычажной установке (рис. 1). Образцы крепили захватами, состоящими из объединенных замкнутым тросом дисков. Усилие на образец передавалось через шаровые шарниры в заранее зафиксированных точках [3]. Образцы нагревали в электропечи со скоростью подъема температуры 200°C/ч.

Температуру образцов измеряли хромель-алюмелевой термпарой, расположенной в центре базы замера, деформации — индикаторами часового типа с ценой деления 0,001 мм, установленными на кварцевых тягах. База замера составляла 200 мм.

Образцы изготавливали из бетона на портландцементе М 400 с гранитным заполнителем максимальной крупности 20 мм с расходом материалов (в кг на 1 м³ бетона): цемент — 480, мелкий заполнитель (песок) — 750, крупный заполнитель (гранитный щебень) — 994. Количество воды принимали из условия получения ОК не более 2 см. Прочность бетона при сжатии к началу испытания составляла 40 МПа, влажность 3%.

Часть образцов-восьмерок испытывали до разрушения после предварительного нагрева до заданной температуры, часть — предварительно загружали до нагрева.

Бетон, предварительно нагретый до заданной температуры и выдержанный при этой температуре в течение 4 ч, загружали ступенями с выдержкой в течение 15 мин на каждой из них. Модуль упругости определяли при напряжении, равном 0,3 R_{pt} , и при его разгрузке до условного нуля. Для дальнейших расчетов принимали модуль упругости, полученный при разгрузке. Так как обрыв образца происходил после приложения очередной ступени нагрузки, удалось записать предельные деформации растяжения бетона.

Результаты испытаний показали, что прочность и модуль упругости бетона непрерывно понижаются с повышением температуры, а предельные деформации растяжения увеличиваются (рис. 2). Характерного повышения прочности бетона, наблюдаемого у жаростойкого бетона на шамотных заполнителях при нагреве до 200°C не обнаружено. Это, по-видимому, объясняется существенным различием коэффициентов температурного расширения цементного камня и заполнителя из гранитного щебня.

Пластические деформации определяли вычитанием упругих деформаций из полных, соответствующих отсчетам, взятым через 15 мин после приложения очередной ступени нагрузки. Полные относительные деформации бетона при нагреве увеличиваются, коэффициент упру-

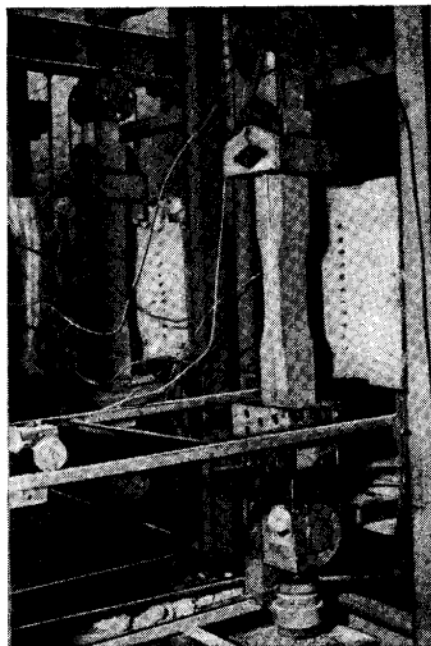


Рис. 1. Общий вид установки

ги уменьшается и при нагреве до 800°C близок к нулю. Зависимость коэффициента упругости от напряжения может быть принята линейной.

Бетон при нагреве под нагрузкой испытывали следующим образом. Предварительно для каждого образца определяли модуль упругости при нормальной темпе-

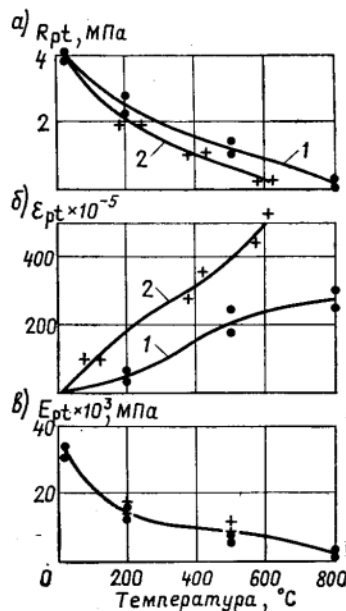


Рис. 2. Изменение прочности (а), предельных деформаций растяжения (б) и модуля упругости (в) бетона в зависимости от температуры нагрева. 1, 2 — средние значения опытных величин; ● — образцы нагреты, затем нагружены; + — образцы нагружены и испытаны в процессе подъема температуры

ратуре. Затем образец загружали растягивающим напряжением (19,6; 11,8 и 3,9 МПа). Одновременно с нагруженным образцом нагревали незагруженный образец. Характер изменения деформаций показан на рис. 3, а. Разность деформаций нагруженного и незагруженного образцов определялась деформацией, развивающейся в процессе подъема температуры от нагрузки.

Для всех образцов время прохождения ультразвуковых колебаний измеряли вдоль оси счетчиком УКБ-1 с двумя пьезодатчиками по 150 кГц, закрепляемыми на торцах образца. Время прохождения ультразвуковых колебаний сильно увеличивается с возрастанием температуры бетона (см. рис. 3, б). Однако разница во времени для нагруженных и незагруженных образцов не обнаружена, что свидетельствует о преобладающем характере хаотических микронарушений структуры бетона, вызванных разницей коэффициентов температурного расширения цементного камня и гранитного заполнителя. При температуре выше

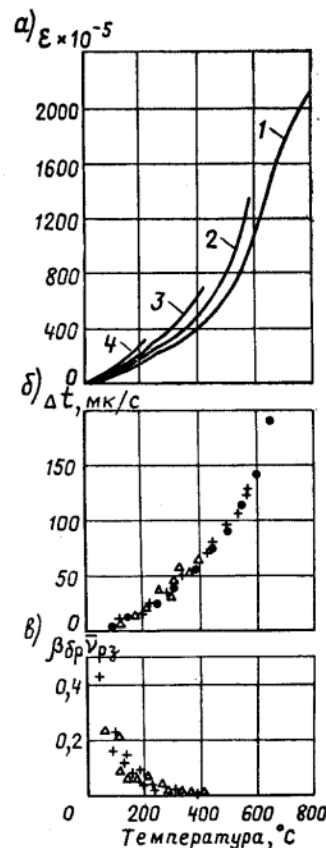


Рис. 3. Зависимость деформаций (а), времени прохождения УЗК через образец (б) и произведения $\beta \delta r v_{pz}$ (в) от температуры. 1 — образец не нагружен; образцы нагружены растягивающим напряжением σ_p , равным: 2 — 3,9 МПа; 3 — 11,8 МПа; 4 — 19,6 МПа

573°C на этот процесс накладывается нарушение структуры, вызванное модификационными изменениями кварца.

Предельные деформации нагруженного до нагрева бетона значительно превосходят предельные деформации, определенные при кратковременном нагружении предварительно нагретых призм, так как происходящая при нагреве миграция воды в бетоне облегчает развитие деформаций под действием растягивающего напряжения. Во втором случае происходит нагружение бетона, вода из которого уже удалена в результате предварительного температурного воздействия. Модуль упругости образцов, нагреваемых под нагрузкой, почти не отличается от модуля упругости предварительно нагретого бетона.

Прочность бетона в зависимости от температуры нагрева в большей степени снижается в предварительно нагруженных образцах.

При расчете деформаций железобетонных элементов, как правило, используют произведение $\beta_b \nu_r$, учитывающее развитие пластических деформаций и уменьшение модуля упругости при нагреве. Так как модуль упругости не зави-

сит от последовательности приложения нагрузки и нагрева, повышенная деформативность бетона, нагруженного растягивающим напряжением в процессе подъема температуры, объясняется изменением второго коэффициента. Обозначим его в этом случае $\nu_{r\beta}$, тогда произведение можно определить по методике, принятой для сжатого бетона [1]:

$$\beta_b \nu_{r\beta} = \frac{\epsilon_{yN}}{\epsilon_{Nt}},$$

где ϵ_{yN} — упругая деформация, полученная при нагружении до заданного уровня напряжений при нормальной температуре;

ϵ_{Nt} — полная деформация бетона, полученная как разность деформаций при нагреве нагруженного и свободного образцов.

Как видно из рис. 3, а, произведение $\beta_b \nu_{r\beta}$ можно принять не зависящим от уровня нагружения растягивающим напряжением. При повышении температуры произведение $\beta_b \nu_{r\beta}$ резко уменьшается.

Выводы

При нагреве бетона, нагруженного растягивающим напряжением, развиваются значительно большие пластические деформации, чем при нагружении предварительно нагретого бетона.

Полученные изменения прочности и деформаций обычного бетона при нагреве под нагрузкой следует учитывать при определении огнестойкости преднапряженных конструкций и конструкций, несущая способность которых определяется работой на поперечную силу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтшулер Б. А. Упругопластические характеристики бетона при нагреве под нагрузкой. — «Бетон и железобетон», 1974, № 9.
2. Шахов И. И., Каленский Ю. Г., Матвеев Ю. В. Деформации жаростойких бетонов при нагреве до высоких температур в нагруженном состоянии. Сб. трудов ВНИПИтеплопроекта. Вып. 24. М., 1974.
3. Шахов И. И., Щербатюк В. Н. Исследование работы жаростойкого бетона на портландцементе при растяжении. Сб. трудов ВНИПИтеплопроекта. Вып. 40. М., 1976.

Вопросы экономики

Кандидаты техн. наук С. Е. ЛЕНСКИЙ, А. М. КОЖУРИНЧЕВ,
инж. В. И. ШУМИЛИН (ВНИИЖелезобетон)

УДК 691—462+625.142.2/4

Снижение расхода тепловой энергии при производстве железобетонных шпал и труб

При производстве железобетонных шпал и труб значительная часть тепловой энергии расходуется не на прямой разогрев бетона изделий, а на нагрев ограждений установок ускоренного твердения бетона, металла форм, потери в окружающую среду. Определенную часть потерь составляет тепло образующегося конденсата, сбрасываемого, как правило, в канализацию. Этим потерям сопутствуют тепловые отходы при выработке пара в виде потерь с уходящими из котельной установки продуктами сгорания, а также при транспортировке теплоносителя.

На тепловую обработку однотипных железобетонных шпал марки С-56-2 на

разных заводах Главжелезобетона МПСМ СССР расходуется неодинаковое количество тепловой энергии:

Заводы	Технологический расход, Гкал/м³
Алмазьянский	0,27
Винновский	0,24
Вяземский	0,3
Даугавпилсский	0,19
Кавказский	0,14
Кременчугский	0,2
Челябинский	0,22
Чудовский	0,21
Коростенский	0,24

Экстремальные удельные расходы отличаются в 1,5—2 раза, что свидетельствует о неудовлетворительном состоя-

нии установок ускоренного твердения железобетона на некоторых заводах, различной степени заполнения рабочего объема камер и организации производства шпал на этих заводах.

Анализируя баланс использования энергии топлива на заводах железобетонных шпал, видно, что на нагрев самого бетона расходуется около 22% энергии топлива; 14% — на нагрев металла форм, а остальные 64% расходуется непроизводительно.

При тепловой обработке железобетонных труб на стендах непроизводительные потери еще больше, но их характер не изменяется. Так, например, при термообработке напорных виброгидропрес-

сованных труб количество тепла, введенного в котельную установку и расходуемого на компенсацию тепловых потерь в окружающую среду, достигает 32%, а при термообработке безнапорных труб — 37%. Во ВНИИЖелезобетоне ведутся изыскания радикальных путей снижения расхода тепловой энергии на тепловую обработку не только спецжелезобетона, но и сборного железобетона в целом. Основным направлением при этом является снижение производительных потерь тепла.

По данным ЦСУ, до 70% явных пропарочных камер работают с одним оборотом в сутки, что связано не столько с длительными режимами термообработки, сколько с регрессивной практикой побригадного закрепления камер и форм. Значительная часть непроезжих потерь при такой организации термообработки получается за счет остывания корпуса камер во время их простоя, а также при загрузке и выгрузке продукции и в выходные дни. Ограждающие конструкции и днище явных камер выполнены обычно из тяжелого монолитного бетона. Для уменьшения потерь необходимо понизить тепловую емкость ограждений камер. Это можно сделать путем установки теплоизоляционной защиты с внутренней стороны ограждений камер. Толщина изоляционного слоя зависит от теплофизических свойств теплоизоляционного материала и стоимости как этого материала, так и монтажных работ, причем в каждом случае можно рассчитать такую толщину изоляционного слоя, при которой тепловые потери с 1 м^2 ограждений камеры будут минимальными [1].

Однако несмотря на большую номенклатуру выпускаемых промышленностью теплоизоляционных материалов, в настоящее время нет материала, обладающего не только хорошими теплофизическими характеристиками, но и являющегося одновременно паро- и гидронепроницаемым. Проблема защиты теплоизоляции от увлажнения конденсатом полностью решается при обшивке ее металлическими листами толщиной 3 мм при полной герметичности сварочных швов и защите металла от коррозии. Некоторое увеличение металлоемкости камер компенсируется сокращением цикла тепловой обработки и сокращением числа форм, а срок окупаемости капитальных затрат на реконструкцию камер не превышает 1 год. Опыт эксплуатации паропарочных камер с теплоизоляцией из заливочного пенопласта ФРП-1 и металлической гидрозащитой на одном из московских заводов ЖБК показал высокую эффективность этого технического решения — расход пара после рекон-

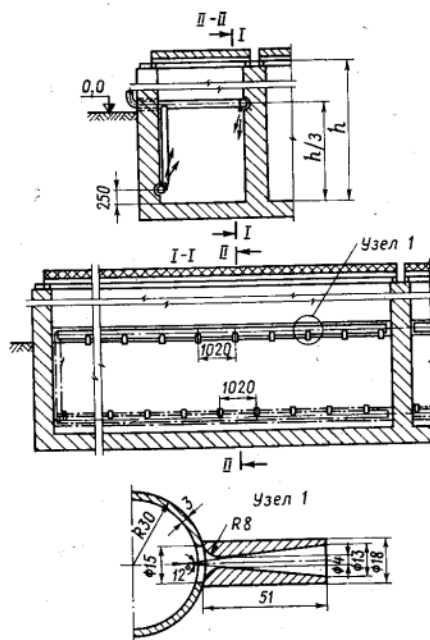


Рис. 1. Схема подачи пара в камеру через сопла Лавала и эскиз установки сопла

рукции камер стабильно равен 80—100 кг/м³ железобетона. Разработано Техническое задание для проектировщиков на реконструкцию ямных пропарочных камер с применением теплоизоляции и металлической гидрозащиты. Другие методы гидро- и паронизоляции теплоизоляционных материалов (например, с помощью пасты ЦПХВ-II, эпоксидной шпатлевки ЭП-00-10, латексных составов типа ЛСП-145 и др.) нуждаются в дополнительной экспериментальной проверке в производственных условиях. Защита теплоизоляционного слоя от механических повреждений формами или траверсами может быть осуществлена с помощью вертикальных направляющих для установки форм.

Расход пара в существующих ямных камерах для тепловлажностной обработки шпал можно снизить в условиях направленной циркуляции греющей среды, создаваемой с помощью сопел Лаваля, диффузорных устройств, центробежных вентиляторов и других способов. В на-

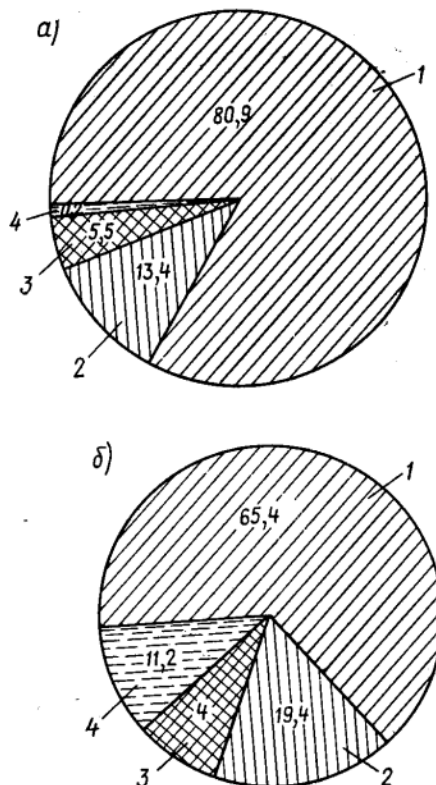
стоящее время пар в ямные камеры попадает через закольцованные перфорированные трубы, расположенные у дна камер. При таком способе пароподвода тепловлажностная обработка изделий протекает практически в неподвижной паровоздушной среде, расслоенной по высоте камеры, что приводит к неравномерности температуры среды. В рабочей зоне камеры могут возникать также застойные «воздушные» мешки. Эти недостатки устраняются при циркуляции греющей среды с помощью вышеуказанных устройств. Такие камеры, получившие название ПДК-КИСИ, внедрены на киевском комбинате Стройиндустрия [2]. Использование сопел Лаваля для ямных камер тепловлажностной обработки шпал показано на рис. 1.

В настоящее время тепловая обработка железобетонных труб диаметром 500 мм и выше осуществляется на стендах как при одностороннем, так и при двустороннем паропрогреве. Из-за отсутствия надежных технических решений по предотвращению утечек пара из-под наружного брезентового чехла двусторонний прогрев напорных и безнапорных труб применяется очень редко. Только в последнее время на Доллярском, Енакиевском и Минераловодском заводах ВНИИЖелезобетона совместно с НИИСМ им. Дадашева внедряют метод паропрогрева виброгидропрессованных труб в формах с наружными паровыми рубашками. Продолжительность тепловой обработки труб регламентируется специальными нормами, которые зачастую недостаточно научно обоснованы. Проиллюстрируем это на примере тепловой обработки виброгидропрессованных труб. В таблице приведены показатели нормируемой [3] и фактической длительности тепловой обработки виброгидропрессованных труб на некоторых за-
водах.

Как видно из таблицы, фактическая продолжительность тепловой обработки труб в среднем на 3—4 ч превышает нормируемую. Исследования показали, что из-за значительного термического

Заводы	Диаметр пропариваемых труб, мм									
	односторонний прогрев					двусторонний прогрев				
	500	700	900	1000	1200	500	700	900	1000	1200
	По нормам технологического проектирования									
	6,5	9	10	12	13	5	7	7	8	10
	Фактическая									
Гниванский	8	9	11	12	13	—	—	—	—	—
Новомосковский	10,5	—	—	13	15	—	—	—	—	—
Коркинский	10	12	15	15	16	—	—	—	—	—
Минераловодский	8	9	11	13	14	—	—	—	—	—
Загорский	—	12	15	16	18	—	—	—	—	—
«Баррикада»	—	—	—	—	—	—	11	12	12	13

Рис. 2. Диаграмма использования энергии цара при термообработке железобетонных труб диаметром 1000 мм, в %
 а — односторонний прогрев; б — двусторонний; 1 — расход тепла на компенсацию теплопотерь с поверхности формы во внешнюю среду; 2 — расход тепла на нагрев металла формы; 3 — расход тепла на нагрев резинового чехла и опрессовочной воды; 4 — расход тепла на нагрев бетонной смеси с учетом тепловыделения цемента



сопротивления теплопередачи R конструкции сердечника формы температура бетона при одностороннем прогреве и теплоподводе со стороны внутренней формы не превышает 70°C . Этим и объясняется увеличение продолжительности тепловой обработки труб по сравнению с нормируемой.

В связи с длительным циклом термообработки возрастают и расходы тепловой энергии, которые значительно превышают нормируемые показатели (0,3—0,35 Гкал/м³).

Заводы	Расход тепловой энергии, Гкал/м ³
Гниванский	0,43
Бендерский	0,5
Коркинский	0,52
Новомосковский	0,55
Алма-Атинский	0,6
Воронежский	1,41
Владивостокский	1,6

Анализируя фактический расход тепловой энергии на термообработку напорных труб при одностороннем и двустороннем паропрогреве (рис. 2), можно заметить, что при существующей техно-

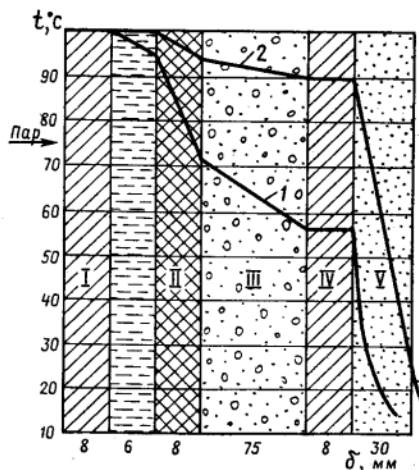


Рис. 3. Теплопередача через внутренний сердечник, стенку трубы и наружную форму без ее теплоизоляции (I) и с теплоизоляцией (2)

I — внутренний металлический сердечник, $\lambda=50$ ккал/(ч·м·°C); $R \approx 0$; II — слой опрессовочной воды, $\lambda=0,5$, $R=0,012$ (ч·м²·°C)/ккал; III — резиновый чехол, $\lambda=0,13$; $R=0,061$; IV — бетонная стенка трубы, $\lambda=2$; $R=0,034$; V — наружная металлическая форма, $\lambda=50$; $R \approx 0$; VI — теплоизоляция, $\lambda=0,04$; $R=0,75$.

логии основная часть тепловой энергии расходуется непроизводительно.

При одностороннем паропрогреве сокращение длительности тепловой обработки возможно при создании в полостях прогреваемых труб или паровых рубашках формы интенсивной циркуляции паровоздушной среды, обеспечиваемой за счет специальных парораспределителей или эжекторных устройств. Кроме того, целесообразна теплоизоляция наружной поверхности форм (как при наличии наружной паровой рубашки, так и в особенности без нее). При этом уменьшаются потери тепла во внешнюю среду и изменяется тепловой режим всего цикла. Так, при тепловой изоляции толщиной $\delta=30$ мм и коэффициенте ее теплопроводности $\lambda=0,04$ ккал/(ч·м·°C) для трубы диаметром 1000 мм теплопотери вместо 10 500 составляют 1700 ккал/ч. Время разогрева бетона уменьшается с 3 до 1,1 ч, а общий цикл термообработки составляет 6—8 ч вместо 14—16. Изменение теплопередачи через стенки трубы и форм (для стационарных условий) при наличии теплоизоляции показано на рис. 3.

Еще более эффективный способ сокращения длительности термообработки виброгидропрессованных труб — индукционный нагрев [4], сокращающий цикл до 5—6 ч и снижающий энергозатраты по сравнению с существующим способом паропрогрева в 2—2,5 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об эффективности тепловой изоляции пропарочных камер. — «Бетон и железобетон», 1977, № 8. Авт.: Г. С. Иванов, Р. В. Венгнер, С. Е. Ленский, Л. Ф. Попова.
2. Лях А. А., Долгий Э. М. Совершенствование технологии пропаривания железобетона. Киев, «Будівельник», 1976.
3. Нормы технологического проектирования производства железобетонных и бетонных труб. М., Гипростройматериалы МПСМ СССР, 1974.
4. Тепловая обработка виброгидропрессованных труб в электромагнитном поле. — «Бетон и железобетон», 1977, № 3. Авт.: Г. С. Иванов, С. Е. Ленский, Э. А. Соколова, С. М. Треницкий.

Патенты и изобретения

№ 24

- № 563388. Ю. М. Еренбург и В. А. Соседко. Куйбышевский филиал Всесоюзного ин-та Оргэnergострой. Силкатобетонная смесь.
 № 563392. Р. И. Засепская, Т. П. Михалькова и Э. В. Основский. Минский НИИСМ. Ячеистобетонная смесь.

* См. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1977.

- № 563393. Т. Т. Темиркулов, К. С. Шинтемиров и Д. Г. Умбетяров. Талды-Курганский з-д ЖБИ. Сырьевая смесь для изготовления силикатного бетона.
 № 563394. Е. В. Зализовский, О. И. Василец, Г. В. Месеняшин и др. Уралнистромпроект. Сырьевая смесь для изготовления жаростойкого бетона.
 № 563395. В. Д. Ставицкий, К. З. Галустов, А. С. Шульга и др. Белдорни и Могилевский комбинат синтетического волокна. Полимербетонная смесь.

- № 563396. О. Л. Фиговский и Ю. Г. Крейдлин. ЦНИИПромзданий. Полимербетонная смесь.
 № 563397. А. А. Гаспарян, И. Г. Дудеров, Ю. Г. Дудеров и С. Г. Штарх. ЦНИИСК. Способ изготовления изделий из легкого огнеупорного бетона.
 № 563398. С. А. Шиманович, В. В. Жуков, В. П. Васин и Д. Н. Вакулич. ЦНИИПромзданий. Сырьевая смесь для приготовления жаростойкого бетона.



Измеритель блуждающих токов в железобетонных колоннах

НИИЖБ совместно с МАДИ разработали измеритель блуждающих токов при коррозионных обследованиях железобетонных колонн сечением до 50×50 см. Ток измеряют бесконтактным методом с использованием цепи последовательно соединенных магниточувствительных датчиков Холла.

Измеритель состоит из разъемной ше-

стигранной рамы, на прутьях которой закреплены датчики Холла, и функционального блока. Сигнал от датчика пропорционален напряженности магнитного поля, нормальной к поверхности датчика, т. е. напряженности магнитного поля тока, протекающего по колонне. Отстройка от мешающих полей производится с помощью многоточечной центриро-

ванной системы. Функциональный блок включает в себя источник питания датчиков, усилитель суммарного сигнала от датчиков и регистрирующий прибор — милливольтметр М-231.

Техническая характеристика прибора

Диапазон измерения тока, А . . . 0,5—100
Чувствительность, мВ/А . . . 4
Питание батарейное
Габариты, мм 930×930

Прибор для измерения блуждающих токов испытывали при коррозионных обследованиях железобетонных колонн электрохимических производств для определения относительно слабых токов в арматуре железобетонных колонн при наличии фона магнитных помех, превышающего напряженность измеряемого тока.

Прибор позволяет повысить точность измерений и сократить время обследования.

Информация

Инженеры А. А. ЛЕЙРИХ, Л. В. УГРЮМОВ (Минстрой СССР),
канд. техн. наук А. А. ЕВДОКИМОВ (НИИЖБ)

УДК 691.214.061.3

Совещание по применению вспученного перлита в строительстве

В августе 1977 г. в Воронеже прошло совещание по применению вспученного перлита в строительстве, созванное Минстроем СССР. В совещании приняли участие представители строительных организаций, ведущих научно-исследовательских и проектных институтов страны, занимающихся вопросами изготовления и применения вспученного перлита.

Были заслушаны доклады и сообщения об опыте применения керамзитоперлитобетона в Одессе, о разработке технической документации, необходимой для внедрения вспученного перлита в строительство, о введении в действие новых предприятий по производству вспученного перлита и изделий из него.

Применение вспученного перлита для приготовления легкого бетона позволяет снизить объемную массу строительных конструкций из таких бетонов и, следовательно, уменьшить их толщину или использовать в более суровых температурных условиях при сохранении толщины ограждения.

Многолетний опыт применения керам-

зитоперлитобетона для изготовления наружных стеновых панелей в Одессе, Иркутске, Улан-Удэ, Киевской области и т. д. подтверждает техническую и экономическую целесообразность использования вспученного перлита в строительных конструкциях.

Научно-исследовательскими и проектными организациями Госстроя СССР при участии НИИЖБ разработаны типовые рабочие чертежи наружных стеновых панелей с применением вспученного перлита для всех видов промышленных, гражданских и сельскохозяйственных зданий. Их можно использовать также для многоэтажных жилых зданий по чертежам, предназначенным для изготовления панелей из керамзитобетона. Разработаны чертежи комплексных плит покрытий для промышленных зданий с утеплителем из перлитобетона.

Производство и применение конструкций из бетонов на вспученном перлитовом песке осуществляется в соответствии с «Методическими рекомендациями по технологии производства и применению в жилищно-гражданском, промыш-

ленном и сельском строительстве ограждающих конструкций из легких бетонов на основе вспученного перлитового песка» (Киев, 1976).

На совещании было отмечено, что для приготовления бетонов на вспученном перлите можно использовать оборудование, предназначенное для изготовления других видов легких бетонов. Для получения качественного бетона необходим вспученный перлитовый песок с достаточно прочными зернами и объемной насыпной массой не менее 150 кг/м³. В связи с низкой объемной массой песка возникают трудности с его доставкой от места приготовления до расходных бункеров бетоносмесительного отделения. Опыты показали, что на дальние расстояния вспученный перлитовый песок можно транспортировать цементовозами, а на короткие — специально запроектированным или существующим пневмотранспортом, подающим цемент.

ГОСТы и технические условия запрещают сплошную облицовку наружных стеновых панелей с применением вспу-

ченного перлита керамической или стеклянной плиткой. Госстрой СССР допускает облицовывать наружные стеновые панели керамической и стеклянной плиткой, если влажность бетона при отпуске потребителю будет не выше до-

пускаемой для панелей из керамзитобетона.

Таким образом, обсуждение показало возможность успешного применения вспученного перлита в строительстве.

Участники совещания ознакомились с

производством вспученного перлита, изготовлением наружных стеновых панелей из керамзитоперлитобетона и комплексных плит покрытий с утеплителем из перлитобетона на Воронежском заводе ЖБИ.

Библиография

УДК 666.982.2:338.45

Экономические знания — производству

В книге*, состоящей из восьми глав, рассмотрен широкий круг вопросов экономики промышленности сборного железобетона: основные направления и масштабы развития производства; организация управления промышленностью; научно-технический прогресс и совершенствование производства; специализация, кооперирование и концентрация производства; основные фонды и производственные мощности; внедрение единых методов планирования заводского производства; организация и планирование труда и заработной платы; себестоимость и ценообразование в промышленности сборного железобетона.

Рассматривая процесс развития этой отрасли, авторы приводят данные о производстве и потреблении сборного железобетона в строительстве за период 1954—1975 гг., показывают сдвиги в размещении производства и уровне применения конструкций по союзным республикам и крупным экономическим районам. В книге приведены данные о народнохозяйственной эффективности развития промышленности и внедрения сборного железобетона в строительство за два десятилетия.

Перспективы развития промышленности в десятой пятилетке и на более отдаленный период изложены авторами в соответствии с постановлением Совета Министров СССР «О некоторых мерах по повышению технического уровня производства железобетонных конструкций и более эффективному использованию их в строительстве».

Вопросы совершенствования организации управления промышленностью сборного железобетона включают анализ структуры управления прогнозирования и перспективного планирования как звена системы управления; опыты

организации объединений, производственной структуры и организации управления на предприятиях.

Представляет интерес глава, посвященная научно-техническому прогрессу и основным направлениям совершенствования производства сборного железобетона, где в сжатой форме изложены вопросы состояния и перспективы развития процессов формирования и тепловой обработки изделий, комплексной механизации процессов, снижения металлоемкости оборудования, развития производства эффективных материалов, конструкций и деталей, повышения качества и уровня заводской готовности железобетонных конструкций.

Основным формам организации общественного производства — специализации, концентрации и кооперированию, их взаимосвязи в отрасли посвящена глава книги, где приведен большой аналитический материал по промышленности в целом и отдельным видам производств (узкоспециализированное производство изделий массового назначения, производство конструкций для жилищного и промышленного строительства).

Состав и структура основных фондов, их износ, воспроизводство и анализ использования получили достаточно полное освещение в главе «Основные фонды и производственные мощности промышленности сборного железобетона».

В книге подробно рассмотрены вопросы организации и планирования труда и заработной платы. Особое внимание уделено образованию фондов экономического стимулирования, где на примере московских предприятий промышленности строительных конструкций показано применение соответствующих нормативов и их корректировка в зависимости от выполнения плана по основным показателям.

Представляют интерес приведенные в книге данные о динамике затрат на про-

изводство сборного железобетона за два десятилетия и анализ основных факторов, влияющих на изменение себестоимости и цен на сборный железобетон. В этом разделе довольно подробно изложены основные принципы планирования издержек производства, финансового плана и анализа хозяйственной деятельности.

В книге хотя и приведен интересный материал по сравнительному анализу технико-экономических показателей производства железобетонных конструкций при различных технологических схемах, однако следовало бы более подробно остановиться на главных направлениях развития и совершенствования наиболее эффективных технологий изготовления массовых изделий и дать оценку возможных масштабов их применения.

На наш взгляд, следовало несколько полнее осветить основные принципы экономического эксперимента в промышленности сборного железобетона по совершенствованию планирования и оценки деятельности предприятий на основе нормативной чистой продукции и условно-натуральных показателей. Этот важный вопрос заслуживает более подробного рассмотрения, так же как и анализ резервов снижения себестоимости и трудоемкости продукции.

В целом книга охватывает широкий круг вопросов экономики промышленности сборного железобетона, излагает методические подходы к анализу резервов производства и повышению эффективности отрасли. Книга, выпуск которой следует считать весьма своевременным, может заинтересовать производственников, работников плановых органов, научно-исследовательских и учебных организаций.

Инж. И. П. СТЕПАНОВ

* Экономика промышленности сборного железобетона. Под ред. Д. М. Чудновского. М., Стройиздат, 1977. 348 с.

УДК 691.214

Попов П. В., Котова Н. Г., Пьяных В. В. Применение перлита на стройках Минпромстроя СССР. — «Бетон и железобетон», 1978, № 1, с. 4—7, ил. 4.

Приводятся данные о базе по производству вспученного перлита в Минпромстрое СССР. Подробно освещен опыт изготовления промышленных конструкций из керамзитоперлитобетона на предприятиях Украины. Описаны испытываемые Минпромстроем СССР трудности при внедрении вспученного перлита.

УДК 624.012:691.214.45:728

Седакова М. Т., Познянская Б. П., Подлесных В. С. Конструкции с применением перлита в жилищно-гражданском строительстве. — «Бетон и железобетон», 1978, № 1, с. 7—8.

Освещен опыт применения перлита в жилищно-гражданском строительстве: перлитно- и керамзитоперлитобетонных наружных стен раздельных оснований пола для комплексных панелей и штукатурных растворов, результаты натурных теплофизических испытаний. Кроме того, приведены описания конструкций совмещенных крыш, утепленных перлитопенобетонными или перлитоплоскостнобетонными плитами или вспученным перлитом, изготавливаемым в едином производственном цикле.

УДК 691.327:666.973.2:553.535(571.66)

Карпикова Л. И., Лепихова Т. В., Рудь В. П. Бетоны на вспученных перлитах Камчатки. — «Бетон и железобетон», 1978, № 1, с. 9—10, табл. 2.

Приведены краткие сведения о свойствах вспученного перлита, полученного из породы нового Начикинского месторождения Камчатки, физико-механических характеристиках и теплопроводности бетона на его основе. Даны рекомендации по применению бетона в панелях с повышенной защитой от увлажнения.

УДК 691.327:666.973.2:553.535:697:536.2

Тачкова Н. А., Макеева Л. А. Теплофизические свойства легкого бетона на вспученном перлитовом песке. — «Бетон и железобетон», 1978, № 1, с. 11—12, ил. 2, табл. 2.

Приведены результаты лабораторных исследований теплопроводности керамзитобетона с мелкой фракцией из вспученного перлитового песка и панелей из данного вида бетона в климатической камере.

Установлено незначительное увеличение коэффициента теплопроводности керамзитоперлитобетона по сравнению с керамзитобетоном той же объемной массы.

Рекомендуются расчетные значения коэффициента теплопроводности керамзитоперлитобетона объемной массы 800—1000 кг/м³ (табл. 1).

УДК 624.012:691.327:666.973.2:553.535.45:002.2

Бужевич Г. А. Легкобетонные изделия на базе вспученного перлитового песка. — «Бетон и железобетон», 1978, № 1, с. 13—14.

Приведены требования по выбору вспученного перлитового песка для приготовления легких бетонов. Описаны особенности хранения, транспортировки и дозирования этого заполнителя. Даны рекомендации по приготовлению бетонной смеси, по формованию и тепловой обработке изделий.

УДК 691.327:666.973.2(470.11)

Опыт внедрения шунгизитобетона в Архангельске. — «Бетон и железобетон», 1978, № 1, с. 16—18, ил. 3, табл. 2. Авт.: Ю. И. Матюкин, С. В. Богословский, А. Н. Румянцев и др.

Изложен опыт внедрения шунгизитобетона для изготовления ограждающих конструкций на предприятиях Главархангельскстроя.

Поризация шунгизитобетона позволила уменьшить объемную массу бетона, улучшить формуемость смеси и экономить значительное количество дефицитного мелкого песка.

УДК 691.022—413:691.327:666.973.2:725.4

Евдокимов А. А., Кузьмич Т. А., Мореходов А. С. Шунгизитобетонные стеновые панели длиной 12 м для промзданий. — «Бетон и железобетон», 1978, № 1, с. 18—19, ил. 2.

Приведены результаты испытаний шунгизитобетонных панелей длиной 12 м для промышленных зданий. Показано, что данные конструкции могут изготавливаться по чертежам типовых керамзитобетонных панелей. Приведена экономическая эффективность внедрения панелей из шунгизитобетона.

УДК 691.327:666.973.2

Новиков В. Ф., Юшманов Ю. П. Шунгизитобетон — новый эффективный строительный материал. — «Бетон и железобетон», 1978, № 1, с. 21—23, ил. 2.

Освещен опыт практического внедрения шунгизитобетонных конструкций в тресте Апатистстрой с целью повышения индустриализации и скорости строительства. Намечены пути дальнейшего расширения области применения шунгизитобетона и улучшения его технических характеристик за счет снижения объемной массы и повышения прочности.

УДК 624.074:691.327:666.973.2

Применение шунгизитобетона в несущих конструкциях. — «Бетон и железобетон», 1978, № 1, с. 23—25, ил. 2, табл. 1, список лит.: 1 назв. Авт.: М. Н. Старостин, Г. Е. Колосов, В. И. Савин, С. Р. Адамов.

Приведены результаты исследований свойств конструкционного шунгизитобетона марок М150—250 и преднапряженных многослойных плит перекрытий из шунгизитобетона марки М200. На основании анализа результатов исследований и опыта применения определена номенклатура несущих конструкций из шунгизитобетона.

УДК 624.073:691.327:666.972.2:666.64—492.3

Кенсгайла А. А., Печюлис М. П. Преднапряженные ребристые плиты из керамзитобетона повышенной деформативности. — «Бетон и железобетон», 1978, № 1, с. 31—32, ил. 2, список лит.: 3 назв.

Приведены и проанализированы результаты исследования предельных состояний ребристых плит покрытия, запроектированных на конструктивным керамзитобетоне, изготовляемом с применением керамзита $\gamma_k = 500...550 \text{ кг/м}^3$ и $R_d = 20...25 \text{ кгс/см}^2$. Показана приемлемость проектного решения и надежность нормативной методики проектирования. Приведена формула, позволяющая более точно определять полные прогибы плит.

УДК 624.012:691.327:666.973.2:666.9.046

Крылов Б. А., Козлова Л. И. Высокотемпературный прогрев изделий из легкого бетона в среде с пониженной влажностью. — «Бетон и железобетон», 1978, № 1, с. 33—35, ил. 2.

Изложены результаты исследований твердеющего легкого бетона марок до М100 в процессе термообработки.

Рассмотрены вопросы гидратации и набора прочности бетона по сечениям изделий различных толщин, кинетика температурных полей и влажности.

Даны рекомендации по выбору продолжительности термообработки легкобетонных изделий в зависимости от температуры греющей среды.

УДК 693.542:628.17

Серова Л. П., Михановский Д. С., Шварцман П. И. Влияние водопотребности горячих смесей на прочность бетона. — «Бетон и железобетон», 1977, № 12, с. 35—37, ил. 1, табл. 3, список лит.: 3 назв.

Описаны результаты экспериментально-теоретических исследований влияния предварительного разогрева тяжелых бетонных смесей на их водопотребность и на прочность бетона.

УДК 693.54

Золотухин Ю. Д., Башилов Н. И. Сборные камеры для тепловой обработки железобетонных изделий. — «Бетон и железобетон», 1977, № 12, с. 37—39, ил. 2, табл. 2, список лит.: 3 назв.

Дается анализ напряженного состояния стенок камер для термообработки железобетонных изделий и выявлены причины, уменьшающие их долговечность. Предложена конструкция сборной камеры с трехслойной стенкой, состоящей из тонкого железобетонного обрамления с двойным и односторонним армированием и внутренним теплоизоляционным слоем. Приведены результаты экспериментального исследования и технико-экономические показатели.

УДК 691.327:666.973.2:693.542.3:65.011.56

Зак Д. И., Зайцев В. В. Экономическая эффективность системы автоматического дозирования заполнителей для легких бетонов. — «Бетон и железобетон», 1978, № 1, с. 39—40, табл. 1.

Показаны преимущества системы автоматического дозирования заполнителей для легких бетонов. Приводятся результаты производственной эксплуатации указанной системы на Новокуйбышевском заводе ЖБИ.

УДК 691.327:539.3/4

Альтшулер В. А., Шахов И. И., Шербаков В. Н. Влияние последовательности нагрева и загрузки на прочность и деформативность обычного бетона при растяжении. — «Бетон и железобетон», 1977, № 12, с. 40—42, ил. 3, список лит.: 3 назв.

Приводятся результаты испытания обычного бетона на портландцементе с гранитным заполнителем в условиях температурного воздействия. Описывается методика определения деформаций растянутого бетона в процессе подъема температуры. Анализируются отличие деформативно-прочностных свойств бетона, нагруженного растягивающим напряжением и подвергнутого нагреву, от предварительно нагретого бетона. Приводятся значения $R_{br} V_{ра}$, которые можно использовать при определении огнестойкости конструкций и трещиностойкости подвергающихся нагреву преднапряженных элементов.

УДК 691—462+625.142.2/4

Ленский С. Е., Кожуринцев А. М., Шумилин В. И. Снижение расхода тепловой энергии при производстве железобетонных шпал и труб. — «Бетон и железобетон», 1977, № 12, с. 42—44, ил. 3, табл. 1, список лит.: 4 назв.

Дан анализ причин перерасхода тепловой энергии на термообработку железобетонных шпал и труб. Приведен графический анализ баланса использования тепловой энергии при термообработке этих изделий на заводах спецжелезобетона. Даны рекомендации по сокращению удельных расходов тепла при тепловой обработке спецжелезобетона за счет уменьшения теплоемкости ограждающих конструкций пропарочных камер и потерь в окружающую среду.

CONTENT

To develop wider the lightweight concretes with shungizit and expanded perlite
Popov P. V., Kotova N. G., P'yanykh V. V. Application of expanded perlite in the USSR Minpromstroy constructions
Sedakova M. T., Poznyanskaya B. P., Podlesnykh V. S. Structures with perlite in civil housing
Karpikova L. I., Lepikhova T. V., Rud' V. P. Concretes with expanded perlites from Kamchatka
Zhukova R. S., Nevzgod A. K. Application of expanded perlite in Voronezh-town
Tachkova N. A., Makeeva L. A. Heat-mechanical properties of lightweight concrete with expanded perlite sand
Ilyashenko V. A. Shungizit concrete for enclosure and supporting structures
Mat'kin Yu. I., Bogoslovsky S. V., Rumyantsev A. I., Bugrin S. F., Slepokurov E. I., Khaimov I. S. Experience of development the shungizit gas concrete in Arkhangelsk-city
Evdokimov A. A., Kuzmich I. A., Morekhodov A. S. Shungizit concrete panels 12 m long for industrial buildings
Ershov K. V., Reznikov Yu. K. Shungizit concrete structures in carge panel house—building of the North
Novikov V. F., Yushmanov Yu. P. Shungizit concrete—new effective building material
Starostin M. N., Kolosov G. E., Savin V. I., Adkhamov S. R. Application of shungizit concrete in bearing structures
Mikhailov K. V., Dovzhik V. G. Totals of the VIII All-Union conference on concrete and reinforced concrete
Kensgaila A. A., Pechulis M. P. Prestressed ribbed slabs from ceramsite concretes with high deformability
Krylov B. A., Kozlova L. I. High-temperature heating of products from lightweight concrete in environment with low humidity

CONTENU

Appliquer plus largement les bétons légers sur chongézite et perlite gonflée.
Popov P. V., Kotova N. G., Pjanykh V. V. Application de perlite gonflée aux chantiers du Ministère de la construction industrielle de l'URSS.
Sedakova M. T., Poznjanskaja B. P., Podlesnykh V. S. Structures avec perlite dans la construction des habitations et dans la construction civile.
Karpikova L. I., Lepikhova T. V., Roud' V. P. Bétons sur perlites gonflées de la Kamtchatka.
Joukova R. S., Nevzgod A. K. Application de perlite gonflée à Voronezh.
Tatchkova N. A., Makéeva L. A. Propriétés thermotechniques du béton léger sur le sable gonflé de perlite.
Ilyachenko V. A. Béton de chongézite pour les structures de protection et les structures portantes.
Mat'kine Y. I., Bogoslovsky S. V., Rumyantsev A. I., Bougrime S. Ph., Slepokourov E. I., Khajmov I. S. Expérience d'application du béton de chongézite à Arkhangelsk.
Evdokimov A. A., Kouz'mitch T. A., Morekhodov A. S. Panneaux muraux de 12 m en béton de chongézite pour les bâtiments industriels.
Erchov K. V., Reznikov Y. K. Structures en béton de chongézite dans la construction des bâtiments du Nord en gros panneaux.
Novikov V. Ph., Youchmanov Y. P. Béton de chongézite—un nouveau matériau effectif de construction.
Starostine M. N., Kolossov G. E., Savine V. I., Adkhamov S. P. Application du béton de chongézite dans les structures portantes.
Mikhailov K. V., Dovgik V. G. Bilan de la VIII Conférence sur le béton et le béton armé.
Kensgajla A. A., Petchulis M. P. Dalles précontraintes nervurées en bétons de céramsite d'une déformabilité élevée.
Krylov B. A., Kozlova L. I. Mise à haute température des produits en béton léger dans le milieu à l'humidité réduite.

INHALTSVERZEICHNIS

Man soll weiter Leichtbetone auf der Basis von Schungisit und Bläherperlit einführen
Popow P. W., Kotowa N. J., Pjanych W. W. Anwendung von Bläherperlit auf Baustellen des Ministeriums für Industriebau der UdSSR
Ssedakowa M. T., Poznjanskaja B. P., Podlesnykh W. S. Konstruktionen mit Einsatz von Perlit im kommunalen Wohnungsbau
Karpikowa L. J., Lepichowa T. W., Rudj W. P. Betone auf Bläherperliten von Kamtschatka
Shukowa R. S., Nevzgod A. K. Verwendung von Bläherperlit in Woronesh
Tatschkowa N. A., Makeewa L. A. Wärme-technische Eigenschaften von Leichtbeton auf Bläherperlitsand
Ilyaschenko W. A. Schungisitbeton für umschliessende und tragende Konstruktionen
Matjkin J. I., Bogoslovskij S. W., Rumjanzew A. I., Bugrim S. F., Slepokurov E. I., Chaimow I. S. Schungisitgasbeton in Archangelsk
Ewdokimow A. A., Kusjmitsch T. A., Morekhodow A. S. Wandplatten von 12 m lang aus Schungisitbeton für Industriegebäude
Erchow K. W., Reznikow J. K. Konstruktionen aus Schungisitbeton im Grossplattenwohnungsbau des Nordens
Nowikow W. F., Ischmanow I. P. Schungisitbeton ist ein neues effektives Baumaterial
Starostin M. N., Kolossow G. E., Ssawin W. I., Adchamow S. R. Einsatz von Schungisitbeton in Tragwerken
Michailow K. W., Dowshik W. J. Ergebnisse der VIII. Allunionskonferenz für Beton und Stahlbeton
Kensgaila A. A., Petschulis M. P. Vorgespannte Rippenplatten aus Keramsitbeton von erhöhter Verformbarkeit
Krylow B. A., Kozlova L. I. Erwärmung von hoher Temperatur von Erzeugnissen aus Leichtbeton im Medium mit gesenkter Feuchtigkeit

Редакционная коллегия: И. Н. Ахвердов, Ю. М. Баженов, В. Н. Байков, А. И. Буракас, Ю. В. Волконский, А. А. Гвоздев, А. М. Горшков, Г. С. Иванов, В. Т. Ильин, Н. М. Колоколов, М. Г. Костюковский, А. А. Лейрих, В. В. Михайлов, К. В. Михайлов (главный редактор), А. П. Морозов, В. М. Москвин, Д. А. Паньковский, В. С. Подлесных, С. И. Сименко, Д. М. Чудновский, А. В. Шерстнев, А. А. Шлыков (зам. главного редактора)

Адрес редакции:

103006,
 Москва, К-6,
 Каляевская, 23а

Телефоны:

250-18-54,
 250-24-35

Технический редактор

ИНОЗЕМЦЕВА Н. Е.

Корректор

СТИГНЕЕВА О. В.

Сдано в набор 15/XI 1977 г.

Подписано к печати 12/XII 1977 г.

Т-21133

УИЛ 7,54

Объем 6 печ. л.

Тираж 21 990 экз.

Заказ 603

Цена 40 коп.

Подольский филиал производственного объединения «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном комитете совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли г. Подольск, ул. Кирова, 25

По страницам зарубежных журналов

Hobbs D. W., Romero C. D., Newman J. B. *Расчетные напряжения для бетона, работающего в многоосном напряженном состоянии.* — «Structural Engineer», 1977, IV, Vol. 55, № 4, p. 151—164, 13 ill., 1 tab. Bibliogr. 17 ref. (англ. — Великобритания)

Разработаны практические рекомендации по оценке прочности бетона при двух- и трехосном напряженном состоянии. Рассмотрены типичные случаи работы бетона: в напряженной и ненапряженной обойме; при вдавливании цилиндрического штампа в массив; при боковом сжатии изгибаемой пластины и другие. Предложены проектные критерии прочности бетона в стадии нормальной эксплуатации и в предельном состоянии, учитывающие физические основы работы бетона, влияние нагрузок, особенности деформирования в сложном напряженном состоянии.

Swamy R. N., Potter M. M. *Напряженно-деформированное состояние колонн монолитного многоэтажного каркаса здания в процессе строительства.* — «Structural Engineer», 1977, IV, Vol. 55, № 4, p. 165—176, 8 ill., 7 tab. Bibliogr. 20 ref. (англ. — Великобритания)

Описывается методика экспериментального исследования напряжений и деформаций колонн монолитного восьмизэтажного железобетонного каркаса общественного здания. Напряжение в арматурных стержнях измеряли акустическими датчиками с базой 50 мм с рабочим элементом в виде вибрирующей нити. Приборами такого же типа измеряли и внутренние деформации в бетоне. Напряжения в бетоне определяли глубинными датчиками Карлсона механоэлектрического типа.

Детально описаны измерительные приборы и особенности их работы. Рассмотрены влияние температурных колебаний и места установки приборов.

Geisuauser C. B., Cady P. D. *Исследование цикла термической обработки внутренне уплотненного бетона, содержащего шарики воска.* — «Cement and Concrete Research», 1977, Vol. 7, № 1, p. 85—93, 6 ill., 4 tabl. Bibliogr. 5 ref. (англ. — международный журнал)

Предложен метод уплотнения бетона, состоящий в том, что некоторая часть заполнителя заменяется шарообразными частицами буроугольного воска. Бетон нагревают до температуры, превышающей температуру плавления воска, который плавясь заполняет трещины и пустоты в бетоне. При охлаждении воск затвердевает, повышая плотность бетона.

Nischer P. *Искусственное порообразование в литых бетонах.* — «Betonwerk+Fertigteil+Technik», 1977, № 6, S. 285—287, 5 ill., 1 tab. Bibliogr. 3 ref. (нем. — ФРГ, резюме на англ. яз.)

Излагаются результаты исследований пористых литых бетонов для дорожного строительства, отличающихся морозостойкостью и стойкостью к воздействию хлоридов. Проблема решается одновременным применением пластифицирующих и порообразующих добавок (меламиноформальдегидных смол и других полимеров) в качестве пластификаторов, полимерных добавок и добавок на основе винсоловой смолы для порообразования. Применение только пластифицирующих добавок уменьшает число пор; введение порообразующих добавок позволяет получать бетон, отвечающий требованиям стандартов.

Meyer A., Lütkehaus M. *Стабилизаторы — новые средства улучшения удобоукладываемости бетона (ФРГ).* — «Betonwerk+Fertigteil+Technik», 1977, № 6, S. 289—294, 4 ill., 10 tab. (нем. — ФРГ, резюме на англ. и франц. яз.)

Обсуждается добавка ST1, применяемая для улучшения удобоукладываемости цементного раствора, монолитного бетона, торкрет-бетона и легкого бетона. Приводятся результаты испытаний влияния добавки на водоотделение цементного теста, раствора, бетонов. Определена область применения добавки для различных бетонов, описано влияние добавки на пористость и прочность, на сжатие бетона.

Nieuwenburg V. *Испытания легких бетонов с заполнителем из вспученной глины. Испытания преднапряженных*

балок на изгиб. — «Annales I. T. B. T. P.», 1977, VI, № 351, p. 49—67, 2 ill., 8 tabl. (франц. — Франция, резюме на англ., нем. и исп. яз.)

Представлены результаты статических и динамических испытаний двух преднапряженных балок соответственно из легкого и обычного бетонов. Обе балки имеют одинаковые размеры и арматуру и подвергаются одинаковому усилению преднапряжения. Изучены мгновенные деформации и деформации ползучести в результате преднапряжения; стрелы прогиба при рабочей нагрузке до начала трещинообразования, а затем в стадии растрескивания; увеличения деформаций после испытания на усталость; общие потери преднапряжения через 14 сут; моменты, вызывающие трещинообразование; надежность против потери устойчивости.

Adam M. *Поведение различных бетонов, подвергающихся воздействию нефти и воздуха или нефти и морской воды.* — «Annales I. T. B. T. P.», 1977, VI, № 351, p. 99—106, 8 ill., 4 tabl. (англ. — Франция)

Определяли стойкость бетона к нефти в сочетании с некоторыми другими воздействиями (воздух и морская вода). Испытания показали, что для приготовления бетона, подвергающегося воздействию нефти, рекомендуется применять портландцемент с добавкой небольшого количества шлака и воздухововлекающей добавкой, а также шлакопортландцемент с добавкой золы пылеугольного топлива.

Bombled J. P. *Влияние порошкообразных наполнителей на деформативные свойства затвердевшего бетона.* — «Annales I. T. B. T. P.», 1977, VI, № 351, p. 113—117, 7 ill. Bibliogr. 3 ref. (англ. — Франция)

Исследовали влияние наполнителей в виде порошкообразных материалов с частицами размером менее 10 мкм на прочность и деформативность затвердевшего бетона. Эти порошки могут быть активными (пуццолановая зола или известь) или инертными (известняк, тонкомолотый кремнезем или глины).

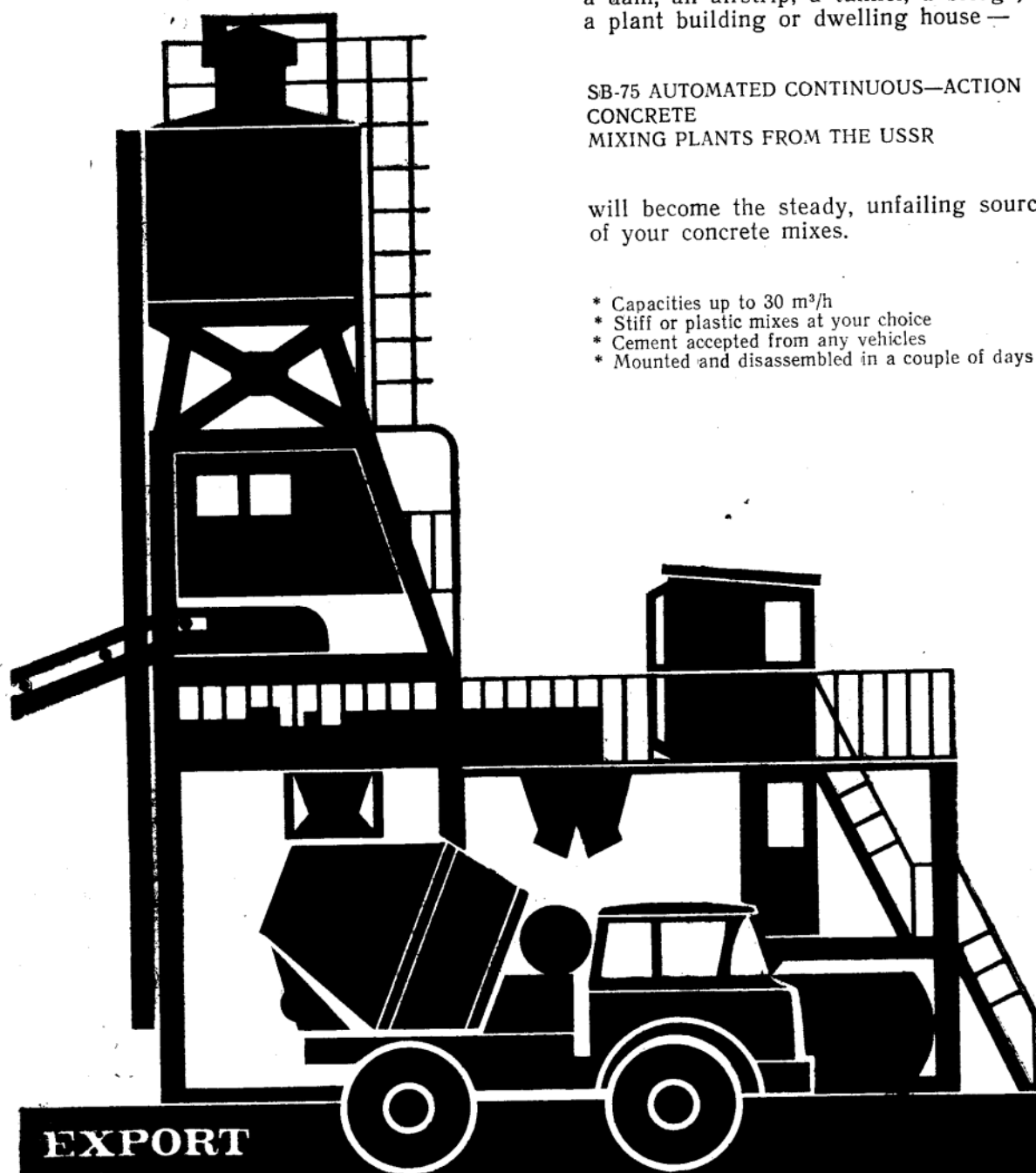
YOU'LL NEVER BE SHORT OF MORTAR...

Whatever you're constructing — a highway, a dam, an airstrip, a tunnel, a bridge, a plant building or dwelling house —

SB-75 AUTOMATED CONTINUOUS—ACTION
CONCRETE
MIXING PLANTS FROM THE USSR

will become the steady, unfailing source
of your concrete mixes.

- * Capacities up to 30 m³/h
- * Stiff or plastic mixes at your choice
- * Cement accepted from any vehicles
- * Mounted and disassembled in a couple of days



EXPORT

25

years on the world market



MACHINOEXPORT

1471540 ✓ SSSR MOSKVA 117330 ✓ MOSKVA M-330 MACHINOEXPORT ✓ 1201