

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

Журнал зарегистрирован
Министерством РФ по делам
печати, телерадиовещания
и средств массовой информации
ПИ №77-1989

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е.И.

Редакционный совет:
РЕСИН В.И.

(председатель)
БАРИНОВА Л.С.
БУТКЕВИЧ Г.Р.
ВАЙСБЕРГ Л.А.
ВЕДЕРНИКОВ Г.В.
ВЕРЩАГИН В.И.
ГОНЧАРОВ Ю.А.
ГОРИН В.М.
ЖУРАВЛЕВ А.А.
КОЗИНА В.Л.
КРАСОВИЦКИЙ Ю.В.
КРИВЕНКО П.В.
ЛЕСОВИК В.С.
ОРЕШКИН Д.В.
ПИЧУГИН А.П.
ФЕДОСОВ С.В.
ФИЛИППОВ Е.В.
ХИЖЛУХА Л.В.
ЧЕРНЫШОВ Е.М.
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.
ШТАКЕЛЬБЕРГ Д.И.

Авторы
опубликованных материалов
несут ответственность
за достоверность приведенных
сведений, точность данных
по цитируемой литературе
и за использование в статьях
данных, не подлежащих
открытой публикации

Редакция
может опубликовать статьи
в порядке обсуждения,
не разделяя точку зрения автора

Перепечатка
и воспроизведение статей,
рекламных
и иллюстративных материалов
возможны лишь с письменного
разрешения главного редактора

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:

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

Нерудные строительные материалы

Г.Р. БУТКЕВИЧ

Этапы развития промышленности нерудных строительных материалов России. . . 3

Проанализирована ситуация в промышленности нерудных строительных материалов за 1989–2009 гг. Показано, что изменились не только количественные показатели работы отрасли, но и структура производимой продукции. Соответственно изменяется и производственная, сырьевая база, а также структура себестоимости продукции. Сделан вывод, что для достижения показателей, заложенных в «Стратегии развития промышленности строительных материалов до 2010 г» потребуется решить ряд накопившихся и усугубленных кризисом проблем.

А.Е. ФРАНТОВ

Эффективность применения конверсионных взрывчатых материалов при добыче строительных горных пород 6

Представлены испытания конверсионных взрывчатых материалов, полученных при утилизации артиллерийских порохов путем целенаправленного модифицирования свойств (гранипоров), на сезонно обводненных месторождениях гипса, мергеля, известняка. Показано, что на критический диаметр детонации влияют форма и размер зерен гранипоров, структура заряда и условия взрывания (сухого заряда, увлажненного или водонаполненного). Предложен метод расчета параметров буровзрывных работ, позволяющий с достаточной достоверностью оценивать свойства конверсионных ВВ. Применение конверсионных ВВ позволяет повысить объемную концентрацию энергии заряда, увеличить степень дробления породы на 10–15% и снизить затраты на вторичное дробление.

Материалы для дорожного строительства

А.А. ГОРБАТОВСКИЙ, С.В., ДРОНОВ, А.А. ИВАНОВ

Оптимальная температура смешивания компонентов при изготовлении полимерно-битумных композиций. 10

Рассмотрены особенности температурного режима приготовления полимерно-битумных композиций, описаны эксперименты по определению зависимости продолжительности смешивания компонентов от температуры. Приведено описание принципиальной технологической схемы приготовления полимер-битумных композиций.

С.О. ЯШИН, Ю.Г. БОРИСЕНКО

Свойства битумоминеральных композиций, модифицированных фосфогипсом 14

Показана возможность получения высококачественных битумно-минеральных композиций с наполнителем, модифицированным фосфогипсом. Представлены анализ влияния содержания фосфогипса в наполнителе битумно-минеральных композиций различного зернового состава на их эксплуатационные и конструкционные показатели и оптимизация составов.

ГЕОСПАН доказал свою эффективность (Информация) 16

Применение инновационных материалов, повышение качества проектирования и строительства – залог надежности, долговечности российских дорог (Информация о II Международной научно-практической конференции «Материалы для дорожного строительства: ДОР–СМ-2010») 18

С.М. ЕВТЕЕВА

Нанесение цветной горизонтальной разметки на федеральную автомобильную дорогу 22

Приведены результаты экспериментальных работ по нанесению цветной символической горизонтальной разметки, выполняющей функцию дублирования дорожных знаков, на автомобильной дороге федерального значения. Применение ее способствует повышению уровня контрастности разметки по отношению к дорожному покрытию и безопасности дорожного движения.

Н.Е. КОКОДЕЕВА

Принципы технического регулирования при проектировании дорожных одежд нежесткого типа с применением геоматериалов (на основе теории риска) 25

В целях реализации Федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании» предлагается совершенствование методики расчета дорожных одежд нежесткого типа с применением геоматериалов, приведенной в ОДМ 218.5.001–2009. Использование теории риска позволяет производить оценку степени риска возникновения трещин в монолитном слое при изгибе.

А.В. КОРОЧКИН

Изучение воздействия движущегося транспортного средства на конструкцию дорожной одежды 28

Представлена методика и результаты экспериментальных исследований по определению воздействия различных движущихся транспортных средств на дорожную одежду. Приводится также анализ формирования напряженно-деформированного состояния в жесткой дорожной одежде с асфальтобетонным покрытием.

И.И. ОВЧИННИКОВ, М.В. УДАЛОВ, В.А. ИЛЮШКИН, Н.Н. БЕЛЯЕВ

Проблемы проектирования и расчета дорожных одежд на мостовых сооружениях с ортотропной плитой проезжей части 30

Рассмотрена проблема проектирования современных дорожных одежд на мостах со стальной ортотропной плитой проезжей части. Обращено внимание, что методы проектирования и расчета дорожных одежд на мостах должны коренным образом отличаться от методов проектирования дорожных одежд на земляном полотне.

LINGL: сокращение расходов благодаря анализу производственных процессов (Информация) 26

СИЛИКАТэкс-2010 (Информация) 29

Технологии и оборудование

А.В. МОНАСТЫРЕВ

Современные печи для скоростного обжига мелких фракций карбонатных пород 40

В результате обжига кальцитового известняка с получением извести в шахтных и коротких вращающихся печах в карьерах страны скопились сотни миллионов тонн его отходов фракций 0–20 и 0–40 мм. Скоростной обжиг мелкофракционного и тонкодисперсного доломитизированного известняка и доломита приводит к получению магнезиальной и доломитовой извести, пригодной для выпуска изделий автоклавного твердения, что существенно расширяет сырьевую базу производства извести во многих районах страны и позволяет практически полностью использовать карбонатное сырье для выпуска качественной извести. Приведены конструкции и параметры работы печей кипящего слоя и циклонных печей.

Результаты научных исследований

Г.И. БЕРДОВ, Л.В. ИЛЫНА, Н.А. МАШКИН

Влияние волластонита на прочность цементного камня из длительно хранившегося портландцемента 48

После длительного хранения цемента (4 мес во влажных условиях) прочность полученного из него цементного камня снижается на 20%. Введение 5–9% волластонита (однокальциевого силиката кальция) обеспечивает значительное увеличение прочности камня из длительно хранившегося цемента: после 28 сут нормального твердения – на 50–60%, после тепловлажностной обработки – на 65%. Активность длительно хранившегося цемента восстанавливается.

С.В. ФЕДОСОВ, В.Е. РУМЯНЦЕВА, Н.С. КАСЬЯНЕНКО

Массоперенос при жидкостной коррозии второго вида цементного бетона, контролируемый диффузно-кинетическим сопротивлением 50

Рассмотрены химические и физические процессы коррозии второго вида цементного бетона. Показаны особенности. Решена общая задача определения скорости химического взаимодействия и характеристик массопереноса в бетоне с учетом химического взаимодействия на границе раздела фаз. По полученным выражениям определены константы скорости химических реакций, плотность потока переносимого компонента, коэффициент массопроводности. Результаты экспериментальных данных позволяют рассчитывать кинетику и динамику массопереноса гидроксида кальция в жидкой и твердой фазах, что в свою очередь определяет время достижения концентрации свободного оксида кальция, соответствующей началу разложения высокоосновных компонентов бетона.

Обсуждаем нормативную базу отрасли

Свод правил Тепловая защита зданий (Thermal performance of the buildings) 53

Прошло восемь лет с момента принятия Федерального закона «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ, который провозгласил новые принципы создания и применения нормативно-технической базы, в том числе в области строительства. К сожалению, практика применения этого закона показала относительно низкую эффективность заложенных в нем правовых институтов, в том числе повлекло спекуляции на тему отмены СНиПов. Законы «О внесении изменений в Федеральный закон «О техническом регулировании» № 65-ФЗ и № 385-ФЗ сняли остроту некоторых положений, однако полной ясности в вопросы нормотворчества в области строительства не внесли. Определенным шагом на пути формирования современной нормативно-технической базы строительства можно считать Федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», который устанавливает общие обязательные требования к зданиям и сооружениям по безопасности. Также утвержден перечень обязательных национальных стандартов и сводов правил (или – частей этих документов), применение которых обеспечит

соблюдение регламента. Требования по энергосбережению регламентом отнесены к обязательным.

Вопросы энергосбережения в строительстве напрямую затрагивают интересы производителей строительных материалов, так как от обоснованности установленных теплотехнических норм зависит объем применения тех или иных материалов, сложность конструкций зданий и сооружений, трудоемкость их возведения и долговечность. Именно поэтому отраслевые объединения производителей строительных материалов все активнее участвуют в разработке нормативно-технической базы строительства.

Важным этапом создания эффективного нормативно-технического документа является его всесторонне открытое обсуждение в профессиональной среде. **Вниманию читателей представлена первая редакция свода правил «Тепловая защита зданий», которую мы публикуем по просьбе разработчиков Ассоциации производителей керамических стеновых материалов (АПКСМ) и НИИСФ с целью получения отзывов и замечаний.**

Новости 78

Г.Р. БУТКЕВИЧ, канд. техн. наук, ФГУП «ВНИПИИстромсырье» (Москва)

Этапы развития промышленности нерудных строительных материалов России

Отечественная промышленность нерудных строительных материалов (НСМ) начала преодолевать кризисные явления. В России в первом полугодии 2010 г. отмечен рост выпуска НСМ на 12%, щебня — на 6%. Основной прирост достигнут за счет песка силикатного. Увеличение потребности в НСМ наблюдается и в других странах. Так, в США начиная с 2007 г. объем производства НСМ падал и в 2009 г. составил всего 62% от достигнутого максимума. Рост спроса стал заметен в марте 2010 г. Крупнейшие компании «Валкэн Материалз» и «Мартин Мариэтта Материалз» завершили II квартал 2010 г. с приростом выпуска НСМ соответственно на 6 и 9%. Отмечается, что рост потребления возник впервые за 4 года [1]. За три квартала прирост оказался незначительным, он получен благодаря увеличению производства щебня.

Спад в отечественной промышленности НСМ проявился позже, чем в других отраслях, но оказался более глубоким. В первой половине 2008 г. рост выпуска продукции продолжался, вследствие чего итоги работы за год показали рост на 9% (по сравнению с 23% в 2007 г.) В 2009 г. из-за резкого сокращения объемов строительства уменьшился спрос на строительные материалы, и объем производства НСМ упал до 62% от уровня 2008 г. (как и в США, но не за три года, а за один).

Большинство аналитиков считают, что разрушительная фаза кризиса завершается. Руководителям предприятий нужно выработать стратегию своих действий в период увеличения спроса на продукцию. Для этого необходимы ориентиры — четко сформулированная государственная политика, материализованная в госзаказах, и прогнозы. На сегодняшний день нет ни того, ни другого.

В российской промышленности строительных материалов не сформировалась культура разработки прогнозов. Лишь одной из попыток прогноза можно считать разработанную Министерством регионального развития РФ «Стратегию развития промышленности строительных материалов до 2020 г.», за исходные данные которой принято докризисное состояние промышленности. Хотя в ряде стран прогнозы по производству НСМ выполняются. В Англии в конце прошлого века был разработан 20-летний прогноз. Среднесрочные прогнозы составляются в разных странах, даже в Турции. Маркетинговые исследования в нашей стране выполняются эпизодически, обычно по заказу коммерческих организаций, и по этой причине недоступны для специалистов других организаций. Следовательно, судьбоносные для коллективов предприятий решения собственники и руководители принимают по наитию.

Определенную информацию для оценок и размышлений дает ретроспективный анализ состояния промышленности. Ниже рассматриваются данные о промышленности НСМ (использованы различные материалы Росстата).

Максимальный объем производства НСМ был достигнут в СССР и России (как части Советского Союза) в 1989 г., после чего начался спад. Сначала незначительный, а затем обвальный, до 29% за год (1992–1994 гг.). Еще больших значений спад достиг в 2009 г. — 38% (рис. 1).

Происходили существенные колебания выпуска отдельных видов продукции.

В 80-е гг. прошлого столетия доли выпуска песка строительного и щебня в общем объеме производства были примерно одинаковыми. Во время лавиноподобного падения экономики в 90-х гг. доля щебня возросла. Максимальный уровень падения выпуска НСМ и щебня пришелся на 1998 г., составив по отношению к 1989 г. соответственно 22% и 33%. Производство песка упало еще больше — до 16% в 1999 г. (рис. 2 и 3).

Колебания доли щебня в общем объеме производства НСМ за 20 лет проходили в диапазоне 35–55%. Колебания доли песка за тот же период оказались также значительными — в пределах 16%. Выявилась закономерность, что в период наибольшего спада 1990 гг. доля производства песка достигла минимума, а щебня — максимума. В этот же период повышалась доля производства бутового камня. Хотя в последние 30 лет потребление этого вида продукции в несколько раз уменьшилось.

За годы перестройки сократилась доля такого вида продукции, как песчано-гравийная смесь (с 21–22% до 9–10%), поскольку собственники стали предпочитать реализовывать продукты переработки, а не более дешевую горную массу. Этим объясняется рост доли песка.

Необходимо обратить внимание как на один из важнейших факторов, проявившийся за два последних десятилетия, изменение долей продукции, производимой из различных видов минерального сырья. Если в 70-е гг. прошлого века 2/3 продукции производилось из песчано-гравийных пород и песка, то в настоящее время доля этого вида сырья снизилась на 10–12%. Это изменение существенно влияет на потребность в оборудовании и запчастях. То есть возрастает потребность в буровых станках, более мощных экскаваторах, дробилках. Кроме того, при разработке и переработке скальных пород, среди которых преобладают абразивные, увеличивается расход оборудования и расход запчастей. Учитывая опыт других стран, следует ожидать еще большего замещения песчано-гравийных пород скальными. Изменение в нагрузке на минерально-сырьевую базу будет иметь и технологические последствия. Они коснутся, в частности, экологии и выразятся в снижении землеемкости и уменьшении количества шламохранилищ.

При изучении данных производства НСМ за 80-е и более ранние годы нельзя отождествлять Россию в составе Советского Союза и СССР в целом из-за различия минерально-сырьевой базы и особенностей строительной политики в разных республиках. На долю РСФСР приходилось около 60% общего объема производства НСМ. Распределение по видам продукции в России могло заметно отличаться от общесоюзных. Так, в 1980 г. доля щебня в СССР достигала 39,3%, а в РСФСР — 33,2%, песка соответственно 30,4 и 35,2%. По сравнению с 1980 гг. изменились и доли продукции. Так, доля щебня увеличилась почти в полтора раза, а доля песчано-гравийной смеси понизилась в два раза. Доля песка практически сохранилась.

Зигзаги производства строительных материалов хорошо иллюстрируют результаты уникального экспери-

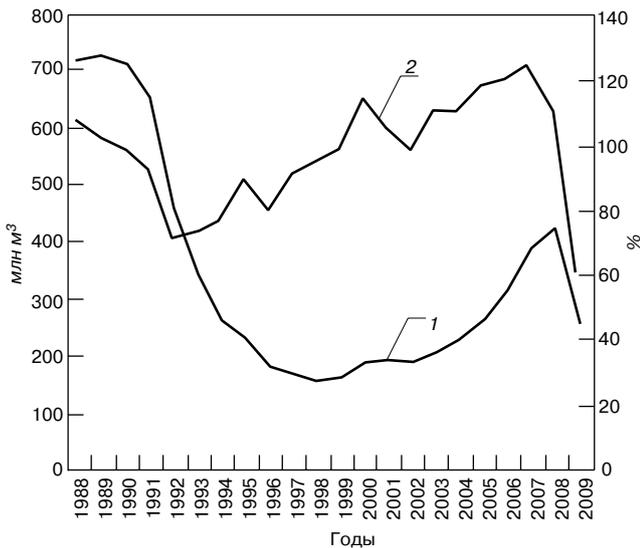


Рис. 1. Производство нерудных строительных материалов в 1988–2009 гг.: 1 – производство НСМ, млн м³; 2 – индекс, % к предыдущему году

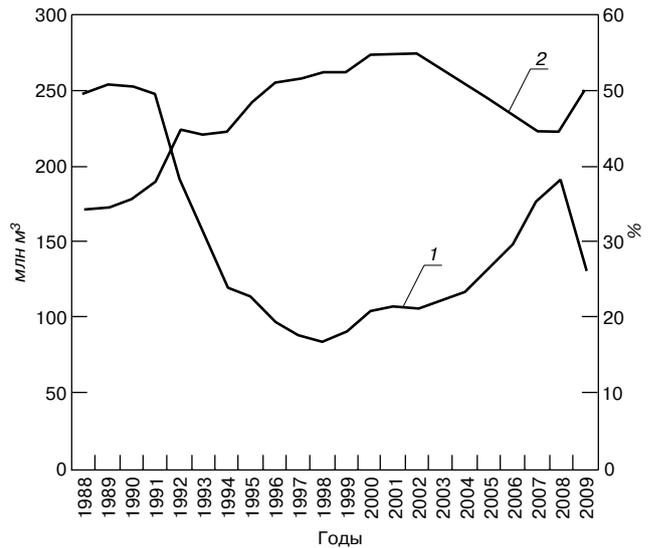


Рис. 2. Производство щебня в 1988–2009 гг.: 1 – производство щебня, млн м³; 2 – доля в общем объеме производства, %

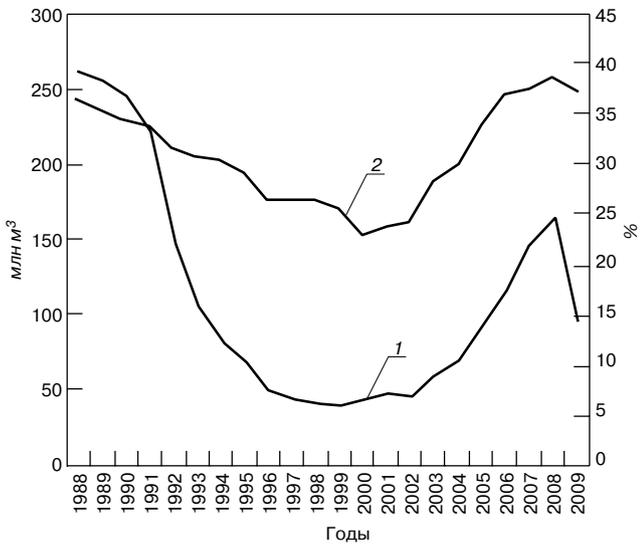


Рис. 3. Производство песка строительного в 1988–2009 гг.: 1 – производство песка строительного, млн м³; 2 – доля в общем объеме производства, %

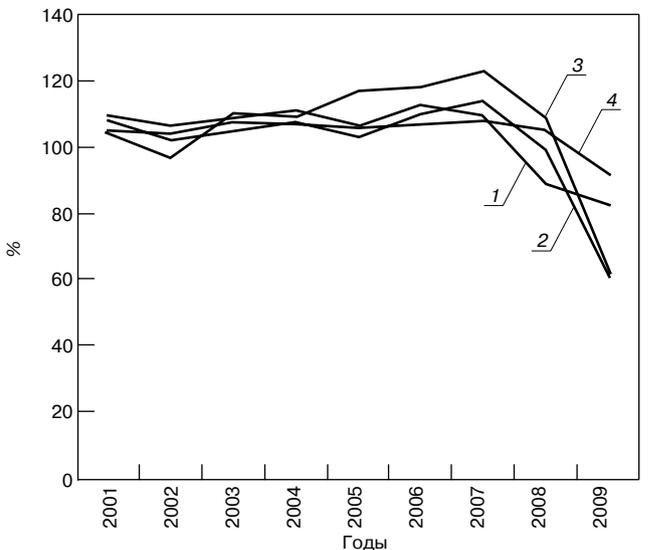


Рис. 4. Индексы промышленного производства, % к предыдущему году 2001–2009 гг.: 1 – производство цемента; 2 – производство сборного железобетона; 3 – производство НСМ; 4 – ВВП

мента, который продемонстрировала наша страна и участниками которого мы оказались. Данные о производстве НСМ согласуются с макроэкономическими показателями не только по производству железобетона или цемента (рис. 4).

Рассматривая показатели работы за прошедшие годы, можно оценить возможность достижения заложенных в «Стратегии» показателей. Намечаемый к 2020 г. рубеж производства НСМ в 1040 млн м³ потребует приращения выпуска НСМ за оставшиеся 10 лет в 2,4 раза по отношению к максимуму, достигнутому в 2007 г., и 3,9 раза, если принять за основу кризисный год. Причем, как отмечает первый зам. генерального директора ФГУП «ВНИПИИстромсырье» О.Е. Харо [2], нужно оценить условия для такого рывка: обеспеченность квалифицированными кадрами, возможность разработки сотен качественных проектов строительства и реконструкции карьеров, которые в состоянии выполнить только опытные проектные организации, трудности в получении разрешительных документов (40 согласований, срок оформления до 2 лет). Проблематичным может оказаться разработка новых карьеров, поскольку

часть включенных в баланс месторождений находится в районах с неразвитой инфраструктурой, вдали от железнодорожных и автомобильных магистралей, источников электроэнергии. А затраты на строительство железнодородной ветки могут приближаться к стоимости строительства самого объекта. Другая причина: за прошедшие годы территория, на которой расположено месторождение, застроена. Или ужесточились экологические стандарты. То есть нужно широкое обсуждение и доработка «Стратегии».

За последние десятилетия сформировалась потребность в новых видах продукции. Расширение номенклатуры НСМ вызвано широким применением более совершенных строительных технологий, использованием импортного оборудования. Новые технологии основаны на использовании более узких фракций щебня и песка и нуждаются в материалах с характеристиками, отличающимися от привычных. Некоторые предприятия, учитывая запросы рынка, сумели расширить ассортимент НСМ, понимая, что новые виды продукции, имеют более высокие цены. Увеличивается строительство новых технологических линий по выпуску минерально-

го порошка, поскольку возник неудовлетворенный спрос на эту продукцию в дорожном строительстве.

Требования к характеристикам продукции различных потребителей – бетонщиков, дорожников и железнодорожников не совпадают. Потребность в разных видах продукции в определенные периоды времени зависит от финансирования конкретных программ, то есть от политики правительства страны, формирования госзаказа. Единого мнения о распределении НСМ между основными потребителями нет ни в России, ни в других странах. Большинство отечественных специалистов сходятся во мнении, что это соотношение находится в пределах 40–60% у бетонщиков и 60–40% у дорожников. Президент национальной ассоциации щебня, песка и гравия, объединяющей почти все предприятия НСМ США, Джой Вилсон определила это соотношение как 1:1 [3].

Потребители не всегда обладают убедительными доводами для ужесточения требований к продукции. Горнякам неизвестно о проведении корректных испытаний различных материалов в изделиях, которые показали, например, как на участках дороги за продолжительные отрезки времени эксплуатации изменились: износ, ремонтпригодность, аварийность и т. д. Результат завышения требований – рост затрат у производителя и соответственно цены у потребителя. Например, не всегда оправданное предпочтение щебню из изверженных пород приводит к перевозкам на расстояние до 2 тыс. км и росту цены у потребителя до 3 раз. То же относится к использованию щебня 1-й и 2-й групп по ГОСТ 8267–93. Производство щебня этого вида связано с увеличением выхода отсевов дробления, большая часть которых (по оценкам до 80%) не имеет сбыта и, размещаясь в отвалах, теряет полезные свойства. Это десятки миллионов кубометров потерянных за год полезных ископаемых.

Перспективы наращивания объема выпуска продукции связываются как со строительством новых предприятий, так и с реконструкцией существующих. Успехи машиностроителей позволяют оснащать новые технологические линии полустационарными модульными и самоходными дробильно-сортировочными комплексами высокой заводской готовности. Эти комплексы производят конкурентоспособную продукцию. Их приобретают многие отечественные собственники. Использование таких комплексов значительно сокращает период строительства объекта. На их основе могут создаваться и притрассовые карьеры с непродолжительным сроком функционирования.

Имеется еще один путь увеличения выпуска дешевых НСМ без существенных затрат – более широкое использование материалов из отсевов дробления. Предприятия реализуют отсевы дробления по очень низким ценам. Однако потребители, чтобы избежать увеличения стоимости материалов из отсевов дробления в разы, поскольку тарифы на перевозку НСМ одинаковы, считают возможным перевозить этот вид продукции лишь на небольшие расстояния. Такая ситуация не создает стимулов к использованию отсевов. Но решением вопроса о введении льготного тарифа правительственные органы пока не озабочены. Хотя вопрос использования отсевов дробления касается не только экономики, но и экологии.

В динамике развития отечественной промышленности НСМ прослеживаются этапы:

1. Становления отрасли (1950–1960 гг.);
2. Стабильного экстенсивного развития в условиях плановой экономики (1970–1980 гг.);
3. Саморегулируемой рыночной экономики с падением выпуска продукции в 4,6 раза (1990–1999 гг.)
4. Неустойчивого роста с колебаниями индекса промышленного производства от 23 до минус 6%.

5. Резкого падения промышленного производства, на 38 % за 2009 г.

Наступает этап выполнения заложенных в «Стратегию» показателей: обеспечение роста объема выпуска НСМ за десятилетие в 2,4 раза (по сравнению с максимумом 2008 г.) При сравнении с периодом первого десятилетия XXI в., когда рост промышленного производства составил 2,7 раза, предложенный рубеж кажется преодолимым. Но в начале XXI в. основные фонды, созданные в советский период, были менее изношены, а большинство трудящихся оставалось работать на предприятиях.

В условиях рыночной экономики неизбежны колебания спроса на продукцию. Найти систему действий, исключающих возникновение кризисов, пока не удастся. Однако уменьшить разрушительное воздействие на экономику кризисных проявлений реально. Одно из направлений – формирование стабилизационного фонда в масштабах страны – уже апробировано. Кроме того, представляется целесообразным создание стабфондов предприятий. Для этого необходимо разработать положение о таком фонде, которое обеспечит привлекательность его образования.

Ключевые слова: *нерудные строительные материалы, стратегия развития, сырьевая база, горные предприятия.*

Список литературы

1. Pit & Quarry, 2010, August, P. 6.
2. Харо О.Е. Стратегия развития промышленности строительных материалов до 2020 г. Выполнима ли она?: Сб. докладов XIV международной конференции «Технология, оборудование и сырьевая база горных предприятий промышленности строительных материалов». М., 2010. С. 49–54.
3. Pit & Quarry, 2009, May, P. 6.

16 - 18 марта 2011 г., г. Сургут

13-я специализированная выставка

СТРОЙЭКСПО.
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Новейшие строительные технологии,
оборудование и материалы.

Инвестиционно-строительные проекты

Объекты недвижимости в России и за рубежом

Организатор выставки:
ОАО ОВЦ «Югорские контракты», при поддержке
Департамента архитектуры и градостроительства
Администрации г. Сургута

Подробная информация о выставке по тел. (3462) 52-00-40, 32-34-53,
e-mail: expo@wsmmail.ru, www.yugcont.ru

Эффективность применения конверсионных взрывчатых материалов при добыче строительных горных пород

При разработке скальных и полускальных горных пород трудоемкость взрывоподготовки к выемке в общем комплексе добычных работ достигает 20–40%. Совершенствование взрывных технологий является значительным резервом повышения эффективности горных работ. Институт УРАН ИПКОН РАН проводит изыскания по повышению эффективности, надежности и безопасности работ при использовании на карьерах конверсионных взрывчатых материалов (ВМ) с целенаправленно модифицированными свойствами. В рамках экспедиционных работ в Северо-Кавказском регионе и Краснодарском крае выполнены исследования при разработке месторождений гипса, мергеля, мергелистого известняка, известняка. Параметры буровзрывных работ на обследованных предприятиях приведены в табл. 1. Скважины на большинстве карьеров обводняются сезонно, за счет притока атмосферных осадков. Сухая часть скважины заряжается аммиачно-селитренными взрывчатыми веществами (ВВ) заводского или местного изготовления. Обводненная часть – конверсионным ВВ – гранипором ФМ.

Исследовались модификации свойств конверсионных ВВ (структуры пороховых смесей, плотности и запаса энергии заряда) в различных условиях применения (обводненные скважины, различные диаметры зарядов).

Изменение физической структуры ВВ является одним из путей управления энергией взрыва. Гранипоры представляют собой смесь артиллерийских зеренных и дробленых порохов (пироксилиновых и/или баллиститных),

имеющую дискретную структуру и состоящую из соприкасающихся пороховых гранул и пустот между ними.

Связь между гранулами в такой смеси позволяет им перемещаться и изменять в определенных пределах форму и внутреннюю конфигурацию структуры. Это создает предпосылки получения более компактной укладки, позволяющей увеличить массу вещества в единице объема. При проведении фотогеометрического анализа структуры гранипора ФМ определяли форму пороховых зерен, характер поверхности, тип межзерновых контактов, анизотричность расположения. Для экспериментального определения размеров гранул пороха гранипор рассеивали на ситах с ячейкой 2, 5, 7 и 10 мм (рис. 1).

Зеренные пороха, сохранившие первоначальную форму со слегка сглаженными ребрами, характеризуются как плохо окатанные, а дробленые пороха с острыми краями, как совершенно неокатанные. Зеренные пороховые элементы имеют слабую шероховатость и по своим свойствам приближаются к «идеальной» гладкой поверхности. Зерна дробленых пороховых элементов обладают выраженной шероховатостью поверхности с максимальной высотой неровностей 2–3 мм и шириной 2–4 мм, из-за чего меняется характер взаимодействия частиц зеренных и дробленых порохов при зарядании скважин. Для гранипора характерны контакты: точечные – зерна соприкасаются в одной точке; линейные – соприкасаются по отрезку прямой различной протяженности.

Таблица 1

Параметры буровзрывных работ

Месторождение	Породы	Крепость породы, категория по СНиП	Диаметр скважин, мм	Сетка скважин, м×м	Глубина скважин, м	Удельный расход ВВ, кг/м ³	Выход с 1 п. м скважины, м ³ /п. м	Расположение скважин на уступе
Шедокское	Гипс	V–VI	90–160	3,3×3,4–6×6	11,2–11,9	0,41–0,43	10,4–30,26	Вертикальные
Шушукское	Гипс	V–VI	110–150	3,5×3–4,5×4,5	9,5–10	0,67	8,8–16,2	Вертикальные
Азербиевское	Мергель	VI–VII	130	4×4	10–12	0,6	11,6–12,8	Вертикальные
Новороссийское 1	Мергель, глина, песчаник	VII	110–250	3,5×3–11×11	17–22,5	0,45	9–53,8	Вертикальные, наклонные и парносближенные
Верхнебаканское	Мергелистый известняк	VII	130–150	4×4–5×5	12–17	0,4–0,45	13,9–18,8	Вертикальные, парносближенные
Богоевское	Известняк	VII	130–150	4×4–4,5×4,5	10	0,55	12,8–16,2	Вертикальные
Новороссийское	Мергель	VII	100–150	4×4–5×5	12	0,45–0,56	11,6–18,8	Вертикальные, парносближенные
Новороссийское IV	Мергель	VII	110–250	3,5×3–7,8×7,8	17–17,5	0,45	9–53,7	Вертикальные, наклонные и парносближенные
Мезыбское	Известняк	VII	130	4×4	10	0,6	12,8	Вертикальные
Неберджаевское	Известняк	VIII	150	4×4–5×6	13,5	0,4	23,8	Вертикальные, парносближенные
Хаджохское	Известняк	VII	110–130	3,5×3–4,2×3,8	17,5	0,65	9–13,7	Наклонные



Рис. 1. Форма (а) и размер зерен (б) пироксилинового пороха в гранипоре

Для описания структуры гранипора применена глобулярная модель пористой среды. Моделирование структуры показало влияние формы, размеров и их соотношений на пористость смеси. По форме исследуемые пороховые зерна гранипоров классифицированы как пластины и цилиндры. Типизированной форме соответствует сферическая поверхность, описываемая вокруг порохового элемента, принимаемая за размер глобулы. В реальной среде глобулы отличаются от шара, и следует говорить о форме гранулы. Отношение диаметра цилиндра к длине (d/l) или ширины пластины к длине (S/l) определяет форму гранулы, которую используют для описания анизотричности расположения гранул.

Фактор формы использован для определения размера межзерновых пор [1]:

$$R_{п} = \frac{\varphi_{п}}{\varphi_{гр}} \frac{\varepsilon}{1-\varepsilon} R_{гл}$$

где $\varphi_{п}$ и $\varphi_{гр}$ – факторы формы пор и глобул; $R_{гл}$ – размер глобул; $R_{п}$ – размер пор; ε – пористость, задаваемая плотностью упаковки.

Геометрические характеристики модельных зерновых порохов приведены в табл. 2.

Структура смеси определена для глобул размером 1–20 мм (табл. 3). Для модельной среды приняты показатели кубической упаковки с пористостью 0,476 и координационным числом (N_y), равным 6, что согласуется с упаковками реальных пористых материалов. Совместное влияние формы гранул и их распределения по размерам проявляет себя более сложным образом. С увеличением сложности смеси пористость снижается за счет заполнения мелкими гранулами пустот между крупными гранулами. Смесь глобул размером 10 мм, поровое пространство которой заполнено глобулами размером 1 мм, имеет пористость 0,227. При учете фактора формы гранул для пластины, цилиндра и сферы характерные размеры пор отличаются в три раза. При расположении мелких гранул в участках контактов крупных гранул проявляется сводовый эффект, приводящий к увеличению пористости за счет увеличения межзерновых пор.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что увеличению гравиметрической плотности гранипоров способствует усложнение смеси зерен порохов, в которой преобладают крупные фракции над более мелкими. В процессе измельчения порохов зерна по форме должны иметь более совершенную окатанность и шероховатость поверхности с отношением минимального размера зерна к максимальному 0,6–0,9.

По детонационной способности [2] пороха делят на группы:

$$\delta > d_{кр}, \text{ и } \delta < d_{кр},$$

где δ – диаметр порохового элемента, мм (в нашем случае сферическая поверхность, описываемая вокруг порохового элемента и принимаемая за размер глобулы); $d_{кр}$ – критический диаметр детонации пороха, мм.

Природа пороха, структура заряда и условия взрывания (взрывание сухого, увлажненного или водонаполненного пороха) оказывают существенное влияние на критический диаметр детонации. Для семиканальных порохов скорость детонации монотонно меняется в зависимости от диаметра зерна. Однако для отдельных размеров пороховых зерен имеется аномальное увеличение критического диаметра заряда (до 55–57 мм в увлажненном состоянии и до 27–28 мм в водонаполненном состоянии). Это обусловлено распространением детонационной волны не сплошным фронтом, а по отдельным пороховым зернам [3]. Наличие разно-

Таблица 2

Геометрические характеристики модельных зерновых порохов

Форма порохового элемента	Геометрические характеристики модели пороховых зерен		
	Радиус глобулы, мм	d/l или S/l	Фактор формы гранулы
Пластина	0,55–0,94	0,19–0,32	2
Цилиндр	0,86–2,02	0,33–0,91	4
Цилиндр	8,15	0,43	4

Таблица 3

Показатели упаковки модельных глобул и гранул разной формы

$R_{гл}$, мм	N_y	ε , доли ед.	$\varepsilon_{смеси}$, доли ед.	Размеры полости $R_{п}$ с учетом фактора формы гранул, мм			Размеры пор модели $r_{пор}^*$, мм	
				пластина	цилиндр	сфера	устья	полости
1	6	0,476	–	0,73	0,37	0,25	0,41	0,73
5	6	0,476	–	3,66	1,83	1,23	2,07	3,66
10	6	0,476	–	7,32	3,67	2,46	4,14	7,32
20	6	0,476	–	14,64	7,34	4,92	8,28	14,64

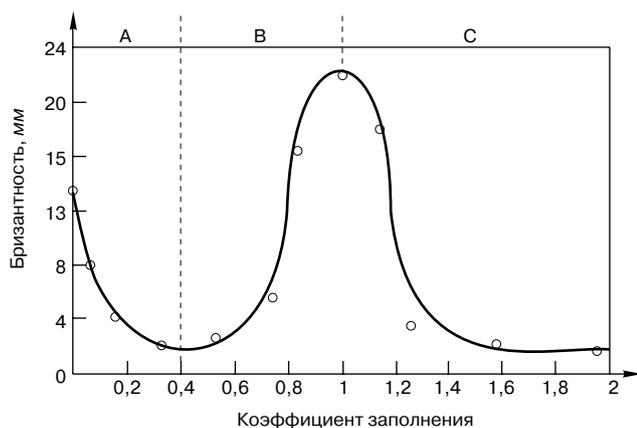


Рис. 2. Изменение брызгантности пироксилинового пороха в зависимости от коэффициента заполнения пор

родных контактов между пороховыми зернами (линейных, плоскостных, точечных) способствует возникновению воздушных ударных волн (УВ), которые распространяются со скоростью, значительно превышающей скорость УВ в пороховом зерне. При этом скорость воздушных УВ будет зависеть от взаимного расположения контактирующих пороховых зерен.

На предприятиях гранипоры применяют для заряжения обводненных или частично обводненных скважин. Заполнение пустот между гранулами пороха по высоте заряда различается. В верхней части заряда, переходящей от воздуха к воде, гранулы пороха покрыты слоем воды, а в нижней части скважины вода полностью заполняет пустоты между гранулами пороха. При превышении водой объема межгранульного пространства структура распределения гранул в пространстве нарушается, и гранулы разъединяются. Взрывчатые свойства гранипора оценивают по брызгантности, зависящей от коэффициента заполнения [4] (рис. 2). Зависимость построена для смеси пироксилинового пороха и легкоплавких предельных и циклических углеводородов. Видно, что при коэффициенте заполнения 0,03–0,05 наполнитель оказывает флегматизирующее действие за счет покрытия поверхности пороховых гранул, затрудняющего их воспламенение и горение. В диапазоне изменения коэффициента заполнения от 0,05 до 0,4 флегматизирующее действие наполнителя возраста-

ет по мере заполнения пор. При этом брызгантность пороха монотонно снижается до локального минимума при коэффициенте заполнения 0,4. По мере возрастания коэффициента заполнения от 0,4 до 1 однородность заряда повышается, он приобретает гомогенную структуру и при коэффициенте, равном 1, брызгантность пироксилинового пороха достигает локального максимума. При коэффициенте заполнения больше 1 концентрация гранул пороха в единице объема снижается, что ведет к уменьшению объемной концентрации энергии заряда. Физические и химические свойства наполнителя влияют на брызгантность пороха, но увеличение брызгантности сохраняется независимо от природы наполнителя и, следовательно, качественные закономерности для разных видов наполнителей (вода, пентан, глицерин, компрессорное масло, вазелин) носят общий характер [4]. Рассмотренные данные по брызгантности пироксилинового пороха в присутствии наполнителя позволяют разработать рекомендации по безопасности и безотказности взрывания гранипор как смеси порохов.

В обводненных скважинах при коэффициенте заполнения, равном 1, брызгантность гранипора максимальна. При изменении коэффициента заполнения от 1 до 0,4 брызгантность снижается до минимума. В верхней части скважины коэффициент заполнения пор 0,03–0,05, и брызгантность гранипора близка к значению сухого состава. При формировании комбинированных зарядов из аммиачно-селитренных ВВ и гранипор в обводненных скважинах происходит расслоение заряда. Аммиачная селитра при контакте с водой частично растворяется, и полученный раствор заполняет пространство между гранулами пороха. Это характерно для всех типов аммиачно-селитренных ВВ. В тротилосодержащих аммиачно-селитренных ВВ при переходе аммиачной селитры в раствор образуется обогащенный тротилом слой. Снижение концентрации гранул пороха в единице объема может происходить в период заряжения обводненных скважин. Однако в дальнейшем пороховые гранулы оседают и формируют соответствующую структуру гранипора. Рассмотренные факторы необходимо учитывать при выборе схем инициирования комбинированных зарядов.

При взрывании гранипор данных о параметрах детонации бывает зачастую недостаточно, в связи с этим возникает необходимость теоретической оценки скорости детонации. Взрывание в практических условиях проводится в зарядах диаметром 90–250 мм, т. е. больше критического, но меньше предельного. В работе [5] показано, что для широкого круга ВВ зависимость скорости неидеальной детонации для ВВ различной плотности имеет вид:

$$D_i/D_{id} = f(a/R_i),$$

где D_i — скорость детонации; D_{id} — идеальная скорость детонации; a — характерный размер, связанный с шириной зоны химической реакции; R_i — радиус заряда. Функция f зависит от условий распространения детонации, формы заряда, наличия оболочки и др. факторов.

Используя рассматриваемый подход, построим зависимость скорости детонации от диаметра заряда и проведем расчет скорости детонации для произвольных выбранных диаметров порохового заряда НБ-40 с содержанием 60% пироксилина и 40% нитроглицерина. По экспериментально определенной скорости детонации для зарядов диаметром 50, 60 и 80 мм [6] рассчитываем параметры идеальной скорости детонации с учетом минимальных сумм квадратов отклонений опытных величин скорости детонации, отнесенных к идеальной скорости детонации от заданной функ-

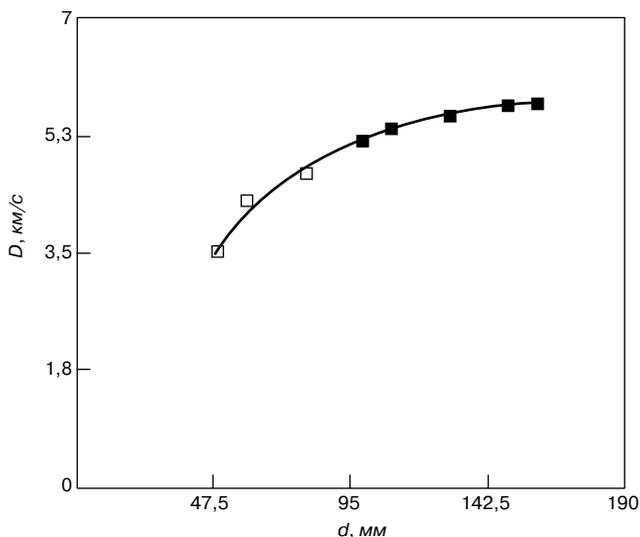


Рис. 3. Зависимость скорости детонации от диаметра заряда для пороха НБ-40 (■ — эксперимент [5]; □ — расчет)

Таблица 4

Расчетные скорости детонации зарядов различного диаметра пороха НБ-40

Диаметр заряда, мм	100	110	130	150	160
Скорость детонации, м/с	5215	5362	5582	5732	5781

ции [5]. На основании рассчитанной скорости детонации 6199 м и значениям скорости детонации для выбранных зарядов рассчитываем скорость детонации в искомым диаметрах заряда. На рис. 3 для пороха НБ-40 приведены опытные и расчетные данные, описываемые единой зависимостью $D_i/D_{id} = f(a/R_i)$, а в табл. 4 даны расчетные значения скорости детонации для зарядов разного диаметра.

Выводы

1. На основании теоретических исследований и экспериментальных данных разработан метод расчета параметров буровзрывных работ, позволяющий с достаточной для практики достоверностью оценивать технологические свойства конверсионных ВВ (гранипоров) с учетом гравиметрической плотности, бризантности, скорости детонации.
2. Управления гравиметрической плотностью гранипоров достигают усложнением смеси с преобладанием крупных фракций порохов, использованием гранул с более совершенной окатанной формой и менее шероховатой поверхностью и соотношением минимального размера гранулы к максимальному 0,6–0,9.
3. Установлено, что безопасное и эффективное применение гранипора в обводненных условиях в существ-

венной мере влияет на коэффициент заполнения пустот между гранулами. Показано, что при коэффициенте заполнения 1 бризантность гранипора максимальна, в диапазоне 0,05–0,4 существенно снижена, а при значении более 1 происходит отказ детонации.

4. С учетом широкого диапазона физических, технологических и взрывчатых свойств конверсионных ВВ и их модификаций при утилизации применение гранипора позволяет повысить объемную концентрацию энергии заряда, увеличить степень дробления на 10–15% и снизить затраты на вторичное дробление пород.

Ключевые слова: конверсионные взрывчатые материалы, модифицированные взрывчатые вещества, гранипор, буровзрывные работы, обводненные скважины.

Список литературы

1. Михайлов Н.Н. Геолого-технологические свойства пластовых систем. М.: МАКС Пресс, 2008. 144 с.
2. Физика взрыва / Под ред. Л.П. Орленко. Изд. 3-е, перераб. В 2 т. Т. 1. М.: Физматлит, 2002. 832 с.
3. Занегин И.В., Карачинский С.И. Детонационные и физико-химические свойства артиллерийских порохов // Физика горения и взрыва. Т. 37. 2001. № 5. С. 81–84.
4. Апин А.Я. Роль наполнителей при детонации взрывчатых веществ и порохов: Сб. Физика взрыва. АН СССР. 1953, № 2. С. 150–166.
5. Болховитинов Л.Г., Викторов С.Д. Зависимость скорости детонации от диаметра заряда // Физика горения и взрыва. 1976. № 5. С. 799–801.
6. Веретенников В.А., Дремин, А.Н., Шведов К.К. Детонация пористых ВВ // Физика горения и взрыва. 1969. № 3. С. 338–347.

Реклама



ООО "Технопласт"
 производитель высококачественных
 дорожно-разметочных материалов, применяемых
 на дорогах всех категорий

Термопластик "Новопласт"
 для маркировщиков кареточного и экструдерного типа. На основе нефтеполимерных смол. Используется для разметки автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием.

Спрей-пластик
 "Новопласт-спрей" для спрей-машин наносится методом распыления. Незаменимый материал для обновления и ремонта старой разметки.

Краска АК-503 "Колор-М"
 Выпускается в готовом к употреблению виде и предназначена для нанесения безвоздушным и воздушным способом распыления дорожной и аэродромной разметки.

Холодный пластик "Технопласт ТХП"
 Двухкомпонентный пластик химического отверждения на основе метилметакрилатных смол. Обладает повышенной износостойкостью. Применяется для изготовления: дорожной разметки, стрелок, стоп линий, пешеходных переходов.

Цветные противоскользящие покрытия.
 Для разметки остановок общественного транспорта, пешеходных переходов и т.п. На основе холодного пластика "Технопласт ТХП"

Выполняем работы по нанесению дорожной разметки

Контактные телефоны: (495)940-80-51 тел/факс
 (495)941-93-13,
 E-mail: t_plast@mail.ru, www.zaotechnoplast.ru



А.А. ГОРБАТОВСКИЙ, инженер (shimoda2001@mail.ru), С.В. ДРОНОВ, канд. техн. наук, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет); А.А. ИВАНОВ, зам. ген. директора, ООО «Научно-производственное объединение «Гранит» (Санкт-Петербург)

Оптимальная температура смешивания компонентов при изготовлении полимерно-битумных композиций

Полимерно-битумные композиции (ПБК) за последние несколько десятилетий стали одним из самых распространенных видов материалов, применяемых во многих отраслях строительства. Например, их используют для изоляции металлических трубопроводов и бетонных конструкций, для гидроизоляции кровель, мостов и фундаментов зданий, при ремонте дорожных и аэродромных покрытий и т. д. Большие перспективы имеют также полимерно-битумные вяжущие, используемые при изготовлении высококачественных асфальтобетонных смесей.

Основными компонентами ПБК, как следует из названия, являются битум и полимерные добавки (модификаторы). Также в состав ПБК входят пластификаторы, поверхностно-активные вещества, корректирующие определенные свойства материала, минеральные компоненты и др.

В качестве модификаторов битума используют ряд полимеров — полиэтилен, полипропилен, полистирол, этилен-винилацетат и др. Одним из наиболее распространенных полимеров является дивинилстирольный термоэластопласт (стирол-бутадиен-стирол, или СБС), объемы потребления которого увеличиваются с каждым годом.

В статье рассматривается определение оптимальной температуры смешивания компонентов при изготовлении полимерно-битумных композиций на основе СБС-полимеров.

Приготовление ПБК заключается, как правило, в перемешивании исходных компонентов при определенной температурно-временном режиме и в установленной последовательности. Для этого используют, как правило, смесители с лопастной или пропеллерной мешалкой и с опосредованным обогревом.

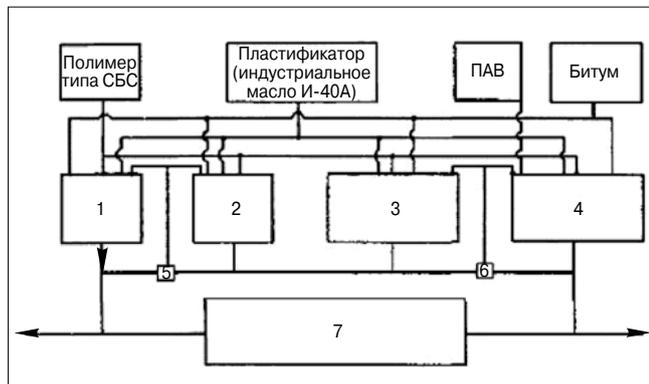


Рис. 1. Технологическая схема приготовления ПБК: 1, 2 — емкости для приготовления раствора полимера и битумосодержащего вяжущего в растворе полимера; 3, 4 — емкости для приготовления ПБК; 5, 6 — диспергаторы (марки sifer); 7 — накопительная и раздаточная емкость

Для получения качественного однородного продукта в состав смесительной установки включают гомогенизатор, позволяющий с высокой эффективностью диспергировать мельчайшие частицы полимера в объеме битума.

Принципиальная технологическая схема процесса приготовления ПБК с возможностью использования пластификатора приведена на рис. 1 [1]. Эту схему можно использовать при производстве битумных мастик, герметиков, полимерно-битумных вяжущих и т. д.

По указанной схеме ПБК допустимо изготавливать двумя принципиально отличающимися способами. По первому способу все компоненты ПБК в соответствующей пропорции перемешивают в одной емкости 3, куда подают последовательно горячий и обезвоженный битум, пластификатор (в зависимости от рецептуры), порциями полимер в виде гранул или порошка и в последнюю очередь поверхностно-активное вещество (ПАВ). После предварительного перемешивания компонентов смесь пропускают через диспергатор 6 в емкость 4 до полного освобождения емкости 3, а затем обратно до получения однородного продукта. Готовую смесь перекачивают в накопительную емкость 7.

По второму способу в емкости 1 предварительно готовят раствор полимера или битумосодержащий раствор полимера (диспергирование полимера в пластификаторе или в смеси пластификатора и битума), пропускают через диспергатор 5 в емкость 2 и обратно до получения однородной смеси. После этого полученный продукт смешивают с битумом в емкостях 3 и 4, используя диспергатор 6.

Конечные свойства ПБК зависят от многих факторов, основными из которых являются количественное соотношение и качество исходных компонентов, последовательность их смешивания, аппаратное оформление, а также температурно-временной профиль процесса.

Благодаря многочисленным исследованиям [2, 3, 4] известно, что оптимальная температура (в зависимости от свойств исходных компонентов) для приготовления ПБК на основе СБС-полимеров находится в интервале 160–200°C. Температурный режим влияет на продолжительность общего процесса, а также на конечные свойства получаемого продукта, поэтому подбор оптимальной температуры смешивания компонентов является одной из приоритетных задач при формировании технологического регламента установки.

При высокой температуре процесс диспергирования полимера протекает с большой скоростью, и производительность установки модифицирования, таким образом, повышается. Но при этом могут иметь место нежелательные процессы, связанные с окислением битума и термодеструкцией полимерных молекул [2]. Также верхний предел температуры ограничивают в соответствии с нормами пожарной безопасности, принимая во

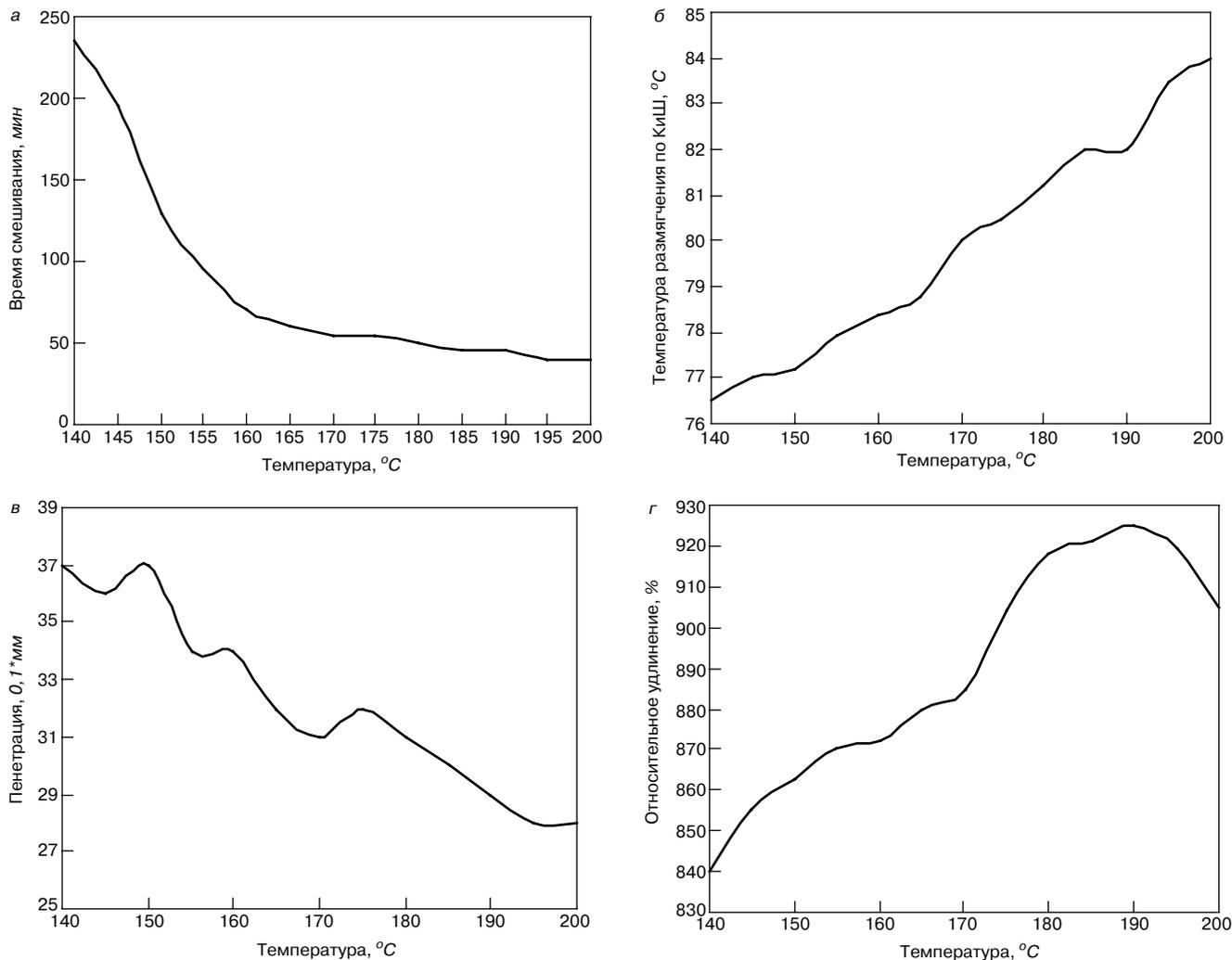


Рис. 2. Изменения параметров ПБК при увеличении температуры смешивания: а – время смешивания; б – температура размягчения; в – пенетрация; г – относительное удлинение

внимание температуру вспышки наиболее легких компонентов смеси.

Нижний предел температуры диспергирования полимера для введения в битум устанавливают, исходя главным образом из продолжительности процесса. Длительное смешивание приводит к нерациональным тратам времени, энергетических ресурсов и в итоге к низкой рентабельности производства.

Таким образом, подбор оптимальной температуры смешивания является актуальной задачей при проектировании процесса производства полимерно-битумных материалов.

В статье предлагается определение оптимальной температуры введения полимера в битум на основе анализа кривой зависимости времени смешивания от температуры в смесителе.

Известно, что при увеличении температуры смешивания компонентов время, затрачиваемое на диспергирование полимера, уменьшается неравномерно, а зависимость имеет вид кривой, по которой можно установить наиболее приемлемые условия технологического процесса [2].

Для построения этой зависимости потребовалось приготовить серию образцов ПБК при различной температуре и определить продолжительность процесса в каждом случае. Изменение характеристик получаемых образцов позволяет оценить влияние выбранной температуры и продолжительности смешивания на качество

конечного продукта. Для этого для каждого приготовленного образца ПБК были определены температура размягчения, пенетрация и относительное удлинение при 25°C.

Для эксперимента использовали следующие материалы:

- битум дорожный марки БДУС 70/100 (производство ООО ПО «Киришинефтеоргсинтез»);
- термоэластопласт дивинилстирольный марки Кратон Д 1101 (производство «Kraton polymers»).

Смешивание компонентов проводили при нагреве на песчаной бане в металлической емкости объемом около 1500 мл при постоянном перемешивании электромешалкой. Температуру измеряли термометром.

Для испытаний была использована двухкомпонентная композиция: битум БДУС 70/100 95%, термоэластопласт Кратон 5%. Эта пропорция была выбрана из-за того, что модифицирующее действие СБС-полимера проявляется при концентрациях 2,5–3% от общей массы композиции. Таким образом, выбранная рецептура при всей своей простоте позволяет исследовать процесс диспергирования полимера в битуме с образованием трехмерной пространственной структуры.

Приготовление образцов ПБК заключалось в нагреве определенной массы битума до заданной температуры – в пределах 140–200°C и в последующем введении расчетного количества порошкообразного полимера при постоянном перемешивании. После

внесения всей массы полимера каждые 4–5 мин проверяли однородность продукта по методу, приведенному в ГОСТ Р 52056–2003.

В результате проведенных экспериментов было установлено, что при температуре ниже 140°C время диспергирования полимера в битуме составляет более 4 ч. Это значение представляется в рамках данного опыта максимальным, так как при большей продолжительности стадии диспергирования полимера производительность всего процесса приготовления ПБК не может считаться рентабельной.

Верхнее значение температуры эксперимента ограничено 200°C вследствие того, что при этом начинает активно протекать термическая деструкция дивинилстирольного термоэластопласта [2, 3].

На рис. 2, а видно, что скорость диспергирования полимера возрастает при повышении температуры, но зависимость имеет неоднозначный характер. Эксперименты показали, что при температуре ниже 140°C проводить процесс нерационально из-за большой продолжительности и высокой вязкости битума.

При увеличении температуры от 140 до 160°C время процесса снижается практически по линейному закону. При температуре в интервале 165–200°C увеличение степени нагрева значительного влияния на скорость диспергирования полимера не оказывает, и процесс протекает с относительно постоянной скоростью.

На рис. 2, б, в, г показаны изменения основных эксплуатационных характеристик ПБК, приготовленных в зависимости от температуры в смесителе.

Основными причинами этих изменений являются окисление битума и влияние высокой температуры на полимер.

Окисление легких компонентов битума, таких как смолы и масла, приводит к возрастанию температуры размягчения образцов и снижению пенетрации. Изменяется первоначальная структура полимера, а также происходит сшивка его цепей по кратным связям, что отрицательно сказывается на эластичности получаемого продукта.

Первоначальный рост относительного удлинения связан с увеличением степени диспергирования частиц полимера в массе ПБК и образованием разветвленной решетки из его молекул. Но после 180–185°C этот показатель начинает снижаться, что отрицательно для эластичности ПБК.

Таким образом, можно сделать вывод, что оптимальной температурой приготовления ПБК из испытанных материалов и при указанных технологии и аппаратуре является значение в интервале 165–180°C.

Следует отметить, что при сокращении продолжительности смешивания компонентов (наравне с увеличением температуры процесса) в полимерно-битумной массе все же интенсивно протекают процессы, при которых изменяются эксплуатационные показатели ПБК. Температура и продолжительность нагревания находятся в обратно пропорциональной зависимости, но при этом температура, как показывают рис. 2 б, в, г, является доминирующим фактором. Эта особенность подчеркивает значение термического влияния на свойства ПБК и необходимость ведения строгого контроля температурного режима процесса.

Анализ графической зависимости двух показателей — температуры и продолжительности смешивания позволяет определить оптимальные условия процесса при использовании любой другой рецептуры ПБК, если основной, лимитирующей стадией будет являться диспергирование полимерного модификатора (не обязательно СБС) в битуме. Например, при использовании пластификатора длительное термическое действие на компоненты будет сказываться главным образом при

диспергировании полимера в смеси битума с пластификатором или при диспергировании части полимера в пластификаторе, а части — в битуме (в зависимости от принятого технологического режима).

В заключение можно отметить, что правильное определение температурного режима позволяет сэкономить рабочее время и энергоресурсы, увеличить производительность установки и наилучшим образом реализовать потенциал полимера как высокоэффективного модификатора битума.

Ключевые слова: полимерно-битумные композиции, температурный режим, дивинилстирольный термоэластопласт.

Список литературы

1. ОДМ 218.2.003–2007. Рекомендации по использованию полимерно-битумных вяжущих материалов на основе блок-сополимеров типа СБС при строительстве и реконструкции автомобильных дорог. М., 2007.
2. Гохман Л.М. Комплексные органические вяжущие материалы на основе блок-сополимеров типа СБС. Учебное пособие. М.: ЗАО «ЭКОН-ИНФОРМ», 2004. 510 с.
3. Гохман Л.М. Подбор состава полимерно-битумного вяжущего (ПБВ) // Автомобильные дороги. 1995. № 10. С. 22–24.
4. Нечиненный В., Гомозова С. Рецепт качества. Альтернативы применению ПБВ нет и не будет. // Автомобильные дороги. 2005. № 8. С. 30–31.



Учебное пособие «Основы органической химии в строительстве»

Н.Л. Федосова, В.Е. Румянцева, М.В. Лосева

Иваново: ГОУВПО ИГАСУ, 2008. 308 с.

Подготовка будущих специалистов невозможна без детального изучения теоретических основ органической химии, а также знаний по технологии, производству и применению строительных материалов с заданными эксплуатационными свойствами. Такой объем знаний поможет студентам в последующей профессиональной деятельности при решении комплекса актуальных современных задач, касающихся индустрии строительства. Своим образом данное учебное пособие является то, что в нем обобщены и теоретические, и прикладные вопросы современной органической химии применительно к строительной отрасли.

Учебное пособие «Основы органической химии в строительстве» состоит из пяти глав: общие положения органической химии; алифатические соединения; ароматические соединения; высокомолекулярные соединения; органические вяжущие вещества. Каждая глава иллюстрирована достаточным для освоения курса количеством типовых химических реакций органических соединений, что значительно облегчает самостоятельную работу студентов вне аудитории. Разделы, представленные в учебном пособии, включают краткую общетеоретическую часть, разбор типовых задач и примеры их решения. Отличием данного издания от других является то, что для закрепления пройденного материала в конце каждого раздела приведены лабораторные практикумы и вопросы для самоконтроля. На наш взгляд, работа с данным учебным пособием будет способствовать лучшему усвоению и закреплению материала курса.

Настоящее издание допущено Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» направления подготовки «Строительство».

Пособие рассчитано на широкий круг представителей науки и образования, в том числе учащихся вузов и колледжей.

О.И. Койфман, д-р хим. наук,
член-корреспондент РАН, ректор Ивановского государственного
химико-технологического университета

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО СКБ СТРОЙПРИБОР

ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



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

Реклама

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА

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

автоматическая обработка
измерений



диапазон 3...100 МПа

УКС-МГ4 / УКС-МГ4 С
ультразвуковой

поверхностное и сквозное
прозвучивание



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

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

отрыв со скалыванием
и скалывание ребра

предельное
усилие 60 кН
диапазон 5...100 МПа



ПОС-2МГ4 П

испытание прочности
ячеистых бетонов



предельное
усилие вырыва 2,5 кН

**ПЛОТНОМЕРЫ ГРУНТОВ
ДИНАМИЧЕСКИЕ**

ПДУ-МГ4 "Удар"

и **ПДУ-МГ4 "Импульс"**

определение динамического
модуля упругости грунтов
и оснований дорог
методом штампа,
диапазон: 5...370 МН/м² ("Удар")
5...300 МН/м² ("Импульс")



**Прессы испытательные
малогабаритные**

**ПГМ-100МГ4 / ПГМ-500МГ4
/ ПГМ-1000МГ4**



с гидравлическим приводом
для испытания бетона,
асфальтобетона, кирпича
■ предельная нагрузка
100 / 500 / 1000 кН
■ масса 70 / 120 / 180 кг

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

с ручным / электрическим приводом
для испытания утеплителей на изгиб
и сжатие при 10% линейной деформации
■ предельная нагрузка 1 / 2 / 3 / 5 / 10 кН
■ масса 20 / 25 кг

ПСО-10МГ4 КЛ

испытание прочности
сцепления в каменной
кладке

предельное усилие
отрыва 15 кН



АДГЕЗИМЕТРЫ

ПСО-МГ4

испытание прочности
сцепления покрытия
с основанием

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



**ИЗМЕРИТЕЛИ
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ**

ИТП-МГ4 "100" / "250" / "Зонд"

стационарный
и зондовый режимы



диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К

АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ

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

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



ТГЦ-МГ4 / ТГЦ-МГ4.01
термогигрометр

диапазон 0...99,9 % / -30...+85 °С



**ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ
ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ**

ИТП-МГ4.03 "Поток"

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

диапазон 10...999 Вт/м²
-40...+70 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ

ВЛАГОМЕР-МГ4

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



**ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ
ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА**

ИПА-МГ4

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



ТЕРМОМЕТРЫ

ТМР-МГ4 / ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01

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



ДИНАМОМЕТРЫ

ДМС-МГ4 / ДМР-МГ4
эталонные

сжатия / растяжения
предельная нагрузка
1...1000 кН



**ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ
АРМАТУРЫ**

ДО-40 / 60 / 80МГ4

метод поперечной оттяжки

диапазон контролируемых
усилий 2...120 кН

диаметр
арматуры 3...12 мм



**ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЙ
В АРМАТУРЕ**

ЭИН-МГ4

частотный метод

диаметр
арматуры 3...32 мм

диапазон 100...1800 МПа



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

С.О. ЯШИН, инженер (umka@inbox.ru), Ю.Г. БОРИСЕНКО, канд. техн. наук, ГОУ ВПО Северо-Кавказский государственный технический университет (СевКав ГТУ) (Ставрополь)

Свойства битумоминеральных композиций, модифицированных фосфогипсом

Проблеме утилизации отходов промышленных производств зачастую не уделяется достаточного внимания. Это объясняется многокомпонентностью и непостоянством химического состава отходов, а также сложностью физико-химических процессов, протекающих при их переработке.

Фосфогипс – широко распространенный многотоннажный промышленный отход, образующийся при получении фосфорных удобрений и фосфорной кислоты, тонкодисперсная система с высокой влажностью содержит дигидрат сульфата кальция $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ с примесью фосфорной кислоты. Отходы фосфогипса в настоящее время используют только на 0,2%.

Способы утилизации фосфогипса в настоящее время не нашли широкого применения, так как они основаны на процессах обжига или автоклавирования [1], что связано с большими энергозатратами. Поэтому разработка альтернативных способов утилизации фосфогипса является одной из актуальных задач.

Одним из направлений решения поставленной проблемы, по мнению авторов, является применение фосфогипса в битумоминеральных смесях в качестве одного из минеральных компонентов, в частности фосфогипс по своей структуре достаточно близок к структуре минерального порошка.

Высокодисперсные частицы битумоминеральной смеси выступают в роли активных адсорбентов и структурных центров [2], способствующих интенсивному переводу битума из объемного состояния в состояние диффузно-сольватных оболочек. При таком структурировании образуются сравнительно прочные физические и хемосорбционные связи, крепко удерживающие битумные пленки на поверхности частиц порошка.

Проведенными исследованиями [3] доказана возможность применения фосфогипса в составе наполнителя (минерального порошка) битумоминеральных композиций.

Качество любой органоминеральной композиции определяют не столько физико-механические свойства, сколько ее эксплуатационные и конструктивные характеристики. Анализ таких характеристик битумоминеральных композиций различного зернового состава с наполнителем, модифицированным фосфогипсом, и посвящена данная работа. В исследованиях использовали составы горячих битумоминеральных композиций на плотном наполнителе мелкозернистого типа Б и песчаного типа Г, которые включали: наполнитель – дробленый щебень из гранита и его отсева; наполнитель – неактивированный известняковый минеральный порошок и фосфогипс; вяжущее – вязкий нефтяной дорожный битум марки БНД 60/90 (таблица, составы 2–6, 8–12). Используемый в исследованиях фосфогипс (отход производства экстракционной фосфорной кислоты) представляет собой тонкодисперсный материал сероватого цвета фракции менее 0,071 мм с удельной поверхностью 2564 см²/г. Фосфогипс содержит примеси неорганических и органических соединений: водорастворимых, водонерастворимых, адсорбированных кристаллов на поверхно-

сти и встроенных в кристаллическую решетку. Содержание фосфогипса в минеральном порошке $S_{\text{ф}}$ изменяли с шагом в 10 об. %. Максимальное соотношение фосфогипса и минерального порошка составляло 50:50 об. %. Для сравнения испытывали образцы стандартных горячих плотных асфальтобетонных смесей типов Б и Г (табл., составы 1 и 7). Содержание битума в композициях было выбрано оптимальным.

В соответствии с ГОСТ 12801–98 определяли эксплуатационные свойства: трещиностойкость, теплостойкость, термостабильность, морозостойкость и сдвигоустойчивость. Также определяли истираемость (конструкционный показатель материала) согласно ГОСТ 13087–81. Результаты испытаний битумоминеральных композиций представлены в таблице.

Трещиностойкость композиций оценивали по пределам прочности на сжатие при 0°C (R_0) и на растяжение при расколе (R_p). Выявлено, что увеличение содержания фосфогипса в наполнителе приводит к некоторому снижению показателей R_0 и R_p и это снижение менее значительно при $S_{\text{ф}}$ 10–20 об. % (составы 2, 3, 8, 9). Величины R_0 и R_p повышаются при переходе от мелкозернистых смесей к смесям с песчаным зерновым составом, что говорит о более высокой их трещиностойкости. Трещиностойкость модифицированных фосфогипсом битумоминеральных композиций при его содержании 10–20 об. % почти не уступает трещиностойкости стандартных асфальтобетонов (составы 1 и 7).

Теплостойкость предложенных композиций, которую определяли по пределу прочности на сжатие при 50°C и коэффициенту теплостойкости $k_T = R_{20}/R_{50}$, по мере повышения содержания фосфогипса в наполнителе понижается. При $S_{\text{ф}}$ 10–20 об. % теплостойкость предложенных композиций практически не уступает показателям теплостойкости стандартных асфальтобетонов-прототипов. Отмечено снижение прочности при сжатии R_{50} и повышение коэффициентов теплостойкости k_T модифицированных фосфогипсом битумоминеральных композиций при переходе от песчаного к мелкозернистому зерновому составу смесей.

Способность асфальтобетона одинаково хорошо противостоять образованию сдвиговых деформаций при высокой температуре и трещинообразованию – при низкой определяется термостабильностью, которую характеризовали коэффициентом термостабильности $k_{\text{тс}} = R_0/R_{50}$. Коэффициент термостабильности понижается с увеличением содержания фосфогипса в наполнителе композиций, что говорит о повышении их температуроустойчивости. Более термостабильными являются композиции с зерновыми составами песчаного типа.

Морозостойкость анализировали, сравнивая количество циклов замораживания-оттаивания и коэффициенты морозостойкости $k_{\text{мпз}}$. Морозостойкость композиций достаточно высока, составляет порядка 100 циклов замораживания-оттаивания при содержании фосфогипса в наполнителе 10–20 об. % (составы 2, 3, 8) и не уступает морозостойкости стандартных асфальтобетонов-прототипов (составы 1 и 7). При увеличении

№ состава	Зерновой состав	Содержание фосфогипса в наполнителе, С _ф , об. %	Предел прочности при сжатии, МПа			Коэффициент теплотойкости (k _т)	Коэффициент термостабильности (k _{тс})	Количество циклов замораживания-оттаивания	Коэффициент морозостойкости (k _{мрз})	Предел прочности на растяжение при расколе (R _p), МПа	Коэффициент внутреннего трения (tgφ)	Показатель сцепления, МПа	Показатель истираемости (G), г/см ²
			R ₀	R ₂₀	R ₅₀								
1	Тип Б ГОСТ 9128-97	0	8,5	5,15	2	2,58	4,25	100	0,76	3	0,948	0,41	0,03
2		10	8,5	5	2	2,5	4,25	100	0,74	2,81	0,954	0,36	0,035
3		20	8,3	5	1,75	2,85	4,92	100	0,74	2,65	0,957	0,27	0,041
4		30	8	4,8	1,62	2,96	5,09	75	0,83	2,56	0,958	0,23	0,048
5		40	7,9	4,4	1,55	2,83	5,16	75	0,81	2,5	0,961	0,19	0,052
6		50	7,8	3,65	1,5	2,43	5,2	75	0,8	2,44	0,963	0,15	0,059
7	Тип Г ГОСТ 9128-97	0	8,5	6,1	2,6	2,35	3,27	100	0,77	3,4	0,917	0,58	0,104
8		10	8,6	5,9	2,5	2,36	3,44	100	0,75	3,32	0,921	0,57	0,111
9		20	8,4	5,7	2,3	2,47	3,65	75	0,84	3,15	0,925	0,56	0,119
10		30	8,05	5,4	2,1	2,57	3,83	75	0,82	2,9	0,927	0,54	0,124
11		40	7,6	4,9	1,8	2,72	4,22	75	0,8	2,82	0,929	0,54	0,131
12		50	7	4,39	1,75	2,51	4	75	0,77	2,75	0,932	0,52	0,135

содержания фосфогипса в наполнителе композиций более 10–20 об. % морозостойкость понижается и составляет порядка 75 циклов замораживания-оттаивания (составы 4–6, 9–12). Более морозостойки мелкозернистые композиции типа Б.

Сдвигоустойчивость оценивали коэффициентами внутреннего трения tgφ и показателями сцепления С_п, которые определяли согласно ГОСТ 12801–98. Отмечено характерное повышение коэффициента внутреннего трения и некоторое снижение С_п с повышением содержания в наполнителе фосфогипса. Максимальные значения tgφ отмечены в составах с содержанием фосфогипса в наполнителе 50 об. % (составы 6 и 12), им же соответствуют минимальные величины показателя С_п. Таким образом, наличие фосфогипса в наполнителе играет двойную роль: улучшает внутреннее трение каркаса композиции, но одновременно снижает сцепление. Снижение С_п с увеличением С_ф происходит наиболее интенсивно в композициях с мелкозернистым составом. Исходя из полученных экспериментальных данных выявлено, что более сдвигоустойчивыми являются композиции с зерновым составом песчаного типа Г.

Одним из основных показателей, обуславливающих создание из материала конструкций с заданными механическими свойствами, является истираемость. Истираемость предложенных битумоминеральных композиций оценивали по показателям истираемости G и определяли, испытывая образцы-цилиндры на стандартной машине ЛКИ-3М, вычисляя массу истертого образца к его площади. С увеличением содержания фосфогипса в композиции показатель G устойчиво повышается, что говорит о ее ухудшении. Показатели истираемости зерновых составов песчаного типа Г (составы 8–12) почти на порядок выше аналогичных показателей мелкозернистых смесей типа Б (составы 2–6). Это объясняется более высоким содержанием минерального наполнителя и бескаркасной структурой битумоминеральных композиций песчаного зернового состава.

Анализ вышеизложенного позволил сделать выводы:

– Выявлена возможность получения высококачественных битумоминеральных композиций различной гранулометрии с наполнителем, модифицированным фосфогипсом, при соответствующей оптимизации составов.

– Установлено оптимальное содержание фосфогипса в наполнителе – 10–20 об. %. Эксплуатационные показатели оптимизированных композиций в основном соответствуют аналогичным показателям стандартных плотных асфальтобетонов.

– Эксплуатационные свойства у модифицированных фосфогипсом битумоминеральных композиций с зерновыми составами песчаного типа имеют более высокие характеристики.

Предварительный расчет эффективности применения фосфогипса в составе наполнителя битумоминеральных композиций показал, что экономический эффект при производстве и укладке в верхний слой дорожного покрытия предложенных модифицированных композиций в сравнении со стандартным асфальтобетоном составит 167 р. на 100 м² в ценах 2010 г.

Ключевые слова: фосфогипс, битумоминеральная композиция, наполнитель, трещиностойкость, термостабильность, сдвигоустойчивость, истираемость.

Список литературы

1. Урсу И.В. Ресурсосбережение как условие обеспечения эколого-экономической безопасности и социализация экономики организации предприятия // Мат. Междунар. конф. «Научные исследования, наносистемы и ресурсосбережения технологии в стройиндустрии». Белгород. Сентябрь 2007. С. 299–301.
2. Ядыкина В.В. Управление процессами формирования и качества строительных композиций с учетом состояния поверхности дисперсного сырья. М.: АСВ, 2009. 374 с.
3. Яшин С.О., Шальнев М.Н., Борисенко Ю.Г. Применение фосфогипса в составе наполнителя асфальтобетонных смесей // Строит. материалы. 2009. № 11. С. 18–19.



Судя по тому, что содержание и развитие дорожного хозяйства оплачивается в основном налогоплательщиками, забота о дорогах – дело всех и каждого. Но непосредственно заботятся о дорогах, а значит, и о том, насколько эффективно будут реализованы деньги в этой области, организации дорожной отрасли, включая госструктуры, научные организации, дорожно-строительные фирмы и производители материалов. В условиях недостаточного финансирования отрасли и неприлично низкого финансирования науки функцию финансовой поддержки инноваций нередко берут на себя производители новых дорожных материалов, одновременно выступая в роли заказчиков научно-технической продукции и инвесторов.

Компания ГЕКСА планомерно внедряет в свое производство и техническое сопровождение продукции научные разработки и достижения, полученные в совместной работе с ведущими НИИ строительной и дорожной отраслей. Параллельно за последние годы группой компаний ГЕКСА были реализованы дорожные объекты с применением тканых геотекстилей Геоспан ТН: автомагистраль М-4, региональные дороги в Калужской, Свердловской, Вологодской, Белгородской областях и Краснодарском крае.

Интересным и удачным опытом использования высокопрочного тканого геотекстиля Геоспан ТН в сложных грунтово-геологических условиях стал участок «инновационной дороги» между выставочными терминалами «Чкаловский» и «Русь» выставки-форума промышленности и инноваций «ИННОПРОМ-2010» в Екатеринбурге. Применение инновационной технологии с использованием материала Геоспан ТН дало возможность выполнить строительство автомобильной дороги, протяженность которой составляет более километра, всего за полтора месяца. Основание дороги более представляет собой торф глубиной до 12 м, при этом грунтовые воды находятся практически у поверхности.

Проект дороги разработан специалистами Уральского филиала ГипродорНИИ на основании Альбома типовых решений по применению геосинтетических материалов Геоспан в дорожном строительстве (СоюздорНИИ). Геотекстиль Геоспан ТН укладывался согласно техрегламенту в два слоя с запасом ширины с

учетом просадки. Поверх геотекстиля производилась отсыпка скальным грунтом с последующим уплотнением. За период строительства было завезено и уложено в насыпь более 230 тысяч кубометров скального грунта. По словам прораба Треста Уралтрансспецстрой Александра Боброва, «за сутки проходили не более 20 метров дороги», при этом усадка дорожного полотна по ширине происходила равномерно.

Благодаря использованию тканого геотекстиля Геоспан ТН удалось избежать процесса выторфовки, а это затраты на земляные работы и вывоз торфа, но, главное, сократилось время строительства. Кроме того, такая технология обеспечивает более высокие прочностные характеристики дорожного полотна, что позволяет увеличить межремонтный период.

Тканый геотекстиль Геоспан ТН служит для разделения слоев и армирования дорожной конструкции, что особенно эффективно на слабых грунтах. Так, в прошлом году на дороге Нижний Тагил – Верхняя Осянка был реализован экспериментальный участок более 2 км, расположенный на болоте. Геоспан ТН укладывался на выровненное основание также без выторфовки. По результатам мониторинга, проведенного через год, дорога сохраняет заданный профиль, нет признаков неравномерной усадки и отсутствует колея.

В последнее время в дорожной отрасли разработано значительное количество инновационных технологий. Теперь дело за накоплением фактического материала по применению инноваций в объектах дорожного строительства. Мы верим, что не за горами то время, когда у нас появятся хорошие, надежные и безопасные автомобильные дороги.

Евгений Васильев,
технический специалист ГЕКСА



143405, Московская область,
Красногорский район, д. Гольево
ул. Центральная, д. 3.
Тел./факс: (495) 984-20-39, 984-20-94, 984-20-95
www.geospan.ru



Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН)

Центральный научно-исследовательский институт типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)

Объединенная редакция научно-технических журналов
«Жилищное строительство» и «Строительные материалы»®

Международная научно-практическая конференция «Модернизация крупнопанельного домостроения – локомотив строительства жилья экономического класса»

19–20 апреля 2011 г.

«Президент-отель», Москва, Б. Якиманка, д. 24

Программа конференции включает:

Пленарное заседание

Основные докладчики:

С.В. Николаев – генеральный директор ОАО «ЦНИИЭП жилища»**Ю.П. Григорьев** – заместитель главного архитектора Москвы**А.В. Шишкин** – заместитель генерального директора фонда РЖС**Ж.К. Шеф** – президент компании «Аркомат» (Франция)**Р. Бофилл** – архитектор (Испания)

Секции

«Архитектура и особенности проектных решений крупнопанельных зданий»

«Технология и оборудование предприятий ДСК и КПД»

Посещение одного из передовых домостроительных комбинатов Москвы

Посещение строительства крупнопанельных зданий нового поколения

Тематика конференции:

- Состояние базы крупнопанельного домостроения в РФ
- Зарубежный опыт строительства крупнопанельного жилья
- Инвестиционная привлекательность крупнопанельного домостроения
- Оборудование и технологии для предприятий крупнопанельного домостроения
- Архитектурно-планировочные решения крупнопанельных домов
- Наружные ограждающие конструкции
- Расчет и конструирование узлов сопряжения конструкций
- Проблемы армирования ЖБК для КПД
- Опыт строительства крупнопанельного жилья нового поколения в России
- Санация существующего крупнопанельного жилого фонда
- Снижение стоимости строительства и эксплуатации крупнопанельных зданий

Спонсор конференции:

**БЛОК**
ДОМОСТРОИТЕЛЬНЫЙ
КОМБИНАТпредприятие
Группы
ЛСР

К проведению конференции готовятся тематические номера журналов
«Жилищное строительство» №3–2011 г. и «Строительные материалы»® №3–2011 г.,
в которых будут опубликованы основные пленарные и секционные доклады.
Предоставление докладов в соответствии с требованиями редакции до 20. 02. 2011 г.

Организационный комитет:

Телефон/факс: +7 (499) 976-20-36, 976-22-08 E-mail: kpd-conf@mail.ru; mail@rifsm.ru www.rifsm.ru

Адрес для корреспонденции:

127434, Москва, Дмитровское ш., д. 9, стр. 3,

редакция журналов «Строительные материалы»® и «Жилищное строительство»



Применение инновационных материалов, повышение качества проектирования и строительства — залог надежности, долговечности российских дорог

В конце октября 2010 г. в Москве состоялась **II научно-практическая конференция «Материалы для дорожного строительства: ДОР–СМ-2010»**, организованная редакцией журнала «Строительные материалы»[®] при поддержке Федерального дорожного агентства «РОСАВТОДОР». В ее работе приняли участие руководители и ведущие специалисты предприятий по производству материалов для дорожного строительства, отраслевых научно-исследовательских институтов, вузов, дорожно-строительных организаций из Москвы, Санкт-Петербурга, Казани, Ставрополя, Тольятти, Саратова, Сочи, Воронежа, Улан-Удэ, Волгоградской и Белгородской областей. В соответствии с концепцией конференции большая часть докладов была посвящена вопросам производства материалов, разработке технологий использования современных материалов и конструкций в устройстве дорог.

По оценке специалистов, многие из которых принимали участие в конференции второй раз, выбранный формат мероприятия весьма удобен. В отличие от мероприятий, посвященных отдельным материалам (геосинтетикам, нерудным материалам, битумам и др.), на конференции «ДОР-СМ» рассматривается полный спектр материалов, их применение в дорожной одежде, долговечность конструкций, нормативно-техническая база отрасли.

Самыми крупнотоннажными материалами в дорожном строительстве являются нерудные материалы: песок и щебень. От Ассоциации «Недра», объединяющей предприятия по производству и применению природных строительных материалов, участникам конференции приветствовал *руководитель направления «Специализированное машиностроение» В.А. Сергеев*. Он подчеркнул важность отраслевых объединений, их роль в повышении конкурентоспособности предприятий и качества их работы, формировании нормативно-технической базы, а также во взаимодействии с предприятиями смежных отраслей, в частности с дорожниками.

Г.Р. Буткевич, *ученый секретарь ФГУП «ВНИПИИстромсырье»*, *руководитель направления «Наука» Ассоциации «Недра»*, представил динамику

развития промышленности нерудных строительных материалов.

В выступлении *заведующего лабораторией каменных материалов ОАО «СОЮЗДОРНИИ» А.А. Матросова* был поднят вопрос соответствия фракционного состава нерудных материалов для производства дорожных работ. Он отметил, что часто на стройплощадки поставляется материал несоответствующего качества, и дорожно-строительные компании вынуждены организовывать производство нерудных строительных материалов на собственных промышленных базах. При движении строительства автомобильной дороги приходится осуществлять перемещение промышленной базы на другой участок работ. Это не только усложняет работу строительных организаций, но и не гарантирует постоянного высокого качества получаемого щебня, а также повышает его себестоимость, так как полученный с карьеров материал дополнительно передрабливается. А.А. Матросов подчеркнул, что предприятия нерудных строительных материалов должны поставлять каменные материалы дорожным строительным организациям в соответствии с техническими требованиями. Важно уточнить качественные характеристики материалов, востребованных дорожной отраслью, а также перспективную потребность в этих материалах.



Ю.Э. Васильев, генеральный директор, ООО «Малое инновационное предприятие «МАДИ – Дорожные технологии», подробно рассмотрел вопрос использования серы в производстве строительных материалов



А.А. Семенов, генеральный директор ООО «ГК-Эксперт», представил тенденции перспективы развития рынка щебня и гравия



Д.М. Антоновский, представитель фирмы HUESKER Synthetic GmbH, обосновал необходимость учета ползучести армирующих геосинтетических материалов



П.А. Кудряшов, генеральный директор ООО «Селена», представил исследование термостабильности адгезионных добавок



Представитель КГФСУ Д.А. Аюпов доложил об использовании наномодифицированных битумных вяжущих для асфальтобетона



С.В. Овсянников, генеральный директор ООО «Дефшов»

Группа докладов была посвящена геосинтетическим материалам. Впервые в конференции приняли участие специалисты компании ООО «Гекса – нетканые материалы», которая производит материалы для строительной отрасли с 1998 г. Для дорожного строительства предназначены геосинтетические материалы торговой марки ГЕОСПАН, которые представил *руководитель направления геосинтетических материалов по Центральному региону А.Н. Черников*. Он отметил, что высокую эффективность применения материалов ГЕОСПАН подтверждают результаты длительных наблюдений за опытными участками в дорожном строительстве на объектах нефтегазового комплекса, федеральных и территориальных дорогах.

Материалы ГЕОСПАН рекомендованы к применению ведущими организациями, в числе которых 26-й Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны РФ, РОСДОРНИИ. Совместно с СОЮЗДОРНИИ создан альбом технических решений для дорожного строительства.

При разработке геосинтетических материалов ОАО «ВАТИ» были использованы принципы математического моделирования, применяемые в авиостроении. Для промышленного выпуска продукции были выбраны технология и оборудование немецких фирм, позволяющие производить пропитку геосинтетики без процесса намотки. О свойствах материалов и особенностях их применения рассказал *менеджер коммерческой службы ОАО «ВАТИ» М.А. Бушуев*.

Техническим результатом разработок специалистов «ВАТИ» является возможность получения укрепленной

дорожной или грунтовой поверхности, а также повышение качества проектирования, изготовления и монтажа геосинтетических материалов, что обеспечивает повышение несущей способности укрепленных грунтов в зависимости его от вида и типа сооружения.

Вопрос ремонта бетонных и железобетонных конструкций был затронут *начальником отдела ремонта и защиты бетона ООО «БАСФ Строительные системы» А.П. Ровенским*. Он отметил, что ремонт железобетонных конструкций представляет собой сложный процесс, важнейший этап которого выбор ремонтного материала. Основным критерием при этом является максимальная совместимость физико-механических характеристик ремонтного материала и ремонтируемого основания. Подобная совместимость различных показателей существует только у материалов на цементной основе. Однако кроме совместимости они должны обладать безусадочностью, удобоукладываемостью, сульфатостойкостью, морозостойкостью и т. д.

Отмечено, что какими бы превосходными характеристиками ни обладал выбранный материал, это не будет являться гарантией качественного ремонта без строгого соблюдения технологических требований. Большим достижением в области ремонта железобетонных конструкций и сооружений явилось создание материалов с заданными свойствами для конкретных условий применения. Это, например, быстротвердеющие материалы, материалы на основе нанотехнологий, имеющие многократно увеличенную поверхность контактного слоя, составы с повышенной текучестью для высокоточной цементации оборудования и подливки под опорные части мостов и др.



А.Н. Черников, руководитель направления геосинтетических материалов по Центральному региону ООО «Гекса – нетканые материалы»



А.Е. Мерзликин, канд. техн. наук, заведующий лабораторией ФГУП «РОСДОРНИИ», подробно рассмотрел вопрос погрешностей, возникающих при расчете дорожных одежд



Дискуссия в ходе конференции: А.В. Кочетков, ФГУП «РОСДОРНИИ»; Н.Е. Кокодеева, С.М. Евтеева, ГОУ ВПО Саратовский государственный технический университет

Интерес участников вызвал доклад представителя ФГУ «Управление федеральных автомобильных дорог «Южный Байкал» ФДА» **С.А. Печерского**. Он доложил об исследованиях по улучшению качества материалов, как асфальтобетонных смесей, так и битумов с целью ликвидации грунтовых разрывов. Для этого использованы туфовые породы, расположенные вблизи участка капитального ремонта федеральной автомобильной дороги А-164 Култук–Монды.

Доцент кафедры «Изыскания и проектирования дорог» МАДИ канд. техн. наук **А.В. Корочкин** рассказал о том, что в настоящее время расчет жестких дорожных одежд производится согласно «Методическим рекомендациям по проектированию жестких дорожных одежд» 2004 г. В этом документе рассмотрены вопросы расчета как сборных, так и монолитных цементно-бетонных конструкций. Особого внимания заслуживает вопрос конструирования комбинированной дорожной одежды, представляющей собой жесткое цементно-бетонное несущее основание с асфальтобетонным покрытием. Такая конструкция применяется на основных магистральных дорогах и хорошо себя зарекомендовала в процессе эксплуатации. Она обладает высокой прочностью и высокими транспортно-эксплуатационными показателями.

Однако, как показали многочисленные практические исследования и эксперименты, реальная работа комбинированной дорожной одежды несколько отличается от алгоритма, представленного в указанных «Методических рекомендациях». В теоретических расчетах подтверждается тезис о нецелесообразности устройства на жесткой цементно-бетонной плите толстых слоев усиления из асфальтобетона. Уложенные слои асфальтобетонного покрытия толщиной более 15–20 см создают повышенные касательные напряжения, которые приводят к преждевременному разрушению верхних слоев дорожной одежды. По результатам изучения цементно-бетонного основания жесткой дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием можно сделать вывод, что при значительной толщине асфальтобетона работа конструкции становится малоэффективной.

В докладе заведующего отделом ФГУП «РОСДОРНИИ», д-ра техн. наук **А.В. Кочеткова** были представлены инновации 2010 г., освоённые на сети федеральных автомобильных дорог. В числе лучших были отмечены инновации: ООО «Дефшов» (Москва) – малозумные швы перед переходными плитами мостовых сооружений; ООО «Зиракс» (Волгоград) – противогололедные



Вопросы к докладчику: В.А. Дубов, генеральный директор ЗАО «Волгоцемсервис»

материалы на основе безводного хлористого кальция; ООО «Фортек» (Саратов) – арматура геотехническая; ООО «Технопласт» (Москва) – полимерные разметочные материалы. Показано их соответствие новым принципам технического регулирования и техническому регламенту на безопасность зданий и сооружений.

На конференции также были представлены различные материалы для устройства и эксплуатации дорог (материалы для дорожной разметки, специальные покрытия, посыпки и др.), методики оценки качества материалов. Ряд докладов вызвал оживленные дискуссии.

С интересом был встречен доклад генерального директора ООО «Дефшов» **С.В. Овсянникова**. Фирма «Дефшов» занимается нанесением декоративной повышающей шероховатость посыпки для обустройства остановок общественного транспорта, пешеходных переходов и мостов, лестничных сходов, зон безопасности и пр.

Посыпка осуществляется цветной полимерной крошкой «Стоунгрип» производства фирмы «Prismo» (Великобритания) на поверхность, покрытую эпоксидной смолой. Такая посыпка служит до 30 лет, позволяет применение лопат и скребков при чистке поверхности от снега, льда и пр. Также используют окрашенный песок на основе боксита по свеженанесенной эпоксидной смоле. В Москве такая посыпка применялась на эстакаде Третьего транспортного кольца, а также на пешеходном мосту со стороны Центрального парка культуры и отдыха им. А.М. Горького и в аэропорту Шереметьево.

О зарубежных стандартах на посыпку различного назначения рассказала зав. отделом исследования НСМ и стандартизации ФГУП «ВНИПИИстромсырье» канд. техн. наук **Н.С. Левкова**. Она сообщила о том, что институт «ВНИПИИстромсырье» выиграл тендер на разработку технической документации по применению посыпок от гололеда.

Сотрудники института, проведя анализ зарубежного опыта, установили, что в ряде стран Европы, например Германии и Австрии, посыпку реагентами проводят строго дозированно. Во многих районах Германии посыпки реагентами вовсе запрещены.

В Скандинавских странах отпелелей с таянием не бывает. Там ведется посыпка в основном естественными каменными материалами, строго фракционированными. По окончании зимнего сезона специальные машины собирают посыпку как с проезжей части, так и с водостоков.



В.А. Попов, начальник управления научно-технических исследований «РОСАВТОДОР» отметил актуальность и перспективность представленной в докладах информации

В настоящее время ряд отечественных предприятий стал фракционировать отсеvy дробления, разделяя их на материалы для посыпки и наполнители для бетонов. Это позволяет улучшить существующую ситуацию и сохранить природу от загрязнения химикатами.

По сложившейся традиции начальник управления научно-технических исследований Федерального дорожного агентства «РОСАВТОДОР» **В.А. Попов** подводил итоги конференции и резюмировал обсужденные выступления. Он отметил, что в настоящее время важнейшей задачей остается совершенствование устаревшей нормативно-технической документации отрасли производства и применения строительных материалов для дорожного строительства. За 2010 г. в этом направлении произошли определенные сдвиги. В «РОСАВТОДОР» обратилось множество организаций, которые взяли на себя разработку различных рекомендаций, СНиПов и ГОСТов – документов особой сложности, требующих в том числе специфических знаний и навыков этом виде деятельности. Поэтому многие стандарты приходится по 2–3 раза перерабатывать, дополнительно обращаться в НИИ и вузы, например в МАДИ.

Положительным аспектом активной нормотворческой деятельности различных предприятий и организаций является их предложения о повышении уровня требований к материалам выше требований национальных стандартов. Эту тенденцию Владимир Аркадьевич считает положительной, так как позволяет повысить уровень инженерных сооружений и дорожного строительства, построенных с учетом установленных повышенных требований.

«РОСАВТОДОР» готов на конкурсной основе финансировать организации, которые разрабатывают новые методики и инновационные технологии. На сайте «РОСАВТОДОР» можно ознакомиться с новыми нормативными документами.

Как положительную тенденцию в области технического регулирования В.А. Попов отметил обобщение российского и европейского опыта, что привело к принятию соответствующего изменения Закона «О техническом регулировании». Важным этапом развития отечественного нормотворчества стал ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Конкретные требования устанавливаются национальными стандартами и сводами правил. Правительством РФ от 21 июня 2010 г. № 1047-р утвержден Перечень национальных стандартов и сво-

дов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Опираясь на опыт Евросоюза, можно выйти на уровень требований евростандартов, на которые мы пока равняемся, сэкономив время и средства. Важнейшим этапом является уточнение терминологии при переводе документов. Европейские нормы, например EN 1504 «Материалы и системы для ремонта и защиты бетонных конструкций», воспринимаются трудно даже для специалистов, так как отличается трактовка одних и тех же требований, нужен профессиональный перевод.

Вокруг каждого зарубежного стандарта необходим ряд научных исследований, необходимо учитывать при работе особенности нашего климата. В итоге придется провести экспертизу технической и экспериментальной базы отечественных лабораторий для соответствия евростандартам, а также выявить корреляционные зависимости результатов аналогичных испытаний по отечественным и зарубежным методикам или освоить дополнительные виды испытаний. Возможно и создание обновленной экспериментальной базы.

Затем потребуются ввести утвержденные приложения с учетом новых требований и видов испытаний. Для более активного развития нормативной базы необходимо активное сотрудничество государства и бизнеса. Бизнесу выгодно разработать комплексную программу, где определить приоритеты и этапы гармонизации отечественной нормативно-технической базы с нормативной базой Евросоюза.

В перерывах между заседаниями специалисты живо обсуждали состояние дорожной отрасли в современных условиях, качество производимых материалов, трудности отрасли и пути их решения.

Участники проявили большой интерес к встречам такого формата и подчеркнули необходимость регулярного их проведения. Редакция, в свою очередь, благодарит коллег за активное участие в конференции в столь не простое для отрасли время, желает скорейшего восстановления сил после затянувшегося кризиса и приглашает на конференцию «ДОР–СМ-2011».



В.Л. Козина, канд. техн. наук,
Т.А. Юмашева, инженер-технолог

С.М. ЕВТЕЕВА, канд. техн. наук,
Саратовский государственный технический университет (СГТУ)

Нанесение цветной горизонтальной разметки на федеральную автомобильную дорогу

В связи со значительным увеличением количества дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах, в том числе со смертельным исходом, разметка проезжей части и элементов оборудования автомобильных дорог приобретает все большее значение в качестве эффективного средства зрительного ориентирования водителей и упорядочения движения транспортных средств. Эти меры способствуют снижению количества аварий при увеличении скорости движения автомобилей, а также возрастанию пропускной способности автомобильных дорог.

Дорожную разметку подразделяют на горизонтальную, которую наносят непосредственно на дорожное покрытие, и вертикальную, применяемую для обозначения элементов оборудования автомобильных дорог.

Вертикальную разметку, как правило, выполняют в виде чередования черных и белых или красных и белых полос. Она служит для обозначения вертикальных элементов дорожных сооружений: опор мостов, путепроводов, эстакад, торцевых частей парапетов, бордюров на опасных участках автомобильных дорог, возвышающихся островках безопасности и др.

Горизонтальную дорожную разметку условно подразделяют на линейную и символную. Линейную разметку наносят на дорожное покрытие с целью разделения транспортных потоков противоположных направлений, обозначения границ полос движения, проезжей части, стояночных мест транспортных средств, полос движения в пределах перекрестков, стоп-линий, пешеходных переходов, пересечений с велосипедными дорожками, направляющих островков в местах разделения или слияния транспортных потоков, мест остановки маршрутных транспортных средств, стоянок такси и др.

Символьную разметку на дорожных покрытиях выполняют в виде различных стрел, надписей, цифр и др. Ее применяют для указания разрешенных направлений движения транспортных средств и пешеходов по полосам, предупреждения о приближении к сужению проезжей части, для указания названия, номера дороги, дублирования дорожных знаков и др.



Рис. 1. Типовой пример обеспечения контрастности горизонтальной дорожной разметки на цементно-бетонном покрытии в Майами

Действующие в РФ нормативные документы допускают использование для нанесения горизонтальной дорожной разметки красителей трех цветов: белого, желтого и оранжевого. Горизонтальная дорожная разметка может быть постоянной или временной. Для постоянной разметки используют краску, эмаль или пластиковые материалы (термопластики, спрей-пластики, пластики холодного нанесения) белого и желтого цветов.

Временная разметка наносится на покрытие автомобильных дорог в период их ремонта или реконструкции. Для ее нанесения в Германии используют разметочные материалы желтого цвета, в Австрии и Швейцарии — оранжевого или красного. В России для этого используют маркировочные материалы оранжевого цвета, как правило, краски и эмали, обладающие свойствами, допускающими быстрое устранение разметки.

В целом для нанесения разметки допустимо использовать маркировочные материалы любых цветов, однако из-за необходимости обеспечения зрительного контраста разметки с дорожным покрытием не все цвета одинаково пригодны. Проблема повышения уровня контрастности разметки по отношению к дорожному покрытию в зарубежных странах уделялось большое внимание еще с момента появления первых маркировочных линий на проезжей части автомобильных дорог.

В США в настоящее время путем повышения уровня контрастности разметки к цементно-бетонным покрытиям производится регулирование светотехнических характеристик горизонтальной дорожной разметки за счет чередования черных и белых полос или нанесения черных окантовочных линий (рис. 1), что имеет особенно важное значение в темное время суток.

В России проблеме обеспечения цветового зрительного контраста разметки с дорожным покрытием до сих пор не уделяется должного внимания. Так, например, символная дорожная разметка, выполняющая функцию дублирования дорожных знаков, преимущественно наносится разметочными материалами белого цвета.

В рамках экспериментальных исследований в 2010 г. были проведены работы по нанесению цветной символной разметки на покрытие автомобильной дороги федерального значения М-7 «Волга» Цивильского района Республики Чувашия (км 676+450). В качестве разметочного материала использовали прошедший входной контроль качества цветной однокомпонентный пластик холодного нанесения производства группы компаний «Строительная техника и материалы» (СТиМ).

Нанесение цветной символной разметки проводилось специалистами ООО ПФ «Интер-КБ», имеющими 10-летний опыт производства работ по нанесению горизонтальной дорожной разметки на автомобильных дорогах федерального и территориального значения.

Разметку наносили на асфальтобетонное покрытие ручным способом. На основании экспериментального опыта разработана технология нанесения цветной символной разметки.

С учетом влияния качественных характеристик дорожного покрытия и погодных-климатических факторов в момент нанесения разметочного материала на функциональную долговечность разметки, до начала



Рис. 2. Общий вид цветной символической разметки на экспериментальном участке

разметочных работ проводят оценку состояния дорожного покрытия и установление соответствия погодных условий требованиям технической документации на применяемые материалы. При визуальном осмотре поверхности дорожного покрытия значительных выбоин и разрушений не было обнаружено, поэтому состояние покрытия было признано удовлетворительным. Погодные условия при производстве разметочных работ полностью соответствовали требованиям нормативной технической документации (температура воздуха 21,6°C, температура покрытия 22,5°C, относительная влажность воздуха 32%).

Первоначальным этапом является подготовка поверхности дорожного покрытия к нанесению разметочного материала. Для этого проводят тщательную очистку поверхности асфальтобетонного покрытия механическим способом с применением металлических щеток. В случае нанесения цветной символической разметки на цементно-бетонное покрытие осуществляется зачистка участка его поверхности шлифовальной машиной. Образовавшаяся после применения щеток и шлифования пыль полностью удаляется промышленными пылесосами. После очистки поверхности цементно-бетонное покрытие обрабатывают специальной грунтовкой для повышения адгезии разметочного материала к дорожному покрытию.

Следующим этапом является нанесение на поверхность дорожного покрытия специального металлического шаблона и обозначение границ разметки мелом. Затем границы участка символической разметки оклеивают малярным скотчем или другими аналогичными материалами.

Далее подготавливают необходимое количество разметочного материала (оптимальный расход однокомпонентного пластика составляет 3,8–4,5 кг/м²). Для этого в открытую емкость с цветным пластиком вводят инициатор полимеризации (отверждения), количество которого устанавливают с учетом необходимого жизненного цикла пластика после введения отвердителя, а

также температуры окружающей среды. Затем полимер с отвердителем тщательно перемешивают ручным или механизированным способом в течение 2–3 мин. Для механизированного способа используют дрели-миксеры или обычные дрели со специальными насадками. После смешивания полимера и отвердителя подготовленный материал необходимо незамедлительно использовать до начала гелеобразования пластика учитывая время введения инициатора полимеризации и в зависимости от температуры окружающей среды (таблица).

Разметочный материал наносят на дорожное покрытие путем его розлива на поверхность с последующим распределением ровным слоем при помощи валика или зубчатого шпателя. Толщина слоя разметочного материала при этом составляет 4–5 мм.

Производят нанесение световозвращающих стеклогранул (микростеклошариков) на поверхность свежеуложенного слоя пластика. Время нанесения микростеклошариков с момента нанесения слоя пластика не должно превышать 10 с. Ориентировочный расход микростеклошариков 200–250 г/м².

С целью придания ровности границам нанесения символической разметки малярный скотч удаляют в процессе отверждения пластика. Момент снятия скотча в каждом конкретном случае определяют индивидуально, так как это зависит от погодных-климатических факторов и, как правило, составляет 3–9 мин с момента нанесения маркировочного материала.

Проезд автотранспорта на участке автомобильной дороги допускают не ранее чем через 40 мин с момента нанесения разметочного материала.

Полученные результаты позволяют сделать выводы. Нанесение цветной символической разметки на автомобильных дорогах (рис. 2) не требует больших материальных затрат, применения специального громоздкого оборудования и подготовки персонала. Наличие на поверхности дорожного покрытия символической разметки, выполненной цветными маркировочными материалами, предоставляет водителям транспортных средств возможность получения дублирующей информации о запрещающих и предупреждающих дорожных знаках, информации предупредительного характера о сложных дорожных условиях, особенно при ограниченной видимости на опасных участках автомобильных дорог, где условия движения требуют повышенной концентрации внимания водителей, что непременно способствует повышению уровня безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: цветная дорожная разметка, дорожное покрытие, холодный пластик, уровень контрастности, безопасность движения.

Температура воздуха, °С	Количество отвердителя, мас. %	Время до начала гелеобразования, мин	Время отверждения, мин
10	3	14	45
	2	18	50
20	2	10	30
	1	15	35
30	1	8	20
	0,5	12	30
40	0,5	6	18
	0,2	11	28

СТРОЙТЕХ
Международная внеочередная конференция ММК
«Больше ЛМК в Москве», Россия — 2011

Организатор: **MVK**
Международная выставка
(495) 995-05-95
8 800 100 777 0
www.mvk.ru

14-17 февраля 2011 г.
ЭЦ «Сокольники», 4 павильон

19-я
Международная неделя
капитального строительства

- Технологии строительства
- Металлоконструкции и полнокомплектные стальные здания
- Строительное оборудование и материалы
- Строительная и подъемно-транспортная техника

ВРЕМЯ РАБОТЫ ВЫСТАВКИ:
14.02.2011 — 16.02.2011 10.00 — 18.00
17.02.2011 10.00 — 16.00

ДЕЙСТВИТЕЛЕН НА ОДНО ЛИЦО — НЕ ДЛЯ ПРОДАЖИ — ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ

2-4 марта 2011

КазBuild SPRING

АЛМАТЫ, КАЗАХСТАН, КЦДС "АТАКЕНТ"

ГЛАВНАЯ ВЫСТАВКА
Весны

6-я КАЗАХСТАНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА "СТРОИТЕЛЬСТВО"

- СТРОИТЕЛЬСТВО
- ИНТЕРЬЕР
- ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ, ВОДОСНАБЖЕНИЕ И САНТЕХНИКА
- КЕРАМИКА И КАМЕНЬ

WinTecExpo Kazakhstan

4-я КАЗАХСТАНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
ОКНА, ДВЕРИ И ФАСАДЫ

For further information please visit our official site: www.kazbuild.kz/spring/ru

Iteca (Алматы) -
Алматы, Казахстан, 050057, ул. Тимирязева, 42, 2 этаж,
Тел.: +7 727 2583434; Факс: +7 727 2583444; E-mail: build@iteca.kz

Н.Е. КОКОДЕЕВА, канд. техн. наук,
Саратовский государственный технический университет (СГТУ) (Саратов)

Принципы технического регулирования при проектировании дорожных одежд нежесткого типа с применением геоматериалов (на основе теории риска)

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» № 184-ФЗ в настоящее время в дорожном хозяйстве создается система технического регулирования, в своем развитии опережающая аналогичные системы других отраслей. Определены приоритеты в разработке технических регламентов и национальных стандартов, требующих первоочередной разработки и переработки.

Согласно анализу Закона «О техническом регулировании», проведенному проф. В.В. Столяровым по иерархии целей трехуровневого технического регулирования, во главе угла всех разрабатываемых документов находятся положения о безопасности продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации. При этом требуется обеспечивать приемлемый уровень технической безопасности для людей, окружающей среды, животных и растений. В качестве измерителя требуемого уровня безопасности Закон «О техническом регулировании» предусматривает один универсальный показатель – допустимый риск причинения вреда.

В связи с этим при проектировании дорожных одежд нежесткого типа необходимо стремиться избегать недопустимого риска разрушения дорожных конструкций в период эксплуатации автомобильной дороги. Известно, что отказ дорожной одежды, связанный с недостаточной прочностью, может возникнуть по многим причинам, и в частности в результате усталостных разрушений монолитных слоев под воздействием растягивающих напряжений от многократного приложения транспортной нагрузки. Как следствие этого – интенсивное ухудшение транспортно-эксплуатационных свойств дорожной одежды до истечения ее срока службы. В соответствии с этим расчет на прочность выполняют по трем критериям, в том числе и по допускаемым напряжениям на растяжение при изгибе в монолитных слоях.

Для повышения трещиностойкости в покрытиях могут быть предусмотрены специальные трещинопрерывающие прослойки, в том числе на основе геосеток и геотекстиля.

В настоящее время разработан отраслевой документ «Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог» [1]. Данный документ носит рекомендательный характер и может быть использован при армировании (усилении) дорожных одежд городских улиц, автомо-

бильных дорог промышленных и сельскохозяйственных предприятий, при проектировании дорожных одежд на участках строительства и реконструкции. Особый интерес [1] представляет расчет дорожных одежд нежесткого типа с армированным асфальтобетонным покрытием. На сегодняшний день при проектировании нежестких дорожных одежд на вновь сооружаемых дорогах и на новых участках реконструируемых руководствуются документом [2]. Анализ данного документа показал, что при выполнении расчета конструкции на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе по [2] внесены дополнения в [1], касающиеся особенностей расчета на прочность дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием, армированным геоматериалами. Наличие армирующей прослойки в асфальтобетонном покрытии рекомендуется учитывать введением в базовые расчетные формулы двух коэффициентов, величина которых зависит от прочности и деформативности геосетки (табл. 1):

– коэффициент k_a учитывает повышение сопротивления растягивающим температурным напряжениям и сопротивлению растяжению при изгибе;

– коэффициент k_{Np} учитывает уменьшение влияния усталостных процессов на прочность вследствие армирования асфальтобетонного покрытия.

Как отмечается в [1], эти дополнения получены в результате комплексных испытаний геосеток, плоских георешеток и асфальтобетона, армированного этими геоматериалами, с учетом условий работы, повреждаемости и длительной прочности геосеток и плоских георешеток.

Таким образом, документом [1] рекомендуется прочность материала монолитного слоя при многократном растяжении при изгибе R_N определять по формуле ($\sigma^{II.1}$) в зависимости от:

– нормативного значения предельного сопротивления растяжению (прочность) при изгибе (R_0) при расчетной низкой весенней температуре при однократном приложении нагрузки (табл. П.3.1 [2]);

– коэффициента k_1 , учитывающего снижение прочности вследствие усталостных явлений при многократном приложении нагрузки (формула $\sigma^{II.2}$ [1]);

– коэффициента k_2 , учитывающего снижение прочности во времени от воздействия погодноклиматических факторов (табл. 3.6 [2]);

– коэффициента вариации v_R прочности на растяжение (прил. 4 [2]);

– коэффициента нормативного отклонения t (прил. 4 [2]).

Прочность геосетки (плоской георешетки) $R_{LR} (R_{TR}), \text{кН/м}$	Относительная деформация при разрыве $\varepsilon_{LRmax} (\varepsilon_{TRmax}), \%$	k_a	k_{Np}
Менее 50	Не более 4	1	1
	Более 4	1	1
50	Не более 4	1,05–1,1	0,8–0,9
	Более 4	1–1,05	0,9–1
100	Не более 4	1,1–1,2	0,5–0,75
	Более 4	1,05–1,1	0,75–0,9
150 и более	Не более 4	1,2–1,5	0,25–0,5
	Более 4	1,1–1,2	0,6–0,75

В [1] коэффициент k_1 , отражающий влияние на прочность усталостных процессов, предложено вычислять по выражению (6, б^{II.2}) в зависимости от:

– расчетного суммарного числа приложенных расчетной нагрузки (ΣN_p) за срок службы монолитного покрытия с учетом числа расчетных суток за срок службы (формулы 3.6 или 3.7 [2]);

– показателя степени m , зависящего от свойств материала рассматриваемого монолитного слоя (табл. П.3.1 [2]);

– коэффициента α , учитывающего различие в реальном и лабораторном режимах растяжения повторной нагрузкой, а также вероятность совпадения по времени расчетной (низкой) температуры покрытия и расчетного состояния грунта рабочего слоя по влажности (табл. П.3.1 [2]);

– коэффициента k_{Np} , учитывающего уменьшение влияния усталостных процессов на прочность вследствие армирования асфальтобетонного покрытия геосеткой. Значения коэффициентов армирования приведены в таблице.

Как отмечено в [1], такой подход позволит увеличить межремонтные сроки проведения капитального ремонта и ремонта дорожных одежд, предусмотренные приказом Минтранса России от 01.11.2007 № 157. Это обосновано замедлением темпов трещинообразования, колеобразования и образования выбоин на армированном покрытии, что, в свою очередь, способствует сохранению ровности покрытия и его распределяющей способности. Уменьшается количество влаги, проникающей через покрытие и снижающей несущую способность земляного полотна.

Однако предложенный материал не в полной мере обеспечивает выполнение законов № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации», требующих эксплуатационные характеристики оценивать с учетом технических регламентов на основе оценки степени риска и оценки степени причинения ущерба. Поэтому необходима разработка нормативно-методического обеспечения (сводов правил, отраслевых норм и рекомендаций, стандартов организаций), которое учитывало бы обозначенную закононами проблему.

Данная статья затрагивает с научной точки зрения подобные задачи, решения которых основаны на деятельности научной школы проф. В.В. Столярова, являющегося руководителем нового научного направления «Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог по условию обеспечения безопасности движения с учетом теории риска» в СГТУ.

Это направление является продолжением ранее выполненных исследований, представленных в [3, 4, 5], и

позволяет определять вероятность возникновения трещин в монолитном слое при изгибе дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием, армированным геоматериалами.

Последовательность расчета вероятности возникновения трещин в монолитном слое при изгибе

1. Устанавливают наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое по формуле (3.16) [2] в зависимости от:

– растягивающего напряжения от единичной нагрузки ($\bar{\sigma}_r$) при расчетных параметрах площадки, передающей нагрузку (рис. 3.4 [2]);

– коэффициента k_b , учитывающего особенности напряженного состояния покрытия конструкции под спаренным баллоном, принимают равным 0,85 (при расчете на однобаллонное колесо $k_b = 1$);

– расчетного давления p (табл. П.1.1 [2]).

2. Определяют с учетом теории риска [3, 4, 5] значение коэффициента вариации растягивающих напряжений при изгибе в монолитном слое:

$$C_{Vr}^{\sigma_r} = 0,35(C_{Vp}^{E_p} - 0,15) + 0,4(C_{VH}^{E_H} - 0,2) + 0,75(C_{Vh}^h - 0,15) + 4,79 \cdot 10^{-5} \cdot E_B - 1,05 \cdot 10^{-3} \cdot E_H + 1,64 \cdot 10^{-2} \cdot h, \quad (1)$$

где E_H – общий модуль упругости на поверхности основания, МПа; E_B – средний модуль упругости слоев асфальтобетона, МПа; h – суммарная толщина слоев асфальтобетона, см. уравнение (1), справедливо при $\frac{h}{D} = 0,32 \div 0,51$; D – расчетный диаметр следа колеса движущегося автомобиля, см; $C_{Vp}^{E_p}$ – коэффициент вариации общего модуля упругости на поверхности основания; C_{Vh}^h – коэффициент вариации среднего модуля упругости; C_{Vh}^h – коэффициент вариации суммарной толщины асфальтобетонных слоев.

3. Определяют среднее квадратическое отклонение наибольшего растягивающего напряжения в рассматриваемом слое:

$$m_r = C_{Vr}^{\sigma_r} \cdot \bar{\sigma}_r. \quad (2)$$

4. Вычисляют предельное растягивающее напряжение материала слоя (R_N) с учетом усталостных явлений по формуле (6, б^{II.1}) [1].

5. Определяют среднее квадратическое отклонение допустимого растягивающего напряжения материала:

$$m_N = 0,1 \cdot R_N, \quad (3)$$

где 0,1 – коэффициент вариации прочности асфальтобетона на растяжение при изгибе. Величину этого параметра определяют по табл. П. 4.1 [2].

6. Устанавливают с учетом [3, 4, 5] критическое растягивающее напряжение в монолитном слое, при котором вероятность появления трещин равна 50%:

– при $C_V^{\sigma_{кр}} \neq 0,2$

$$\sigma_{кр} = 2R_N - \frac{\sqrt{R_N^2 + [25(C_V^{\sigma_{кр}})^2 - 1](R_N^2 - 25m_N^2)} - R_N}{25(C_V^{\sigma_{кр}})^2 - 1}; \quad (4)$$

– при $C_V^{\sigma_{кр}} = 0,2$

$$\sigma_{кр} = 2R_N - \frac{R_N^2 - 25m_N^2}{2R_N}, \quad (5)$$

где $C_V^{\sigma_{кр}}$ – коэффициент вариации критического растягивающего напряжения, который определяют из условия, что однородность изучаемого слоя должна быть такой же, как однородность слоя, подверженного напряжению $\sigma_{кр}$:

$$C_V^{\sigma_{кр}} = C_V^{\sigma_r}. \quad (6)$$

7. С учетом теории риска [3, 4, 5] определяют среднее квадратическое отклонение критического растягивающего напряжения:

$$m_{кр} = C_V^{\sigma_{кр}} \cdot \sigma_{кр}. \quad (7)$$

8. С учетом теории риска [3, 4, 5] вычисляют вероятность возникновения трещин в монолитном слое при изгибе на момент пуска автомобильной дороги в эксплуатацию:

$$r = 0,5 - \Phi\left(\frac{\sigma_{кр} - \sigma_r}{\sqrt{m_{кр}^2 + m_r^2}}\right). \quad (8)$$

Таким образом, в рамках выполнения Федерального закона «О техническом регулировании» разработана математическая модель, позволяющая производить расчет дорожных одежд нежесткого типа с оценкой степени риска возникновения трещин в монолитном слое при изгибе.

Ключевые слова: техническое регулирование, теория риска, геосетка, прочность, вероятность нарушения монолитного слоя при изгибе.

Список литературы

1. Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог (ОДМ 218.5.001–2009). М.: Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2010. 85 с.
2. Проектирование нежестких дорожных одежд (ОДН 218.046–01) / Гос. служба дор. хоз. Министерства транспорта РФ. М.: Транспорт, 2001. 145 с.
3. Столяров В.В. Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска. Части 1, 2. Саратов: СГТУ, 1994. 184 с., 232 с.
4. Кокоева Н.Е. Влияние влажности подстилающего слоя грунта на вероятности нарушения сплошности монолитного слоя при изгибе / Актуальные проблемы эксплуатации транспорта : межвуз. научн. сб. Саратов: СГТУ, 2000. С. 139–144. ISBN 5-7433-0533-1.
5. Кокоева Н.Е. Оценка качества существующих дорожных одежд нежесткого типа с учетом вариации влажности (с позиции теории риска) // Дорожная держава. 2009. № 19. С. 72–75.
6. Семенов В.А. Качество и однородность автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1989. 125 с.

**В издательстве «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»
вышел дайджест
«Материалы для дорожного
строительства»**

В дайджест вошли статьи, опубликованные в журнале «Строительные материалы»® за 2004–2009 гг. – всего более 100 статей по тематическим разделам:

- нормативная и методическая база отрасли;
- материалы для дорожного строительства;
- ремонт дорог.

Для приобретения дайджеста следует направить заявку произвольной формы в издательство по факсу или электронной почте. **Не забудьте указать наименование организации, почтовый адрес доставки, ФИО получателя.**

**Телефон/факс:
(499) 976-22-08, 976-20-36**

E-mail: mail@rifsm.ru. rifsm@mail.ru



12-15 апреля г.УФА
ДВОРЕЦ СПОРТА ул. Р.Зорге, 41
XVI СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ВСЁ для СТРОИТЕЛЬСТВА и РЕМОНТА-2011

XV ЮБИЛЕЙНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ОТОПЛЕНИЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-2011

ОРГКОМИТЕТ: ООО «Башкирская выставочная компания»
Тел./факс: (347) 2511413, 2533800, 2531433
E-mail: stroy@bvkexpo.ru, www.bvkexpo.ru

А.В. КОРОЧКИН, канд. техн. наук (andrey_korochkin@mail.ru),
Московский автомобильно-дорожный институт (МАДИ)

Изучение воздействия движущегося транспортного средства на конструкцию дорожной одежды

Жесткая дорожная одежда обладает прочностью, на порядок превышающей значения нежесткой конструкции. В настоящее время прочность дорожных одежд определяют по допускаемым прогибам. Однако ряд ученых и специалистов считают, что такой способ для жестких дорожных одежд неприменим, поскольку, не существует связи с основным показателем прочности таких покрытий – напряжением. Несмотря на это, существуют формулы для определения перемещений (прогибов) цементно-бетонных покрытий, как в центральной части плиты, так и в краевых участках. Следует выделить научное направление, развивающееся в последнее время в России и за рубежом и связанное с энергетическим методом расчета дорожных одежд предложенным А.В. Смирновым, где энергия деформации определяется как усилие на перемещение от нагрузки. Предложенный метод позволяет вести расчет, как для нежестких, так и для жестких покрытий.

Адекватное прогнозирование эксплуатационных свойств дорожной конструкции выявило необходимость учета динамических свойств. Традиционное направление расчета прочностных свойств дорожной конструкции основано на статической модели дорожной конструкции. Основными и практически единственными параметрами в такой модели являются: модуль упругости материала дорожной конструкции и предел прочности.

Недостаточность такого подхода сегодня хорошо понимается. Отказ дорожной одежды, связанный с недостаточной ее прочностью, может возникнуть в результате усталостных разрушений монолитных слоев конструкции под воздействием растягивающих напряжений от многократного приложения транспортной нагрузки. Далее происходит последующая интенсивная потеря дорожной одеждой транспортно-эксплуатационных свойств до истечения заданного срока службы. Для решения задачи в такой постановке требуется знание динамических процессов, происходящих в дорожной

конструкции. Реальное динамическое воздействие проезжающего транспортного средства вызывает соответствующие процессы деформации и напряжений. Не менее важным является точное воспроизведение воздействия неровностей дорожной поверхности. Учет воздействия дорожных неровностей стал де-факто нормативом при оценке ровности (микропрофиля) дорожной поверхности. Заметим, что воздействие дорожных неровностей носит стохастический характер, закономерности которого на сегодняшний день очень подробно изучены. Но расчет прочностных свойств дорожной конструкции с учетом этого фактора не разработан. Общие представления о свойствах динамических систем подсказывают, что решение этой задачи связано с рассмотрением новой динамической системы дорожная конструкция – транспортное средство. Имеющиеся в литературе единичные попытки разработки теоретических основ этой системы далеки от создания пригодной для практических целей. Основной причиной создавшегося положения является практически полное отсутствие надежных экспериментальных данных о процессах, происходящих внутри дорожной конструкции при воздействии на нее проезжающего транспортного средства.

Сказанное объясняет необходимость проведения глубоких экспериментальных исследований. Для решения этой задачи требуется прежде всего подбор современных измерительных средств, каналов передачи показаний датчиков в персональный компьютер с помощью аппаратных интерфейсов и программ преобразования аналоговых сигналов в цифровой вид. После фиксации этих сигналов требуется программное обеспечение для статистической обработки записанной информации. После создания аппаратного и программного обеспечения потребуется выбор и обоснование тестовых режимов движения транспортного средства на рабочем участке в зоне дорожной конструкции.

Одновременно с экспериментальной частью требуется разрабатывать динамические модели системы

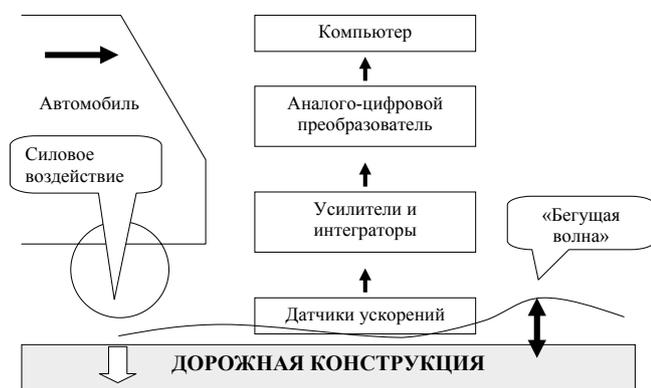


Рис. 1. Принципиальная схема контрольно-измерительной и регистрирующей аппаратуры

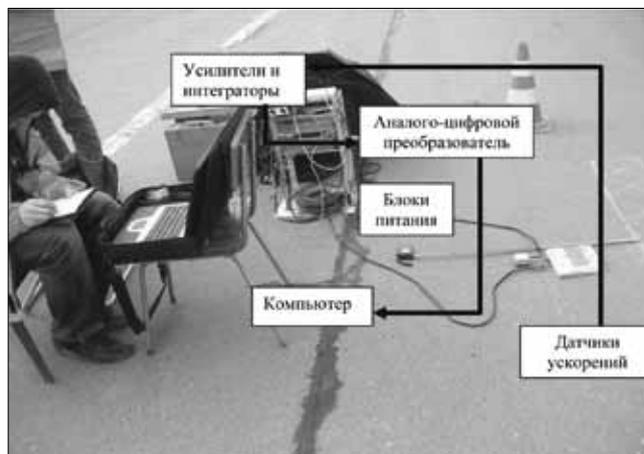


Рис. 2. Комплект оборудования



Рис. 3. Рабочий момент эксперимента

дорожная конструкция – транспортное средство, воспроизводящее экспериментальные данные на математической модели.

Далее приведено описание проведенного эксперимента. Основной результат работы – ключевые проблемы намеченного исследования получили практическое решение и позволяют поставить задачи широких экспериментальных исследований в намеченной области.

Основная цель эксперимента состояла в изучении процессов, происходящих в жесткой дорожной одежде с асфальтобетонным покрытием при воздействии движущегося транспортного средства. Главное явление – деформация дорожной конструкции. Исследования проводились на покрытии дорожной одежды. Исходя из этих целей была подготовлена подвижная лаборатория для проведения эксперимента непосредственно в реальной дорожной обстановке на действующей автомобильной дороге.

Подвижная лаборатория включала мобильный комплекс контрольно-измерительной и регистрирующей аппаратуры для записи перемещений дорожной поверхности. Принципиальная схема мобильного комплекса приведена на рис. 1. Комплекс в развернутом для проведения эксперимента виде показан на рис. 2.

При подготовке эксперимента на поверхности дороги закреплялись два высокочувствительных датчика ускорений (акселерометры АТ1104).

В соответствии с принципиальной схемой сигналы датчиков после усиления проходили через интеграторы собранные на основе операционных усилителей аналого-вычислительного комплекса АВК-2. Для использования в мобильной установке операционные усилители были модернизированы. После двойного интегрирования сигнал, соответствующий перемещениям точек поверхности дороги, поступал в аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Выходная оцифрованная информация поступала в компьютер и обрабатывалась специальной программой PowerGraf, адаптированной для данного АЦП. Дальнейшая обработка полученной информации проходила в стационарной лаборатории.

В процессе эксперимента автомобиль проезжал с заданным скоростным режимом около датчиков по предварительно размеченной колее. Рабочие моменты проведения эксперимента показаны на рис. 3.

Результаты эксперимента показали зависимость прогиба конструкции от времени воздействия. При этом, обладая точной информацией о весе (распределении нагрузки по осям) и скорости движения транспортного средства, стало возможным построение адекватной модели напряженно-деформированного состояния конструкции жесткой дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием. Наличие нескольких датчиков на разном удалении от места приложения нагрузки сделало возможным получение реальной картины деформации

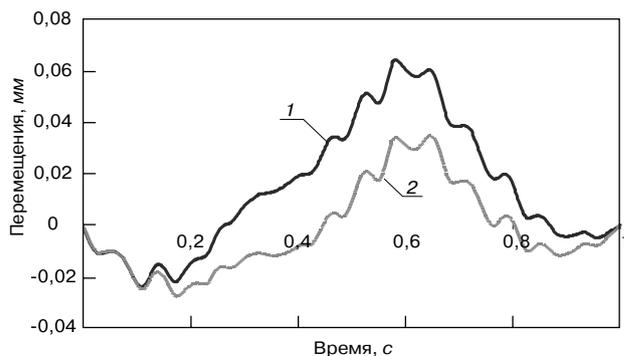


Рис. 4. Зависимость прогиба от времени воздействия

покрытия и установления истинных значений и конфигурации чаши прогиба.

Деформация (прогиб) конструкции в первом приближении напоминает синусоиду (рис. 4). Разнонаправленными знаками зафиксированы сжатие и растяжение конструкции под воздействием нагрузки. При этом время полного цикла деформации составляет порядка 1 с.

Необходимо отметить, что на датчике, расположенном в непосредственной близости от пятна контакта, величина деформации больше, чем на удаленных датчиках. Эти данные подтверждают классическую теорию о геометрических параметрах чаши прогиба. Однако в данном эксперименте ее форма и изменение параметров во времени приводятся в зависимости от реального транспортного потока.

Выявленное перемещение до 0,1 мм под воздействием динамической колесной нагрузки (автомобиль типа ЗИЛ-130) вызвано внутренней деформацией составляющих асфальтобетонный слой компонентов. Монолитная цементно-бетонная плита начинает прогибаться при гораздо более значимых нагрузках. Максимальный прогиб чаши прогиба жесткой дорожной одежды практически на порядок меньше, чем у нежесткой конструкции. При этом диаметр чаши прогиба жестких конструкций составляет 8–10 м, а в некоторых случаях при тяжелой нагрузке превышает данные значения.

В результате эксперимента подтвердилась высокая прочность и несущая способность жестких дорожных одежд. Устройство асфальтобетонных слоев на жестком основании значительно повышает транспортно-эксплуатационные качества покрытия.

Использование данных, полученных при проведении эксперимента, с последующей аналитической обработкой позволит совершенствовать методы расчета жесткой конструкции с внесением соответствующих изменений в нормативные документы.

Ключевые слова: асфальтобетон, цементобетон, прочность, чаша прогиба.

Список литературы

1. Глушков Г.И., Бабков В.Ф., Медников И.А. и др. Жесткие покрытия аэродромов и автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1987. 255 с.
2. Вопросы проектирования дорожных одежд со сборными и монолитными цементно-бетонными покрытиями. Труды СОЮЗДОРНИИ. М.: 1983. С. 65–72.
3. Кушинский В.А., Радьков Н.В., Игошин Д.Г., Сулимова А.Н. Рекомендации по устройству защитных слоев износа по мембранной технологии на автомобильных дорогах с жесткими дорожными одедами. Минск: НПО «Белавтодор-прогресс», 1999. 20 с.
4. Динамика системы: Дорога – Шина – Автомобиль – Водитель. / Под ред. А.А. Хачатурова М.: Машиностроение, 1976, 535 с.

УДК 624.042

И.И. ОВЧИННИКОВ, канд. техн. наук, Саратовский государственный технический университет; М.В. УДАЛОВ, инженер, Уральский государственный университет путей сообщения; В.А. ИЛЮШКИН, инженер, Саратовский государственный технический университет; Н.Н. БЕЛЯЕВ, канд. техн. наук, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Проблемы проектирования и расчета дорожных одежд на мостовых сооружениях с ортотропной плитой проезжей части

Конструктивные требования к дорожной одежде мостового сооружения формулируются так:

- обеспечение плавного и безопасного движения, выполнение защитных функций от атмосферных и других внешних воздействий;
- сохранение назначенных геометрических форм и размеров в течение всего срока службы моста;
- достаточная прочность и жесткость для восприятия всех видов нагрузок, максимально легкий вес;
- долговечность, равная сроку службы других элементов моста, легкая заменяемость во время ремонтов;
- экономичность.

В последнее время важное значение приобрела проблема устройства дорожной одежды (покрытия) по металлической ортотропной плите проезжей части мостов. Стремление снизить постоянную нагрузку и увеличить долговечность дорожных одежд на мостах привело к использованию в конструкции дорожной одежды мостовых сооружений материалов на основе полимербитумных вяжущих.

Под действием временной подвижной нагрузки элементы пролетного строения моста работают в основном на изгиб, при этом настильный лист ортотропной плиты вместе с дорожной одеждой находится в сложном, преимущественно плоском, напряженном состоянии.

Дорожная одежда на стальном ортотропном настиле мостового сооружения работает иначе, чем дорожная одежда на земляном полотне автомобильной дороги. Поскольку жесткость ортотропной плиты вдоль и поперек моста различна, в дорожной одежде при прохождении нагрузок по мосту возникают значительные деформации и напряжения. В таких условиях обычные типы дорожных одежд мостовых сооружений ненадежны и недолговечны.

Особенностью работы ортотропной плиты является то, что она работает на местное действие временной подвижной нагрузки и одновременно в составе пролетного строения на общее воздействие временных и постоянных нагрузок.

Анализ работы дорожных одежд на существующих металлических мостах с ортотропной плитой проезжей части свидетельствует о наличии существенных деформаций, связанных в большой степени с податливостью асфальтобетонного покрытия.

Отметим такие специфические условия работы дорожной одежды на мостах, как более интенсивное изменение температуры дорожной одежды, обусловленное большей обдуваемостью моста и тем, что дорожная одежда укладывается непосредственно на металлические или бетонные конструкции, более теплопроводные. Поэтому ввиду отсутствия демпфирующего эффекта земляного полотна температура слоев дорожной одежды на мостах тесно связана с температурой воздуха и изменяется вместе

с изменением последнего. Причем летом дорожная одежда на мостах может иметь температуру в два и более раза превышающую температуру воздуха.

Столь большое увеличение температуры дорожной одежды до 75–80°C происходит за счет малой величины альбедо (отражающей способности) асфальтобетонного покрытия и большой теплопроводности металлического листа настила моста. Кроме того, температурные воздействия могут быть неоднородными по ширине моста из-за его экспозиции по сторонам света. Например, левая сторона моста (металлической балки пролетного строения) через Кольский залив в Мурманске, ориентированная на юг, в летний период (с 12 до 13 ч) при температуре окружающей среды +20°C нагревалась до +80°C, правая северная сторона принимала температуру воздуха +20°C.

Возникающий температурный градиент величиной +60°C вызывал различное линейное расширение разных сторон моста. При этом подвижная опорная часть неразрезной системы моста южной экспозиции перемещалась на 20 см больше северной, что вызывало соответственно разное напряженно-деформированное состояние ортотропной плиты.

Кроме того, дорожная одежда мостового сооружения располагается на плите проезжей части, обычно изготовленной из материала с другими механическими свойствами. На работу дорожной одежды также влияет различие в коэффициентах температурного расширения материалов плиты проезжей части и дорожной одежды.

На основании вышеизложенного можно заключить, что повышение эксплуатационных свойств мостового полотна с ортотропной плитой проезжей части требует применения материалов и самой конструкции дорожной одежды, во многом отличающихся от конструкции и материалов для дорожной одежды на земляном полотне.

Следовательно, дорожную одежду на мостах следует проектировать с использованием других критериев, при этом на ее конструкцию накладывается дополнительное требование – уменьшение по мере возможности массы, чтобы уменьшить постоянную нагрузку от веса дорожной одежды на мост. Необходимо разработка рациональных конструкций дорожных одежд для мостовых сооружений, а также разработка методик их расчета с учетом совместной работы с металлической ортотропной плитой.

До настоящего времени при разработке проекта мостовых конструкций расчет дорожной одежды (мостового полотна) с учетом категории дороги, на которой находится мост, предполагаемой интенсивности движения по мосту и свойств применяемых материалов не производится. Категория дороги учитывается при назначении габаритов моста, числа и ширины полос проезжей части и полос безопасности. Толщина дорожной одежды мостового полотна назначается в предположе-

нии, что чем она больше, тем меньше вероятность появления трещин, хотя такая точка зрения давно отвергнута дорожниками.

При выборе асфальтобетона для дорожной одежды на ортотропной плите проезжей части следует учитывать важную роль упругопластических и реологических свойств асфальтобетона. К тому же к верхнему слою асфальтобетона предъявляются повышенные требования по водонепроницаемости и шероховатости. Нарращивание толщины дорожной одежды дополнительными слоями ведет к увеличению нагрузки на мост, поэтому верхний слой асфальтобетона должен сочетать в себе качества защитного слоя от внешней среды и слоя износа при минимально возможной толщине. Следовательно, для устройства верхнего слоя дорожной одежды на мостах должен использоваться специальный асфальтобетон. Кроме того, следует учитывать, что дорожная одежда на мостах работает в условиях динамического нагружения, возникающего от совместного воздействия движущегося транспорта и колебаний самого пролетного строения; динамическая нагрузка может изменяться в широких пределах, как в продольном, так и в поперечном направлении.

Для работы в таких условиях должно предусматриваться не более двух конструктивных слоев дорожной одежды, обладающих в нижней части наряду с высокими прочностными показателями достаточной гибкостью, обеспечиваемой оптимальным соотношением пластичности и эластичности материала. В большей степени этим условиям может отвечать литой асфальтобетон. Верхний слой должен иметь высокую упругую составляющую ($M_{\text{упр}}^B / M_{\text{упр}}^H \geq 2$) при большой пластичности и быть устойчивым к воздействию высокой и низкой температур, а также иметь отличную адгезию и хорошую когезию. Всем этим условиям соответствует щебеночно-мастичный асфальтобетон.

На ортотропных плитах сцепление слоев между собой должно обеспечивать, с одной стороны, отсутствие расслоения (отрыв одного слоя от другого), а с другой — самостоятельную работу конструктивного слоя с присущими ему положительными свойствами.

В последнее время намечается тенденция использования в мостостроении все более легких материалов, поэтому проблема снижения массы дорожной одежды (мостового полотна) становится все более актуальной. Ведь масса дорожной одежды на мостах при рекомендованной российскими нормами толщиной 70–110 мм становится сопоставимой с массой самой ортотропной плиты, что делает использование такой дорожной одежды невыгодным, особенно на мостах с большими пролетами.

Кроме того, российские нормативные документы не дают возможности проектировать всю систему дорожной одежды с гидроизоляцией, а обычно назначается один из ее вариантов, который рекомендуется независимо от действующих на дорожную одежду климатических, технологических и эксплуатационных факторов.

Поэтому необходимо разработать для дорожных одежд на мостах новые конструктивные решения, материалы, технологии и методики расчета и конструирования, рассматривающие мостовое полотно как единое целое.

Если дорожная одежда, устроенная на земляном полотне, прежде всего выполняет функции прочностного слоя, обеспечивающего восприятие нагрузки и передачу ее на менее прочные нижележащие слои основания, то в случае мостового сооружения прочность самого нижнего слоя — плиты (металлической ортотропной или железобетонной) самая большая, и она сама в состоянии воспринять действие нагрузки. Поэтому в мостовом сооружении основные функции дорожной одежды не прочностные, а обеспечение плавного и безопасного дорожного движе-

ния, выполнение защитных функций. Заметим, что при прочностном расчете плиты проезжей части и самого пролетного строения несущая способность дорожной одежды в расчет обычно не принимается и она рассматривается только как нагрузка. Следовательно, толщина дорожной одежды может и должна быть как можно меньше, чтобы уменьшить нагрузку на ортотропную плиту проезжей части, но вместе с тем должна быть обеспечена защита ортотропной плиты от внешних воздействий, плавность и безопасность дорожного движения.

Изгибные деформации дорожной одежды на ортотропной плите пролетного строения возникают не от действия нагрузки, как это бывает в дорожной одежде на земляном полотне, а за счет передачи деформации ортотропной плиты на дорожную одежду из-за сцепления и совместной работы слоев дорожной одежды между собой и с ортотропной плитой проезжей части. Поэтому при большой толщине дорожной одежды и лучшем сцеплении ее слоев между собой в фибровых волокнах дорожной одежды возникнут большие напряжения. При меньшей толщине дорожной одежды и, как это ни парадоксально, меньшем сцеплении ее слоев между собой, что обеспечивается мембраной из специально подготовленных полимербитумных мастик с широким диапазоном пластичности с температурой размягчения по КиШ +90°C и температурой хрупкости -50°C, напряжения в ее фибровых волокнах будут меньше, и работоспособность дорожной одежды будет выше.

В отличие от исследований особенностей работы дорожной одежды на земляном полотне достаточно полных теоретических и экспериментальных исследований особенностей работы дорожной одежды на ортотропной плите проезжей части мостового сооружения не проводилось, потому вышеприведенные соображения недостаточно известны и только в последнее время начинают привлекать внимание.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что современная тенденция при проектировании и устройстве дорожных одежд на ортотропных плитах проезжей части мостовых сооружений сводится к уменьшению толщины дорожной одежды, ибо это улучшает режим ее работы. Для более детального изучения особенностей работы дорожных одежд меньшей толщины на ортотропных плитах проезжей части мостовых сооружений необходима организация теоретических и экспериментальных исследований.

Ключевые слова: проектирование дорожных одежд, дорожные одежды на мостах, расчет многослойных конструкций, ортотропная плита, литой асфальтобетон.

Список литературы

1. Макаров В.Н., Распоров О.Н., Овчинников И.Г., Шербаков А.Г. Во что одеть мосты? // Дороги России XXI века. 2002. № 5. С. 68–79.
2. Овчинников И.Г., Распоров О.Н., Макаров В.Н., Мононов Б.Н., Иванов О.К. Опыт эксплуатации дорожного покрытия из литого асфальта на мостовых сооружениях // Транспортное строительство. 2004. № 12. С. 15–17.
3. Овчинников И.Г., Шербаков А.Г., Овчинников И.И. Расчетная оценка напряженно-деформированного состояния многослойных конструкций применительно к дорожным покрытиям на мостовых сооружениях: Сб. докл., посвященных 100-летию со дня рождения В.З. Власова и 85-летию кафедры «Строительная механика». М.: МГАСУ, 2006. С. 135–140.
4. Овчинников И.Г., Илюшкин В.А., Удалов М.В. Анализ моделей и методов расчета конструкций дорожных одежд на мостовых сооружениях // Вестник ВолгГАСУ. 2008. Вып. 12(31). С. 43–50.



«БЕЛЭКСПОЦЕНТР» БЕЛГОРОДСКОЙ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПАЛАТЫ



**16 - 18
марта 2011**

*XV межрегиональная
специализированная
выставка*



БЕЛЭКСПОСТРОЙ

Т./ф.: (4722) 58-29-51, 58-29-66, 58-29-68, 58-29-41

E-mail: belexpo@mail.ru; www.belexpocentr.ru; г. Белгород, ул. Победы, 147а

16-19 МАРТА
Ростов-на-Дону

ВЫСТАВКА

СТИМЭКСПО

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

ПОДДЕРЖКА: КОМИТЕТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ДУМЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЗЕМЕЛЬНЫМ ОТНОШЕНИЯМ; МИНИСТЕРСТВО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ, АРХИТЕКТУРЫ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА РО; МИНИСТЕРСТВО ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РО; ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОРГАН СИСТЕМЫ «РОСЖИЛКОММУНСЕРТИФИКАЦИЯ»; АССОЦИАЦИЯ «НЕДРА»; АССОЦИАЦИЯ «СОЮЗ КОММУНАЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ»; АССОЦИАЦИЯ «СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ»; РОСТОВСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СОЮЗА АРХИТЕКТОРОВ РОССИИ; СОЮЗ СТРОИТЕЛЕЙ ЮФО; АССОЦИАЦИЯ СТРОИТЕЛЕЙ ДОНА; РОСТОВСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ТСЖ; ДЕПАРТАМЕНТ ЖХХ И ЭНЕРГЕТИКИ Г. РОСТОВА-НА-ДОНУ; ТПП РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ВЕРТОЛ
EXPO

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ
СПОНСОР: **Судейск**
russia gazeta

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ
ПАРТНЕР: **BLIZKO**

ПОЧЕТНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР: **Mediav.ru**

РЕГИОНАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОНСОР: **СТРОИТЕЛЬСТВО**

ПР. М. НАГИБИНА, 30. Тел. (863) 268-77-68
VOLODKO@VERTOLEXPO.RU; WWW.VERTOLEXPO.RU

**СТРОИТЕЛЬСТВО.
АРХИТЕКТУРА**

ВОДА. ТЕПЛО

ГОРОД-ЖХХ



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

КЕРАМТЕХ

1-3 июня 2011 г.
РОССИЯ, ЯРОСЛАВЛЬ
ГКВК «СТАРЫЙ ГОРОД»

NEW

**I специализированная тематическая выставка
«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КЕРАМИКЕ»**



**ПОСЕЩЕНИЕ ПЕРЕДОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ РОССИИ –
ЗАО «НОРСКИЙ КЕРАМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

Спонсоры конференции:



Кирпичное объединение «Победа ЛСР»



Норский керамический завод

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

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

LINGL: сокращение расходов благодаря анализу производственных процессов

Крупнейший производитель машин и оборудования для керамической промышленности фирма LINGL, предлагая свои услуги, выделяет три центральных компонента для оптимизации процесса производства и функционирования оборудования: **1. Анализ сырьевых материалов. 2. Анализ процесса работы сушилки. 3. Анализ процесса работы печи.**

Проведение анализа процесса производства продукции является важной предпосылкой оптимизации функционирования комплектной линии и ведет к усовершенствованию качественных и количественных показателей, а также к сокращению расхода энергии и сокращению выбросов, в особенности при осуществлении модернизации оборудования.



Устройство контроля предела прочности на изгиб, при сжатии и растяжении



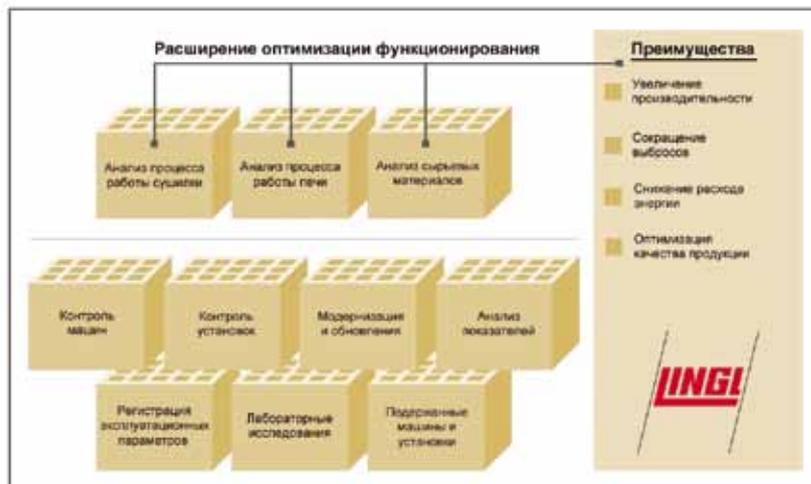
Экспериментальная сушилка



Экспериментальная печь с газовым отоплением



Климатическая камера



Анализ сырьевых материалов

Фирма LINGL предлагает своим клиентам развернутый анализ сырьевых материалов. Используя современнейшее лабораторное оборудование и приборы, специалисты проводят испытания в следующих областях:

- Количественный анализ минерального состава.
- Ситовой и седиментационный анализ.
- Химический анализ и определение содержания неорганического и органического углерода, общего содержания серы и содержания сульфидной серы, хлоридов и фторидов.
- Элементарный анализ добавок: поризующих шлаков и углеродсодержащих примесей.
- Термические исследования (параллельный термоанализ, дилатометрический метод, лабораторная сушка, обжиг в градиентной печи).

Исследование сырьевых материалов является непременным условием для оптимального расчета параметров новых агрегатов, а также для проведения анализа процесса работы сушилки и печи, поскольку свойства отдельных составляющих в существенной степени определяют качество продукта. Если какой-то из сырьевых материалов оказывается непригодным, это может иметь серьезные последствия уже при проведении сушки экспресс-методом или при быстром обжиге. По результатам проведенных исследований заказчик получает содержательный отчет, по основным параметрам:

- прочность на излом и чувствительность при сушке;
- опасность возникновения трещин при сушке и обжиге;
- причины возникновения брака;
- оптимальная температура обжига;
- пригодность сырьевых материалов для производства различной продукции.
- коррозионный потенциал сырьевого материала и ожидаемые выбросы в процессе обжига;
- теплосодержание сырьевого материала для расчета энергетического баланса печей.

На основании полученных результатов даются рекомендации по составлению сырьевой смеси, используя которую заказчик сможет добиться оптимальной работы технологической линии с учетом всех своих запросов и требований. Рекомендации относительно необходимого состава добавок, отощающих средств и привозной глины позволят не только добиться улучшения качества продукции, но и сделать детальные выводы об ожидаемых выбросах и возможности сокращения расхода энергии.

Для проведения керамотехнологических испытаний в лаборатории фирмы LINGL имеются лабораторный вакуумный пресс, просеивающая машина, седиграф, прибор для параллельного термоанализа, дилатометр, климатическая камера, сушилка, муфельная и градиентная печи, а также динамометр. Абсолютным новшеством является шлифовальная аппаратура Entwicklung, разработанная фирмой LINGL, с помощью которой дается оценка шлифуемости стенового кирпича. Также фирма LINGL разработала собственную технологию осуществления замеров. Располагая такой технологией в совокупности с базой данных, основанных на обширном опыте многочисленных проектов фирмы LINGL, специалисты компании располагают ни с чем не сравнимыми секретами технологии производства, что позволяет им делать обоснованные выводы о шлифуемости стенового кирпича.

Консультации по экономии энергии и сокращению выбросов посредством анализа технологического процесса

Термические процессы печи и сушилки являются решающими факторами при эксплуатации производственной установки. Бережное расходование ресурсов, экологичность и сокращение выбросов CO₂ – это важное преимущество в конкурентной борьбе, особенно при производстве керамических изделий.

С помощью анализа термических процессов сушилок и печей фирма LINGL выявляет потенциал, реализация которого возможна в ходе мероприятий по модернизации. При этом важную и существенную роль в снижении производственных расходов играют экономия энергии и сокращение выбросов CO₂. Результаты анализа и расчетов объединяются в протокол измерений и содержат отчеты и рекомендации по следующим основным моментам:

- свойства и пригодность сырьевого материала;
- используемые в настоящее время технологии сушки и обжига;
- фактическое состояние сушилок и печей и пределы их производительности;
- энергетический баланс и возможность экономии энергии;
- достижение ожидаемых показателей производительности после модернизации /переналадки;
- ожидаемые выбросы для минимальных требований к системе очистки дымовых газов.

Наряду с анализом технологического процесса проводится также профессиональное консультирование на заводе заказчика. Заказчик получает протокол измерений по проведенному анализу с индивидуальными расчетами модели, результатами и графиками. Обширные исследования объединяются в информативную картину, которая служит для заказчика важнейшим инструментом при осуществлении мероприятий по модернизации. Анализ, проводимый фирмой LINGL, выходит далеко за пределы одной лишь оценки возможности работы предприятия. Для получения полной картины исследований работы сушилки и печи также даются рекомендации по усовершенствованию функционирования технологической линии. Учитывая предшествующие технологии сушки и обжига, эксперты дают оценку всех значимых факторов и рассчитывают детальный энергетический баланс. На основании индивидуально составленных расчетов модели даются рекомендации по оптимизации всех процессов. Прогнозы относительно повышения производительности, сокращения расхода энергии и выбросов, а также улучшения качества продукции являются предельно точными, благодаря постоянному ведению собственной сравнительной базы данных.

Монтаж новых установок осуществляется с учетом требований Директивы экологического дизайна 2005/32/EC. Для этого фирмой LINGL разрабатываются специальные решения экономии энергии исходя из месторасположения производства.



Подача материала – поступление образцов



Лабораторные образцы



Градиентная печь с общей регистрацией температуры



Микроскопическое исследование

LINGL

По всем вопросам можно обращаться:

Hans-Lingl Anlagenbau
und Verfahrenstechnik GmbH & Co.KG
Нордштрассе, 2
86370 Крумбах, Германия
Регина Фогт
Telefon: +49 (0) 82 82 825-332
Fax: +49 (0) 82 82 825-325
Mail: r.vogt@lingl.com

Офис в г. Веймар
Hans-Lingl Anlagenbau und Verfahrenstechnik GmbH & Co.KG
Томас-Мюнтцер-Штрассе, 7
99423 Веймар

Регина Фогт
Руководитель группы
Разработка технологии и анализ
процесса / экспериментальный цех
Tel.: +49 (0) 3643 49 90 30
Fax: +49 (0) 3643 49 48 98

Кристиан Зифке
Анализ процесса сушилки /
печи, пуск в эксплуатацию
Tel.: +49 (0) 3643 49 48 30
Fax: +49 (0) 3643 49 48 98
Mail: c.siefke@lingl.com



CERAMICS CHINA 2011

Guangzhou Pazhou
May • 2011

www.ceramicschina.net

CCPIT Building Materials Sub-council

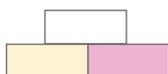
Phone: 86-10-88375093 Fax: 86-10-68362773

E-mail: info@ceramicschina.net mark@ccpitbm.org

Official Magazine: Asian Ceramics



СИЛИКАТэкс



СИЛИКАТэкс-2010

20-21 октября 2010 г. в Тамбове состоялась IV научно-практическая конференция «Развитие производства силикатного кирпича в России СИЛИКАТэкс», организованная редакцией научно-технического и производственного журнала «Строительные материалы»®. В ее работе приняло участие более 100 руководителей и специалистов, представлявших заводы по производству силикатного кирпича, машиностроительные компании, поставщики сырьевых материалов, консалтинговые и торговые организации из 25 регионов России, а также из Украины, Белоруссии и Германии.

Силикатный кирпич, как надежный, экологичный, проверенный временем и в то же время недорогой строительный материал, применяется в строительстве давно. Силикатные изделия (пустотные и полнотелые стеновые блоки, межкомнатные и межквартирные перегородочные блоки и др.) только начинают входить в практику российского строительства. Их внедрение, прежде всего, зависит от уровня техники и технологии заводов силикатного кирпича. Эта тема и была главной в работе конференции.

Участников СИЛИКАТэкса приветствовал заместитель главы администрации Тамбовской области Н.В. Коновалов, который подчеркнул, что силикатный кирпич занимает значительные позиции в общем объеме выпуска стеновых материалов области.

С оборудованием генерального спонсора – компании *Masa-Henke Maschinenfabrik GmbH* – участники знакомы по докладам на предыдущих конференциях проекта СИЛИКАТэкс. С развернутым докладом о возможностях оборудования для силикатных заводов выступил глава представительства в СНГ и Балтии компании *Masa-Henke Maschinenfabrik GmbH* **А.К. ИВАНОВ**.

Производственную программу компании *Lasco Umformtechnik GmbH* в сфере оборудования для заводов представил технический специалист компании **В. ФЕРСТЕР** и руководитель направления представительства в России **П.П. ПИРОГОВ**.

Впервые в работе конференции принял участие генеральный директор ООО «Инвест-технология» (Челябинск) **И.А. ГАЛЕЕВ**, который рассказал о серии новых российских прессов ВИКИНГ усилием 710-1180 т одностороннего и двустороннего прессования. В конструкции прессов учтены многие особенности функционирования гидравлических прессов. Первый пресс ВИКИНГ в настоящее время работает на ООО «Казанский завод силикатных стеновых материалов».

Как известно, успех производства силикатного кирпича зависит не только от пресса. Немалую роль здесь играет дозирование компонентов и качество перемешивания сырья. Компания «Агрэоскорт» (Санкт-Петербург), основанная в 1991 г., известна как разработчик и производитель весовых ленточных дозаторов и весов непрерывного действия. Об опыте применения оборудования компании на заводах силикатного кирпича рассказал генеральный директор ЗАО «Агрэоскорт» **Б.И. ПИСЬМАН**.

Перемешиванию сырьевых материалов посвятил свой доклад представитель компании *Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG* **М. ВАЛТЕР**. Смесители EIRICH отличаются оптимальным соотношением качества смешивания, расхода энергии и безремонтного периода эксплуатации оборудования.

Доклад доцента Казанского государственного архитектурно-строительного университета **Г.В. КУЗНЕЦОВОЙ** касался очень важной для технологов темы – оптимизации расчетов составов известково-песчаной смеси для формования силикатного кирпича. Предложена методика расчета количества известково-кремнеземистого вяжущего на 1 кг формовочной смеси в зависимости от активности вяжущего.

Гидрофобизация силикатного кирпича еще на этапе его производства может существенно улучшить многие эксплуатационные характеристики кладки из силикатного кирпича. Заместитель генерального директора НПФ «Техносилоксаны»



Участников конференции приветствовал заместитель главы администрации Тамбовской области Н.В. Коновалов



Технические инновации, примененные в прессах фирмы *Masa-Henke Maschinenfabrik GmbH*, позволяют производить продукцию очень высокого качества. Глава представительства компании в России и странах СНГ А.К. Иванов



Генеральный директор ООО «Спектра Интерпак» (Москва) В.В. Юрченко представил возможности автоматизации упаковки силикатного кирпича



М.В. Шилова, заместитель генерального директора ООО «НПФ Техносилоксаны» (Москва) показала механизм действия силиконовых гидрофобизаторов



Директор ЧП «Техноцукор» (Украина) Н.И. Чуловский показал возможность модернизации печей обжига и котельных предприятий для снижения расхода энергоресурсов



Генеральный директор ООО «Жилищная инициатива-5» П.И. Горбунов (слева) ознакомил специалистов с технологической линией производства силикатного кирпича и не оставил без ответа ни один вопрос специалистов. Справа: заместитель технического директора ООО «Инвест-силикат-стройсервис» (Тюмень) Е.В. Некрасова



И все-таки фотосъемка – лучший аргумент для коллег. Заместитель генерального директора ОАО «Силикатстром» (Калининград) П.С. Семеновых



Конференция – лучшее место знакомства специалистов. Технический директор ОАО «Костромской завод силикатного кирпича» Е.А. Смирнов (слева); генеральный директор ООО «Инвест-технология» И.А. Галеев



С докладом о модернизации и техническом перевооружении компании «Жилищная инициатива-5» выступила главный технолог Н.С. Левина



О возможностях выбора поставщика высокоизносостойких гластин в условиях кризиса рассказал заместитель генерального директора компании «ВИЗО» А.В. Вишненков



Зам. генерального директора по PR группы компаний «АЛФИ» А.В. Чернов рассказал об основных направлениях развития Клинцовского силикатного завода (Брянская обл.)

М.В. ШИЛОВА предложила применять кремнийорганические (силиконовые) гидрофобизаторы. В докладе был представлен механизм их действия и показаны возможности гидрофобизаторов марки «Тесил».

Современное строительство предполагает применение качественных материалов, которые доставляются и хранятся на строительных объектах цивилизованными способами. Производители других штучных стеновых материалов (керамического кирпича, керамзитобетонных блоков и др.) уже в основном перешли с отрубки изделий навалом к укладке на паллеты и упаковку их в пленку. Потребители силикатного кирпича в наше время также желают получить красивый силикатный кирпич в современной упаковке. В технологии производства силикатных материалов есть определенные сложности, не позволяющие легко внедрить упаковочную линию. Однако компания «Спекта Интерпак» имеет опыт устройства участка упаковки на заводах силикатного кирпича. Этому проекту было посвящено выступление генерального директора компании **В.В. ЮРЧЕНКО**.

В программе конференции состоялась экскурсия на ООО «Жилищная инициатива-5». Предприятие является одним из старейших и крупнейших предприятий строительной индустрии Тамбовской области. Здесь производятся железобетонные изделия и детали, как по типовым проектам, так и по чертежам заказчика, товарный бетон с различными свойствами, строительный раствор, арматурные изделия и закладные детали любой сложности; выпускается силикатный кирпич рядовой и лицевой различных цветов.

В структуру предприятия входят два формовочных цеха, два полигона для производства железобетонных и бетонных изделий, цех по производству силикатного кирпича, арматурный, бетоносмесительный цеха, участок новой техники, транспортный цех.

Производство бетонных изделий осуществляется по агрегатно-поточной технологии, которая характеризуется расчленением техпроцесса на отдельные операции, наличием свободного ритма в потоке, перемещением изделия от поста к посту с производственным интервалом, зависящим от длительности операции на данном рабочем месте. Межоперационные перемещения изделий осуществляются подъемно-транспортными средствами. Для ТВО применяются пропарочные камеры ямного типа более экономичные по потреблению энергоресурсов.

Применяемая технология отличается высоким уровнем автоматизации и механизации техпроцессов, в частности используется система адресной подачи бетонной смеси, что позволяет своевременно и точно доставить смесь от места приготовления к выгрузке в формовочный агрегат.

В производстве бетонных и растворных смесей активно применяются современные добавки, способствующие получению продукции продолжительной жизнеспособности, высоких марок и особых свойств.

Завод имеет разветвленную систему подъездных путей и складское хозяйство, что позволяет производить бесперебойно массовую отгрузку железобетонных изделий и кирпича.

В структуру цеха по производству силикатного кирпича входят: склад извести, склад песка, подготовительное отделение (дробильное, мельничное отделения, дозирование и силосное отделение), прессовочное, автоклавное и склад готовой продукции.

Для того, чтобы добиться высокого качества продукции используется смесь песков нескольких местных карьеров и известь различных производителей, подбираемая по качественным показателям. Местные пески относятся к классу мелких, поэтому возникают определенные сложности по подбору модуля крупности, соответствующего технологии силикатных изделий.

Известь поставляется железнодорожным транспортом из г. Ельца Липецкой области и с. Копанице Воронежской области. За счет смешивания меловой Копаниценской и Елецкой извести достигается чистота цвета изделий при сохранении качественных показателей кирпича.

На заводе используется линия совместного помола извести и песка, что повышает качество исходной сырьевой массы. Со склада известь, прошедшая через щековую дробилку, и песок поступают на совместный помол в шаровые мельницы. Далее через

дозировочное отделение (объемное дозирование) масса в определенном соотношении через цепь смесителей поступает в силоса, где происходит ее гашение.

На каждом этапе осуществляется контроль за активностью и влажностью массы.

После 2 ч гашения доувлажненная масса поступает в приемные бункеры прессов.

Для производства цветного кирпича применяются железокислые красители, которые шнеком поставляются в стержневой смеситель. Туда же поступает через ленточный конвейер и оставшаяся масса. Далее смесь поступает в прессовочное отделение.

В цеху установлено 6 прессов револьверного типа и новая линия Маза-Дорстенер немецкой компании *Masa-Henke Maschinenfabrik GmbH*. Производительность немецкого пресса – 3,3 тыс. шт. кирпича в час при количестве обслуживающего персонала 2 человека. Отформованный кирпич транспортируется в автоклавы. В настоящее время в цеху имеется 12 автоклавов вместимостью 14 вагонеток по 667 шт. кирпича каждая.

Режим автоклавной обработки частично автоматизирован, что наиболее важно для технологии производства цветного лицевого кирпича. В ближайшем будущем планируется довести число автоклавов до 15 и полностью автоматизировать работу остальных.

В настоящее время в цеху силикатного кирпича производится: кирпич одинарный полнотелый, полуторный полнотелый, полуторный с 11-ю пустотами; камни стеновые пустотелые; освоен выпуск цветного кирпича. Возможно индивидуальное согласование оттенков и насыщенности цвета. Изделия характеризуются марками по прочности 125, 150, 200; по морозостойкости 25–35. Лицевой кирпич, выпускаемый на немецком оборудовании, имеет идеальную форму и строгие геометрические размеры.

На предприятии внедрена укладка кирпича на деревянные поддоны и упаковка в пленку с обвязкой полимерной лентой.

Конкурентоспособность предприятия обусловлена строгим подходом к качеству выпускаемых изделий. Вся продукция проходит контроль ОТК, соответствует требованиям действующих ГОСТов РФ. На продукцию выдаются паспорта качества, кирпич прошел добровольную сертификацию. Ежегодно лаборатория проводит сертификацию средств измерений и испытательного оборудования.

Диалог руководителей, специалистов возобновленный после многолетнего перерыва на конференции СИЛИКАТэкс, привел к необходимости объединения предприятий подотрасли. Основным инициатором создания некоммерческого объединения силикатчиков стал директор ООО «Силикатстрой» (Нижегородская обл.) Н.В. Сомов. Его поддержали руководители многих заводов из различных регионов России. Поэтому в рамках проекта СИЛИКАТэкс состоялось учредительное собрание некоммерческого партнерства «Ассоциация производителей силикатных изделий». На первом заседании поступило 19 заявлений в партнерство. В настоящее время некоммерческое партнерство «Ассоциация производителей силикатных изделий» проходит этап юридического оформления.

За время работы научно-практической конференции «Развитие производства силикатного кирпича в России СИЛИКАТэкс» специалисты смогли обсудить многие наиболее важные вопросы, обсудить доклады с коллегами, получить консультации специалистов, обменяться мнениями.

Пятая международная научно-практическая конференция СИЛИКАТэкс-2011 состоится 12–13 октября в Тюмени.

До новых встреч, друзья!



От проницательного взгляда специалистов не укроется ни одна деталь технологии. Даже, если она скрыта за сетчатым ограждением. Слева: О.Ю. Королев, генеральный директор ОАО «Ярославский завод силикатного кирпича»; справа: А.О. Кошевой, генеральный директор ОАО «Яснополянский строительные материалы» (Пензенская обл.)



Обменяться мнениями о качестве кирпича и технологиях его получения можно было на открытом складе готовой продукции. Справа: технический специалист компании Lasco Umformtechnik GmbH В. Ферстер; слева: руководитель направления представительства компании в России П.П. Пирогов



По традиции – общая фотография участников конференции на заводе.



25 февраля 2011 г. исполняется 80 лет **Альберту Васильевичу Монастыреву**, кандидату технических наук, одному из ведущих специалистов в области производства извести.

А.В. Монастырев родился в 1931 г. в г. Майкопе Краснодарского края. В 1956 г. — закончил Московский энергетический институт по специальности инженер-теплотехник, в 1961 г. — с отличием Всесоюзный заочный энергетический институт (Москва) по специализации «Авторегулирование тепловых процессов». Трудовая биография юбиляра началась на Запорожском огнеупорном заводе, затем продолжилась на Запорожском титано-магниево-магнетитовом заводе и в Запорожском филиале института автоматики Госплана УССР.

В 1964 г. он успешно окончил аспирантуру Московского химико-технологического института и защитил диссертацию на степень кандидата технических наук. В 1964 г. стал заведующим лабораторией технологии извести и сектора печей во ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова, а с 1973 г. — во Всесоюзном (позднее Всероссийском) институте повышения квалификации руководящих работников и специалистов Госстроя РФ.

Практически вся профессиональная деятельность Альберта Васильевича связана с тепловыми процессами при производстве извести. Он руководил разработкой консольной

фурменной охлаждаемой воздухом горелки ГФИ для газифицированных шахтных печей. Ее внедрение на нескольких десятках шахтных печей дало большой экономический эффект. Например, внедрение горелки ГФИ на четырех шахтных печах только Волгоградского комбината строительных материалов привело к годовой экономии топлива на сумму более 200 тыс. USD. Также А.В. Монастырев занимался разработкой и внедрением в промышленность нового типа шахтной газифицированной печи, оснащенной горелками ГФИ, производительностью 50–200 т извести в сутки, использующей рециркуляцию отходящих печных газов.

Крупной научно-исследовательской работой юбиляра является эффективная короткая вращающаяся печь с шахтным подогревателем сырья и холодильником извести производительностью 300–500 т/сут.

В настоящее время А.В. Монастырев является членом некоммерческого партнерства производителей извести, и основная сфера его научных интересов сосредоточена на дальнейших разработках и внедрении коротких вращающихся печей для производства высококачественной извести.

За время работы юбиляром получено двенадцать авторских свидетельств на изобретения, часть которых с большим экономическим эффектом внедрена в промышленность. Опубликовано более 90 научно-технических, учебных и учебно-методических работ, включая десять книг и учебников по оборудованию и производству строительных материалов. В 1971 г. издан учебник для подготовки рабочих на производстве «Производство извести» («Высшая школа»). По просьбе руководства «Стройиздата» написана и в 1972 г. издана книга для работников предприятий «Производство извести»; в 1979 г. издательством «Металлургия» выпущен справочник «Печи для производства извести»; в 1988 г. опубликован учебник для профессионального обучения рабочих на производстве «Гашение строительной извести» («Высшая школа»).

А.В. Монастырев является постоянным автором журнала «Строительные материалы»[®], участником проекта СИЛИКАТэкс.

Редакция, редакционный совет, коллеги поздравляют Альберта Васильевича с 80-летием и желают здоровья, творческих успехов, неиссякаемой энергии и успехов во всех начинаниях.

УДК 669.042

А.В. МОНАСТЫРЕВ, канд. техн. наук, ЗАО «Липецкметаллургпроект»

Современные печи для скоростного обжига мелких фракций карбонатных пород

В зоне обжига шахтных и вращающихся печей диссоциация известняка с образованием извести ($\text{CaO} + \text{MgO}$) происходит при температуре 1150–1350°C за 1,5–4 ч. В печах кипящего слоя время полной диссоциации известняка сокращается до 12–15 мин, в циклонных — до 1 с [1, 2]. Скорость нагрева некоторых видов известняка при обжиге в шахтной печи оказывает большое влияние на измельчение, вызывая его разрушение и даже превращение в пыль. Известняк с таким свойством не подлежит обжигу в шахтных печах. Поэтому существует определенная скорость нагрева и обжига карбонатного сырья для каждого месторождения, которую можно определить только экспериментально.

При обжиге доломитизированного известняка и доломита в шахтных и вращающихся печах образующиеся кристаллы MgO продолжительное время находятся при подъеме температуры, ускоряющей их рост и уплотнение, приводящей к рекристаллизации (пережогу) MgO . Применение извести, содержащей более 5% рекристал-

лизованного MgO , вызывает брак силикатного кирпича, плотного и ячеистого бетона во время их гидротермальной обработки [1, 3].

Для получения извести без пережога MgO температуру в зоне обжига шахтной или вращающейся печи необходимо поддерживать в пределах 950–980°C, что приводит к резкому снижению эффективности ее работы, поэтому применяется только в особых случаях [2].

При скоростном обжиге кальцита в печи кипящего слоя (КС) в интервале температуры 900–1000°C и времени 12–15 мин происходит рост первичных кристаллов CaO с упорядочением структуры и образованием кристаллов правильной формы размером 0,3–1 мкм с удельной поверхностью 5–3 м²/г, обладающих высокой химической активностью. Повышение температуры обжига с 1000 до 1400°C существенно ускоряет кристаллизацию CaO и формирует следующую структуру:

— появляется новая фаза CaO в виде субмикроскопических округлых зерен;

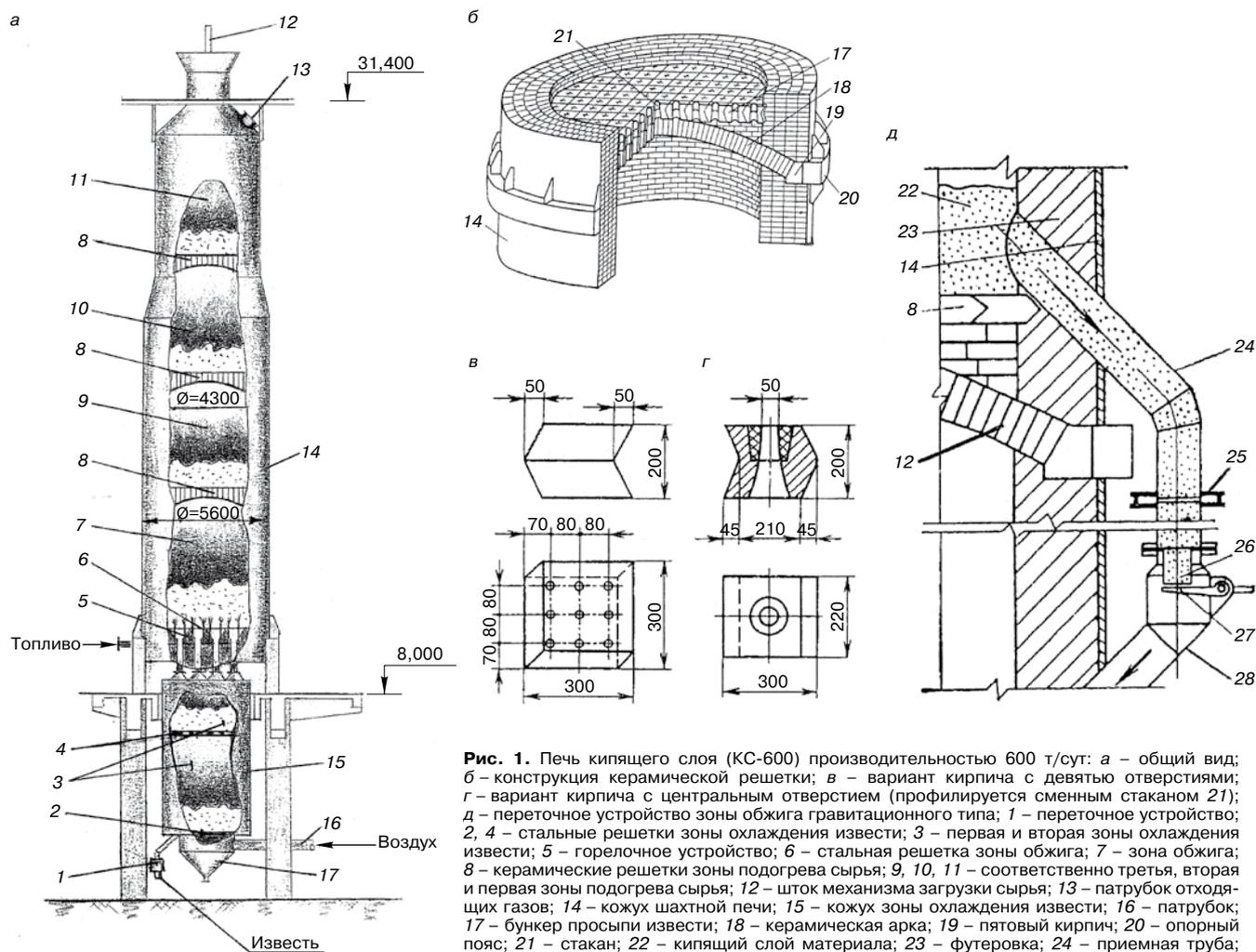


Рис. 1. Печь кипящего слоя (КС-600) производительностью 600 т/сут: а – общий вид; б – конструкция керамической решетки; в – вариант кирпича с девятью отверстиями; г – вариант кирпича с центральным отверстием (профилируется сменным стаканом 21); д – переточное устройство зоны обжига гравитационного типа; 1 – переточное устройство; 2, 4 – стальные решетки зоны охлаждения извести; 3 – первая и вторая зоны охлаждения извести; 5 – горелочное устройство; 6 – стальная решетка зоны обжига; 7 – зона обжига; 8 – керамические решетки зоны подогрева сырья; 9, 10, 11 – соответственно третья, вторая и первая зоны подогрева сырья; 12 – шток механизма загрузки сырья; 13 – патрубок отходящих газов; 14 – кожух шахтной печи; 15 – кожух зоны охлаждения извести; 16 – патрубок; 17 – бункер просыпи извести; 18 – керамическая арка; 19 – пятый кирпич; 20 – опорный пояс; 21 – стакан; 22 – кипящий слой материала; 23 – футеровка; 24 – приемная труба; 25 – компенсатор; 26 – сопло; 27 – клапан; 28 – сливная труба

– быстрый агрегативный рост кристаллов СаО до размеров 1–2 мкм путем одновременного и равномерного слияния первичных кристаллов по всей поверхности материала;

– на поверхности образуются концентрически овальные или полигональные выступы с последующим формированием их в виде кристаллов;

– собирательная рекристаллизация кристаллов СаО, т. е. преимущественный рост одних кристаллов за счет других (при температурах выше 1200°С).

Таким образом, изменяя температуру в зоне обжига печи КС, можно регулировать химическую активность извести, делая ее пригодной, например, для производства изделий из ячеистого бетона.

Наиболее интенсивно этот процесс происходит в печах циклонного типа. Так, скоростной нагрев частиц кальцитового известняка размером менее 0,5 мм за время менее 1 с показал, что при температуре обжига 1200°С размер кристаллов СаО составляет 0,5–1 мкм с удельной поверхностью 5–4 м²/г; при 1300°С образуются кристаллы СаО размером 1–2 мкм с удельной поверхностью 4–3,5 м²/г; при 1400°С размер кристаллов СаО достигает 3–4 мкм с удельной поверхностью около 2 м²/г.

Время и температура гидратации *кальцевой извести*, полученной обжигом известняка на стендовой циклонно-вихревой печи института ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова, изменялись с ростом температуры обжига [1]: при температуре 1300°С СаО_{акт} = 72,7% время гидратации τ_г = 8,5 мин, температура гидратации

t_г = 56°С; при 1400°С СаО_{акт} = 79%, τ_г = 13,5 мин, t_г = 57°С; при 1500°С СаО_{акт} = 88,9%, τ_г = 17,5 мин, t_г = 62°С.

Следовательно, обжиг чистого известняка в печах кипящего слоя при температуре 900–1400°С и циклонного типа при температуре 1300–1500°С позволяет получить активную известь без пережога, пригодную в производстве сухих строительных смесей (ССС), силикатного кирпича, изделий из плотного и ячеистого бетона.

Исследования скоростного обжига *доломита* в печах кипящего слоя и циклонного типа показали следующее [1, 2]. Диссоциация доломита Мелеховского месторождения фракции 3–10 мм в течение 15 мин при температуре 930–980°С в печи кипящего слоя позволяет получить известь, в которой оксид магния находится в активной форме и взаимодействует с водой полностью. Установлено, что в этом случае мягкообожженная известь представлена оксидами кальция и магния скрытокристаллической структуры в виде псевдоморфоз по кристаллам доломита. Максимальный размер отдельных кристаллов MgO 0,5 мкм. Скрытокристаллическое строение СаО и MgO обнаруживается по показателю преломления света, который при степени диссоциации доломита 97–98% составляет 1,7–1,73.

Обжигом доломита Мелеховского месторождения фракции 0–0,5 мм за время менее 1 с при температуре 1300–1500°С в печи с *циклонно-вихревым декарбонизатором* получена известь, представленная сферолитами, состоящими из *нерекристаллизованных* СаО и MgO.

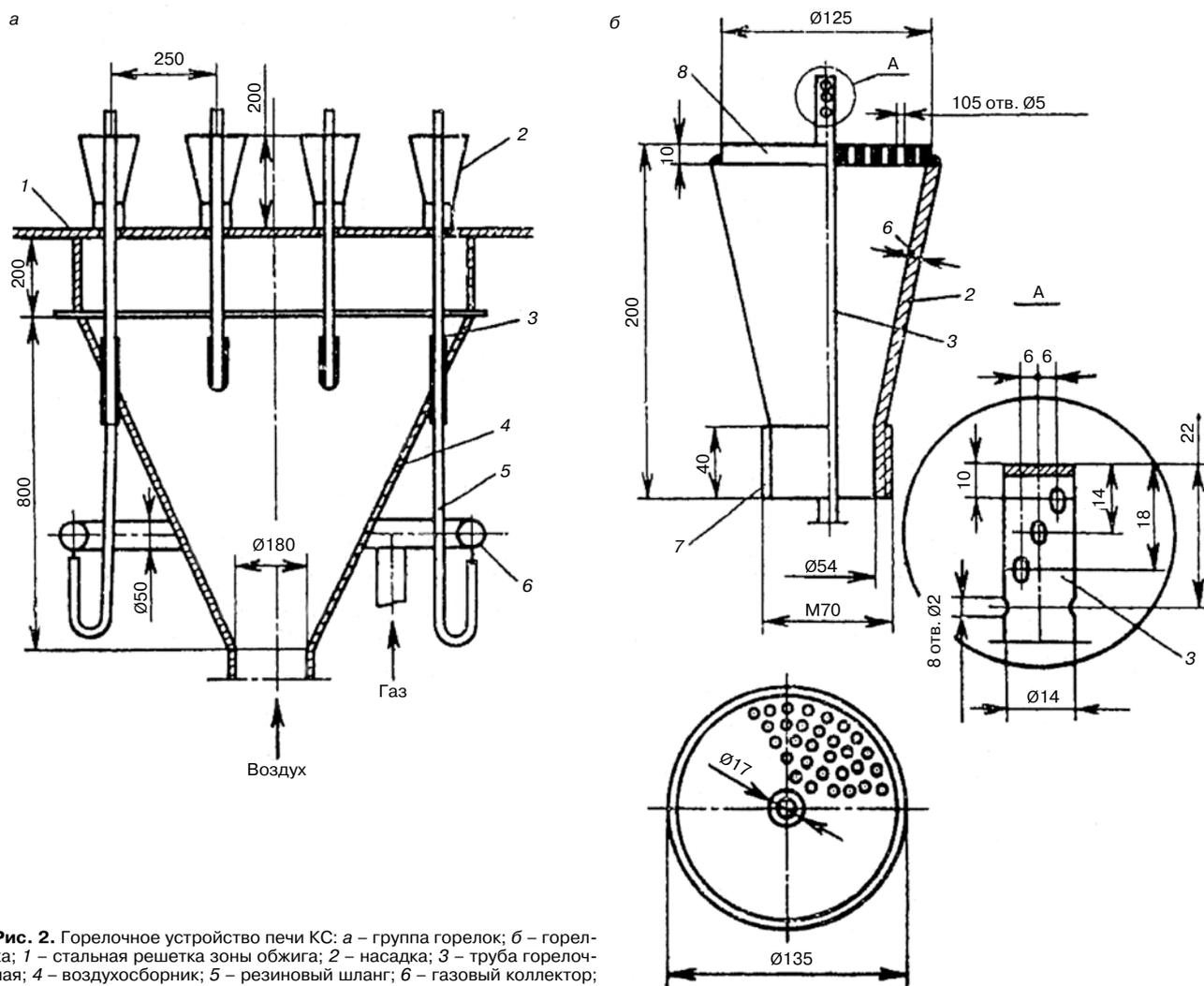


Рис. 2. Горелочное устройство печи КС: а – группа горелок; б – горелка; 1 – стальная решетка зоны обжига; 2 – насадка; 3 – труба горелочная; 4 – воздухооборник; 5 – резиновый шланг; 6 – газовый коллектор; 7 – основание насадки; 8 – решетка насадки

Показатели извести: при температуре обжига 1300°C $(CaO+MgO)_{акт} = 78\%$, $\tau_r = 14$ мин, $t_r = 47^\circ C$; при 1400°C $(CaO+MgO) = 83\%$, $\tau_r = 15$ мин, $t_r = 50^\circ C$; при 1500°C $(CaO+MgO)_{акт} = 86\%$, $\tau_r = 22$ мин, $t_r = 38^\circ C$.

Полученная на стендовой установке с циклонов-вихревым декарбонизатором высокомагнезильная известь выдержала испытания на неравномерность изменения объема как в естественных условиях, так и при автоклавной обработке. Рентгенограммы продукта гашения подтвердили полную гидратацию оксида магния [1].

Первая опытно-промышленная печь кипящего слоя была построена в 1963 г. на агломерационной фабрике Макеевского металлургического завода по проекту института ДонНИИчермет (Украина) [1]. За прошедшее время на металлургических заводах построено несколько печей КС конструкции ДонНИИчермет производительностью 300–1000 т/сут.

Преимущества печей КС перед шахтными печами состоят в более интенсивном теплообмене между печными газами и материалом, высоких съемах извести с поперечного сечения и объема шахты, получении высокоактивной и равномерно обожженной извести заданных свойств при умеренном расходе топлива на обжиг, эффективной автоматизации и компьютеризации процесса. Устройство, работа и технические характеристики печей КС приведены в литературе [1, 2, 3]. Преимущества этих печей особенно видны при реконструкции шахтных печей в печи КС. На рис. 1 и 2 при-

ведены общий вид и устройство узлов печи КС-600 по проекту ДонНИИчермет, полученной путем реконструкции типовой шахтной газифицированной печи производительностью 200 т/сут в печь КС производительностью 600 т/сут. Печь КС-600 рассчитана на обжиг флюсового известняка фракции 12–25 мм с выпуском быстрогасящейся извести с содержанием активных $CaO+MgO$ не менее 90% при удельном расходе условного топлива 170 кг.

Примером успешного применения газифицированной печи КС для выпуска извести высокого качества служит технологическая схема, разработанная и спроектированная МЧ НПП «Кальцит» (преемник ДонНИИчермета) и в 2001 г. внедренная на ОАО «Таганрогский металлургический завод» (рис. 3) [5].

Отходы известняка Жирновского месторождения (Ростовская обл.) фракции 3–12 мм доставляются на крытый склад железнодорожными вагонами и укладываются в штабель. Загруженное в приемный бункер грейферным краном сырье подается ленточным конвейером, оснащенным магнитным сепаратором, в бункер 3, который дозирует его в ковш 4 скипового подъемника. Сырье, поступившее в приемный бункер 8, дозируется весовым пластинчатым конвейером 9 в печь.

Печь КС-55 имеет четыре технологические зоны: две зоны подогрева сырья общей высотой 12 м, зону обжига с наружным диаметром кожуха 2,5 м и зону охлаждения извести, находящуюся в аппарате с усеченным конусом

Наименование	Печь КС-55 МЧ НПП «Кальцит»	Циклонная печь НМетАУ	Циклонная печь фирмы «F.L.Smidt»
Известняк фракции, мм	3–12	0–0,1	0–2
Химический состав, %			
CaCO ₃	93,99	96,2	97
MgCO ₃	1,88	1,3	1,2
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	4,13	2,5	1,8
Производительность по извести, т/сут	65	890	150
Вид топлива	Природный газ	Природный газ	Газ, мазут, пыль каменноугольная
Температура обжига, °С	950–980	1200	1200–1250
Качество извести:			
содержание активных СаО+MgO, %			
фракция 3–12 мм	92–96	–	–
фракция 0–1 мм	80	80	92
потери при прокаливании (ППП), %	1–2	2,21	1–2
время гашения, мин	1–5	до 1	Нет данных
Удельный расход условного топлива, кг	160	146,4	164,3
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч	45	35	20
Аэродинамическое сопротивление, кПа	6,5	6,15	Нет данных
Содержание пыли перед установкой газоочистки, г/м ³	620	67,5	Нет данных

диаметрами 2,5 м/1,5 м, высотой 1,5 м. Технологические зоны разделены газораспределительными решетками. Полезный объем печи 17 м³. Трубопроводы материала и газовые горелки изготовлены из стали Х18Н9Т.

Природный газ поступает от ГРП 6 по газопроводу 7 к розжиговой горелке типа ГНП-4, в которую воздух для горения газа подается вентилятором 1 типа ВР-6-13. По газопроводу 5 топливо для печи поступает к подовым горелкам. Воздух к ним подается под давлением 40–60 кПа воздуходувкой 2 типа ТВ-80-1,6.

Поступивший в зону подогрева 10 известняк нагревается газообразными продуктами обжига в кипящем слое до температуры 600°С, снижая их температуру до 380–400°С, и по переточному устройству 12 поступает в зону подогрева 11, где нагревается до температуры 800–820°С. В зоне 11 в известняке протекает реакция диссоциации MgCO₃ с образованием активного MgO и CO₂. Декарбонизация известняка в зоне обжига 13 почти полностью завершается в течение 12–15 мин при температуре газов 920–950°С, в связи с чем образовавшиеся оксиды MgO и CaO поступают в зону охлаждения по переточному устройству 12, оставаясь в активной форме. В зоне охлаждения температура извести снижается до 110°С, подогреть воздух до температуры 380–400°С.

Поступающие из зоны подогрева 11 при температуре около 400°С печные газы после разбавления воздухом до температуры 150°С проходят очистку от пыли сначала в циклонах 19 типа СДК-ЦН-33, затем в рукавном фильтре типа ФРКИ-800-1, после чего дымососом ДН-19 через трубу высотой 25 м выбрасываются в атмосферу.

Выходящая из зоны охлаждения 15 известь фракции 3–12 мм по переточному устройству 12 поступает на поворотный стол-весы 16, где загружается в самораскрывающиеся бады, которые с помощью электрической тали 18 устанавливаются на железнодорожной платформе 17.

Известь крупной фракции эффективно используется в технологии ковшовой обработки стали ОАО «Тагмет» в качестве шлакообразующего реагента. Пылевидная фракция извести (0–1 мм), уловленная в фильтрах, применяется при мартеновском способе выпуска стали. Окупаемость затрат по технологической линии с печью КС-55 на ОАО «Тагмет» составила 1,1 г.

Основные ТЭП работы печи КС-55 приведены в таблице.

В 1961–1963 гг. за рубежом появились проекты коротких вращающихся печей, оснащенных циклонными подогревателями сырья и подогревателями сырья падающего слоя (фракция 0–2,5 мм).

Первый циклон-декарбонизатор в составе подогревателя шихты для цементной вращающейся печи в 1963 г. запатентовала японская фирма «Нихон-Симент». Разработанный японской фирмой «Чичибу-Симент» вихревой декарбонизатор типа SF не имел локальных зон завышенной температуры и отличался равномерным распределением по рабочему пространству камеры высокой температуры обжига. Повышенный коэффициент теплопередачи от газов к частицам материала обеспечивал скоростной процесс диссоциации, в результате чего степень декарбонизации CaCO₃ достигала 90% [2].

Декарбонизатор сырья типа KSV фирмы «Кавасаки» (рис. 4) представляет собой вертикально расположенную цилиндрическую камеру с конической нижней частью, в которую через патрубки 1 вводится сырье, через форсунки 4 – топливо, а через узкую горловину со скоростью 15–30 м/с поступает поток 5 горячего вторичного воздуха. Закрученный в камере поток газозвеси выводится из нее через патрубки 2. В конической части камеры скорость воздуха резко падает, что приводит к его завихрению, создающему условия образования кипящего слоя. Группа патрубков 1, расположенных в нижней части камеры, обеспечивает максимальное насыщение кипящего слоя сырьевой мукой, поступающей из последней ступени подогрева материала в циклонном теплообменнике. При перегрузке кипящего слоя материалом частично декарбонизированное сырье поступает в цилиндрическую часть камеры и подхватывается вихревым потоком печных газов, тангенциально входящих в камеру через патрубок 3. Степень декарбонизации сырья в камере составляет 90%, термический КПД – 60%.

Циклонные печи для производства извести имеют ряд преимуществ перед короткими вращающимися печами с запечными подогревателями сырья циклонного типа и падающего слоя: отсутствие металлоемкого вращающегося оборудования; низкий расход топлива и высокий КПД установки (до 60%); высокий коэффициент использования во времени (95–96%).

Первая опытно-промышленная печная установка с циклонно-вихревым декарбонизатором разработана в институте ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова (Д.Я. Мазуров, Г.В. Захаров и др. Автор. свид. СССР № 192054, 1962 г.) и запущена в 1969 г. [1]. Установка включала декарбонизатор в виде цилиндра (D₀ = 1,1 м, L = 7,5 м), футерованного магнезито-хромитовым кирпичом, расположенного соосно корпусу подогревателя воздуха, змеевикового металлического подогревателя сырья и га-

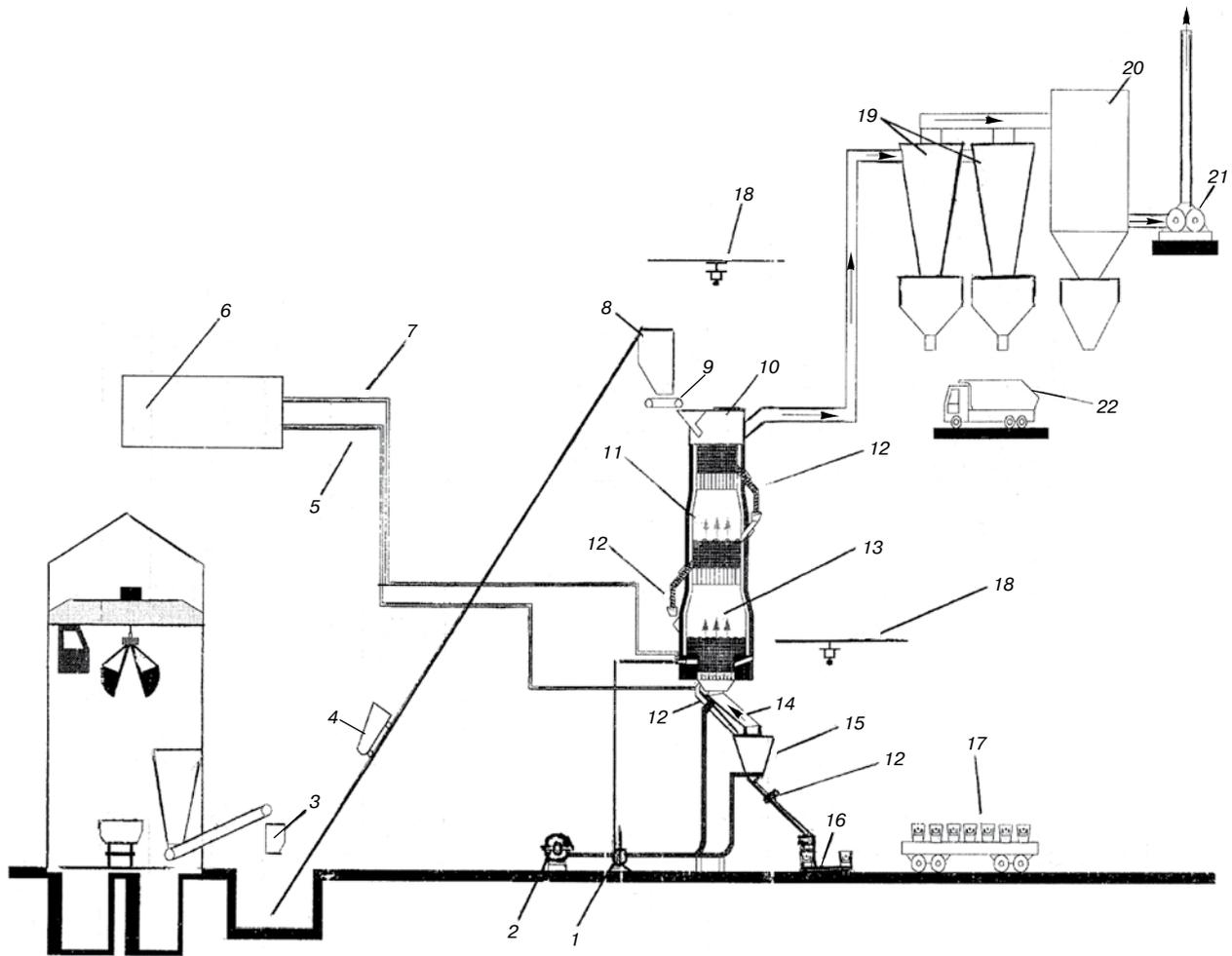


Рис. 3. Технологическая схема производства извести в печи КС-55: 1 – вентилятор розжиговой горелки; 2 – воздухоудвка; 3 – бункер известняка; 4 – ковш; 5, 7 – газопроводы соответственно к подовым и розжиговой горелкам; 6 – ГРП; 8 – бункер-весы; 9 – дозатор с пластинчатым конвейером; 10, 11 – соответственно первая и вторая зоны подогрева сырья; 12 – перегородочное устройство; 13 – зона обжига; 14 – труба подогретого воздуха; 15 – зона охлаждения извести; 16 – весы с поворотной платформой; 17 – железнодорожная платформа для отправки в бадах (мульдах) крупной фракции извести; 18 – таль электрическая; 19 – циклоны СДК-ЦН-33; 20 – рукавный фильтр ФРКИ-800-1; 21 – дымосос; 22 – автотранспорт для пылевидной фракции извести

зоочистных устройств. Жидкое топливо насосом подавалось в декарбонизатор в зоне ввода горячего воздуха. В зоне полного выгорания топлива в декарбонизатор вводилось сырье. Известняк фракции 0–2 мм пневмовинтовым насосом подавался на обжиг в декарбонизатор через подогреватель сырья. Воздух для горения топлива нагнетался воздухоудвкой в подогреватель, где достигал 350–400°C, после чего вводился в топку тангенциально. Продукты обжига осаждались в циклонах и рукавном фильтре. В связи с частым выходом из строя змеевикового подогревателя показатели установки оказались ниже проектных: производительность 75 т/сут; удельный расход условного топлива 240 кг, содержание активных CaO+MgO в извести 65–72% при ППП = 10–7%.

В 1973 г. Днепропетровским металлургическим институтом (Украина) под руководством О.Г. Федорова разработана и построена лабораторная действующая модель печи циклонного типа для скоростного обжига мелкозернистого известняка. В 1975 г. по проекту института Укргипромет на Полтавском горно-обогатительном комбинате (Украина) была построена первая опытно-промышленная циклонная печь производительностью 25 т/сут. В состав печи входили циклон-декарбонизатор, в который поступал материал крупностью до 1 мм, и конусная камера-декарбонизатор, в которую поступал материал крупнее 1 мм. Декарбонизаторы имели отдель-

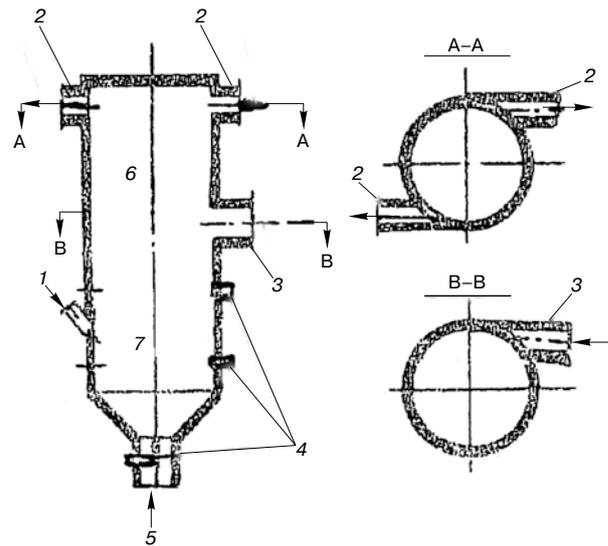


Рис. 4. Схема декарбонизатора дисперсного сырья типа KSV фирмы «Кавасаки»: 1 – патрубок входа сырья; 2 – патрубок выхода потока газовой взвеси; 3 – патрубок входа печных газов; 4 – мазутные форсунки; 5 – поток горячего воздуха из холодильника клинкера; 6 – зона вихревого потока; 7 – зона кипящего слоя

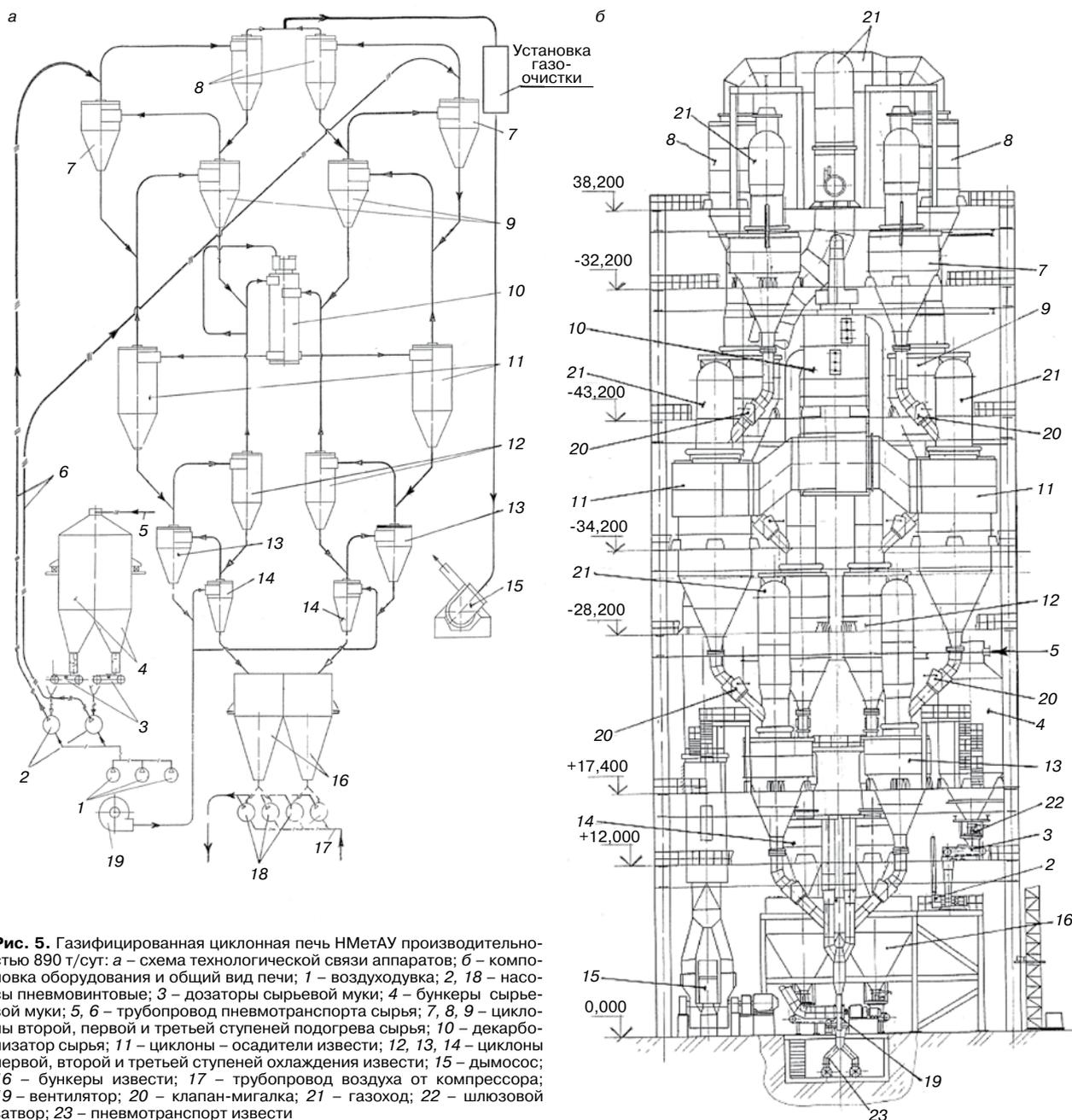


Рис. 5. Газифицированная циклонная печь НМетАУ производительностью 890 т/сут: а – схема технологической связи аппаратов; б – компоновка оборудования и общий вид печи; 1 – воздуходувка; 2, 18 – насосы пневмовинтовые; 3 – дозаторы сырьевой муки; 4 – бункеры сырьевой муки; 5, 6 – трубопровод пневмотранспорта сырья; 7, 8, 9 – циклоны второй, первой и третьей ступеней подогрева сырья; 10 – декарбонизатор сырья; 11 – циклоны – осадители извести; 12, 13, 14 – циклоны первой, второй и третьей ступеней охлаждения извести; 15 – дымосос; 16 – бункеры извести; 17 – трубопровод воздуха от компрессора; 19 – вентилятор; 20 – клапан-мигалка; 21 – газоход; 22 – шлюзовой затвор; 23 – пневмотранспорт извести

ные вводы природного газа и воздуха и общий вывод отходящих газов и извести. При обжиге в печи молотого чистого известняка фракции 0–3 мм получена известь с содержанием активных $\text{CaO} + \text{MgO} = 68\text{--}72\%$ при времени гашения до 1 мин и расходе условного топлива 200–215 кг на 1 т CaO . Использование полученной извести при агломерации черных металлов повысило производительность агломерационной установки и снизило содержание мелочи в агломерате.

В 1981 г. Укргипромез разработал для Полтавского ГОКа проект установки для производства *мелкодисперсной извести*, предназначенной для агломерационного производства. Установка состоит из отделения помола известняка, пневмотранспортной системы загрузки известняка в печь, транспортирования извести из печи в silos склада извести и газифицированной двухветвевой циклонной печи *производительностью 890 т/сут тонкодисперсной извести* (рис. 5). На рис. 5, а приведена схема технологической связи аппаратов печи, из которой следует,

что в каждой ветви печной установки предусмотрены три ступени подогрева сырья, три ступени охлаждения извести и один декарбонизатор известняка. Компоновка оборудования и общий вид печи представлены на рис. 5, б.

Каждая ветвь печи работает следующим образом (рис. 5, а). Измельченный в помольном отделении известняк фракции 0–0,1 мм по трубопроводу 5 поступает в загрузочный бункер 4, из которого дозатором 3 загружается в пневмокамерный насос 2. Насос 2 загружает известняк в **циклон 8 первой ступени подогрева сырья**, в который из циклона 7 также поступают печные газы. Отсасываемые из циклона 8 дымососом 15 печные газы проходят очистку от пыли в установке, состоящей из циклонов и зернистого фильтра (на схеме не показаны). Уловленная циклоном 8 подогретая пыль загружается в трубопровод, по которому транспортируется печными газами в **циклон 7 второй ступени** подогрева сырья. Осажденный в циклоне 7 материал поступает по трубопроводу в **циклон 9 третьей ступени** его подогрева. Осажденное в циклоне 9 сырье поступает в де-

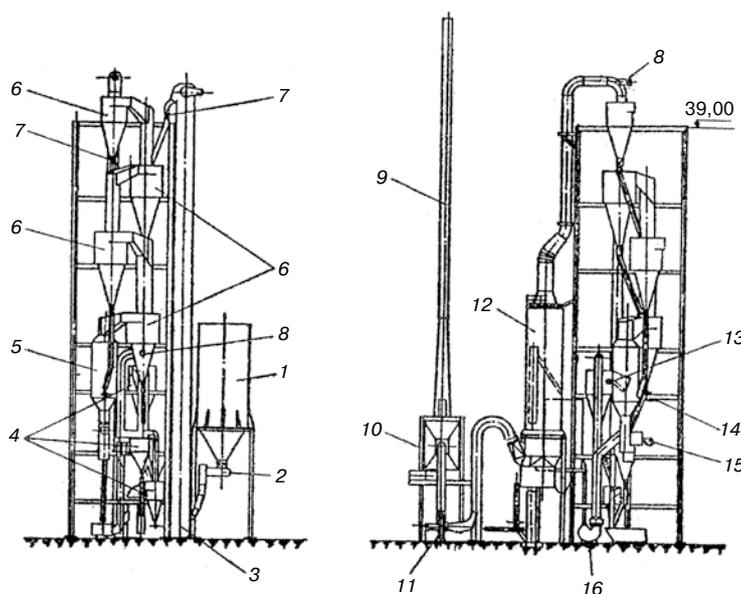


Рис. 6. Циклонная печь фирмы F.L.Smidth (Дания) производительностью 150 т/сут: 1 – загрузочный бункер; 2 – питатель; 3 – ковшовый элеватор; 4 – циклонные охладители известки; 5 – декарбонизатор сырья; 6 – циклонные теплообменники; 7 – течка; 8 – клапан; 9 – дымовая труба; 10 – электрофильтр; 11 – дымосос; 12 – башенный теплообменник; 13 – запальник; 14 – горелка (форсунка) декарбонизатора; 15 – пусковое устройство теплообменника; 16 – вентилятор

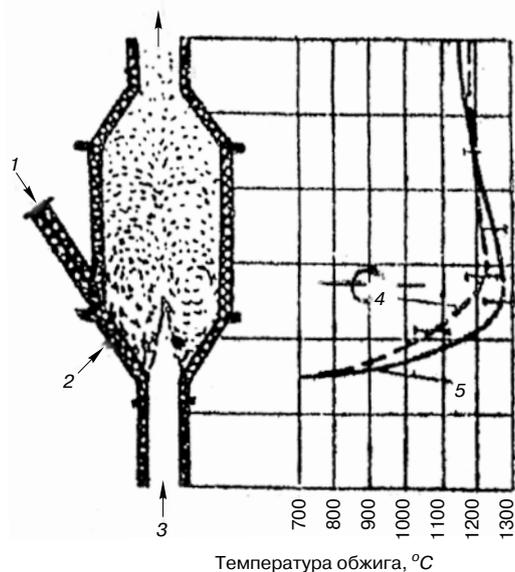


Рис. 7. Схема устройства декарбонизатора печи КС-150 фирмы F.L.Smidth с графиком распределения в нем температуры газов и материал: 1 – известняк; 2 – топливо; 3 – горячий воздух; 4, 5 – соответственно температура материала и газов

карбонизатор 10, отапливаемый тремя горелками. В качестве топлива используются природный газ или смесь коксодоменного и природного газов теплотворностью 12,6 МДж/м³. В декарбонизатор известняка 10 из циклона 12 поступает нагретый до температуры 600–650°C воздух, обеспечивающий полное сгорание топлива и температуру продуктов обжига 1200°C. За время пребывания дисперсного материала в камере декарбонизатора степень диссоциации CaCO₃ доводится до 95%.

Из декарбонизатора 10 известь выносится отходящими газами в циклон-осадитель известки 11, из которого она по течке и газоходу циклона 13 поступает в циклон 12 первой ступени охлаждения известки. Выходящий из циклона-осадителя известки 11 поток газов подхватывает сырье, поступающее по течке из циклона 7, и вносит его в циклон 9. Из циклона 12 известь по течке поступает в газоход циклона 13 второй ступени охлаждения известки, затем в циклон 14 третьей ступени охлаждения известки, в который поступает холодный воздух от вентилятора 19. Охлажденная в циклоне 14 до температуры 100°C известь поступает в бункер известки 16, из которого пневмокамерными насосами 18 транспортируется на силосный склад известки.

В проекте предусмотрена установка следующего оборудования: вентилятора ВВН-18 (производительность 80 тыс. м³/ч; полное давление 8 кПа; мощность привода 500 кВт); дымососа ДЦ-25х2 (производительность 210 тыс. м³/ч; полное давление 7,05 кПа; мощность привода 1000 кВт); пневмокамерных насосов 2 шт. на подачу известняка и 4 шт. для транспортирования известки. Расход сжатого воздуха на пневмотранспорт составляет 1500 м³/ч; вместимость бункера известняка – 280 м³; вместимость бункера известки – 120 м³.

Позднее проект печи КС-890 Укрпромеца переработан сотрудниками Национальной металлургической академии Украины (О.Г. Федоров, В.Н. Бойко и др.) с улучшением ТЭП печи (таблица).

Датская фирма «F.L. Smidth» разработала циклонную печь производительностью 150 т/сут для обжига измельченного известняка [4]. Установка (рис. 6) включает декарбонизатор известняка и семь прямоточных

циклонных теплообменников, из которых три используются для подогрева сырья, три – для охлаждения известки и один – для ее осаждения после выноса из декарбонизатора. С целью уменьшения габаритов электрофильтра отходящие газы охлаждаются воздухом в теплообменнике башенной конструкции. В установке применен запатентованный в 1963 г. декарбонизатор Gas Suspension Calciner, работающий на газообразном топливе, мазуте и пылевидном угле, испытанный при обжиге во взвешенном состоянии известняков фракции 0–2 мм.

Декарбонизатор (рис. 7) представляет собой футерованный огнеупорным кирпичом цилиндр, суживающийся сверху и снизу. Принцип действия его основан на смешивании топлива и муки известняка во взвешенном состоянии до подачи воздуха на горение. Подогретый до температуры 900°C в трех циклонных теплообменниках измельченный известняк подается в нижнюю часть декарбонизатора. Топливо поступает в поток материала снизу и смешивается с ним во взвешенном состоянии. Горячий воздух для сжигания топлива поступает в нижнюю часть конусообразного днища аппарата. Смешивание происходит по всей периферии трубы для горячего воздуха.

Специальная конструкция аппарата создает в центральном потоке по высоте камеры постоянные кольцеобразные завихрения из смеси частиц известняка и топлива. Декарбонизатор работает по принципу прямотока. Полнота процесса диссоциации CaCO₃ и ее постоянный уровень регулируются температурой потока в декарбонизаторе (рис. 7), которая главным образом определяется количеством подаваемого топлива. Время нахождения материала в печи определяется размером части обжигаемой фракции.

Установка работает следующим образом. Материал из бункера через ленточный питатель ковшовым элеватором транспортируется к газоходу первого циклона-подогревателя, где смешивается с печными газами, подогревается и отделяется, а затем подается в газоход второго циклона-подогревателя. Процесс повторяется во втором и третьем циклонах. Подогретый до температуры 900°C и частично декарбонизированный материал

поступает в декарбонизатор, где при температуре 1200–1250°C завершается диссоциация CaCO_3 . Для горения топлива в декарбонизатор из циклона-охладителя первой ступени подается нагретый до 700°C воздух.

Образовавшаяся известь выносятся из декарбонизатора в осадительный циклон, где отделяется и поступает на вход циклона-охладителя первой, затем второй и третьей ступеней охлаждения. Тепло извести используется для подогрева воздуха, поступающего в декарбонизатор. Известь, отделившаяся в циклоне-охладителе третьей ступени, поступает в машины пневмотранспорта, доставляющие ее на склад. ТЭП работы печи приведены в таблице.

Фирма провела обжиг 30 видов известняка и подтвердила возможность получения быстрогасящейся извести высокого качества с ППП 1–2% при использовании известняка определенной тонины помола. Исключение составили мягкий известняк и мел, которые истирались при транспортировании. На основании длительных исследований сделан вывод, что циклонная установка на 40% дешевле при строительстве и на 20% при эксплуатации по сравнению с вращающимися печами; в ней ниже износ футеровки; себестоимость 1 т извести ниже по сравнению со себестоимостью извести, полученной в других печах [4].

Таким образом, при переработке скопившегося на карьерах известняка фракций 0–20 и 0–40 мм в мелкокусковый и дисперсный материал с последующим обжигом в печах скоростного обжига можно получить сотни тысяч тонн недорогой качественной извести, пригодной для использования в производстве ССС, силикатного кирпича, плотного и ячеистого бетона.

Скоростной обжиг мелкофракционного и тонкодисперсного доломитизированного известняка и доломита в печах КС и циклонного типа приводит к получению магнезиальной и доломитовой извести, пригодной

для выпуска ССС и изделий автоклавного твердения, что существенно расширяет сырьевую базу производства извести во многих районах страны и позволяет почти полностью использовать карбонатное сырье для выпуска качественной извести.

Построенные на металлургических предприятиях РФ по проектам ДонНИИчермет (Украина) печи КС доказали надежность и экономическую эффективность в работе.

Опытно-промышленные циклонные печи РФ и Украины существенно уступают по технико-экономическим показателям циклонной печи фирмы F.L.Smith (Дания), поэтому требуют проведения дальнейшего совершенствования их конструкции с использованием опыта зарубежных фирм.

Ключевые слова: известняк, доломит; известь магнезиальная, известь доломитовая; печь кипящего слоя, печь циклонная; декарбонизатор.

Список литературы

1. *Монастырев А.В.* Производство извести. М.: Стройиздат, 1972. 208 с.
2. *Монастырев А.В., Александров А.В.* Печи для производства извести, Справочник. М.: Металлургия. 1979. 232 с.
3. *Монастырев А.В.* Магнезиальная и доломитовая известь, ее свойства, получение и применение // Строит. материалы. 2009. № 9. С. 36–38.
4. *Lind B., Fenger I.* Kalkbrennen nach dem Schwebegasferfahren // Zement-Kalk-Gips. 1980. S. 493–497.
5. *Волохов В.А., Марченко Л.Г.* и др. КС-55 – известково-обжиговый комплекс ковшовой металлургии // Сталь. 2002. № 7. С. 26–29.

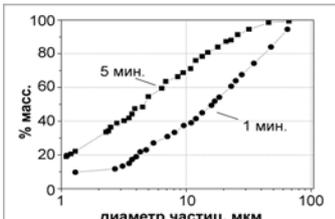


Активатор
измельчение активация синтез

Лабораторные мельницы “Активатор” для заводских и исследовательских лабораторий.



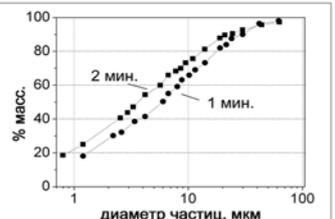
Активатор-2SL



Для пробоподготовки материалов.



Активатор-4M



Для наработки небольшой партий материалов.



Активатор-2S

Для помола материалов в ударном, сдвиговом, вихревом режимах.

www.activator.ru >>

Новосибирск, Софийская 18, оф 107
630056, Новосибирск 56, а/я 141
Факс: 8 (383) 325-18-49
Тел: 8 913 942 94 81
e-mail: belyaev@activator.ru

Г.И. БЕРДОВ, д-р техн. наук, Л.В. ИЛЬИНА, канд. техн. наук (nsklika@mail.ru),
Н.А. МАШКИН, д-р техн. наук, Новосибирский государственный
архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Влияние волластонита на прочность цементного камня из длительно хранившегося портландцемента

В отдаленных районах России (Север, Сибирь, Дальний Восток) ближайшие цементные заводы отсутствуют, и доставка цемента или клинкера производится главным образом водным путем в период краткосрочной навигации. При этом цемент или клинкер вынужденно подвергается длительному хранению в течение нескольких месяцев. Аналогичная ситуация может возникнуть в случае длительной остановки по каким-либо причинам производства строительных материалов с использованием цемента. В этом случае на поверхности частиц цемента или клинкера неизбежно образуются гидратные фазы и карбонат кальция, что приводит к существенному снижению активности цемента и качества получаемых с их использованием строительных материалов [1, 2].

В данной работе исследовано изменение механической прочности образцов, полученных из длительно хранившегося цемента или клинкера (размолотого) и способы восстановления активности таких вяжущих материалов введением добавок волластонита.

Испытания проводились с использованием портландцемента производства ООО «Искитимцемент» (Новосибирская область) марки ПЦ 400 Д–20 и клинкера, используемого при изготовлении этого цемента. Минеральный состав портландцемента, мас. %: C_3S – 50–55; C_2S – 18–22; C_3A – 7–11; C_4AF – 12–15. Удельная поверхность 320 м²/кг. Химический состав цемента, мас. %: SiO_2 – 20,7; Al_2O_3 – 6,9; Fe_2O_3 – 4,6; CaO – 65,4; MgO – 1,3; SO_3 – 0,4; ППП – 0,5. Клинкер хранился в виде гранул размером 10–20 мм.

Исследованы пробы цемента и клинкера после хранения в течение 7 сут при нормальных условиях (температура $20 \pm 2^\circ C$, влажность не более 60%) – свежеприготовленный цемент и свежеприготовленный клинкер (контрольный состав); после хранения в течение 4 мес в среде с влажностью около 80% при температуре $20 \pm 2^\circ C$.

Испытания проводились на образцах цементного камня размерами $20 \times 20 \times 20$ мм, полученных в результате твердения теста нормальной густоты при нормальных условиях и после тепловлажностной обработки по режиму: подъем температуры в течение 3 ч, выдержка при температуре $85^\circ C$ в течение 6 ч и снижение температуры в течение 2 ч.

В качестве добавки использован измельченный волластонит Синюхинского месторождения (рудник Веселый, Республика Алтай). Его химический состав, мас. %: SiO_2 – 53,4; CaO – 34,7; MgO – 0,3; Al_2O_3 – 3,1; Fe_2O_3 – 2,4. Среднеобъемный размер зерен волластонита, определенный методом лазерной гранулометрии, равен 33,9 мкм. Удельная поверхность порошка составляет 287 м²/кг (близка к удельной поверхности цемента). Волластонит представляет собой однокальциевый силикат $CaSiO_3$ ($CaO \cdot SiO_2$), родственный по составу клинкерным минералам портландцемента (алиту, белиту), что обуславливает его эффективную совместимость с продуктами гидратационного твердения цемента. Плотность волластонита составляет 2,915 г/см³.

Волластонит вводился в количестве 2, 5, 7, 9 и 11% от массы цемента или клинкера. Клинкер, как свежепри-

Таблица 1

Условия и продолжительность твердения		Прочность образцов цементного камня из свежеприготовленного клинкера, МПа					
		Количество волластонита, % от массы вяжущего					
		0	2	5	7	9	11
ТВО		55,1	55,9	62,2	63,1	64	53,9
Нормальные условия	3 сут	7,5	9,1	9,8	10,4	11,7	8,2
	7 сут	15,2	16,4	20,0	19,7	20,4	16,6
	14 сут	34,5	33,8	38,1	38,6	39,1	33,3
	28 сут	64,8	65,7	76	76,2	77,3	69,6

Таблица 2

Условия и продолжительность твердения		Прочность образцов цементного камня, полученного из клинкера, хранившегося 4 мес во влажных условиях, МПа					
		Количество волластонита, % от массы вяжущего					
		0	2	5	7	9	11
ТВО		55,7	59,1	61,4	64	67	60,6
Нормальные условия	3 сут	9,9	11,9	12,2	14,4	15,1	12,1
	7 сут	16,5	19,3	20	22,8	26,2	18,3
	14 сут	33	33,5	38,1	40,5	42,2	37,1
	28 сут	61,9	65	70,2	73,1	74,5	68,2

Таблица 3

Условия и продолжительность твердения		Прочность образцов цементного камня из свежеприготовленного портландцемента, МПа					
		Количество волластонита, % от массы вяжущего					
		0	2	5	7	9	11
ТВО		54,8	57,9	63,9	65,1	66,7	61,4
Нормальные условия	3 сут	10,5	11,1	12,5	14,9	15,7	10,7
	7 сут	17,9	18	19,5	21,5	22,8	18,9
	14 сут	33	34	37,9	38	39,5	35,7
	28 сут	62,4	66,5	69,9	71,6	75	69

Таблица 4

Условия и продолжительность твердения		Прочность образцов цементного камня, полученного из портландцемента, хранившегося 4 мес во влажных условиях, МПа					
		Количество волластонита, % от массы вяжущего					
		0	2	5	7	9	11
ТВО		37,9	56,3	61,8	60,9	62,4	55,9
Нормальные условия	3 сут	8,7	10,4	11,7	12,5	13,1	11
	7 сут	13,4	18	18,7	19,1	20,8	16,7
	14 сут	22,7	33,1	35,3	36,9	37,4	32,9
	28 сут	42,9	60,9	64,7	65,1	67,3	60,4

готовленный, так и хранившийся в течение 4 мес во влажных условиях, измельчали в шаровой мельнице, при этом к нему добавляли 5% двуводного гипса и указанные выше добавки волластонита. Цемент, как свежеприготовленный, так и хранившийся в течение 4 мес во влажных условиях, смешивали с добавками волластонита в шаровой мельнице в течение 2 ч.

Полученные результаты приведены в табл. 1–4.

После хранения портландцемента в течение 4 мес во влажных условиях прочность изготовленных из него образцов снижается после 28 сут твердения при нормальных условиях на 31%, после тепловлажностной обработки также на 31%.

В случае хранения клинкера во влажных условиях снижение прочности образцов после тепловлажностной обработки не отмечено. После твердения в течение 28 сут при нормальных условиях прочность снижается на 5%.

Во всех случаях введение волластонита в количестве 7–9 мас. % приводит к увеличению прочности образцов во все сроки твердения. Введение уже 2 мас. % волластонита приводит к существенному повышению прочности цементного камня.

Степень влияния волластонита на прочность цементного камня не зависит от того, какое вяжущее использовали (измельченный клинкер или портландцемент).

В случае портландцемента, хранившегося в течение 4 мес во влажных условиях и значительно утратившего вследствие этого активность, влияние волластонита проявляется наиболее значительно. При введении оптимального количества добавки волластонита (7–9 мас. %) во всех случаях скорость набора прочности увеличивается.

Влияние волластонита может быть обусловлено следующими факторами. Волластонит оказывает влияние на процесс гидратации, так как образование новых соединений (гидратов) происходит при действии достаточно сильного адсорбционного поля частиц волластонита. Кроме того, волластонит обеспечивает микроармирование образующегося цементного камня, так как его кристаллы имеют игольчатое строение.

В случае хранения клинкера и особенно цемента в условиях с высокой влажностью значительная доля материала подвергается гидратации и карбонизации. Совместное измельчение при перемешивании цемента

и волластонита будет приводить к обновлению поверхности зерен цемента. Образующиеся гидросиликаты обладают сродством к волластониту – однокальциевому силикату. Все это приводит при добавлении оптимального количества волластонита к повышению прочности образцов, изготовленных из цемента, хранившегося 4 мес во влажных условиях, и получению значений прочности, равных или даже превосходящих величины, соответствующие исходному цементу без добавок.

Таким образом, добавка 5–9 мас. % волластонита, представляющего собой однокальциевый силикат, приводит к существенному увеличению прочности цементных образцов: при твердении в нормальных условиях на 20%, после тепловлажностной обработки также на 20%. Особенно эффективно введение волластонита для восстановления активности цемента после его длительного хранения (4 мес) во влажных условиях, когда его активность значительно утрачивается. При этом прочность образцов, содержащих 7–9 мас. % волластонита, после 28 сут нормального твердения возрастает по сравнению с образцами без добавок на 50–60%, после тепловлажностной обработки – на 65%. Получаемые значения прочности превосходят контрольные, т. е. полученные на образцах из свежеприготовленного цемента без добавок волластонита. Введение 7–9% волластонита обеспечивает полное восстановление активности цемента, утратившего ее вследствие длительного хранения (4 мес) во влажных условиях. Существенное восстановление активности при введении оптимального количества волластонита отмечено также и при более длительном (12 мес) хранении портландцемента во влажных условиях.

Ключевые слова: портландцемент, волластонит, длительное хранение, прочность.

Список литературы

1. Кузнецова Т.В., Куряшов И.В., Тимашев В.В. Физическая химия вяжущих материалов. М.: Высшая школа, 1989. 384 с.
2. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества. М.: Стройиздат, 1979. 476 с.

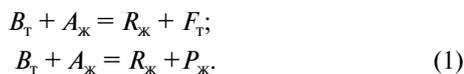
С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, академик РААСН, В.Е. РУМЯНЦЕВА, канд. техн. наук, Н.С. КАСЬЯНЕНКО, инженер, Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Массоперенос при жидкостной коррозии второго вида цементного бетона, контролируемый диффузно-кинетическим сопротивлением

В работах [1–3] отмечается, что коррозия бетона второго вида сопровождается химическим взаимодействием агрессивной среды и компонентов бетона и протекает по схеме (рис. 1).

Вещество $A_{ж}$ – реагент из объема жидкой фазы (резервуара) посредством массоотдачи переходит к границе раздела фаз, где взаимодействует с реагентом бетонной конструкции (гидроксидом кальция).

Взаимодействие гидроксида кальция при солевой или кислотной коррозии протекает по соответствующей схеме:



Примеры таких реакций:



Гидроксид кальция (B_T) взаимодействует с агрессивным компонентом ($A_{ж}$ – HCl , MgCl_2), в результате на поверхности бетона образуется твердая фаза (F_T) – слой нерастворимого продукта реакции, а Ca^{2+} переходит в жидкую фазу. Далее механизм усложняется [3, 4], появляется стадия диффузии реагента $A_{ж}$ через слой нерастворимого продукта (F_T), а граница реакции продвигается в глубь материала.

Отметим, что данный механизм в химической технологии изучен и достаточно полно математически описан [5–7].

Между тем первой и важнейшей особенностью массопереноса при жидкостной коррозии является фактор времени. Процессы химической технологии протекают порой за секунды, максимум за часы. Коррозионные процессы длятся месяцами, годами, часто оставаясь незаметными внешне, и лишь через годы, а то и десятилетия наступает необратимое разрушение и обвал конструкций [8].

Основным компонентом, отвечающим за коррозию I и II видов, является гидроксид кальция. Содержание его в свободном виде в бетоне до определенной концентрации обеспечивает сохранение требуемых свойств бетона. И лишь достижение определенной концентрации Ca^{2+} в поровой жидкости бетона приводит к необратимому разложению высокоосновных соединений.

Проведенный анализ по [9] показал, что даже при напорном течении жидкости через слой бетона на его поверхности через 140 сут образуется слой твердого продукта толщиной $8,2 \cdot 10^{-3}$ мм, что является несоизмеримым с размером бетонного изделия 200–300 мм.

Поэтому начальный этап коррозии II вида целесообразно полагать развивающимся поддиффузионно-кинетическому механизму: диффузия Ca^{2+} посредством массопроводности из материала изделия к границе раздела фаз, диффузия компонента ($A_{ж}$) из объема к границе раздела фаз и химическое (кинетическое) взаимодействие компонентов в пограничном слое.

Мерой интенсивности внешнего массопереноса между жидкой и твердой фазами является коэффициент массоотдачи – β , определяемый в химико-технологических процессах из критериальной зависимости вида [10]:

$$Nu_D = A \cdot Re^m \cdot Pr_D^n, \quad (4)$$

где $Nu_D = \beta l / D_A$ – диффузионный критерий Нуссельта (аналогом в зарубежной литературе является критерий Шервуда – Sh); l – характерный определяющий размер, м; D_A – коэффициент диффузии компонента в жидкой фазе, $\text{м}^2/\text{с}$; $Re = u \cdot l / \nu$ – критерий Рейнольдса; u – скорость потока, обтекающего поверхность изделия, $\text{м}/\text{с}$; ν – кинематический коэффициент вязкости жидкости, $\text{м}^2/\text{с}$; $Pr_D = \nu / D_{ж}$ – диффузионный критерий Прандтля (аналогом в зарубежной литературе является критерий Шмидта – Sc).

Интенсификация гидродинамических условий потока повышением скорости обтекания и турбулизацией является главной целью химико-технологических процессов, приводящей к увеличению скорости и сокращению длительности процесса.

И наоборот, целью эксплуатации строительных объектов является увеличение долговечности, а значит, создание условий для снижения скорости коррозионных процессов.

Коэффициенты диффузии веществ в газах имеют порядок $\approx 10^{-5}$ $\text{м}^2/\text{с}$, коэффициенты диффузии в жидкостях $\approx 10^{-7}$ $\text{м}^2/\text{с}$; эффективный коэффициент диффузии в твердых телах (коэффициент массопроводности) находится обычно в пределах [11] $\approx 10^{-8} - 10^{-11}$ $\text{м}^2/\text{с}$.

Коэффициент эффективной диффузии (массопроводности) в бетоне имеет значение около $\approx 10^{-10}$ $\text{м}^2/\text{с}$, и чем прочнее бетон и меньше его пористость, тем выше значение отрицательной степени.

Это является еще одной особенностью коррозии.

Практическое большинство задач тепло-массопереноса [12] сформулировано в виде бесконечных математических рядов, мерилом количества членов которых является значение массообменного критерия Фурье: $Fo_m = k\tau / l^2$; чем меньше значение Fo_m , тем большее число членов ряда необходимо учитывать в расчетах.

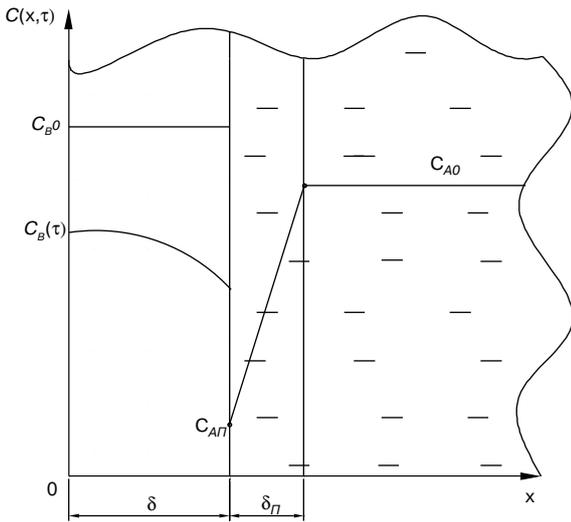


Рис. 1. Профили концентраций взаимодействующих компонентов в твердой и жидкой фазах: δ – толщина изделия; δ_n – толщина пограничного слоя

Ранее [12] убедительно показано, что при значениях числа $Fo_m < 0,1$ необходимо применять решение не в форме классических рядов (Фурье, Ханкеля), а в форме приближенных решений.

Предположительно оценим диффузионный перенос в резервуаре в течение 100 лет его эксплуатации, принимая, что среднее значение $k \approx 10^{-14}$, а толщина стенки резервуара $l = 250$ мм:

$$Fo_m = \frac{10^{-14} \cdot 100 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{(0,25)^2} \approx 0,5 \cdot 10^{-3} \ll 0,1. \quad (5)$$

С позиций математического моделирования это означает, что предпочтителен поиск решений в приближенной форме. С точки зрения физики процесса это значит, что при коррозии бетона второго вида на начальных стадиях, когда основным действующим агентом является гидроксид кальция, все основные превращения происходят в достаточно узкой поверхностной зоне бетонной конструкции.

Положим, что в жидкой фазе концентрация агрессивного компонента постоянна и равна C_{A0} [7].

Из объема жидкой фазы к границе бетон–жидкость посредством массоотдачи идет поток компонента, определяемый уравнением массоотдачи Шукарева (рис. 1) [10]:

$$W_I = -\beta \cdot S \cdot (C_{A0} - C_{AII}), \quad (6)$$

где β – коэффициент массоотдачи, м/с; S – поверхность контакта взаимодействующих фаз, м²; C_{A0} , C_{AII} – концентрации агрессивного компонента в объеме жидкой фазы и вблизи поверхности раздела фаз, кг/м³.

На основании экспериментов и в соответствии с положениями химической кинетики [13] установлено, что уравнение (2), описывающее химическое взаимодействие гидроксида кальция с хлоридом магния (солевая, магниезальная коррозия), и выражение (3), описывающее химическое взаимодействие гидроксида кальция с соляной кислотой (кислотная коррозия), являются уравнениями реакции второго порядка.

В этих условиях скорость реагирования компонента A_x определяется скоростью реагирования на поверхности [7]:

$$W_{II} < W(C_{AII})S. \quad (7)$$

Подстановка (7) в (6) дает:

Наименование показателя	τ , сут	
	14	28
Плотность потока Ca^{2+} , кг/(м ² ·с)	$1,207 \cdot 10^{-7}$	$3,794 \cdot 10^{-8}$
Плотность потока Mg^{2+} , кг/(м ² ·с)	$4,691 \cdot 10^{-9}$	$9,215 \cdot 10^{-9}$
Коэффициент массоотдачи, м/с	$0,974 \cdot 10^{-8}$	$1,311 \cdot 10^{-8}$
Коэффициент массопроводности, м ² /с	$2,522 \cdot 10^{-9}$	$9,326 \cdot 10^{-10}$
Константа скорости химической реакции, с ⁻¹	0,649	

$$-\beta (C_{A0} - C_{AII}) = W(C_{AII}). \quad (8)$$

Известно, что для реакции второго порядка характерна запись:

$$W(C_A) = -K \cdot C_A^2. \quad (9)$$

В свою очередь, подстановка (9) в (8) приводит к записи:

$$\beta (C_{A0} - C_{AII}) = K \cdot C_{AII}^2. \quad (10)$$

Нетрудно показать, что последнее выражение есть не что иное, как квадратное уравнение вида:

$$ax^2 + bx + c = 0, \quad (11)$$

где: $x = C_{AII}$, $a = K$, $b = \beta$, $c = -\beta C_{A0}$.

В физических величинах концентрация у поверхности:

$$C_{AII} = \frac{-\beta + \sqrt{\beta^2 + 4 \cdot K \cdot \beta \cdot C_{A0}}}{2 \cdot K}. \quad (13)$$

И наконец, плотность потока массы реагирующего вещества после несложных преобразований определится следующим образом:

$$W_{II} = -K \cdot C_{AII}^2 = -K \left[\frac{-\beta + \sqrt{\beta^2 + 4K\beta C_{A0}}}{2K} \right]^2 = -\frac{\beta^2}{2K} \left[1 - \sqrt{1 + \frac{4KC_{A0}}{\beta}} + \frac{2KC_{A0}}{\beta} \right]. \quad (14)$$

В твердой фазе бетона для компонента B_T (гидроксида кальция) кинетика изменения массы вблизи границы раздела фаз определяется выражением:

$$W_{III} = \omega_B \cdot S. \quad (15)$$

Но поскольку из стехиометрии реакции следует, что:

$$\omega_A = \omega_B = -K \cdot C_{AII}^2, \quad (16)$$

то из (16):

$$W_{III} = -K \cdot C_{AII}^2 \cdot S. \quad (17)$$

Как уже отмечалось, гидроксид кальция поступает к границе раздела фаз посредством массопроводности, поэтому можно записать:

$$W_{III} = -k \cdot \frac{\partial C_B}{\partial x} \Big|_{II} \cdot S = q_n \cdot S, \quad (18)$$

где q_n – плотность потока массы вещества из бетона в жидкую среду, кг/(м²·с); C_B – концентрация гидрокси-

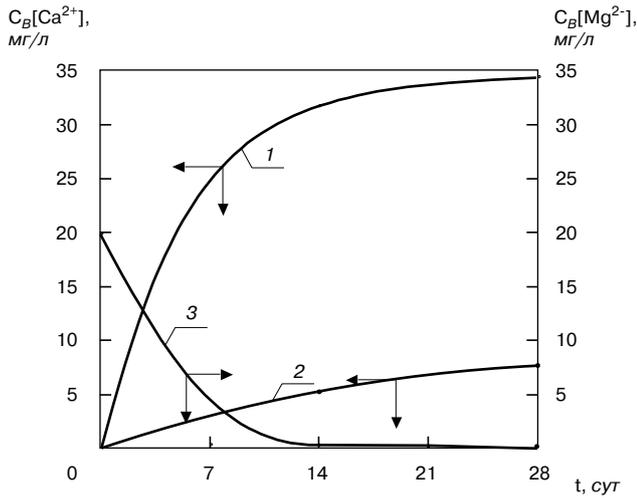


Рис. 2. Изменение концентраций ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в жидкой фазе: 1 – Ca^{2+} в дистиллированной воде; 2 – Ca^{2+} в растворе MgCl_2 ; 3 – Mg^{2+} в жидкой фазе

да кальция (в пересчете на CaO) в бетоне, кг $\text{CaO}/\text{кг}$ бетона.

Из сопоставления выражений (17) и (18) следует:

$$k \cdot \text{grad} C_B|_n = K \cdot C_{\text{Al}}^2 \quad (19)$$

Таким образом, для решения общей задачи определения скорости химического взаимодействия и характеристик массопереноса необходимо дополнить полученные выражения решением задачи нестационарной массопроводности в бетоне с учетом химического взаимодействия на границе раздела фаз.

Подобная задача в общем виде сформулирована, решена и качественно проанализирована в [14].

Приведем окончательное решение для расчета поля концентраций гидроксида кальция в бетоне в произвольный момент времени:

$$\begin{aligned} \theta(\bar{x}, Fo_m) = & -\frac{Ki_m}{6}(6Fo_m + 3\bar{x}^2 - 1) + \frac{2Ki_m}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{(-1)^n}{n^2} \cos(\pi n \bar{x}) \times \right. \\ & \times \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) + \int_0^1 \theta_0(\xi) d\xi + \\ & + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \cos(\pi n \bar{x}) \int_0^1 \theta_0(\xi) \cos(\pi n \xi) d\xi \times \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) + \\ & + \left(Fo_m + \frac{3\bar{x}^2 + 2}{6} \right) \int_0^1 Po_m(\xi) d\xi - \int_0^1 Po_m(\xi) \xi d\xi + \\ & + \frac{1}{2} \int_0^1 Po_m(\xi) \xi^2 d\xi - \frac{2}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \cos(\pi n \bar{x}) \times \\ & \left. \int_0^1 Po_m(\xi) \cos(\pi n \xi) d\xi \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) \right] \quad (20) \end{aligned}$$

где:

$$\theta(\bar{x}, Fo_m) = \frac{C_B(x, \tau) - C_{B0}}{C_{B0}}$$

— безразмерная концентрация переносимого компонента по толщине бетона в произвольный момент времени; C_{B0} — начальная концентрация переносимого компонента, кг $\text{CaO}/\text{кг}$ бетона.

Дифференцирование этого выражения (20) при $\bar{x} = 1$ позволяет получить следующую запись:

$$\left. \frac{\partial \theta(\bar{x}, Fo_m)}{\partial \bar{x}} \right|_{\bar{x}=1} = -Ki_m + \int_0^1 Po_m(\xi) d\xi \quad (21)$$

В качестве иллюстрации на рис. 2 приведена кривая 1, характеризующая изменение концентрации катионов Ca^{2+} в дистиллированной воде (массоотдача при отсутствии химической реакции).

По полученным выражениям определены константы скорости химической реакции K (тангенс угла наклона касательной, проведенной к кривой изменения концентраций переносимого компонента во времени в теле бетона), плотность потока переносимого компонента, коэффициент массопроводности, приведенной в таблице.

Полученные результаты позволяют рассчитывать кинетику массопереноса гидроксида кальция в жидкой и твердой фазах, а также проследить динамику полей концентраций $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в бетонном изделии. В дальнейшем можно определять время достижения на границе раздела фаз концентрации свободного оксида кальция, соответствующей началу разложения высокоосновных компонентов. Это, в свою очередь, определяет возможность для моделирования и расчета продвижения фронта реакции разложения в глубь бетонной конструкции.

Ключевые слова: коррозия второго вида, массоперенос, цементный бетон, долговечность.

Список литературы

1. Москвин В.М. Коррозия бетона. М.: Госуд. издательство литературы по строительству и архитектуре, 1952. 344 с.
2. Иванов Ф.М., Савина Ю.А. Защита строительных конструкций промышленных зданий от коррозии. М.: Стройиздат, 1973. 174 с.
3. Розенталь Н.К. Коррозионная стойкость цементных бетонов низкой и особо низкой проницаемости. М.: ФГУП ЦПП, 2006. 520 с.
4. Гусев Б.В., Файвусович А.С. Основы математической теории процессов коррозии бетона. М.: Научный мир, 2006. 40 с.
5. Левенишпиль О. Инженерное оформление химических процессов. М: Химия, 1969. 621 с.
6. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. М.: Высш. школа, 1990. 520 с.
7. Бесков В.С. Общая химическая технология. М.: Академкнига, 2005. 452 с.
8. Федосов С.В. Тепломассоперенос в технологических процессах строительной индустрии. Иваново: ПресСто, 2010. 364 с.
9. Ферронская А.В., Стамбулко В.И. Лабораторный практикум по курсу «Технология бетонных и железобетонных изделий». М: Высш. шк. 1988. 223 с.
10. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1971. 758 с.
11. Рудобахта С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой. М., Химия, 1980. 248 с.
12. Лыков А.В., Михайлов Ю.А. Теория тепло- и массопереноса. М.—Л.: Госэнергоиздат, 1963. 536 с.
13. Панченков В.М., Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ. М.: Химия, 1985. 592 с.
14. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Касьяненко Н.С. Математическое моделирование массопереноса в процессах коррозии бетона второго вида // Строительные материалы. 2008. № 7. С. 35–39.

СВОД ПРАВИЛ ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ (THERMAL PERFORMANCE OF THE BUILDINGS)

Первая редакция

Введение

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения сводов правил — постановлением Правительства Российской Федерации «О порядке разработки и утверждения сводов правил» от 19 ноября 2008 г. № 858.

В соответствии с Федеральным законом от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и с Федеральным законом от 30 декабря 2009 года N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» настоящий свод правил устанавливает требования к тепловой защите зданий в целях экономии энергии при обеспечении оптимальных параметров микроклимата помещений и долговечности ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Настоящие нормы по тепловой защите зданий гармонизированы с аналогичными зарубежными стандартами развитых стран. Эти нормы, как и нормы на инженерное оборудование, содержат минимальные требования к параметрам теплозащиты ограждающих конструкций зданий.

В качестве основного критерия энергоэффективности настоящие нормы устанавливают для зданий единый комплексный показатель, — удельный расход тепловой энергии на отопление за отопительный период с учетом воздухообмена, теплопоступлений и ориентации зданий, а также устанавливают их классификацию и правила оценки по показателям энергетической эффективности, как при проектировании и строительстве, так и в дальнейшем, — при эксплуатации.

Настоящие нормы устанавливают более высокие требования к минимально-допустимым значениям сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций зданий по сравнению с установленными в СНиП 23-02-2003 (п. 5.13): $R_{\text{min}}=0,63 \cdot R_{\text{req}}$ — для стен групп зданий, указанных в поз. 1 и 2 табл. 4 и $R_{\text{min}}=0,8 \cdot R_{\text{req}}$ — для остальных ограждающих конструкций. При этом минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций зданий по аналогии с рядом аналогичных стандартов иностранных государств (например, стандарта США ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2007), а также стандарта, действовавшего ранее в СССР (СНиП II-A-71), устанавливаются в зависимости от показателей их тепловой инерции, т.е. их способности накапливать (аккумулировать) и отдавать в помещения тепловую энергию. Следует отметить, что минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций, изложенные в настоящей редакции норм, устанавливают лишь нижнюю границу для данных показателей тепловой защиты ограждающих конструкций и строительство зданий при соответствующем технико-экономическом обосновании может быть выполнено с более высокими показателями тепловой защиты.

В настоящей редакции норм минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче светопрозрачных ограждающих конструкций (окон, фонарей и т.п.) установлено в зависимости от степени остекленности фасадов здания f по следующей схеме: чем выше степень остекленности фасада f , тем более высокими установлены требуемые минимальные значения сопротивлений теплопередаче для светопрозрачных ограждающих конструкций зданий.

Настоящий стандарт не отменяет предписывающий подход к нормированию показателя тепловой защиты зданий, изложенный в предыдущей версии стандарта (показатель «а» в редакции СНиП 23-02-2003), но по аналогии с рядом иностранных стандартов (например, норм ФРГ DIN 4108) предлагает использовать его в отношении зданий отдельно стоящих малоэтажных (с числом этажей не более двух, с числом квартир - не более трех).

Кроме того, в настоящей редакции документа вводится новый подход к нормированию требуемого уровня энергоэффективности, — так называемый компенсационный метод, целью которого является более широкое внедрение в практику строительства энергоэффективных инженерных решений, в частности применение в строительстве приточно-принудительных систем вентиляции (рекуперации) воздуха в помещениях зданий. В настоящих нормах приведены также требования, обеспечивающие снижение энергопотребления здания за счет децентрализации систем регулирования теплоснабжения, индивидуального регулирования теплоотдачи отопительных приборов, а также применения средств регулирования и комплексного учета тепла и воды.

В дополнение к предыдущей редакции норм по тепловой защите (СНиП 23-02-2003) в настоящей его редакции приведен метод расчета расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение и суммарное потребление тепловой энергии.

Таким образом, настоящий нормативный документ

- вводит единый комплексный показатель энергоэффективности зданий (удельный расход тепловой энергии на отопление),
- устанавливает более высокие по сравнению с предыдущей редакцией данного стандарта минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций (в зависимости от тепловой инерции - для светопрозрачных ограждающих конструкций или от степени остекленности фасадов - для светопрозрачных ограждающих конструкций),
- вводит новый подход к нормированию уровня тепловой защиты зданий, — так называемый компенсационный метод, позволяющий для достижения требуемого уровня энергоэффективности зданий более широко использовать в практике проектирования и строительства современное энергоэффективное инженерное оборудование, что обеспечивает более широкие возможности в выборе технических решений и способов соблюдения нормируемых параметров.

Рекомендуемые методы расчета теплотехнических свойств ограждающих конструкций для соблюдения принятых в этом документе норм, справочные материалы и рекомендации по проектированию излагаются в своде правил СП

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие нормы и правила распространяются на тепловую защиту жилых, общественных, производственных, сельскохозяйственных и складских зданий и сооружений

(далее по тексту, — зданий), в которых необходимо поддерживать определенную температуру и влажность внутреннего воздуха.

Настоящие нормы и правила устанавливают нормативы потребления зданиями энергии на отопление (удельный расход тепловой энергии на отопление здания) и методы контроля соблюдения соответствия между расчетными (проектными) и фактическими показателями энергопотребления.

Нормы не распространяются на тепловую защиту:

- жилых и общественных зданий, отапливаемых периодически (менее 5 дней в неделю) или сезонно (непрерывно, менее трех месяцев в году);
- мобильных жилых зданий;
- временных зданий, находящихся в эксплуатации не более двух отопительных сезонов;
- теплиц, парников и зданий холодильников.

Уровень тепловой защиты указанных зданий устанавливается соответствующими нормами, а при их отсутствии — по решению собственника (заказчика) при соблюдении санитарно-гигиенических норм.

Настоящие нормы при строительстве и реконструкции существующих зданий, имеющих архитектурно-историческое значение, применяются в каждом конкретном случае с учетом их исторической ценности на основании решений органов власти и согласования с органами государственного контроля в области охраны памятников истории и культуры.

Настоящие нормы и правила подлежат пересмотру и актуализации не менее одного раза в пять лет.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

2.1. В настоящих нормах использованы следующие документы:

- Градостроительный Кодекс РФ;
- ФЗ «О введении в действие Градостроительного кодекса РФ»;
- ФЗ «Об энергосбережении»;
- ФЗ «О техническом регулировании»;
- ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»;
- СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»;
- СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»;
- СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные»;
- СНиП 31-02-2001 «Дома жилые одноквартирные»;
- СНиП 31-03-2001 «Производственные здания»;
- СНиП 31-04-2001 «Складские здания»;
- СНиП 31-05-2003 «Общественные здания административного назначения»;
- СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети»;
- СНиП 2.08.02-89* «Общественные здания и сооружения»;
- СНиП 2.09.04-87* «Административные и бытовые здания»;
- СНиП 2.10.03-84 «Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения»;
- СНиП 2.11.02-77 «Холодильники»;
- СНиП II-A-71 «Строительная теплотехника. Нормы проектирования»;
- СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника»;
- СНиП II-22-81* «Каменные и армокаменные конструкции»;
- СанПиН 2.1.2.1002-00 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям»;
- СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;
- ГОСТ 8.207-76 «ГСИ Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения»;
- ГОСТ 9.401-91 «Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов»;
- ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
- ГОСТ 111-2001 «Стекло листовое. Технические условия»;
- ГОСТ 379-95 «Кирпич и камни силикатные. Технические условия»;
- ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камень керамический. Общие технические условия»;
- ГОСТ 931-90 Листы и полосы латунные. Технические условия»;
- ГОСТ 1790-77 «Проволока из сплавов хромель т, алюмель, копель и константан для термоэлектродов термоэлектрических преобразователей. Технические условия»;
- ГОСТ 1791-67 «Проволока из никелевого и медно-никелевых сплавов для удлиняющих проводов к термоэлектрическим преобразователям. Технические условия»;
- ГОСТ 2695-83 «Пиломатериалы листовых пород. Технические условия»;
- ГОСТ 2697-83* «Пергамин кровельный. Технические условия»;
- ГОСТ 4598-86* «Плиты древесно-волоконистые. Технические условия»;
- ГОСТ 4640-93* «Вата минеральная. Технические условия»;
- ГОСТ 5578-94* «Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов. Технические условия»;
- ГОСТ 5742-76 «Изделия из ячеистых бетонов теплоизоляционные»;
- ГОСТ 5781-82* «Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия»;
- ГОСТ 6266-97 «Листы гипсокартонные. Технические условия»;
- ГОСТ 6617-76* «Битумы нефтяные строительные. Технические условия»;

- ГОСТ 7076–87 «Материалы и изделия строительные. Методы определения теплопроводности»;
- ГОСТ 7251–77* «Линолеум поливинилхлоридный на тканой и нетканой подоснове. Технические условия»;
- ГОСТ 7473–94 «Смеси бетонные. Технические условия»;
- ГОСТ 8486–86* «Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия»;
- ГОСТ 8673–93 «Плиты фанерные. Технические условия»;
- ГОСТ 8711–93 «Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 2. особые требования к амперметрам и вольтметрам»;
- ГОСТ 8736–93 «Песок для строительных работ. Технические условия»;
- ГОСТ 8740–85* «Картон облицовочный. Технические условия»;
- ГОСТ 8904–81* «Плиты древесно-волоконистые твердые с лакокрасочным покрытием. Технические условия»;
- ГОСТ 9128–97 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия»;
- ГОСТ 9245–79 «Потенциометры постоянного тока измерительные. Общие технические условия»;
- ГОСТ 9462–88* «Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия»;
- ГОСТ 9463–88* «Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия»;
- ГОСТ 9480–89 «Плиты облицовочные пиленые из природного камня. Технические условия»;
- ГОСТ 9548–74* «Битумы нефтяные кровельные. Технические условия»;
- ГОСТ 9573–96 «Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия»;
- ГОСТ 9583–75* «Трубы чугунные напорные, изготовленные методами центробежного и полунепрерывного литья. Технические условия»;
- ГОСТ 9757–90 Гравий, щебень и песок искусственные пористые. Технические условия»;
- ГОСТ 9736–91 «Приборы электрические прямого преобразования для измерения неэлектрических величин. Общие технические требования и методы испытаний»;
- ГОСТ 10140–2003 «Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на битумном связующем. Технические условия»;
- ГОСТ 10499–95 «Изделия теплоизоляционные из стеклянного штапельного волокна. Технические условия»;
- ГОСТ 10632–89* «Плиты древесно-стружечные. Технические условия»;
- ГОСТ 10832–91 «Песок и щебень перлитовые вспученные. Технические условия»;
- ГОСТ 10884–94 «Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия»;
- ГОСТ 10923–93* «Рубероид. Технические условия»;
- ГОСТ 12865–67 «Вермикулит вспученный»;
- ГОСТ 15527–70* «Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением. Марки»;
- ГОСТ 15588–86 «Плиты пенополистирольные. Технические условия»;
- ГОСТ 16136–2003 «Плиты перлитобитумные теплоизоляционные. Технические условия»;
- ГОСТ 16381–77* «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования»;
- ГОСТ 16617–87 «Электроприборы отопительные бытовые. Общие технические условия»;
- ГОСТ 17177–87 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы контроля»;
- ГОСТ 18108–80* «Линолеум поливинилхлоридный на тепловозвукоизолирующей подоснове. Технические условия»;
- ГОСТ 18124–95 «Листы асбестоцементные плоские. Технические условия»;
- ГОСТ 19222–84 «Арболит и изделия из него. Общие технические условия»;
- ГОСТ 20916–87 «Плиты теплоизоляционные из пенопласта на основе резольных фенолформальдегидных смол. Технические условия»;
- ГОСТ 21880–94* «Маты прошивные из минеральной ваты теплоизоляционные. Технические условия»;
- ГОСТ 22233–2001 «Профили прессованные из алюминиевых сплавов для светопрозрачных ограждающих конструкций. Технические условия»;
- ГОСТ 22950–95 «Плиты минераловатные повышенной жесткости на синтетическом связующем. Технические условия»;
- ГОСТ 24767–81 «Профили холодногнутые из алюминия и алюминиевых сплавов для ограждающих строительных конструкций. Технические условия»;
- ГОСТ 24816–81 «Материалы строительные. Методы определения сорбционной влажности»;
- ГОСТ 25192–82* «Бетоны. Классификация и общие технические требования»;
- ГОСТ 25380–82 «Здания и сооружения. Метод измерения тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции»;
- ГОСТ 25485–89 «Бетоны ячеистые. Технические условия»;
- ГОСТ 25609–83 «Материалы полимерные рулонные и плиточные для полов. Метод определения показателя теплоусвоения»;
- ГОСТ 25820–2000 «Бетоны легкие. Технические условия»;
- ГОСТ 25891–83 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления воздухопроницанию ограждающих конструкций»;
- ГОСТ 25898–83 «Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивления паропрооницанию»;
- ГОСТ 26253–84 «Здания и сооружения. Методы определения теплоустойчивости ограждающих конструкций»;
- ГОСТ 26254–84 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций»;
- ГОСТ 26602–85 «Окна. Метод определения сопротивления теплопередаче»;
- ГОСТ 26629–85 «Здания и сооружения. Метод телевизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций»;
- ГОСТ 26633–91 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия»;
- ГОСТ 28013–98 «Растворы строительные. Общие технические условия»;

- ГОСТ 30256–94 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности цилиндрическим зондом»;
- ГОСТ 30290–94 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности поверхностным преобразователем»;
- ГОСТ 30494–96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»;
- ГОСТ 30547–97* «Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Общие технические условия»;
- ГОСТ 30779–2001 «Стеклопакеты строительного назначения. Метод определения сопротивления климатическим воздействиям и оценки долговечности»;
- ГОСТ 30815–2001 «Терморегуляторы автоматические отопительных приборов систем водяного отопления зданий. Общие технические условия»;
- ГОСТ 30973–2002 «Профили поливинилхлоридные для оконных и дверных блоков. Метод определения сопротивления климатическим воздействиям и оценки долговечности»;
- ГОСТ 31166–2003 «Конструкции ограждающие зданий и сооружений. Метод calorimetрического определения коэффициента теплопередачи»;
- ГОСТ 31167–2003 «Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях»;
- ГОСТ 31168–2003 «Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление»;
- ГОСТ 31359–2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия»;
- ГОСТ Р 8.585–2005 «Термопары. Номинальные статические характеристики преобразователей»;
- ГОСТ Р 50342–92 «Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия»;
- ГОСТ Р 51649–2000 «Теплосчетчики для водяных систем теплоснабжения. Общие технические условия»;
- ГОСТ Р 52320–2005 «Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования»;
- РДС 10-232–94* «Система сертификации ГОСТ Р. Основные положения сертификации в строительстве»;
- МГСН 2.01–99 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению»;
- ВСН 58–88(р) «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обследования жилых зданий, объектов коммунального хозяйства и социально-культурного назначения»;
- ВСН 61–89 (р) «Реконструкция и капитальный ремонт жилых зданий. Нормы проектирования»;
- Руководство АВОВ-8–2007 по расчету теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий»;
- МВИ 23-5117–2005 «Ограждающие стеновые конструкции. Метод сопротивления климатическим воздействиям и оценка долговечности при ускоренных испытаниях»-СПб: СПбЗНИИПИ, 2006. – 29 с.
- Свод правил по проектированию и строительству, государственные стандарты в области строительства, санитарные правила и нормы, действующие Положения о государственных органах управления и надзора, участвующих в осуществлении строительства, регламенты их деятельности;
- 2.2. В настоящих нормах использованы отчеты и стандарты иностранных государств по энергоэффективности и нормативам потребления энергии на отопление:
 - Применение строительной директивы по энергетическим показателям зданий. Отчет по ЕС. 2008.
 - ФРГ. Постановление по энергосбережению от 29 апреля 2009 г.
 - Стандарт США ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1–2007. Энергетический стандарт для зданий, за исключением малоэтажной жилой застройки.
 - Британский стандарт BS EN 15217:2007. Энергоэффективность зданий. Методы выражения и сертификация энергоэффективности зданий.
 - Сборник строительных нормативов Финляндии D5. Расчет энергопотребления и потребности в тепловых мощностях для зданий от 19 июня 2007 г.
 - Сборник норм строительной индустрии Финляндии С3. Строительная теплоизоляция. Нормы 2007 от 19 июня 2007 г.
 - Правила о латвийском строительном нормативе LBN002-01. О теплотехнике в ограничительных конструкциях зданий.

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.	Тепловая защита здания Thermal performance of a building	Теплозащитные свойства совокупности наружных и внутренних ограждающих конструкций здания, обеспечивающие заданный уровень расхода тепловой энергии (теплопоступлений) здания с учетом воздухообмена помещений не выше допустимых пределов, а также их воздухопроницаемость и защиту от переувлажнения при оптимальных параметрах микроклимата его помещений
2.	Удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период Specific energy demand for heating of a building of a heating season	Количество тепловой энергии за отопительный период, необходимое для компенсации теплопотерь здания с учетом воздухообмена и дополнительных тепловыделений при нормируемых параметрах теплового и воздушного режимов помещений в нем, отнесенное к единице площади квартиры или полезной площади помещений здания (или к их отапливаемому объему) и градусо-суткам отопительного периода

3.	Класс энергетической эффективности здания. Category of the energy efficiency rating	Обозначение уровня энергетической эффективности здания, характеризующего интервалом значений удельного расхода тепловой энергии на отопление здания за отопительный период
4.	Микроклимат помещения Indoor climate of a premise	Состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризующееся показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха (по ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005–88)
5.	Оптимальные параметры микроклимата помещений Optimum parameters of indoor climate of the premises	Сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80% людей, находящихся в помещении (по ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005–88)
6.	Дополнительные тепловыделения в здании Internal heat gain to a building	Теплота, поступающая в помещения здания от людей, включенных энергопотребляющих приборов, оборудования, электродвигателей, искусственного освещения и др., а также от проникающей солнечной радиации
7.	Показатель компактности здания Index of the shape of a building	Отношение общей площади внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций здания к заключенному в них отапливаемому объему
8.	Коэффициент остекленности фасада Glazing-to-wall ratio	Отношение площадей светопроемов к суммарной площади наружных ограждающих конструкций фасада здания, включая светопроемы
9.	Отапливаемый объем здания Heating volume of a building	Объем, ограниченный внутренними поверхностями наружных ограждений здания – стен, покрытий (чердачных перекрытий), перекрытий пола первого этажа или пола подвала при отапливаемом подвале
10.	Холодный (отопительный) период года Cold (heating) season of a year	Период года, характеризующийся средней суточной температурой наружного воздуха, равной и ниже 10 или 8°C в зависимости от вида здания (по ГОСТ 30494)
11.	Теплый период года Warm season of a year	Период года, характеризующийся средней суточной температурой воздуха выше 8 или 10°C в зависимости от вида здания (по ГОСТ 30494)
12.	Продолжительность отопительного периода Length of the heating season	Расчетный период времени работы системы отопления здания, представляющий собой среднее статистическое число суток в году, когда средняя суточная температура наружного воздуха устойчиво равна и ниже 8 или 10°C в зависимости от вида здания
13.	Средняя температура наружного воздуха отопительного периода Mean temperature of outdoor air of the heating season	Расчетная температура наружного воздуха, усредненная за отопительный период по средним суточным температурам наружного воздуха

4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1. Строительство зданий должно осуществляться в соответствии с минимальными требованиями к уровню тепловой защиты зданий в целях обеспечения установленного для проживания и деятельности людей микроклимата в здании, необходимой надежности и долговечности ограждающих конструкций, климатических условий работы технического оборудования при минимальном расходе тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период (далее – на отопление).

Долговечность ограждающих конструкций следует обеспечивать применением материалов, имеющих надлежащую стойкость (морозостойкость, влажностойкость, биостойкость, стойкость против коррозии, высокой температуры, циклических температурных колебаний и других разрушающих воздействий окружающей среды), предусматривая в случае необходимости специальную защиту элементов конструкций, выполняемых из недостаточно стойких материалов. Более детальные требования к эксплуатационному сроку службы (долговечности) ограждающих конструкций и материалов, входящих в их состав, приведены в разделе 14 настоящих норм.

4.2. При проектировании теплозащиты зданий различного назначения следует применять, как правило, типовые конструкции, в том числе конструкции комплексной поставки, со стабильными теплоизоляционными свойствами, с минимумом теплопроводных включений и стыковых соединений в сочетании с надежной гидроизоляцией, не допускающей

проникновения влаги в жидкой фазе и максимально сокращающей проникновение водяных паров в толщу теплоизоляции.

4.3. В случае применения многослойных ограждающих конструкций для надлежащего обеспечения нормативных величин их эксплуатационных характеристик в течение заданного срока эксплуатации, слои с большей теплопроводностью и увеличенным сопротивлением паропрооницанию следует располагать с теплой (внутренней) стороны здания.

4.4. Тепловую изоляцию наружных стен зданий следует стремиться проектировать и устанавливать согласно проекта непрерывной в плоскости фасада здания. Такие элементы ограждений, как внутренние перегородки, колонны, балки, вентиляционные каналы и другие, не должны нарушать сплошности слоя теплоизоляции. Воздуховоды, вентиляционные каналы и дымовые трубы следует проектировать, как правило, по внутренним стенам (из-за опасности их промерзания или перегрева), в противном случае требуется дополнительная их теплоизоляция.

4.5. При наличии в конструкции теплозащиты теплопроводных включений необходимо учитывать следующие:

- несквозные включения целесообразно располагать ближе к теплой стороне ограждения;

- в сквозных, главным образом, металлических включениях (профилях, стержнях, болтах, оконных рамах) следует предусматривать вставки (разрывы) мостиков холода из материалов с коэффициентом теплопроводности не выше $0,35 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$.

В дополнение к сказанному выше при наличии сквозных теплопроводных включений в плоскости фасада следует обеспечить плотное примыкание к ним теплоизоляции. При этом приведенное сопротивление теплопередаче конструкции с теплопроводными включениями должно быть не менее требуемого исходя из обеспечения санитарно-гигиенических условий.

4.6. В трехслойных бетонных панелях следует предусматривать конструктивные или технологические мероприятия, исключающие попадание раствора в стыки между плитами утеплителя, по периметру окон и самих панелей.

4.7. При проектировании замкнутых воздушных прослоек в наружных ограждающих конструкциях следует руководствоваться нижеперечисленными рекомендациями:

- размер прослойки по высоте не должен быть более высоты этажа и не более 6 метров, размер по толщине – не менее 60 мм и не более 100 мм; меньшая толщина воздушной прослойки (но не менее 40 мм) допускается в случае обеспечения гладких поверхностей внутри прослойки;

- воздушные прослойки рекомендуется располагать ближе к холодной стороне ограждения;

- с наружной стороны воздушной прослойки должны располагаться материалы, обладающие требуемой воздухопроницаемостью.

4.8. При проектировании стен с вентилируемой воздушной прослойкой (стены с вентилируемым фасадом) следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- воздушная прослойка должна быть толщиной не менее 60 мм и не более 150 мм и ее следует размещать между наружным облицовочным слоем стены и теплоизоляцией;

- для зданий заданной этажности толщину воздушной вентилируемой прослойки допускается проектировать меньшей 60 мм при соответствующем научно-техническом обосновании и утверждении в специализированных научно-исследовательских институтах или высших учебных заведениях;

- поверхность теплоизоляции с объемной массой не более 50 кг/м^3 , обращенную в сторону вентилируемой прослойки рекомендуется закрывать воздухопроницаемой стеклотканью при обеспечении соответствующих противопожарных требований;

- наружный слой стены (например, при использовании кирпичной облицовки) должен иметь вентиляционные отверстия, площадь которых определяется из расчета 75 см^2 на 20 м^2 площади стен, включая площадь окон;

- нижние (верхние) вентиляционные отверстия, как правило, следует совмещать с косяками (карнизами), причем для нижних отверстий предпочтительно совмещение функций вентиляции и отвода влаги.

4.9. При проектировании новых и реконструкции существующих зданий слой теплоизоляции, как правило, не следует располагать с внутренней стороны стен зданий. В случае невозможности применения наружного утепления (например, для сохранения облика фасадов зданий, имеющих историческое и культурное значение), для исключения вероятности увлажнения утеплителя и образования грибка на стенах, следует осуществлять предварительную обработку внутренних поверхностей наружных стен зданий антисептическими средствами, а с внутренней стороны стен после их утепления устанавливать парозоляционную защиту. В случае внутреннего утепления ограждающих конструкций зданий следует применять теплоизоляционные материалы имеющие группу горючести НГ. В соответствии с требованиями противопожарных норм, при внутреннем утеплении ограждающих конструкций, запрещается использовать материалы, имеющие группы горючести от Г1 до Г4.

4.10. Все притворы окон и балконных дверей должны содержать уплотнительные прокладки (не менее двух) из силиконовых материалов или морозостойкой резины. Допускается применение двухслойного остекления вместо трехслойного в случаях:

- применения внутренних стекол с теплоотражающим селективным покрытием, обращенным внутрь межстекольного пространства;

- для окон и балконных дверей, выходящих внутрь остекленных лоджий, изолированных по всему объему от внешнего наружного воздуха.

Воздухонепроницаемость оконных притворов должна быть обеспечена в соответствии с требованиями настоящих норм.

4.11. Оконные коробки в деревянных, пластмассовых или комбинированных переплетах следует располагать в оконном проеме на глубину четверти от наружной плоскости фасада теплотехнически однородной стены или посередине теплоизоляционного слоя в многослойных конструкциях стен. Оконные блоки следует закреплять на более прочном (наружном или внутреннем) слое стеновой конструкции.

4.12. При проектировании зданий следует предусматривать защиту внутренней и наружной поверхности стен от воздействия влаги и атмосферных осадков устройством облицовки или штукатурки, окраски водоустойчивыми составами, выбираемыми в зависимости от материала стен и условий эксплуатации. При соответствующем техническом обосновании допускается не облицовывать наружные стены зданий из долговечных морозостойких материалов, соответствующих требованиям табл. 1 СНиП II-22-81*.

4.13. Ограждающие конструкции, контактирующие с грунтом, следует предохранять от

грунтовой влаги путем устройства гидроизоляции.

4.14. При устройстве мансардных окон следует предусматривать надежную в эксплуатации гидроизоляцию примыкания кровли к оконному блоку.

4.15. В целях сокращения расхода тепловой энергии на отопление зданий в холодный и переходный периоды года следует предусматривать:

- объемно-планировочные решения, обеспечивающие наименьшую площадь наружных ограждающих конструкций, т. е. обеспечивающие минимум коэффициента компактности K_g^{des} для зданий одинакового строительного объема;
- блокирование зданий;
- размещение более теплых и влажных помещений у внутренних стен зданий;
- расположение отапливаемых помещений рядом или друг над другом;
- как правило, меридиональную или близкую к ней ориентацию продольного фасада здания;
- рациональный выбор и размещение теплоизоляционных материалов в составе ограждающей конструкции здания;
- конструктивные решения равноэффективных в теплотехническом отношении ограждающих конструкций, обеспечивающие их более высокую теплотехническую однородность (с большим коэффициентом теплопроводности однородности ρ);
- эксплуатационно-надежную герметизацию стыковых соединений и швов наружных ограждающих конструкций и элементов, а также межквартирных ограждающих конструкций.

4.16. Расчетный показатель компактности жилых зданий K_g^{des} , как правило, не должен превышать следующих нормируемых значений:

- 0,25 – для 16-этажных зданий и выше;
- 0,29 – для зданий от 10 до 15 этажей включительно;
- 0,32 – для зданий от 6 до 9 этажей включительно;
- 0,36 – для 5-этажных зданий;
- 0,43 – для 4-этажных зданий;
- 0,54 – для 3-этажных зданий;
- 0,61; 0,54; 0,46 – для двух-, трех- и четырехэтажных блокированных и секционных домов соответственно;
- 0,9 – для двух- и одноэтажных домов с мансардой;
- 1,1 – для одноэтажных домов.

4.17. При разработке объемно-планировочных решений следует избегать размещения окон по обеим наружным стенам угловых комнат, а в случае невозможности выполнения данного условия, необходимо предусматривать мероприятия по увеличению сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций до уровня, обеспечивающего равенство удельных потерь энергии в торцевых (угловых) помещениях с удельными потерями энергии во внутренних помещениях.

5. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗДАНИЙ ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

5.1. Общие требования

В настоящих нормах устанавливаются требования к:

- классификации, определению и повышению энергетической эффективности проектируемых и существующих зданий (см. п.п. 5.2.1. – 5.2.3.);
- удельному показателю расхода тепловой энергии на отопление здания (см. п.6.3);
- минимально-допустимым значениям сопротивлений теплопередаче различных типов ограждающих конструкций зданий, а именно:
 - наружных стен (см. п.п. 6.3.2.1, 6.4.1);
 - покрытий (см. п.п. 6.3.2.1, 6.4.1);
 - перекрытий над проездами (см. п.п. 6.3.2.1, 6.4.1);
 - чердачных перекрытий (см. п.п. 6.3.2.1, 6.4.1);
 - перекрытий над неотапливаемыми подпольями и подвалами (см. п.п. 6.3.2.1, 6.4.1);
 - окон и балконных дверей (см. п.п. 6.3.2.2, 6.4.2);
 - витрин и витражей (см. п.п. 6.3.2.2, 6.4.2);
 - фонарей с вертикальным остеклением (см. п.п. 6.3.2.2, 6.4.2);
- ограничению температуры и недопущению конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции, за исключением окон с вертикальным остеклением (см. п.6.6);
 - слабым с точки зрения теплофизики участкам ограждающих конструкций (местам теплопроводных включений, – см. п. 5.5.5);
 - теплоустойчивости ограждающих конструкций в теплый период года и помещений зданий в холодный период года (см. п.п. 8.1–8.20);
 - воздухопроницаемости ограждающих конструкций и помещений зданий (см. п.п. 9.1–9.11);
 - защите от переувлажнения ограждающих конструкций (см. п.п. 10.1–10.9);
 - теплоусвоению поверхности полов (см. п.п. 11.1–11.6);
 - контролю нормируемых показателей, включая энергетический паспорт здания (см. п.п. 12.1–12.23);
 - долговечности наружных ограждающих конструкций зданий (см. п.п. 14.1–14.13).

5.2. Классификация зданий по энергетической эффективности

5.2.1. Энергетическую эффективность жилых и общественных зданий следует устанавливать в соответствии с классификацией, приведенной в табл. 1.

5.2.2. Величину отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного следует рассчитывать по формуле:

$$K_{eff} = \frac{q_n^{des} - q_n^{req}}{q_n^{req}} \cdot 100\% \quad (1)$$

5.2.3. Присвоение классов D и E на стадии проектирования не допускается. Классы A, B и C устанавливаются для вновь возводимых и реконструируемых зданий на стадии разработки проекта и впоследствии их уточняют по результатам эксплуатации. Для достижения классов A и B органами администраций субъектов Российской Федерации рекомендуется применять меры по экономическому стимулированию участников проектирования и строительства. Классы D и E устанавливаются при эксплуатации возведенных до 2000 г.

зданий с целью разработки органами администраций субъектов Российской Федерации очередности и мероприятий по реконструкции этих зданий. Классы для эксплуатируемых зданий следует устанавливать по данным измерения энергопотребления за отопительный период согласно ГОСТ 31168 и настоящим нормам.

Таблица 1.

Классы энергетической эффективности зданий K_{eff}			
Обозначение класса	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания q_n^{des} от нормативного q_n^{req} , %	Рекомендуемые мероприятия органами администрации субъектов РФ
Для новых и реконструируемых зданий			
A	Очень высокий	Менее минус 51	Экономическое стимулирование
B	Высокий	От минус 10 до минус 50	То же
C	Нормальный	От плюс 5 до минус 9	В соответствии с ФЗ № 261
Для существующих зданий			
D	Низкий	От плюс 6 до плюс 75	В соответствии с ФЗ № 261
E	Очень низкий	Более 76	То же

5.3. Влажный режим помещений

Влажный режим помещений зданий в холодный период года в зависимости от относительной влажности Φ_{int} и температуры внутреннего воздуха t_{int} в них следует устанавливать по таблице 2.

Таблица 2.

Режим	Влажность внутреннего воздуха Φ_{int} [%] при температуре t_{int} [°C]		
	до 12	св. 12 до 24	св. 24
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60	Св. 40 до 50
Влажный	Св. 75	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60
Мокрый	–	Св. 75	Св. 60

5.4. Условия эксплуатации

Условия эксплуатации ограждающих конструкций A или B в зависимости от влажного режима помещений и зон влажности района строительства для выбора теплотехнических показателей материалов наружных ограждений следует устанавливать по таблице 3. Зоны влажности территории России следует принимать по Приложению А.

Таблица 3.

Влажный режим помещений зданий (по таблице 2)	Условия эксплуатации A и B в зоне влажности (по Приложению А)		
	сухой	нормальный	влажный
Сухой	A	A	B
Нормальный	A	B	B
Влажный или мокрый	B	B	B

5.5. Параметры внутренней среды помещений

5.5.1. Параметры микроклимата помещений внутри жилых и общественных зданий из условия комфортности пребывания в них и безопасности для здоровья людей для холодного и теплого периодов года следует принимать согласно ГОСТ 30494. Параметры микроклимата внутри зданий производственного назначения следует принимать согласно ГОСТ 12.1.005 или нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений. Параметры микроклимата специальных общеобразовательных школ-интернатов, детских дошкольных и оздоровительных учреждений следует принимать в соответствии с действующими санитарными правилами и нормами Министерства здравоохранения.

5.5.2. Обеспечение условий эксплуатации ограждающих конструкций следует устанавливать в зависимости от влажного режима помещений и зон влажности следующим образом:

– определяют по карте зону влажности (влажная, нормальная, сухая) согласно Приложению А настоящих норм (при этом в случае попадания населенного пункта на границу зон влажности следует выбирать более влажную зону);

– определяют влажный режим помещений (сухой, нормальный, влажный или мокрый) в зависимости от расчетной относительной влажности Φ_{int} и температуры внутреннего воздуха t_{int} в соответствии с таблицей 2 настоящих норм;

– устанавливают согласно таблице 3 условия эксплуатации ограждающих конструкций (A или B) в зависимости от влажного режима помещений и зон влажности.

5.5.3. Расчетная температура воздуха внутри жилых и общественных зданий t_{int} для холодного периода года должна быть не ниже минимальных значений оптимальных температур, приведенных в табл. 1 ГОСТ 30494 и Приложении I СанПиН 2.1.2.1002. Для остальных типов зданий параметры воздуха следует принимать по минимальным значениям

оптимальной температуры в соответствии с требованиями ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005 или ведомственными нормами проектирования зданий соответствующего назначения.

5.5.4. Расчетная температура воздуха внутри здания t_{int} для теплового периода года должна быть не выше верхней границы допустимых значений температур, приведенных в табл. 2 ГОСТ 30494.

5.5.5. Температура внутренних поверхностей наружных ограждений здания, где имеются теплопроводные включения (диафрагмы, сквозные включения цементно-песчаного раствора или бетона, межпанельные стыки, жесткие соединения и гибкие связи в многослойных панелях, подоконные ниши, оконные обрамления, места установки встроенных в оконный проем рольставней и т. д.), в углах и на оконных откосах не должна быть ниже, чем температура точки росы воздуха внутри здания при расчетной относительной влажности Φ_{int} и расчетной температуре t_{int} внутреннего воздуха.

5.6. Наружные климатические условия

5.6.1. Расчетную температуру наружного воздуха t_{ext} [°C], следует принимать по средней температуре наиболее холодной пятидневки с **обеспеченностью 0,92** согласно СНиП 23-01 для соответствующего городского или сельского населенного пункта. При отсутствии данных для конкретного населенного пункта расчетную температуру следует принимать для ближайшего населенного пункта, который указан в СНиП 23-01.

5.6.2. Продолжительность отопительного периода z_{ht} [сут] и среднюю температуру наружного воздуха t_{ht} [°C] в течение отопительного периода следует принимать согласно СНиП 23-01 (табл. 1, графы 13 и 14 – для медицинских и детских учреждений, графы 11 и 12 – в остальных случаях) для соответствующего населенного пункта. При отсутствии данных для конкретного населенного пункта расчетные параметры отопительного периода следует принимать для ближайшего населенного пункта, который указан в СНиП 23-01.

5.6.3. Средний удельный вес наружного воздуха в течение отопительного периода γ_{α}^{ht} [Н/м³] следует рассчитывать по формуле:

$$\gamma_{\alpha}^{ht} = \frac{3463}{(273 + t_{ht})}, \quad (2)$$

где t_{ht} – то же, что и в п. 5.6.2.

5.6.3. Среднюю плотность приточного воздуха за отопительный период ρ_{α}^{ht} [Н/м³] следует рассчитывать по формуле:

$$\rho_{\alpha}^{ht} = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_{int} + t_{ext})]}, \quad (3)$$

где t_{int} – расчетная средняя температура внутреннего воздуха [°C], определяемая согласно указаниям п. 5.5.3; t_{ext} – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года [°C], определяемая согласно указаниям п. 5.6.1.

5.7. Характеристики строительных материалов и конструкций

5.7.1. При проектировании теплозащиты используют следующие расчетные показатели строительных материалов и конструкций (по Приложению Б для условий эксплуатации А или Б в зависимости от влажностного режима помещений в соответствующих зонах влажности):

- коэффициент теплопроводности λ [Вт/(м·°C)];
- коэффициент теплоусвоения s [Вт/(м²·°C)];
- удельная теплоемкость (в сухом состоянии) c_0 [кДж/(кг·°C)];
- коэффициент паропроницаемости μ [мг/(м·ч·Па)] или сопротивление паропроницанию R_{vr} [м²·ч·Па/мг];
- термическое сопротивление воздушных прослоек R_{air} [м²·°C/Вт];
- сертифицированные значения приведенного сопротивления теплопередаче окон, балконных дверей, фонарей R_{Σ} [м²·°C/Вт];
- сертифицированные значения коэффициентов затенения окон непрозрачными элементами τ и относительного пропускания окнами солнечной радиации k ;
- воздухопроницаемость G [кг/(м²·ч)] или сопротивление воздухопроницанию R_g [м²·ч·Па/кг] (для окон и балконных дверей при $\Delta p = 10$ Па);
- коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью ограждения ρ_s ;
- коэффициент изучения поверхности (тепловая эмиссия) ϵ .

5.7.2. Допускается расчетные теплотехнические показатели эффективных теплоизоляционных материалов (минераловатных, стекловолоконных и полимерных), а также материалов, не приведенных в Приложении Б, принимать согласно теплотехническим испытаниям по методике Приложения Д настоящих норм, проведенным аккредитованными испытательными лабораториями.

5.8. Определение отапливаемых площадей и объемов зданий

5.8.1. Отапливаемую площадь здания следует определять как площадь этажей (в том числе мансардного, а также отапливаемого цокольного и подвального) здания, измеряемую в пределах внутренних поверхностей наружных стен, включая площадь, занимаемую перегородками и внутренними стенами. При этом площадь лестничных клеток и лифтовых шахт включается в площадь этажа.

5.8.2. В отапливаемую площадь здания не включаются площади теплых чердаков и подвалов, неотапливаемых технических этажей, подвала (подполья), холодных неотапливаемых веранд, неотапливаемых лестничных клеток, а также холодного чердака или его части, не занятой под мансарду.

5.8.3. При определении площади мансардного этажа учитывается площадь с высотой до наклонного потолка **1,2 м при наклоне 30° к горизонту; 0,8 м – при наклоне от 45 до 60° к горизонту; при наклоне более 60° к горизонту** – площадь измеряется до плintуса.

5.8.4. Площадь жилых помещений здания подсчитывается как сумма площадей всех общих комнат (гостиных) и спален.

5.8.5. Отапливаемый объем здания V_h определяется как произведение отапливаемой площади этажа на внутреннюю высоту, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего (верхнего) этажа.

5.8.6. При сложных формах внутреннего объема здания отапливаемый объем V_h определяется как объем пространства, ограниченного внутренними поверхностями наружных ограждений (стен, покрытия или чердачного перекрытия, цокольного перекрытия).

5.8.7. Для определения объема воздуха, заполняющего здание, отапливаемый объем V_h умножается на коэффициент **0,85**.

5.8.8. Площадь наружных ограждающих конструкций определяется по внутренним размерам здания. Общая площадь наружных стен (с учетом оконных и дверных проемов) определяется как произведение периметра наружных стен по внутренней поверхности на внутреннюю высоту здания, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего (верхнего) этажа с учетом площади оконных и дверных откосов глубиной от внутренней поверхности стены до внутренней поверхности оконного или дверного блока. Суммарная площадь окон определяется по размерам проемов в свету. Площадь наружных стен (непрозрачной части) определяется как разность общей площади наружных стен и площади окон и наружных дверей.

5.8.9. Площадь горизонтальных наружных ограждений (покрытия, чердачного и цокольного перекрытия) определяется как площадь этажа здания (в пределах внутренних поверхностей наружных стен).

5.8.10. При наклонных поверхностях потолков последнего (верхнего) этажа площадь покрытия или чердачного перекрытия определяется как площадь внутренней поверхности потолка.

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ

6.1. Методика нормирования требуемого уровня тепловой защиты

Для установления класса энергоэффективности здания k_{eff} необходимо произвести оценку численного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания q_{in}^{des} . По этой причине в настоящем документе в качестве основного нормативного показателя требуемого уровня тепловой защиты зданий устанавливается *метод энергетического баланса*, согласно которому нормируется удельный расход тепловой энергии на отопление q_{in}^{des} (показатель «в» требований тепловой защиты в редакции СНиП 23-02–2003).

Поэлементный метод (показатель «а» требований тепловой защиты в редакции СНиП 23-02–2003) может быть применен только в отношении зданий отдельно стоящих малоэтажных, – с числом этажей не более 2-х, с числом квартир – не более 3-х.

В зависимости от территориальных районов (с различным количеством градусо-суток отопительного периода D_{ot}) настоящие нормы устанавливают различные минимальные требования к уровню тепловой защиты зданий. Для непрозрачных ограждающих конструкций минимальные численные значения сопротивлений теплопередаче для выбранного климатического района проектирования (строительства) устанавливаются в зависимости от параметров их тепловой инерции D . Для светопрозрачных ограждающих конструкций минимальные значения сопротивлений теплопередаче устанавливаются в зависимости от степени остекленности фасадов f .

Кроме того, в настоящей редакции документа вводится третий метод, – компенсационный, целью которого является более широкое внедрение в практику строительства энергоэффективных инженерных решений, в частности применение в строительстве приточно-принудительных систем вентиляции воздуха в помещениях зданий.

6.2. Показатели тепловой защиты зданий

Настоящими нормами установлены три метода установления требуемых показателей тепловой защиты:

1. *Метод энергетического баланса* (см. п. 6.3.), согласно которому нормируемым является удельный расход тепловой энергии на отопление здания q_{in}^{des} , допустимые значения которого q_{in}^{req} для зданий различного назначения и этажности приведены в табл. 5. Минимально допустимые значения сопротивлений теплопередаче R_{min} для различных типов ограждающих конструкций устанавливаются согласно табл. 6–10 в зависимости от градусо-суток отопительного периода D_{ot} , показателя тепловой инерции D несветопрозрачной ограждающей конструкции (для стен, покрытий и перекрытий) или степени остекленности фасадов f (для окон, витрин, витражей, фонарей с вертикальным остеклением).
2. *Метод по ограждающим конструкциям (поэлементный)*, – см. п. 6.4.), устанавливающий лишь минимальные требования к сопротивлению теплопередаче отдельных ограждающих конструкций (метод применяется только в отношении производственных зданий, а также зданий отдельно стоящих малоэтажных, – с числом этажей не более двух, с числом квартир – не более трех).
3. *Компенсационный метод* (см. п. 6.5.), согласно которому численные значений удельного расхода тепловой энергии на отопление здания могут быть превышены не более, чем на 10 % при условии компенсации этих дополнительных затрат применением рекуперационных систем принудительного вентилирования воздуха в помещениях здания.

В любом случае, вне зависимости от выбранного метода определения требуемого уровня тепловой защиты, температурный перепад между температурами воздуха в помещении и на внутренней поверхности ограждающей конструкции Δt_p (показатель «б» требований тепловой защиты в редакции СНиП 23-02–2003) не должен превышать нормативных величин этого показателя $\Delta t_{p,n}$, численные значения которого приведены в табл. 4.

Кроме того в проекте должны быть установлены неблагоприятные, с точки зрения строительной физики, участки ограждающих конструкций, иначе говоря участки с теплопроводными включениями (некоторые, наиболее распространенные из них, перечислены в п. 5.5.5) на внутренних поверхностях которых возможна конденсация влаги. В местах, где возможна конденсация влаги, например, в местах опирания плит перекрытий на стены, на внутренней поверхности оконных перемычек и других участках ограждающих конструкций, сопротивление теплопередаче не должно быть ниже минимального санитарно-гигиенического уровня (см. п. 6.6).

Таблица 4.

Нормируемый температурный перепад Δt_n между температурой внутреннего воздуха t_{int} и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции t_{int}

№ п/п	Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt_n [°C] для			
		наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями	зентных фонарей
1	Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4	3	2	$t_{int} - t_d$
2	Общественные, кроме указанных в поз.1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным и мокрым режимом	4,5	4	2,5	$t_{int} - t_d$
3	Производственные с сухим и нормальным режимами	$t_{int} - t_d$, но не более 7	$0,8 \cdot (t_{int} - t_d)$, но не более 6	2,5	$t_{int} - t_d$
4	Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$t_{int} - t_d$	$0,8 \cdot (t_{int} - t_d)$	2,5	–
5	Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м³) и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха $\phi_{int} > 50\%$	12	12	2,5	$t_{int} - t_d$

Обозначения: t_{int} – температура внутреннего воздуха в помещении [°C], принимаемая согласно п. 5.5.3; t_d – температура точки росы [°C] при расчетной температуре t_{int} и относительной влажности внутреннего воздуха ϕ_{int} , принимаемым согласно п.5.5.2, СанПиН 2.1.2.1002, ГОСТ 12.1.005 и СанПиН 2.2.4.548, СНиП 41–01 и нормам проектирования соответствующих зданий.

Примечание. Для зданий картофеля- и овощехранилищ нормируемый температурный перепад Δt_n [°C] для наружных стен, покрытий и чердачных перекрытий следует принимать согласно СНиП 2.11.02.

6.3. Метод энергетического баланса

Метод энергетического баланса является базовым методом нормирования теплозащитных свойств ограждающих конструкций жилых, общественных, административных и бытовых зданий. Метод нормирует удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период.

Удельный (на 1 м³ отапливаемого объема [кДж/(м³·°C·сут)]) расход тепловой энергии на отопление здания q_h^{des} должен быть меньше или равен нормируемому значению q_h^{req} , численные значения которого приведены в табл. 5, и определяется путем выбора теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания, объемно-планировочных решений, ориентации здания и типа, эффективности и метода регулирования используемой системы отопления до удовлетворения следующего условия:

$$q_h^{des} \leq q_h^{req} \quad (4)$$

Таблица 5.

Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление жилых, общественных, бытовых и административных зданий q_h^{req} [кДж/(м³·°C·сут)]

Типы зданий	Этажность зданий						
	1–3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12 и выше	
1. Жилые, гостиницы, общежития	[43], [37], [33]	[31]	[29]	[27,5]	[26]	[25]	
2. Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	[34]; [33]; [32]	[31]	[30]	[29]	[28]	–	
3. Дошкольные учреждения	[45]	–	–	–	–	–	

4.	Сервисного обслуживания	[23]; [22]; [21]	[20]	[20]	–	–	–
5.	Общественные, кроме перечисленных в поз.2, 3 и 4 табл. 5	[42]; [38]; [36]	[32]	[31]	[29,5]	[28]	–
6.	Административного назначения (офисы)	[36]; [34]; [33]	[27]	[24]	[22]	[20]	[20]

Примечания:
 1. для регионов, имеющих значение градусо-суток отопительного периода $D_d = 8000$ °C·сут и более, нормируемые q_h^{req} следует снизить на 5%;
 2. для зданий жилых отдельностей, – с числом этажей не более 2-х, с числом квартир – не более 3-х, при расчете теплозащитных свойств ограждающих конструкций допускается использовать поэлементный метод (см. п. 6.2 настоящих норм).

6.3.1. Методика расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление жилых, общественных, административных и бытовых зданий за отопительный период

6.3.1.1. Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период q_h^{des} [кДж/м³·°C·сут] следует определять по формуле:

$$q_h^{des} = \frac{10^3 \cdot Q_h^y}{V_n \cdot D_d} \quad (4)$$

где Q_h^y – расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода [МДж]; V_n – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания [м³]; D_d – градусо-сутки отопительного периода [°C·сут], определяемые для выбранного климатического района по формуле:

$$D_d = (t_{int} - t_{nt}) \cdot z_{nt} \quad (5)$$

где t_{int} – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания [°C], принимаемая для расчета ограждающих конструкций, в частности для

- жилых зданий, зданий лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов, гостиниц и общежитий – по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале 20–22 °C),
- общественных зданий, кроме указанных выше, административных и бытовых - согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16–21 °C),
- производственных зданий – по нормам проектирования соответствующих зданий;
- t_{nt}, z_{nt} – соответственно средняя температура наружного воздуха [°C] и продолжительность [сут] отопительного периода, принимаемые по СНиП 23-01 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха:
- не более 10°C – при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов.
- не более 8°C – в остальных случаях.

6.3.1.2. Расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода Q_h^y [МДж] следует определять по уравнению баланса:

$$Q_h^y = [Q_h^{tr} + Q_h^{inf} - (Q_{int} + Q_s) \cdot \zeta] \cdot \beta_n \quad (6)$$

где Q_h^{tr} – трансмиссионные теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции [МДж]; Q_h^{inf} – расход тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха [МДж]; Q_{int} – бытовые теплопоступления в течение отопительного периода [МДж]; Q_s – теплопоступления через светопрозрачные ограждающие конструкции (окна, и фонари) от солнечной радиации в течение отопительного периода [МДж]; ζ – коэффициент, учитывающий снижение теплопоступлений, в том числе за счет эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; рекомендуемые значения:

- $\zeta=0,8$ – в однотрубной системе с термостатами и с пофасадным авторегулированием на вводе или поквартирной горизонтальной разводкой;
- $\zeta=0,75$ – в двухтрубной системе отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе;
- $\zeta=0,7$ – в однотрубной системе с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе или в однотрубной системе без термостатов и с пофасадным авторегулированием на вводе, а также в двухтрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;
- $\zeta=0,55$ – в системе без термостатов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха;
- $\zeta=0,4$ – в системе без термостатов и без авторегулирования на вводе (регулирование центральное в ЦТП или котельной).

β_n – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплопотерями неутепленных трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения, принимаемый:

- $\beta_n=1,13$ – для протяженных зданий, в том числе многосекционных;
- $\beta_n=1,11$ – для зданий башенного типа;
- $\beta_n=1,07$ – для зданий с отапливаемыми подвалами;
- $\beta_n=1,05$ – для зданий с отапливаемыми чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты.

6.3.1.3. Потери тепловой энергии здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период Q_h^{tr} [МДж] определяются по формуле:

$$Q_n^v = 0,0864 \cdot \left(\sum_{i=1}^n n \cdot \frac{A_i}{R_{0i}} + \sum_{j=1}^n L_j \cdot \psi_j + \sum_{m=1}^n N_m \cdot \Delta k_m \right) \cdot D_d, \quad (7)$$

где A_i , R_{0i} – соответственно площадь [м²] ограждающих конструкций здания (стен, окон, фонарей, витражей, наружных дверей и ворот, совмещенных покрытий, цокольных и чердачных перекрытий, перекрытий над проездами и под эркерами); R_{0i} – сопротивление теплопередаче [м²·°C/Вт] ограждающих конструкций здания (стен, окон, фонарей, витражей, наружных дверей и ворот, совмещенных покрытий, цокольных и чердачных перекрытий, перекрытий над проездами и под эркерами), принимаемое согласно п.п. 6.3.2.1–6.3.2.2; n_i – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, численные значения которого приведены в табл. 6; L_j – протяженность линейной неоднородности j-го вида, [м]; ψ_j – удельные потери теплоты через линейную неоднородность j-го вида [Вт/м·°C]; N_m – количество единичных неоднородностей m-го вида на здание [шт]; Δk_m – удельные потери теплоты через единичную неоднородность m-го вида [Вт/°C]; D_d – то же, что и в формуле (4), [°C·сут]; 0,0864 – переводной коэффициент (1 сут = 24 ч; 1 Вт = 1/1000 кВт; 1 Вт·ч = 3,6 кДж).

Численные значения линейных и единичных неоднородностей определяются по своду правил.

6.3.1.4. Расход тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха Q_{nt}^{inf} [МДж] определяется по формуле:

$$Q_{nt}^{inf} = 0,0864 \cdot (0,28 \cdot c \cdot \rho_a \cdot V_h \cdot \rho_a^{ht}) \cdot D_d, \quad (9)$$

где c – удельная теплоемкость воздуха, принимаемая равной 1 кДж/(кг·°C); ρ_a – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период [ч⁻¹], определяемая по формуле (10); V_h – то же, что и в формуле (4), [м³]; ρ_a^{ht} – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период [кг/м³], определяется по формуле (3); 0,0864 – то же, что и в формуле (7); 0,28 – переводной коэффициент (1 Вт·ч = 3,6 кДж, откуда 1 кДж/ч = 1/3,6 Вт = 0,28 Вт).

Таблица 6.

Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху

№ п/п	Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1	Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1
2	Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
3	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5	Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

Примечание: для чердачных перекрытий теплых чердаков и цокольных перекрытий над подвалами с температурой воздуха в них t_c большей t_{ext} , но меньшей t_{int} коэффициент n следует определять по формуле:

$$n = \frac{(t_{int} - t_c)}{(t_{int} - t_{ext})} \quad (8)$$

Средняя кратность воздухообмена за отопительный период n_{α} [ч⁻¹] рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле:

$$n_{\alpha} = \frac{L_v \cdot n_v \cdot K_v / 168}{V_h}, \quad (10)$$

где L_v – количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической (принудительной) вентиляции [м³/ч], равное для:

- жилых зданий с расчетной заселенностью квартиры 20 м² общей площади и менее на человека – $L_v = 3 \cdot A_i$;
- жилых зданий с расчетной заселенностью квартиры более 20 м² общей площади на человека – $L_v = 0,35 \cdot 3 \cdot A_i$, но не менее 30 м (где m – расчетное число жителей в здании);
- общественных и административных зданий принимают условно:
 - для офисов и объектов сервисного обслуживания – $L_v = 4 \cdot A_i$;
 - для учреждений здравоохранения и образования – $L_v = 5 \cdot A_i$;
 - для спортивных, зрелищных и детских дошкольных учреждений – $L_v = 6 \cdot A_i$.

A_i – для жилых зданий – площадь жилых помещений; для общественных зданий – расчетная площадь, определяемая согласно СНиП 31-05 как сумма площадей всех помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и сетей [м²];

n_v – число часов работы механической (принудительной) вентиляции;

K_v – коэффициент, учитывающий дополнительную инфильтрацию воздуха через входные вестибюли и лестнично-лифтовой узел, а также инфильтрацию, превышающую нормативный воздухообмен в квартирах при низкой герметичности окон (сопротивление воздухопроницанию менее 0,9 м²·ч/кг при $\Delta P = 10$ Па), принимаемое для жилых зданий:

- с лестничной клеткой по типу Н2 (внутренняя с окнами) – $K_v = 1,05$;
 - с лестничной клеткой по типу Н1 (с поэтажными наружными переходами) – $K_v = 1,1$;
 - для жилых зданий с низкой герметичностью окон (менее 0,6 м²·ч/кг) – $K_v = 1,3$;
- 168 – число часов в неделе;
 V_h – то же, что и в формуле (4).

6.3.1.5. Бытовые тепlopотупления в течение отопительного периода Q_{int} [МДж] следует определять по формуле:

$$Q_{int} = 0,0864 \cdot q_{int} \cdot z_{nt} \cdot A_i, \quad (11)$$

где q_{int} – величина бытовых тепlopотуплений на 1 м² площади жилых помещений или расчетной площади общественного здания [Вт/м²], принимаемая для:

- жилых зданий с расчетной заселенностью квартиры 20 м² общей площади и менее на человека – $q_{int} = 17$ Вт/м²;
 - жилых зданий с расчетной заселенностью квартиры 45 м² общей площади и более на человека – $q_{int} = 10$ Вт/м²;
 - других жилых зданий – в зависимости от расчетной заселенности квартиры по интерполяции величины q_{int} между 17 и 10 Вт/м²
 - для общественных и административных зданий бытовые тепловыделения учитываются по расчетному числу людей (из расчета 90 Вт/чел), находящихся в здании, освещения (по установочной мощности) и оргтехники (из расчета 10 Вт/м²) с учетом рабочих часов в неделю;
- z_{nt} – то же, что и в формуле (5);
 A_i – то же, что и в формуле (10);
 0,0864 – то же, что и в формуле (7).

6.3.1.6. Тепlopотупления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода Q_s [МДж] для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, следует определять по формуле:

$$Q_s = \tau_F \cdot K_F \cdot (A_{F_1} \cdot I_1 + A_{F_2} \cdot I_2 + A_{F_3} \cdot I_3 + A_{F_4} \cdot I_4) + \tau_{scv} \cdot K_{scv} \cdot A_{scv} \cdot I_{hor}, \quad (11)$$

где τ_F и τ_{scv} – коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон (F) и зенитных фонарей (scv) непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным (при отсутствии данных следует принимать согласно СП 23-101); K_F и K_{scv} – коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон (F) и зенитных фонарей (scv), принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий (при отсутствии данных численные значения коэффициентов следует принимать по СП 23-101); мансардные окна с углом наклона заполнения к горизонту 45° и более следует считать как вертикальные окна, с углом наклона менее 45° – как зенитные фонари; A_{F_1} , A_{F_2} , A_{F_3} , A_{F_4} – площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям [м²]; A_{scv} – площадь светопроемов зенитных фонарей здания [м²]; I_1 , I_2 , I_3 , I_4 – средняя за отопительный период величина солнечной радиации (для промежуточных направлений величину солнечной радиации следует определять по интерполяции) на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания [МДж/м²] (определяется по Приложению В настоящих норм); I_{hor} – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности [МДж/м²] (определяется по Приложению В настоящих норм).

6.3.1.7. Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период [кДж/м³·°C·сут] допускается определять по единой приведенной формуле:

$$q_n^{des} = 10^3 \cdot [0,0864 \cdot (k_v + k_{inf}) \cdot k_e^{des} - (0,0864 \cdot k_{int} + k_s) \cdot \xi] \cdot \beta_n, \quad (12)$$

где k_v – приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания [Вт/м²·°C], определяемый по формуле:

$$k_v = \frac{1}{A_e^{sum}} \cdot \left(\sum_{i=1}^n n \cdot \frac{A_i}{R_{0i}} + \sum_{j=1}^n L_j \cdot \psi_j + \sum_{m=1}^n N_m \cdot \Delta k_m \right); \quad (13)$$

k_{inf} – приведенный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий тепlopотери за счет вентиляции и инфильтрации [Вт/м²·°C], определяемый по формуле:

$$k_{inf} = \frac{1}{A_e^{sum}} \cdot (0,28 \cdot c \cdot \rho_a \cdot V_h \cdot \rho_a^{ht}); \quad (14)$$

k_e^{des} – расчетный показатель компактности здания [м⁻¹], определяемый по формуле:

$$k_e^{des} = \frac{A_e^{sum}}{V_h}; \quad (15)$$

k_{int} – приведенный коэффициент бытовых тепlopотуплений в течение отопительного периода [Вт/м²·°C], определяемый по формуле:

$$k_{int} = \frac{q_{int} \cdot A_i}{V_h \cdot (t_{int} - t_{nt})}; \quad (16)$$

k_s – приведенный коэффициент тепlopотуплений через окна и зенитные фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода [МДж/м³·°C·сут] для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, определяемый по формуле:

$$k_s = \frac{\tau_F \cdot K_F \cdot (A_{F_1} \cdot I_1 + A_{F_2} \cdot I_2 + A_{F_3} \cdot I_3 + A_{F_4} \cdot I_4) + \tau_{scv} \cdot K_{scv} \cdot A_{scv} \cdot I_{hor}}{V_h \cdot D_d}; \quad (17)$$

A_e^{sum} – общая площадь внутренних ограждающих конструкций, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения [м²];
 $E, P_{нп}, A_{п}, R_{пн}, P_{п}, L_{п}, \Psi_{п}, N_{пн}, \Delta K_{пн}, c, \rho_{ст}, V_{пн}, \rho_{ст}^{ст}, q_{пнт}, A_{п}, t_{пнт}, t_{пн}, T_{п}, T_{ст}, K_{п}, K_{ст}, A_{п1}, A_{п2}, A_{п3}, A_{п4}, A_{ст}, I_1, I_2, I_3, I_4, I_{нор}, D_d$ – то же, что в формулах (4) – (11);
0,0864 – то же, что и в формуле (7);
0,28 – то же, что и в формуле (9).
 Численные значения $q_{пн}^{des}$, рассчитанные по формулам (4) и (12) равнозначны. Предпочтение следует отдавать расчету величины удельного расхода тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период, – $q_{пн}^{des}$, по формуле (12).
 Нормируемые значения показателя компактности зданий k_e^{des} приведены в п.4.16.

6.3.2. Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций зданий при нормировании удельных затрат энергии на отопление

6.3.2.1. Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для светонепрозрачных ограждающих конструкций жилых и общественных зданий

К светонепрозрачным ограждающим конструкциям относятся наружные стены зданий, покрытия, перекрытия над проездами, перекрытия над неотапливаемыми подпольями и подвалами, чердачные перекрытия.

Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для светонепрозрачных ограждающих конструкций зависят от их тепловой инерции **D** и определяются исходя из градусо-суток отопительного периода D_d по следующей зависимости:

$$R'_{min} = a \cdot D_d + b, \quad (18)$$

где D_d – то же, что и в формуле (4), [°C·сут]; **a** и **b*** – коэффициенты, значения которых для соответствующих групп зданий, а также типов светонепрозрачных ограждающих конструкций (стен, покрытий, перекрытий) следует принимать по табл. 10.1-10.3. Численные значения коэффициента **b** кроме того зависят от параметра тепловой инерции **D** ограждающей конструкции.

Тепловая инерция **D**, характеризующая степень массивности ограждающих конструкций определяется по формуле:

$$D = R_1 \cdot s_1 + R_2 \cdot s_2 + \dots + R_n \cdot s_n, \quad (19)$$

где R_1, R_2, R_n – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, определяемые по формуле (20); s_1, s_2, s_n – коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждающей конструкции, вычисляемые по формуле (21).

По степени массивности ограждающие конструкции стен следует считать:

- а) «неинерционными» – при $D \leq 2$;
- б) «малой инерционности» – при $2 < D \leq 4$;
- в) «средней инерционности» – при $4 < D \leq 7$;
- г) «большой инерционности» – при $D > 7$.

Термическое сопротивление **R** [м²·°C/Вт] однородного слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (20)$$

где δ – толщина слоя, [м]; λ – коэффициент теплопроводности материала слоя [Вт/м·°C], принимаемый согласно п. 5.7.2.

Расчетные значения коэффициента теплоусвоения **s** [Вт/м²·°C] (при периоде 24 ч) материала отдельного слоя в ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$s = 0,27 \cdot \sqrt{\lambda \cdot \gamma_0 \cdot (c_0 + 0,0419 \cdot w)}, \quad (21)$$

где $\lambda, \gamma_0, c_0, w$ – теплотехнические показатели материала слоя ограждающей конструкции, принимаемые согласно Приложения Б.

Расчет тепловой инерции стеновой конструкции приведен в **Примере 1**.

Пример 1. Требуется определить тепловую инерцию **D** стеновой конструкции с внутренним слоем из крупноформатной керамики 14,5 НФ с облицовочным слоем из лицевого керамического кирпича толщиной 640 мм для условий эксплуатации Б.

Исходные данные для расчета: стена кирпичная, выполненная из крупноформатного камня ($\gamma=800$ кг/м³; плотность кладки на цементно-песчаном растворе $\gamma_{кл}=890$ кг/м³; $\lambda_{к}=0,23$ Вт/(м²·°C) – по табл. Г2 ГОСТ 530) и лицевого кирпича ($\gamma=1200$ кг/м³; плотность кладки на цементно-песчаном растворе $\gamma_{кл}=1330$ кг/м³; $\lambda_{к}=0,5$ Вт/(м²·°C) – по табл. Г2 ГОСТ 530), оштукатуренная изнутри цементным штукатурным составом ($\delta=15$ мм, $\gamma=1800$ кг/м³, $\lambda_{р-ра}=0,93$ Вт/(м²·°C).

Последовательность расчета:

1) по формуле (20) определяются термические сопротивления материала каждого слоя стеновой конструкции:

– термическое сопротивление внутреннего штукатурного слоя R1:

$$R_1 = \frac{\delta_{р-ра}}{\lambda_{р-ра}} = \frac{0,015}{0,93} = 0,016 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C / Вт)},$$

– термическое сопротивление кладки из крупноформатной керамики R2:

$$R_2 = \frac{\delta_{кв}}{\lambda_{кв}} = \frac{0,51}{0,23} = 2,22 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C / Вт)},$$

– термическое сопротивление кладки из лицевого кирпича R3:

$$R_3 = \frac{\delta_{кп}}{\lambda_{кп}} = \frac{0,12}{0,5} = 0,24 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C / Вт)},$$

2) по формуле (21) определяются расчетные значения коэффициентов теплоусвоения каждого слоя ограждающей конструкции:

– коэффициент теплоусвоения штукатурного слоя s_1 :

$$s_1 = 0,27 \cdot \sqrt{\lambda_{р-ра} \cdot \gamma_0 \cdot (c_0 + 0,0419 \cdot w)} = 0,27 \cdot \sqrt{0,93 \cdot 1800 \cdot (0,84 + 0,0419 \cdot 4,0)} = 1,109 \text{ (Вт/м}^2 \cdot \text{°C)},$$

– коэффициент теплоусвоения кладки из крупноформатной керамики s_2 :

$$s_2 = 0,27 \cdot \sqrt{\lambda_{кв} \cdot \gamma_0 \cdot (c_0 + 0,0419 \cdot w)} = 0,27 \cdot \sqrt{0,23 \cdot 800 \cdot (0,88 + 0,0419 \cdot 1,5)} = 3,56 \text{ (Вт/м}^2 \cdot \text{°C)},$$

– коэффициент теплоусвоения кладки из лицевого кирпича s_3 :

$$s_3 = 0,27 \cdot \sqrt{\lambda_{кп} \cdot \gamma_0 \cdot (c_0 + 0,0419 \cdot w)} = 0,27 \cdot \sqrt{0,5 \cdot 1200 \cdot (0,88 + 0,0419 \cdot 2)} = 6,49 \text{ (Вт/м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

3) по формуле (19) определяется характеристика тепловой инерции **D** рассматриваемой стеновой конструкции:

$$D = R_1 \cdot s_1 + R_2 \cdot s_2 + R_3 \cdot s_3 = 0,016 \cdot 1,109 + 2,22 \cdot 3,56 + 0,24 \cdot 6,49 = 9,64.$$

Конструкция стены – большой инерционности (**D** > 7): коэффициент **b** по табл. 7.1 принимается равным 2,4.

Термическое сопротивление ограждающей конструкции R_k [м²·°C/Вт] с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{эл}, \quad (22)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции [м²·°C/Вт], определяемые по формуле (7); $R_{эл}$ – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, принимаемое по табл. 7.

Таблица 7.

Термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек $R_{эл}$

Толщина воздушной прослойки, [м]	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки $R_{эл}$, [м ² ·°C/Вт]			
	горизонтальной при потоке теплоты снизу вверх и вертикальной		горизонтальной при потоке теплоты сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2-0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Примечание. При наличии на одной или обеих поверхностях воздушной прослойки теплоотражающей алюминиевой фольги термическое сопротивление следует увеличивать в два раза

Сопротивление теплопередаче R_0 [м²·°C/Вт] однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями или ограждающей конструкции в удалении от теплопроводных неоднородностей не менее, чем на две толщины ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_0 = R_{int} + R_k + R_{ext}, \quad (23)$$

где $R_{int} = 1/\alpha_{int}$; α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности различных типов ограждающих конструкций [Вт/м²·°C], принимаемый по табл. 8; $R_{ext} = 1/\alpha_{ext}$; α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций для условий холодного периода [Вт/м²·°C], принимаемый по табл. 9; R_k – то же, что и в формуле (22).

***Примечание.** При наличии в ограждающей конструкции прослойки, вентилируемой наружным воздухом:

- а) слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой и наружной поверхностью, в теплотехническом расчете не учитываются;
- б) на поверхности конструкции, обращенной в сторону вентилируемой наружным воздухом прослойки, следует принимать коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{ext} равным **10,8 Вт/(м²·°C)**.

Таблица 8.

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции α_{int}

№ п/п	Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи α_{int} , [Вт / м ² ·°C]
1	Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию α между гранями соседних ребер: $(h/\alpha) \leq 0,3$	8,7
2	Потолков с выступающими ребрами при отношении $(h/\alpha) > 0,3$	7,6
3	Окон	8

4	Зенитных фонарей	9,9
<p><i>Примечание:</i> коэффициент теплоотдачи α_{int} внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии с требованиями СНиП 2.10.03.</p>		

Таблица 9.

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции α_{ext} для условий холодного периода

№ п/п	Наружная поверхность ограждающей конструкции	Коэффициент теплоотдачи α_{ext} [Вт/м ² ·°С]
1	Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительно-климатической зоне	23*
2	Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительно-климатической зоне	17
3	Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	12
4	Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

Примечание:* на поверхности конструкции, обращенной в сторону вентилируемой наружным воздухом прослойки, коэффициент теплоотдачи α_{ext} следует принимать равным **10,8 Вт / м²·°С**.

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче стен R_{min}^W жилых и общественных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода D_d приведены в табл. 10.1.

Таблица 10.1.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для наружных стен R_{min}^W

1. Здания жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития							
Градусо-сутки отопительного периода D_d , [°С·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,00035						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,45					
	$2 < D \leq 4$	1,75					
	$4 < D \leq 7$	1,05					
	$D > 7$	0,35					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{min}^W , м ² ·°С/Вт	$D \leq 2$	3,15	3,85	4,55	5,25	5,95	6,65
	$2 < D \leq 4$	2,45	3,15	3,85	4,55	5,25	5,95
	$4 < D \leq 7$	1,75	2,45	3,15	3,85	4,55	5,25
	$D > 7$	1,05	1,75	2,45	3,15	3,85	4,55
2. Общественные здания, кроме указанных выше, административные и бытовые							
Градусо-сутки отопительного периода D_d , [°С·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,0003						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,25					
	$2 < D \leq 4$	1,55					
	$4 < D \leq 7$	0,85					
	$D > 7$	0,15					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{min}^W , м ² ·°С/Вт	$D \leq 2$	2,85	3,45	4,05	4,65	5,25	5,85
	$2 < D \leq 4$	2,15	2,75	3,35	3,95	4,55	5,15

Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{min}^W , м ² ·°С/Вт	$4 < D \leq 7$	1,45	2,05	2,65	3,25	3,85	4,45
	$D > 7$	0,75	1,35	1,95	2,55	3,15	3,75

Примечание: при проектировании (строительстве) конструкции стены с внутренним утеплением численные значения коэффициента b принимаются как для конструкций стен с тепловой инерцией $D \leq 2$ вне зависимости от назначения здания.

Порядок расчета требуемого (минимально-допустимого) значения сопротивления теплопередаче конструкции стены R_{min}^W приведен в Примере 2.

Пример 2. Требуется определить минимально-допустимое сопротивление теплопередаче стены здания, проектируемого в г. Москва.

Исходные данные для проектирования: здание жилое многоквартирное, 16-ти этажное. Район проектирования: г. Москва.

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: $t_{\text{int}} = 20$ °С.
Средняя температура наружного воздуха в отопительный период $t_{\text{нп}} = -3,1$ °С (по табл. 1* СНиП 23-01).

Продолжительность отопительного периода: $z_{\text{от}} = 214$ сут (по табл. 1* СНиП 23-01).

Тепловая инерция конструкции стены: $D = 9,6$ (большой инерционности).

Последовательность расчета требуемого минимально-допустимого значения сопротивления теплопередаче:

1) По формуле (5) для выбранного климатического района вычисляется количество градусо-суток отопительного периода:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{нп}}) \cdot z_{\text{от}} = (20 - (-3,1)) \cdot 214 = 4943,4 \text{ (}^\circ\text{C} \cdot \text{сут)}$$

2) По формуле (18) в зависимости от рассчитанного количества градусо-суток отопительного периода D_d и параметров тепловой инерции стеновой конструкции D вычисляется минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче:

$$R_{\text{min}}^W = a \cdot D_d + b = 0,00035 \cdot 4943,4 + 0,35 = 2,08 \text{ (м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C/Вт)}$$

Примечание (к примеру 2): согласно СНиП 23-02-2003 при нормировании показателя теплосащиты стен по показателю «а» (п. 5.1.) требуемое сопротивление теплопередаче R_{req} для климатических условий г. Москвы составляет **3,13 м²·°С/Вт**. Согласно п. 5.13 СНиП 23-02-2003 при нормировании показателей теплосащиты по показателю «в» требований (п. 5.1.) данное значение может быть уменьшено на 37 %, т.е. минимально-допустимое значение для климатических условий г. Москвы может составить **0,63·3,13=1,97 м²·°С/Вт**. В данном примере показано, что по настоящим нормам минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче для стен составляет уже **2,08 м²·°С/Вт** и не может быть дальше снижено. При этом данное минимальное значение сопротивления теплопередаче может быть принято только для стен с большой тепловой инерцией ($D > 7$); для стен с меньшими показателями тепловой инерции ($D \leq 7$) минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче будет еще выше, при этом для стен с малой тепловой инерцией ($D \leq 4$ – наиболее распространенный в настоящее время вариант проектирования ограждающих конструкций стен современных зданий), - существенно выше.

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для покрытий и перекрытий над проездами R_{min}^W жилых и общественных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода D_d приведены в табл. 10.2.

Таблица 10.2.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для покрытий и перекрытий над проездами R_{min}^W

1. Здания жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития							
Градусо-сутки отопительного периода D_d , [°С·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,0005						
Коэффициент b	$D \leq 2$	3,25					
	$2 < D \leq 4$	2,55					
	$4 < D \leq 7$	1,85					
	$D > 7$	1,15					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{min}^W , м ² ·°С/Вт	$D \leq 2$	4,25	5,25	6,25	7,25	8,25	9,25
	$2 < D \leq 4$	3,55	4,55	5,55	6,55	7,55	8,55
	$4 < D \leq 7$	2,85	3,85	4,85	5,85	6,85	7,85
	$D > 7$	2,15	3,15	4,15	5,15	6,15	7,15
2. Общественные здания, кроме указанных выше, административные и бытовые							
Градусо-сутки отопительного периода D_d , [°С·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,0004						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,65					
	$2 < D \leq 4$	1,95					
	$4 < D \leq 7$	1,25					
	$D > 7$	0,55					

Продолжение таблицы 10.2

Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\min}^t, \text{M}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$	$D \leq 2$	3,45	4,25	5,05	5,85	6,65	7,45
	$2 < D \leq 4$	2,75	3,55	4,35	5,15	5,95	6,75
	$4 < D \leq 7$	2,05	2,85	3,65	4,45	5,25	6,05
	$D > 7$	1,35	2,15	2,95	3,75	4,55	5,35

Примечание: при проектировании (строительстве) конструкции покрытия или перекрытия над проездом с внутренним утеплением (со стороны теплого помещения) численные значения коэффициента b принимаются как для конструкций стен с тепловой инерцией $D \leq 2$ вне зависимости от назначения здания.

Порядок расчета требуемого (минимально-допустимого) значения сопротивления теплопередаче конструкции покрытия (совмещенного) R_{\min}^t приведен в **Примере 3**.

Пример 3. Требуется определить минимально-допустимое сопротивление теплопередаче покрытия (совмещенного) здания, проектируемого в г. Архангельск.

Исходные данные для проектирования: здание жилое многоквартирное, 12-ти этажное. Район проектирования: г. Архангельск.

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: $t_{\text{int}} = 20^\circ\text{C}$.

Средняя температура наружного воздуха в отопительный период $t_{\text{н}} = 4,4^\circ\text{C}$ (по табл. 1* СНиП 23-01).

Продолжительность отопительного периода: $z_{\text{н}} = 253$ сут (по табл. 1* СНиП 23-01).

Тепловая инерция конструкции стены: $D = 5,3$ (средней инерционности).

Последовательность расчета требуемого минимально-допустимого значения сопротивления теплопередаче:

1) По формуле (5) для выбранного климатического района вычисляется количество градусо-суток отопительного периода:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{н}}) \cdot z_{\text{н}} = (20 - 4,4) \cdot 253 = 6173,2 \text{ (}^\circ\text{C} \cdot \text{сут)}$$

2) По формуле (18) в зависимости от рассчитанного количества градусо-суток отопительного периода D_d и параметров тепловой инерции стеновой конструкции D вычисляется минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче:

$$R_{\min}^t = a \cdot D_d + b = 0,0005 \cdot 6173,2 + 1,85 = 4,94 \text{ (M}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт)}$$

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для чердачных перекрытий, а также перекрытий над неотапливаемыми подпольями и подвалами R_{\min}^t жилых и общественных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода D_d приведены в табл. 10.3.

Таблица 10.3.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для чердачных перекрытий, перекрытий над неотапливаемыми подпольями и подвалами R_{\min}^t

1. Здания жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d, [^\circ\text{C} \cdot \text{сут}]$	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент a	0,00045						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,95					
	$2 < D \leq 4$	2,25					
	$4 < D \leq 7$	1,55					
	$D > 7$	0,85					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\min}^t, \text{M}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$	$D \leq 2$	3,85	4,75	5,65	6,55	7,45	8,35
	$2 < D \leq 4$	3,15	4,05	4,95	5,85	6,75	7,65
	$4 < D \leq 7$	2,45	3,35	4,25	5,15	6,05	6,95
	$D > 7$	1,75	2,65	3,55	4,45	5,35	6,25
2. Общественные здания, кроме указанных выше, административные и бытовые							
Градусо-сутки отопительного периода $D_d, [^\circ\text{C} \cdot \text{сут}]$	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент a	0,00035						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,35					
	$2 < D \leq 4$	1,65					
	$4 < D \leq 7$	0,95					
	$D > 7$	0,25					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче $R_{\min}^t, \text{M}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$	$D \leq 2$	3,05	3,75	4,45	5,15	5,85	6,55
	$2 < D \leq 4$	2,35	3,05	3,75	4,45	5,15	5,85
	$4 < D \leq 7$	1,65	2,35	3,05	3,75	4,45	5,15
	$D > 7$	0,95	1,65	2,35	3,05	3,75	4,45

Продолжение таблицы 10.3

Примечания: 1) при проектировании (строительстве) конструкции чердачных перекрытий, а также перекрытий над неотапливаемыми подпольями и подвалами с внутренним утеплением (со стороны теплого помещения) численные значения коэффициента b принимаются как для конструкций стен с тепловой инерцией $D \leq 2$ вне зависимости от назначения здания.

2) нормируемые значения сопротивления теплопередаче чердачных и цокольных перекрытий, отделяющих помещения здания от неотапливаемых пространств с температурой t_c ($t_{\text{ext}} < t_c < t_{\text{int}}$), следует уменьшать умножением величин, указанных в таблице 10.3, на коэффициент n , определяемый по применению к таблице 6. При этом расчетную температуру воздуха в теплом чердаке, теплом подвале, остекленной лоджии и балконе следует определять на основе расчета теплового баланса.

Порядок расчета требуемого (минимально-допустимого) значения сопротивления теплопередаче конструкции чердачного перекрытия R_{\min}^t приведен в **Примере 4**.

Пример 4. Требуется определить минимально-допустимое сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия здания, проектируемого в г. Псков.

Исходные данные для проектирования: здание жилое многоквартирное, 10-ти этажное. Район проектирования: г. Псков.

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: $t_{\text{int}} = 20^\circ\text{C}$.

Средняя температура наружного воздуха в отопительный период $t_{\text{н}} = -1,6^\circ\text{C}$ (по табл. 1* СНиП 23-01).

Продолжительность отопительного периода: $z_{\text{н}} = 212$ сут (по табл. 1* СНиП 23-01).

Тепловая инерция конструкции стены: $D = 1,8$ (неинерционная).

Последовательность расчета требуемого минимально-допустимого значения сопротивления теплопередаче:

1) По формуле (5) для выбранного климатического района вычисляется количество градусо-суток отопительного периода:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{н}}) \cdot z_{\text{н}} = (20 - (-1,6)) \cdot 212 = 4579,2 \text{ (}^\circ\text{C} \cdot \text{сут)}$$

2) По формуле (18) в зависимости от рассчитанного количества градусо-суток отопительного периода D_d и параметров тепловой инерции стеновой конструкции D вычисляется минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче:

$$R_{\min}^t = a \cdot D_d + b = 0,00045 \cdot 4579,2 + 2,35 = 4,4 \text{ (M}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт)}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче внутренних ограждающих конструкций R_{\min}^t при разности расчетных температур воздуха между помещениями 6°C и выше определяется по формуле:

$$R_{\min}^t = \frac{n \cdot (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{\Delta t_n \cdot \alpha_{\text{int}}}, \quad (24)$$

где n – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, численные значения которого приведены в табл. 6; t_{int} , t_{ext} – то же, что и в формуле (3); Δt_n – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха t_{int} и температурой внутренней поверхности t_{int} ограждающей конструкции $[^\circ\text{C}]$ и приведенный в табл. 4; α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций $[\text{Вт}/\text{M}^2 \cdot \text{C}]$, принимаемый по табл. 8.

По формуле (24) следует определять также минимально-допустимое сопротивление теплопередаче для наружных светонепрозрачных ограждающих конструкций общественных зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации (осенно или весной), а также зданий с расчетной температурой внутреннего воздуха 12°C и ниже. К данной категории зданий могут быть отнесены, например, здания летних кафе и кинотеатров, а также павильонов, не предназначенных для эксплуатации в зимний период.

В общественных зданиях, предназначенных для сезонной эксплуатации, в качестве расчетной температуры наружного воздуха в холодный период года $t_{\text{ext}} [^\circ\text{C}]$ следует принимать минимальную температуру наиболее холодного месяца, определяемую как среднюю месячную температуру января по табл. 3* СНиП 23-01, уменьшенную на среднюю суточную амплитуду температуры воздуха наиболее холодного месяца (табл. 1* СНиП 23-01).

Для теплых чердаков и техподполий, а также в неотапливаемых лестничных клетках жилых зданий с применением квартирной системы теплоснабжения расчетную температуру воздуха в этих помещениях следует принимать по расчету теплового баланса (см. п.7 настоящих норм), но не менее 2°C для техподполий и не менее 5°C для неотапливаемых лестничных клеток. Расчетная температура воздуха в чердаке $[^\circ\text{C}]$, устанавливаемая по расчету теплового баланса для 6–8 этажных зданий принимается равной 14°C , для 9–12 этажных зданий – $15–16^\circ\text{C}$, для 14–17 этажных зданий – $17–18^\circ\text{C}$. Для зданий ниже 6-ти этажей чердак, как правило, выполняется холодным, а вытяжные каналы из каждой квартиры выводят на кровлю.

Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, контактирующих с грунтом $R_{\text{г}}$, следует определять по следующей методике. Ограждения, контактирующие с грунтом, разбиваются на зоны шириной 2 м, начиная от верха наружных стен подвала, контактирующих с грунтом, как показано на рис.1. Отсчет зон начинается по стене от уровня земли, а если стен по грунту нет, то зоной I является полоса пола, ближайшая к наружной стене.

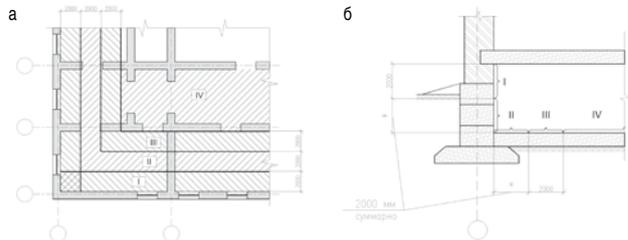


Рис. 1. Распределение поверхности пола (а) и заглубленных частей наружных стен (б), контактирующих с грунтом, по расчетным зонам I–IV.

Следующие две полосы будут иметь номера II и III, а остальная часть пола составит зону IV. При этом одна зона (любая) может начинаться на стене, а продолжаться на полу.

Пол или стена, не содержащие в своем составе утепляющих слоев из материалов с коэффициентом теплопроводности $\lambda \leq 1,2$ Вт/(м·°C/Вт), называются неутепленными (n.is). Сопротивление теплопередаче такого пола принято обозначать $R'_{n.is}$ [м²·°C/Вт]. Для каждой зоны неутепленного пола предусмотрены следующие нормативные значения сопротивлений теплопередаче:

- зона I: $R'_{n.is} = 2,1$ м²·°C/Вт;
- зона II: $R'_{n.is} = 4,3$ м²·°C/Вт;
- зона III: $R'_{n.is} = 8,6$ м²·°C/Вт;
- зона IV: $R'_{n.is} = 14,2$ м²·°C/Вт.

Если в конструкции пола, расположенного на грунте, имеются утепляющие слои, его называют утепленным (is), а его сопротивление теплопередаче R'_{is} [м²·°C/Вт] определяется по формуле:

$$R'_{is} = R'_{n.is} + \frac{\delta_{is}}{\lambda_{is}}, \quad (25)$$

где $R'_{n.is}$ - сопротивление теплопередаче рассматриваемой зоны (I-IV) неутепленного пола [м²·°C/Вт]; δ_{is} - толщина утепляющего слоя [м]; λ_{is} - коэффициент теплопроводности материала утепляющего слоя [Вт/(м·°C)].

Для полов на лагах сопротивление теплопередаче R'_L [м²·°C/Вт] рассчитывается по формуле:

$$R'_L = 1,18 \cdot R'_{is} \quad (26)$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R^t , контактирующих с грунтом, определяется по формуле:

$$R^t = \frac{A'_{sum}}{\left(\frac{A'_I}{R_I} + \frac{A'_{II}}{R_{II}} + \frac{A'_{III}}{R_{III}} + \frac{A'_{IV}}{R_{IV}} \right)}, \quad (27)$$

где A'_{sum} - суммарная площадь ограждающих конструкций здания, контактирующих с грунтом [м²]; $A'_I, A'_{II}, A'_{III}, A'_{IV}$ - площади соответственно зон I, II, III, IV ограждающих конструкций зданий, контактирующих с грунтом; $R_I, R_{II}, R_{III}, R_{IV}$ - сопротивления теплопередаче соответственно зон I, II, III, IV ограждающих конструкций зданий, контактирующих с грунтом.

Минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче для входных дверей и дверей (без тамбура) квартир первых этажей и ворот, дверей квартир с неотопляемыми лестничными клетками, а также наружных дверей на балконы из отапливаемых лестничных клеток R'_{min} [м²·°C/Вт] должно быть не менее:

$$R'_{min} = 0,6 \cdot \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{\Delta t_n \cdot \alpha_{int}}, \quad (28)$$

где $n, \Delta t_n, \alpha_{int}$ - то же, что и в формуле (24); t_{int}, t_{ext} - то же, что и в формуле (3).

Минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче для дверей в квартирах выше первого этажа R'_{min} зданий с отапливаемыми лестничными клетками должно быть не менее 0,55 [м²·°C/Вт].

6.3.2.2. Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для светопрозрачных ограждающих конструкций жилых и общественных зданий

К светопрозрачным ограждающим конструкциям относятся окна и балконные двери, витрины, витражи, а также фонари зданий с вертикальным остеклением.

Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для окон и балконных дверей, витрин и витражей зависят от степени остекленности фасадов f и определяются исходя из градусо-суток отопительного периода D_d по формуле (18).

Коэффициент остекленности фасадов f определяется по формуле:

$$f = \frac{A_F}{A_{W+F+ed}}, \quad (29)$$

где A_F - площадь окон, балконных дверей, витражей здания [м²]; A_{W+F+ed} - площадь наружных стен (w), окон и балконных дверей (F), входных дверей (ed) [м²].

При определении коэффициента остекленности фасада f в суммарную площадь ограждающих конструкций следует включать все продольные и торцевые стены.

Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для фонарей с вертикальным остеклением определяются исходя из градусо-суток отопительного периода D_d по формуле (18) и не зависят от степени остекленности фасадов f .

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для окон, балконных дверей, витрин и витражей R'_{min} жилых и общественных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода D_d приведены в табл. 11.1.

Таблица 11.1.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для окон, балконных дверей, витрин и витражей

1. Здания жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития							
Градусо-сутки отопительного периода D_d , [°C·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,000075	0,000075	0,00005	0,00005	0,000025	0,000025	
Коэффициент б	$f \leq 0,18$	0,15	0,15	0,3	0,3	0,5	0,5
	$f \leq 0,36$	0,25	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6
	$f \leq 0,54$	0,35	0,35	0,5	0,5	0,7	0,7
	$f > 0,55$	0,45	0,45	0,6	0,6	0,8	0,8

Продолжение таблицы 11.1

Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R'_{min} , м²·°C/Вт	$f \leq 0,18$	0,3	0,45	0,6	0,7	0,75	0,8
	$f \leq 0,36$	0,4	0,55	0,7	0,8	0,85	0,9
	$f \leq 0,54$	0,5	0,65	0,8	0,9	0,95	1
	$f > 0,55$	0,6	0,75	0,9	1	1,05	1,1
2. Общественные здания, кроме указанных выше, административные и бытовые							
Градусо-сутки отопительного периода D_d , [°C·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,00005						
Коэффициент б	$f \leq 0,25$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	$f \leq 0,50$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	$f \leq 0,75$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	$f > 0,75$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R'_{min} , м²·°C/Вт	$f \leq 0,25$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
	$f \leq 0,50$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	$f \leq 0,75$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	$f > 0,75$	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
Примечания: 1) для группы зданий в поз.1 (здания жилые и т.п.) коэффициент а для интервала градусо-суток $D_d < 6000$ °C·сут принимается равным 0,000075, для интервала градусо-суток $6000 \leq D_d < 8000$ °C·сут принимается равным 0,00005, для интервала градусо-суток $D_d \geq 8000$ °C·сут принимается равным 0,000025. 2) сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше минимально-допустимого сопротивления теплопередаче R'_{min} светопрозрачной части этих конструкций.							

Площадь светопроемов мансардных окон не должна превышать 10% площади пола освещаемых помещений.

Порядок расчета требуемого (минимально-допустимого) значения сопротивления теплопередаче для окон здания R'_{min} приведен в Примере 5.

Пример 5. Требуется определить минимально-допустимое сопротивление теплопередаче окон здания, проектируемого в г. Екатеринбург.

Исходные данные для проектирования: здание жилое многоквартирное, 17-ти этажное. Район проектирования: г. Екатеринбург.

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: $t_{int} = 20$ °C.

Средняя температура наружного воздуха в отопительный период $t_{n} = -6,0$ °C (по табл. 1* СНиП 23-01).

Продолжительность отопительного периода: $z_n = 230$ сут (по табл. 1* СНиП 23-01). Коэффициент остекленности фасадов: $f = 0,17 < 0,18$.

Последовательность расчета требуемого минимально-допустимого значения сопротивления теплопередаче:

1) По формуле (5) для выбранного климатического района вычисляется количество градусо-суток отопительного периода:

$$D_d = (t_{int} - t_n) \cdot z_n = (20 - (-6,0)) \cdot 230 = 5980 \text{ (}^\circ\text{C}\cdot\text{сут)}$$

2) По формуле (18) в зависимости от рассчитанного количества градусо-суток отопительного периода D_d и коэффициента остекленности фасадов f вычисляется минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче:

$$R'_{min} = a \cdot D_d + b = 0,00075 \cdot 5980 + 0,15 = 0,6 \text{ (м}^2\cdot\text{}^\circ\text{C/Вт)}$$

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для фонарей с вертикальным остеклением R'_{min} жилых и общественных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода D_d приведены в табл. 11.2.

Таблица 11.2.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для фонарей с вертикальным остеклением R'_{min}

1. Здания жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития							
Градусо-сутки отопительного периода D_d , [°C·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,000025						
Коэффициент б	0,25						
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R'_{min} , м²·°C/Вт	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	
2. Общественные здания, кроме указанных выше, административные и бытовые							
Градусо-сутки отопительного периода D_d , [°C·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,000025						
Коэффициент б	0,25						

Продолжение таблицы 11.3

Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{\min}^2 , $m^2 \cdot ^\circ C / Bt$	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55

Площадь светопроемов зенитных фонарей не должна превышать 15% площади пола освещаемых помещений.

Порядок расчета требуемого (минимально-допустимого) значения сопротивления теплопередаче для фонарей с вертикальным остеклением здания R_{\min}^2 приведен в Примере 6.

Пример 6. Требуется определить минимально-допустимое сопротивление теплопередаче фонарей с вертикальным остеклением здания торгового центра, проектируемого в г. Краснодаре.

Исходные данные для проектирования: здание общественное (торговый центр), 6-ти этажное, помещения категории Зв (помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды).

Район проектирования г. Краснодар.

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: $t_{\text{вн}} = 18^\circ C$ (по табл. 2 ГОСТ 30494).

Средняя температура наружного воздуха в отопительный период $t_{\text{н}} = 2,0^\circ C$ (по табл. 1* СНиП 23-01).

Продолжительность отопительного периода: $z_{\text{н}} = 149$ сут (по табл. 1* СНиП 23-01).

Последовательность расчета требуемого минимально-допустимого значения сопротивления теплопередаче:

1) По формуле (5) для выбранного климатического района вычисляется количество градусо-суток отопительного периода:

$$D_d = (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}) \cdot z_{\text{н}} = (20 - 2,0) \cdot 149 = 2384 \text{ (}^\circ C \cdot \text{сут)}$$

2) По формуле (18) в зависимости от рассчитанного количества градусо-суток отопительного периода D_d вычисляется минимально-допустимое значение сопротивления теплопередаче:

$$R_{\min}^2 = a \cdot D_d + b = 0,00025 \cdot 2384 + 0,25 = 0,31 \text{ (}m^2 \cdot ^\circ C / Bt)$$

6.4. Метод по ограждающим конструкциям (позлементный)

Метод по ограждающим конструкциям (позлементный) является базовым методом нормирования теплозащитных свойств ограждающих конструкций производственных зданий. Метод нормирует минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче R_{\min} [$m^2 \cdot ^\circ C / Bt$] ограждающих конструкций, а также окон и фонарей (с вертикальным остеклением или с углом наклона более 45°).

Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче R_{\min} [$m^2 \cdot ^\circ C / Bt$] светонепрозрачных ограждающих конструкций определяются в зависимости от градусо-суток отопительного периода района строительства D_d [$^\circ C \cdot \text{сут}$] по формуле (18) и зависят от тепловой инерции стен D , определяемой по формуле (19).

Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче R_{\min} [$m^2 \cdot ^\circ C / Bt$] светопрозрачных ограждающих конструкций определяются в зависимости от градусо-суток отопительного периода района строительства D_d [$^\circ C \cdot \text{сут}$] по формуле (18) и зависят от степени остекленности фасадов f , определяемой по формуле (29).

Позлементный метод допускается использовать также для зданий малозэтажных отдельностоящих при выполнении следующих условий: число этажей – не более двух, число квартир – не более трех.

6.4.1. Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для светонепрозрачных ограждающих конструкций производственных зданий

К светонепрозрачным ограждающим конструкциям относятся наружные стены зданий, покрытия, перекрытия над проездами, перекрытия над неотопляемыми подпольями и подвалами, чердачные перекрытия.

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче стен производственных зданий R_{\min}^w производственных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода D_d приведены в табл. 12.1.

Таблица 12.1.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для наружных стен R_{\min}^w производственных зданий

1. Производственные здания с влажным или мокрым режимом							
Градусо-сутки отопительного периода D_d , [$^\circ C \cdot \text{сут}$]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,0003						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,4					
	$2 < D \leq 4$	1,7					
	$4 < D \leq 7$	1					
	$D > 7$	0,3					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{\min}^w , $m^2 \cdot ^\circ C / Bt$	$D \leq 2$	3	3,6	4,2	4,8	5,4	6
	$2 < D \leq 4$	2,3	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3
	$4 < D \leq 7$	1,6	2,2	2,8	3,4	4	4,6
	$D > 7$	0,9	1,5	2,1	2,7	3,3	3,9
2. Производственные здания с сухим и нормальным режимами							
Градусо-сутки отопительного периода D_d , [$^\circ C \cdot \text{сут}$]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,00035						

Продолжение таблицы 12.1

Коэффициент а	0,0002						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,4					
	$2 < D \leq 4$	1,7					
	$4 < D \leq 7$	1					
	$D > 7$	0,3					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{\min}^w , $m^2 \cdot ^\circ C / Bt$	$D \leq 2$	2,8	3,2	3,6	4	4,4	4,8
	$2 < D \leq 4$	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1
	$4 < D \leq 7$	1,4	1,8	2,2	2,6	3	3,4
	$D > 7$	0,7	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7
Примечание: при проектировании (строительстве) конструкции стены с внутренним утеплением численные значения коэффициента b принимаются как для конструкций стен с тепловой инерцией $D \leq 2$ вне зависимости от назначения здания.							

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для покрытий и перекрытий над проездами R_{\min}^f производственных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода D_d приведены в табл. 12.2.

Таблица 12.2.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для покрытий и перекрытий над проездами R_{\min}^f производственных зданий

1. Производственные здания с влажным или мокрым режимом							
Градусо-сутки отопительного периода D_d , [$^\circ C \cdot \text{сут}$]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,0004						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,65					
	$2 < D \leq 4$	1,95					
	$4 < D \leq 7$	1,25					
	$D > 7$	0,55					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{\min}^f , $m^2 \cdot ^\circ C / Bt$	$D \leq 2$	3,45	4,25	5,05	5,85	6,65	7,45
	$2 < D \leq 4$	2,75	3,55	4,35	5,15	5,95	6,75
	$4 < D \leq 7$	2,05	2,85	3,65	4,45	5,25	6,05
	$D > 7$	1,35	2,15	2,95	3,75	4,55	5,35
2. Производственные здания с сухим и нормальным режимами							
Градусо-сутки отопительного периода D_d , [$^\circ C \cdot \text{сут}$]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,00025						
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,55					
	$2 < D \leq 4$	1,85					
	$4 < D \leq 7$	1,15					
	$D > 7$	0,45					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{\min}^f , $m^2 \cdot ^\circ C / Bt$	$D \leq 2$	3,05	3,55	4,05	4,55	5,05	5,55
	$2 < D \leq 4$	2,35	2,85	3,35	3,85	4,35	4,85
	$4 < D \leq 7$	1,65	2,15	2,65	3,15	3,65	4,15
	$D > 7$	0,95	1,45	1,95	2,45	2,95	3,45
Примечание: при проектировании (строительстве) конструкции покрытия или перекрытия над проездом с внутренним утеплением (со стороны теплого помещения) численные значения коэффициента b принимаются как для конструкций стен с тепловой инерцией $D \leq 2$ вне зависимости от назначения здания.							

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для чердачных перекрытий, а также перекрытий над неотопляемыми подпольями и подвалами R_{\min}^c производственных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода D_d приведены в табл. 12.3.

Таблица 12.3.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для чердачных перекрытий, а также перекрытий над неотопляемыми подпольями и подвалами R_{\min}^c производственных зданий

1. Производственные здания с влажным или мокрым режимом							
Градусо-сутки отопительного периода D_d , [$^\circ C \cdot \text{сут}$]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент а	0,00035						

Продолжение таблицы 12.3

Коэффициент b	$D \leq 2$	2,35					
	$2 < D \leq 4$	1,65					
	$4 < D \leq 7$	0,95					
	$D > 7$	0,25					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{\min}^c , м ² ·°С/Вт	$D \leq 2$	3,05	3,75	4,45	5,15	5,85	6,55
	$2 < D \leq 4$	2,35	3,05	3,75	4,45	5,15	5,85
	$4 < D \leq 7$	1,65	2,35	3,05	3,75	4,45	5,15
	$D > 7$	0,95	1,65	2,35	3,05	3,75	4,45
2. Производственные здания с сухим и нормальным режимами							
Градусо-сутки отопительного периода $D_{от}$, [°С·сут]		2000	4000	6000	8000	10000	12000
Коэффициент a		0,0002					
Коэффициент b	$D \leq 2$	2,35					
	$2 < D \leq 4$	1,65					
	$4 < D \leq 7$	0,95					
	$D > 7$	0,25					
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{\min}^c , м ² ·°С/Вт	$D \leq 2$	2,75	3,15	3,55	3,95	4,35	4,75
	$2 < D \leq 4$	2,05	2,45	2,85	3,25	3,65	4,05
	$4 < D \leq 7$	1,35	1,75	2,15	2,55	2,95	3,35
	$D > 7$	0,65	1,05	1,45	1,85	2,25	2,65

Примечания: 1) при проектировании (строительстве) конструкции чердачных перекрытий, а также перекрытий над неотапливаемыми подпольями и подвалами с внутренним утеплением (со стороны теплого помещения) численные значения коэффициента **b** принимаются как для конструкций стен с тепловой инерцией $D \leq 2$ вне зависимости от назначения здания.
2) нормируемые значения сопротивления теплопередаче чердачных и цокольных перекрытий, отделяющих помещения здания от неотапливаемых пространств с температурой t_c ($t_{от} < t_c < t_{вн}$), следует уменьшать умножением величин, указанных в таблице 10.3, на коэффициент **n**, определяемый по примечанию к таблице 6. При этом расчетную температуру воздуха в теплом чердаке, теплом подвале, остекленной лоджии и балконе следует определять на основе расчета теплового баланса.

Для производственных зданий с избытками явной теплоты (более 23 Вт/м³), и зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации (осенью или весной), а также зданий с расчетной температурой внутреннего воздуха 12°С и ниже, минимально-допустимое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций следует принимать не менее значений, определяемых по формуле (24).
В производственных зданиях, предназначенных для сезонной эксплуатации, в качестве расчетной температуры наружного воздуха в холодный период года $t_{вн}$ [°С] следует принимать минимальную температуру наиболее холодного месяца, определяемую как среднюю месячную температуру января по таблице 3* СНиП 23-01, уменьшенную на среднюю суточную амплитуду температуры воздуха наиболее холодного месяца (табл. 1* СНиП 23-01).

При проектировании зданий холодильников нормативное значение сопротивления теплопередаче перекрытий над проветриваемыми подпольями следует принимать по табл. 7 СНиП 2.11.02.

6.4.2. Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для светопрозрачных ограждающих конструкций производственных зданий

К светопрозрачным ограждающим конструкциям относятся окна и балконные двери, витрины, витражи, а также фонари зданий с вертикальным остеклением.
Минимально-допустимые значения сопротивлений теплопередаче для светопрозрачных ограждающих конструкций производственных определяются исходя из градусо-суток отопительного периода $D_{от}$ по формуле (18) и не зависят от степени остекленности фасадов **f**.
Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для окон, балконных дверей, витрин и витражей R_{\min}^c производственных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода $D_{от}$, приведены в табл. 13.1.

Таблица 13.1.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для окон, балконных дверей, витрин и витражей производственных зданий

1. Здания производственные с влажным или мокрым режимом							
Градусо-сутки отопительного периода $D_{от}$, [°С·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент a	0,00005						
Коэффициент b	0,2						
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{\min}^c , м ² ·°С/Вт	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	

Продолжение таблицы 13.1

2. Здания производственные с сухим и нормальным режимами							
Градусо-сутки отопительного периода $D_{от}$, [°С·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент a	0,000025						
Коэффициент b	0,2						
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{\min}^c , м ² ·°С/Вт	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	

Примечание: сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше минимально-допустимого сопротивления теплопередаче R_{\min}^c светопрозрачной части этих конструкций.

Минимально-допустимые значения сопротивления теплопередаче для фонарей с вертикальным остеклением R_{\min}^c производственных зданий для некоторых значений градусо-суток отопительного периода $D_{от}$, приведены в табл. 13.2.

Таблица 13.2.

Минимально-допустимые нормируемые значения сопротивления теплопередаче для фонарей с вертикальным остеклением производственных зданий

1. Здания производственные с влажным или мокрым режимом							
Градусо-сутки отопительного периода $D_{от}$, [°С·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент a	0,000025						
Коэффициент b	0,25						
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{\min}^c , м ² ·°С/Вт	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	
2. Здания производственные с сухим и нормальным режимами							
Градусо-сутки отопительного периода $D_{от}$, [°С·сут]	2000	4000	6000	8000	10000	12000	
Коэффициент a	0,000025						
Коэффициент b	0,15						
Минимальные значения нормируемого сопротивления теплопередаче R_{\min}^c , м ² ·°С/Вт	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	

Площадь светопроемов зенитных фонарей не должна превышать 15% площади пола освещаемых помещений.

Приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций (окон, балконных дверей, фонарей) принимается на основании сертификационных испытаний; при отсутствии результатов сертификационных испытаний следует принимать значения по своду правил.

6.5. Компенсационный метод

Компенсационный метод нормирования применяется для жилых и общественных в том случае, если в здании применены приточно-вытяжные системы вентиляции с рекуперацией тепла. При использовании данного метода допускается снижение не более, чем на 10 % нормируемого удельного расхода тепловой энергии $q_{н}^{req}$ [кДж/(м²·°С·сут)], численные значения которого для жилых и общественных зданий приведены в таблице 5 настоящих норм. Компенсационный метод может быть применен только в том случае, если количество тепловой энергии, получаемой за счет рекуперации, превысит дополнительные

Расход тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха $Q_{н}^{nt}$ [МДж] в случае использования вентиляционных систем с рекуперацией тепла определяется по формуле:

$$Q_{н}^{nt} = 0,0864 \cdot (0,28 \cdot c \cdot n_a \cdot V_n \cdot \rho \quad (30)$$

где **c**, **n_а**, **ρ_н**, **ρ_а^{nt}**, **0,0864**, **0,28** – то же, что и в формуле (8); **n_в** – коэффициент полезного действия (КПД) системы вентиляции с рекуперацией тепла.

КПД **n_в** системы вентиляции с рекуперацией тепла должен быть не менее 30 %.

Если при проектировании использован компенсационный метод, расчет комплексных показателей тепловой энергии производится по методике, изложенной в п. 6.3.1 за одним исключением, – при расчете расхода тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха вместо формулы (9) используется формула (30).

При использовании компенсационного метода нормирования нормативные показатели тепловой защиты считаются выполненными в том случае, если выполняются два следующих условия:

1) $q_{н}^{des} \leq 1,1 \cdot q_{н}^{req}$, (31)

где $q_{н}^{des}$ – расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период [кДж/м²·°С·сут]; $q_{н}^{req}$ – нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период [кДж/м²·°С·сут];

2) дополнительные затраты энергии, связанные с повышением на 10 % нормируемого уровня расхода тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период, будут компенсированы уменьшением расхода тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха за счет применения приточно-принудительной системы вентиляции с рекуперацией тепла.

6.6. Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции

6.6.1. Расчетный температурный перепад Δt_0 [°C] между температурой внутреннего воздуха t_{int} и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n [°C], установленных в табл. 4, и определяется по формуле

$$\Delta t_n = \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{\alpha_{int} \cdot R_0}, \quad (31)$$

где n – то же, что и в формуле (3); t_{int} – то же, что и в формуле (2); t_{ext} – то же, что и в формуле (3); R_0 – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, [м²·°C/Вт]; α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций [Вт/(м²·°C)], принимаемый по табл. 8.

6.6.2. Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций) в зоне теплопроводных включений (диафрагм, сквозных швов из раствора, стыков панелей, ребер, шпонок и гибких связей в многослойных панелях, жестких связей облегченной кладки и др.), в углах и оконных откосах, а также зенитных фонарей должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года.

Численные значения температуры точки росы t_d [°C] для различных значений температуры t_{int} [°C] и относительной влажности воздуха ϕ_{int} [%] в помещении приведены в Приложении В настоящих норм.

Примечание: Относительную влажность внутреннего воздуха ϕ_{int} для определения температуры точки росы в местах теплопроводных включений ограждающих конструкций, в углах и оконных откосах, а также зенитных фонарей следует принимать:

- для помещений жилых зданий, больничных учреждений, диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов – 55%;
- для помещений кухонь – 60%;
- для ванных комнат – 65%;
- для теплых подвалов и подполий с коммуникациями – 75%;
- для теплых чердаков жилых зданий – 55%;
- для помещений общественных зданий (кроме вышеуказанных) – 50%.

6.6.3. Температура внутренней поверхности конструктивных элементов остекления окон зданий (кроме производственных) должна быть не ниже плюс 3°С, а непрозрачных элементов окон – не ниже температуры точки росы при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года, для производственных зданий – не ниже 0 °С.

7. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ

7.1. Повышение энергетической эффективности существующих зданий следует осуществлять при реконструкции, модернизации и капитальном ремонте этих зданий. При частичной реконструкции здания (в том числе при изменении габаритов здания за счет пристраиваемых и надстраиваемых объемов) допускается требования настоящих норм распространять на изменяемую часть здания.

7.2. Для жилых и общественных зданий требования настоящих норм считаются выполненными, если расчетное значение удельного расхода тепловой энергии на отопление существующего здания или его изменяемой части q_{n}^{des} , определяемое согласно п. 6.3.1 настоящих норм, не превышает нормируемых величин q_{n}^{req} , установленных в табл. 5 СНиП 23-02–2010. При этом фактические значения сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций должны быть не менее минимально-допустимых значений, приведенных в табл. 10.1–10.3, 11.1–11.2.

7.3. Для производственных зданий, а также зданий малозэтажных отдельно стоящих, с числом квартир не более трех, числом этажей – не более двух, требования настоящих норм считаются выполненными, если фактические значения приведенных сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций здания не меньше минимально-допустимых сопротивлений теплопередаче, приведенных в табл. 12.1–12.3, 13.1–13.2.

7.4. Расчетная величина удельного расхода тепловой энергии на отопление здания может быть снижена, следуя указаниям п. 6.5.

7.5. Выбор мероприятий по повышению тепловой защиты при реконструкции зданий рекомендуется выполнять на основе технико-экономического сравнения проектных решений увеличения или замены теплозащиты отдельных видов ограждающих конструкций здания (чердачных и цокольных перекрытий, светопрозрачных и прочих конструкций), начиная с повышения эксплуатационных качеств более дешевых вариантов ограждающих конструкций.

7.6. При замене светопрозрачных конструкций на более энергоэффективные следует предусматривать дополнительные мероприятия с целью обеспечения требуемой воздухопроницаемости этих конструкций согласно разделу 9 настоящих норм.

8. ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

В теплый период года

8.1. В районах со среднемесячной температурой июля 21 °С и выше расчетная амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций (наружных стен и перекрытий/покрытий) $A_{t,ext}^{req}$ [°C] зданий жилых, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов, а также производственных зданий, в которых необходимо соблюдать оптимальные параметры температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне в теплый период года или по условиям технологии поддерживать постоянную температуру или температуру и относи-

тельную влажность воздуха, не должна быть более нормируемой амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции $A_{t,ext}^{req}$ [°C], определяемой по формуле

$$A_{t,ext}^{req} = 2,5 \cdot 0,1(t_{ext} - 21), \quad (32)$$

где t_{ext} – средняя месячная температура наружного воздуха за июль [°C], принимаемая по табл. 3* СНиП 23–01.

Расчетную амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции $A_{t,ext}^{des}$ следует определять по п.8.6.

8.2. Для окон и фонарей районов и зданий, указанных в п.8.1, следует предусматривать солнцезащитные устройства. Коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства β_s^{des} должен быть не более нормируемой величины β_s^{req} , установленной табл. 14. Коэффициенты теплопропускания солнцезащитных устройств следует определять по слову правил.

Таблица 14.

Нормируемые значения коэффициента теплопропускания солнцезащитного устройства

№ п/п	Здания	Коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства β_s^{req}
1	Здания жилые, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов	0,2
2	Производственные здания, в которых должны соблюдаться оптимальные нормы температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне; или по условиям технологии должны поддерживаться постоянными температура или температура и относительная влажность воздуха	0,4

8.3. При проектировании ограждающих конструкций с учетом их теплоустойчивости необходимо руководствоваться следующими положениями:

- теплоустойчивость конструкции зависит от порядка расположения слоев материалов; величина затухания амплитуды колебаний температуры наружного воздуха v в двухслойной конструкции увеличивается, если более теплоустойчивый материал расположен изнутри;
- наличие в конструкции ограждения воздушной прослойки увеличивает теплоустойчивость конструкции; в замкнутой воздушной прослойке целесообразно устраивать теплоизоляцию с теплоотражающей поверхностью; слои конструкции, расположенные между вентилируемой наружным воздухом воздушной прослойкой и наружной поверхностью ограждающей конструкции, должны иметь минимально возможную толщину; наиболее целесообразно выполнять эти слои из тонких металлических или асбестоцементных листов.

8.4. Величину затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха v в ограждающей конструкции, состоящей из однородных слоев, рассчитывают по формуле:

$$v = 0,9 \cdot 2,718^{D/\sqrt{2}} \left[(s_1 + \alpha_{int})(s_2 + Y_1) \dots (s_n + Y_{n-1}) \times (\alpha_{ext} + Y_n) \right] / \left[(s_1 + Y_1)(s_2 + Y_2) \dots (s_n + Y_n) \alpha_{ext} \right], \quad (33)$$

где D – тепловая инерция ограждающей конструкции, определяемая по формуле (19); s_1, s_2, \dots, s_n – расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждающей конструкции [Вт/(м²·°C)], рассчитываемые по формуле (21); Y_1, Y_2, \dots, Y_{n-1} – коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев ограждающей конструкции [Вт/(м²·°C)], определяемые согласно п.8.7; α_{int} – то же, что и в формуле (23); α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции по летним условиям [Вт/(м²·°C)], определяемый по формуле

$$\alpha_{ext} = 1,16(5 + 10\sqrt{v}), \quad (34)$$

где v – минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, повторяемость которых составляет 16% и более, принимаемая согласно СНиП 23–01, но не менее 1 м/с.

Величину v для многослойной неоднородной ограждающей конструкции с теплопроводными включениями в виде обрамляющих ребер принимают в соответствии с ГОСТ 26253.

8.5. Расчетную амплитуду колебаний температуры наружного воздуха $A_{t,ext}^{des}$ [°C] рассчитывают по формуле

$$A_{t,ext}^{des} = 0,5 A_{t,ext} + \rho (I_{max} - I_{av}) / \alpha_{ext}, \quad (35)$$

где $A_{t,ext}$ – максимальная амплитуда температуры наружного воздуха в июле, °С, принимаемая согласно СНиП 23–01; ρ – коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по таблице 15; I_{max} , I_{av} – соответственно максимальное и среднее значения суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) [Вт/м²], принимаемые согласно Приложению Г настоящих норм; для наружных стен – как для вертикальной поверхности западной ориентации, для покрытий – как для горизонтальной поверхности; α_{ext} – то же, что и в формуле (34).

Таблица 15.

Коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции

№ п/п	Материал наружной поверхности ограждающей конструкции	Коэффициент поглощения солнечной радиации ρ
1	Алюминий	0,5
2	Асбестоцементные листы	0,65
3	Асфальтобетон	0,9
4	Бетоны	0,7
5	Дерево неокрашенное	0,6
6	Защитный слой рулонной кровли из светлого гравия	0,65
7	Кирпич глиняный красный	0,7
8	Кирпич силикатный	0,6
9	Облицовка природным камнем белым	0,45
10	Окраска силикатная темно-синяя	0,7
11	Окраска известковая белая	0,3
12	Плитка облицовочная керамическая	0,8
13	Плитка облицовочная стеклянная синяя	0,6
14	Плитка облицовочная белая или палевая	0,45
15	Рубероид с песчаной посыпкой	0,9
16	Сталь листовая, окрашенная белой краской	0,45
17	Сталь листовая, окрашенная темно-красной краской	0,8
18	Сталь листовая, окрашенная зеленой краской	0,6
19	Сталь кровельная оцинкованная	0,65
20	Стекло облицовочное	0,7
21	Штукатурка известковая темно-серая или терракотовая	0,7
22	Штукатурка цементная светло-голубая	0,3
23	Штукатурка цементная темно-зеленая	0,6
24	Штукатурка цементная кремовая	0,4

8.6. Расчетную амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции $A_{t,ext}^{des}$ [°C] рассчитывают по формуле

$$A_{t,ext}^{des} = A_{t,ext}^{des} / \nu, \quad (36)$$

где $A_{t,ext}^{des}$ – расчетная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха, °C, определяемая согласно п. 8.5; ν – величина затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха $A_{t,ext}^{des}$ в ограждающей конструкции, определяемая согласно п. 8.4.

8.7. Для определения коэффициентов теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев ограждающей конструкции следует предварительно вычислить тепловую инерцию D каждого слоя по формуле (19).

Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слоя Y [Вт/(м²·°C)] с тепловой инерцией $D \geq 1$ следует принимать равным расчетному коэффициенту теплоусвоения s материала этого слоя конструкции, рассчитанному по формуле (21).

Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слоя Y с тепловой инерцией $D < 1$ следует определять расчетом, начиная с первого слоя (считая от внутренней поверхности ограждающей конструкции) следующим образом:

а) для первого слоя – по формуле

$$Y_1 = (R_1 s_1^2 + \alpha_{int}) / (1 + R_1 \alpha_{int}); \quad (37)$$

б) для i -го слоя – по формуле

$$Y_i = (R_i s_i^2 + Y_{i-1}) / (1 + R_i Y_{i-1}), \quad (38)$$

где R_1, R_2 – термические сопротивления соответственно первого и i -го слоев ограждающей конструкции [м²·°C/Вт], определяемые по формуле (20); s_1, s_2 – расчетные коэффициенты теплоусвоения материала соответственно первого и i -го слоев [Вт/(м²·°C)], рассчитываемые по формуле (21); α_{int} – то же, что и в формуле (23); Y_1, Y_i, Y_{i-1} – коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности соответственно первого, i -го и ($i-1$)-го слоев ограждающей конструкции [Вт/(м²·°C)].

8.8. Ограждающая конструкция удовлетворяет требованиям норм по теплоустойчивости, если выполняется условие:

$$A_{t,ext}^{des} \leq A_{t,ext}^{req}. \quad (39)$$

8.9. Значения коэффициентов теплопропускания β_{sp} солнцезащитных устройств, принимаемых для окон и фонарей зданий в районах со среднемесячной температурой июля 21 °C и выше, приведены в табл. 16.

Таблица 16.

Коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств

№ п/п	Солнцезащитные устройства	Коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств β_{sp}
А. Наружные		
1	Штора или маркиза из светлой ткани	0,15
2	Штора или маркиза из темной ткани	0,20
3	Ставни-жалюзи с деревянными пластинами	0,10/0,15
4	Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,15/0,20
Б. Межстекольные (непротвтриваемые)		
5	Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,30/0,35
6	Штора из светлой ткани	0,25
7	Штора из темной ткани	0,40
В. Внутренние		
8	Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,60/0,70
9	Штора из светлой ткани	0,40
10	Штора из темной ткани	0,80

Примечания: 1) коэффициенты теплопропускания – до черты для солнцезащитных устройств с пластинами под углом 45°, после черты – под углом 90° к плоскости проема; 2) коэффициенты теплопропускания межстекольных солнцезащитных устройств с протвтриваемым межстекольным пространством следует принимать в 2 (два) раза меньше.

8.10. Пример расчета приведен в Приложении Д.

В холодный период года

8.11. Расчетная амплитуда колебания результирующей температуры помещения $A_{t,ext}^{des}$ [°C] жилых, а также общественных зданий (больниц, поликлиник, детских яслей-садов и школ) в холодный период года не должна превышать ее нормируемого значения $A_{t,ext}^{req}$ в течение суток:

- при наличии центрального отопления и печей при непрерывной топке – 1,5 °C;
- при стационарном электро- теплоаккумуляционном отоплении – 2,5 °C;
- при печном отоплении с периодической топкой – 3 °C.

При наличии в здании отопления с автоматическим регулированием температуры внутреннего воздуха теплоустойчивость помещений в холодный период года не нормируется.

8.12. Расчетную амплитуду колебания результирующей температуры помещений жилых и общественных зданий в холодный период года $A_{t,ext}^{des}$ [°C] следует определять по формуле:

$$A_{t,ext}^{des} = 0,7 M Q_0 / (\sum A_i B_i), \quad (40)$$

где M – коэффициент неравномерности теплоотдачи нагревательным прибором, принимаемый по табл. 17; Q_0 – средняя теплоотдача отопительного прибора [Вт], равная потерям данного помещения, определяемым в соответствии с нормативными документами; A_i – площадь i -й ограждающей конструкции [м²]; B_i – коэффициент теплопоглощения поверхности i -го ограждения [Вт/(м²·°C)], определяемый по формуле

$$B_i = 1 / [(1 / \alpha_{int}) + (1 / Y_i^{int})], \quad (41)$$

α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, [Вт/(м²·°C)], равный 4,5+ α_{ex} ; α_{ex} – коэффициент конвективного теплообмена внутренней поверхности [Вт/(м²·°C)], принимаемый равным для: внутреннего ограждения – 1,2; окна – 3,5; пола – 1,5; потолка – 3,5; Y_i^{int} – коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности i -й ограждающей конструкции [Вт/(м²·°C)], определяемый по п. 8.14.

Таблица 17.

Коэффициент неравномерности теплоотдачи нагревательных приборов M

№ п/п	Тип отопления	Коэффициент M
1	Водяное отоплений зданий с непрерывным обслуживанием	0,1
2	Паровое отопление или нетеплоемкими печами: а) время подачи пара или топки печи – 18 ч, перерыв – 6ч; б) подачи пара или топки печи – 12 ч, перерыв – 12ч; в) подачи пара или топки печи – 6 ч, перерыв – 18ч	0,8 1,4 2,2
3	Водяное отопление (время топки – 6 ч)	1,5
4	Печное отопление теплоемкими печами при топке их 1 раз в сутки: - толщина стенок печи в 1/2 кирпича - толщина стенок печи в 1/2 кирпича	от 0,4 до 0,9 от 0,7 до 1,4

Примечания: меньшие значения M соответствуют массивным печам, большие – менее массивным легким печам. При топке печей 2 раза в сутки величину M следует уменьшать в 2,5-3 раза для кирпича со стенками в 1/4 кирпича и в 2-2,3 раза – при 1/2 кирпича.

Нумерация слоев в формуле (41) принята в направлении от внутренней к наружной поверхности ограждения.

При расчете A_1^{des} по формуле (40) для окон и остекленных наружных дверей следует принимать величину

$$B_i = 1 / (1,08 R_0), \quad (42)$$

где R_0 – сопротивление теплопередаче окна или двери [$\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$].

8.13. Для определения коэффициентов теплоусвоения поверхности отдельных слоев ограждающей конструкции следует предварительно вычислить тепловую инерцию D каждого слоя по формуле (19).

8.14. Коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности ограждающей конструкции Y_n^{int} , $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, определяется следующим образом:

а) если первый (внутренний) слой ограждающей конструкции имеет тепловую инерцию $D > 1$, то

$$Y_{int} = s_1; \quad (43)$$

б) если $D_1 + D_2 + \dots + D_{n-1} < 1$, но $D_1 + D_2 + \dots + D_n > 1$, то коэффициент Y_n^{int} следует определять последовательно расчетом коэффициентов теплоусвоения внутренней поверхности слоев конструкции, начиная с (n-1) слоя до первого следующим образом:

– для (n-1) слоя – по формуле

$$Y_{n-1} = (R_{n-1} s_{n-1}^2 + s_n) / (1 + R_{n-1} s_{n-1}); \quad (44)$$

– для i-го слоя (i = n-2, n-3, ..., 1) – по формуле

$$Y_i = (R_i s_i^2 + Y_{i+1}) / (1 + R_i Y_{i+1}). \quad (45)$$

Коэффициент Y_n^{int} принимается равным коэффициенту теплоусвоения поверхности i-го слоя Y_i ;

в) если для ограждающей конструкции, состоящей из n слоев, $D_1 + D_2 + \dots + D_n > 1$, то коэффициент Y_n^{int} следует определять последовательно расчетом коэффициентов Y_n, Y_{n-1}, \dots, Y_1 :

– для n-го слоя – по формуле

$$Y_n = (R_n s_n^2 + \alpha_{ext}) / (1 + R_n \alpha_{ext}); \quad (46)$$

– для i-го слоя (i = n-2, n-3, ..., 1) – по формуле (45);

г) для внутренних ограждающих конструкций величина Y_n^{int} определяется как для наружных ограждений, но принимается, что в середине ограждений $s = 0$. Для несимметричных ограждений их середину следует назначать по половине величины ΣD всего ограждения;

д) при наличии в ограждающей конструкции воздушной прослойки коэффициент теплоусвоения воздуха s в ней принимается равным нулю.

В формулах (43) – (46) и неравенствах:

D_1, D_2, \dots, D_n – тепловая инерция соответственно 1-го, 2-го, ..., n-го слоев конструкции, определяемая по формуле (19);

R_1, \dots, R_{n-1}, R_n – термические сопротивления [$\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$] соответственно i-го, ..., (n-1)-го и n-го слоев конструкции, определяемые по формуле (20);

s_1, \dots, s_{n-1}, s_n – расчетные коэффициенты теплоусвоения материала 1-го, ..., i-го, ..., (n-1)-го и n-го слоев конструкции [$\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$], рассчитываемые по формуле (21);

Y_{i+1} – коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности (i+1)-го слоя конструкции [$\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$];

α_{ext} – то же, что и в формуле (23).

8.15. Полученная по формуле (40) расчетная амплитуда колебаний результирующей температуры помещения должна быть меньше или равна нормируемому значению.

8.16. Выбор типа теплоаккумулирующего прибора по показателю затухания тепловой волны в нем A_1^{des} производится по графику рис. 2–4 для различных режимов его зарядки в зависимости от сочетания ΔY_n и $Q_{p,c} / (\Delta t^{des})$, обеспечивая в левом секторе от кривых условие $A_1^{des} \leq A_1^{req}$.

Показатель теплоусвоения внутренних поверхностей помещения и теплоаккумуляционных слоев прибора Y_n и показатель интенсивности конвективного теплообмена в помещении Λ определяются соответственно по формулам:

$$Y_n = \Sigma A_i Y_i; \quad (47)$$

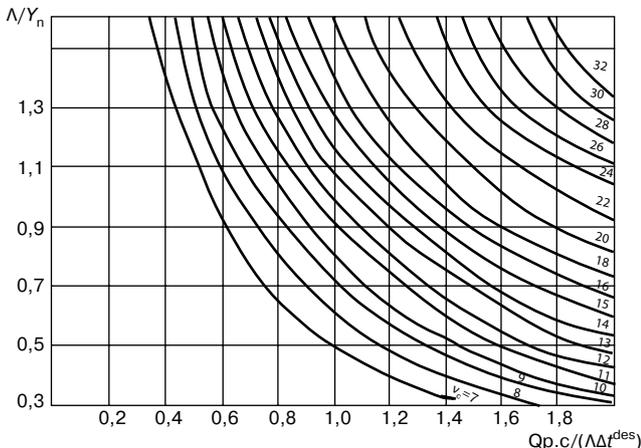


Рис. 2. График для подбора теплоаккумулирующих приборов (продолжительность зарядки 8 ч)

$$\Lambda = \Sigma \alpha_{sk}^i A_i, \quad (48)$$

где Y_i – коэффициент теплоусвоения i-й поверхности помещения, определяемый согласно п. 8.14, и теплоаккумулирующего прибора [$\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$], определяемый по формуле:

$$Y = [R_1 s_1^2 + R_2 s_2^2 (R_2 R_1 s_1^2 + 2)] / [1 + R_2 s_2^2 (R_2 + 2 R_1)], \quad (49)$$

R_1, R_2 – термические сопротивления соответственно теплоизоляционного и теплоаккумулирующего слоев прибора, [$\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$];

s_1, s_2 – коэффициенты теплоусвоения материалов соответственно теплоизоляционного и теплоаккумуляционного слоев прибора [$\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$], рассчитываемые по формуле (21) для теплоизоляционного слоя, а для теплоаккумуляционного слоя прибора полученные по результатам теплотехнических испытаний;

α_{sk}^i – коэффициент конвективного теплообмена i-й поверхности помещения и теплоаккумулирующего прибора с воздухом помещения [$\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$], принимаемый равным для:

- наружного ограждения – 3,1;
- внутреннего ограждения – 1,2;
- окна – 4,1;
- пола – 1,5;
- потолка – 3,5;
- теплоаккумулирующего прибора – 5,6 при температуре его поверхности 95 °С и 3,3 – при 40 °С;

A_i – площадь i-й поверхности помещения и теплоаккумулирующего прибора [м^2].

8.17. Мощность нагревательных элементов теплоаккумулирующего прибора $Q_{p,c}$ внешнего электроотопления определяется по формуле:

$$Q_{p,c} = Q_{n,i}^{des} (24 / m), \quad (50)$$

где $Q_{n,i}^{des}$ – расчетные теплотери помещения [Вт], определяемые по СНиП 41-01; m – продолжительность зарядки теплоаккумулирующего прибора [ч].

8.18. В случае, когда электротеплоаккумуляционная система отопления частично покрывает теплотери здания и является базовой частью комбинированной системы отопления, установочную мощность дополнительных постоянно работающих приборов системы отопления Q_0 следует определять по формуле:

$$Q_0 = Q_{n,i}^{des} - Q_c^{des}, \quad (51)$$

где $Q_{n,i}^{des}$ – то же, что и в п.8.17; Q_c^{des} – расчетные теплотери помещения [Вт] при температуре наиболее холодной пятидневки на 5 °С выше указанной в СНиП 23-01.

8.19. Расчетную разность температур следует определять по формуле:

$$\Delta t^{des} = t_{int}^{des} - t_{ext}^{des}, \quad (52)$$

где $t_{int}^{des}, t_{ext}^{des}$ – расчетные температуры соответственно внутреннего и наружного воздуха, те же, что и в формуле (3).

8.20. Пример определения мощности теплоаккумуляционного прибора приведен в Приложении X СП 23-101.

9. ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ

9.1. Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, за исключением заполненных световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей), зданий и сооружений R_{int}^{des} должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию R_{int}^{req} [$\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$], определяемого по формуле:

$$R_{int}^{req} = \frac{\Delta p}{G_n}, \quad (53)$$

где Δp – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций [Па], определяемая в соответствии с п. 9.2; G_n – нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций [$\text{кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$], принимаемая в соответствии с п. 9.3.

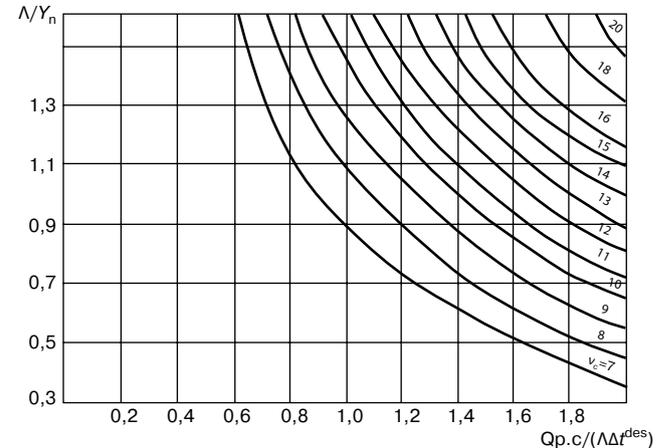


Рис. 3. График для подбора теплоаккумулирующих приборов (продолжительность зарядки 8 + 2 ч дневной подзарядки)

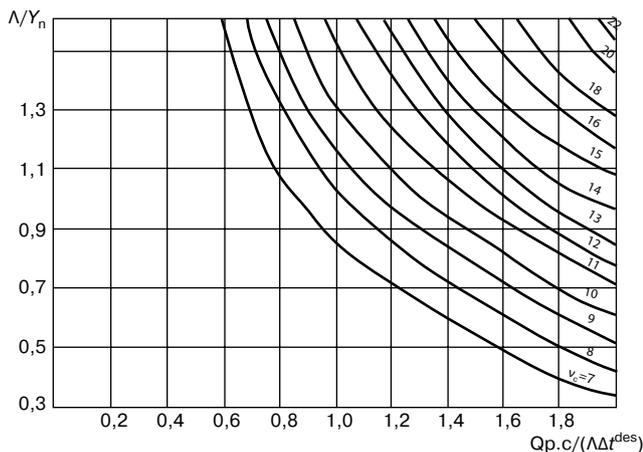


Рис. 4. График для подбора теплоаккумулирующих приборов (продолжительность зарядки 6 + 2 ч дневной подзарядки)

9.2. Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций Δp [Па] следует определять по формуле:

$$\Delta p = 0,55H(\gamma_{ext} - \gamma_{int}) + 0,03\gamma_{ext}v^2, \quad (54)$$

где H – высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты) [м]; γ_{ext} , γ_{int} – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха [Н/м^3], определяемый по формуле

$$\gamma = \frac{3463}{(273 + t)}, \quad (55)$$

где t – температура воздуха:

- внутреннего (для определения γ_{int}) – принимается согласно оптимальным параметрам по ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 30494 и СанПиН 2.1.2.1002;
- наружного (для определения γ_{ext}) – принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 23-01;
- v – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16 % и более, принимаемая по таблице 1* СНиП 23-01; для зданий высотой свыше 60 м v следует принимать с учетом коэффициента изменения скорости ветра по высоте (табл. 18).

Таблица 18.

Изменение скорости ветра по отношению к стандартной высоте 10 м

Высота [м]	Коэффициент ξ при расчетной скорости ветра [м/с]								
	2	2,5	3	4	5	6	7	8	10
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
100	2,8	2,4	2,2	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2
150	3,2	2,8	2,5	2,1	2	1,8	1,7	1,6	1,4
200	3,5	3	2,7	2,4	2,1	2	1,8	1,7	1,4
250	3,8	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,5
300	3,8	3,4	3	2,6	2,4	2,2	2	1,9	1,6
350	4	3,4	3	2,6	2,4	2,3	2,1	2	1,7
400	4	3,4	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	2,1	1,8
450	4	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4	2,2	2,2	1,8
500	4	3,6	3,2	2,9	2,6	2,5	2,3	2,2	1,9

Примечание – Коэффициенты ξ действительны для центрального региона РФ. Для других регионов коэффициенты ξ могут использоваться условно.

9.3. Нормируемую воздухопроницаемость G_n [$\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$] ограждающей конструкции зданий следует принимать по табл. 19.

Таблица 19.

Нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций

№ п/п	Ограждающие конструкции	Воздухопроницаемость G_n [$\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$], не более
1	Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных и бытовых зданий и помещений	0,5
2	Наружные стены, перекрытия и покрытия производственных зданий и помещений	1

3	Стыки между панелями наружных стен: а) жилых зданий; б) производственных зданий	0,5* 1*
4	Входные двери в квартиры	1,5
5	Входные двери в жилые, общественные и бытовые здания	7
6	Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в деревянных переплетах; окна и фонари производственных зданий с кондиционированием воздуха	6
7	Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в пластмассовых или алюминиевых переплетах	5
8	Окна, двери и ворота производственных зданий	8
9	Фонари производственных зданий	10

*Примечание: в поз. 3 размерность воздухопроницаемости в [$\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$]

9.4. Сопrotивление воздухопроницанию многослойной ограждающей конструкции R_{inf}^{des} [$\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$] следует определять по формуле:

$$R_{inf}^{des} = R_{inf1} + R_{inf2} + \dots + R_{infn}, \quad (56)$$

где $R_{inf1}, R_{inf2}, \dots, R_{infn}$ – сопротивления воздухопроницанию отдельных слоев ограждающей конструкции [$\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$], принимаемые по табл. 20.

Таблица 20.

Сопrotивление воздухопроницанию материалов и конструкций

№ п/п	Материалы и конструкции	Толщина слоя [мм]	Сопrotивление воздухопроницанию R_{inf} [$\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$]
1	2	3	4
1	Бетон сплошной (без швов)	100	19260
2	Газосиликат сплошной (без швов)	140	21
3	Известняк-ракушечник	500	6
4	Картон строительный (без швов)	1,3	64
5	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	18
6	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в 1/2 кирпича	120	2
7	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	9
8	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в 1/2 кирпича	120	1
9	Кладка кирпича керамического пустотного на цементно-песчаном растворе толщиной в 1/2 кирпича	120	2
10	Кладка из легковесных камней на цементно-песчаном растворе	400	13
11	Кладка из легковесных камней на цементно-шлаковом растворе	400	1
12	Листы асбестоцементные с заделкой швов	6	196
13	Обои бумажные обычные	-	20
14	Обшивка из обрезных досок, соединенных впритык или вчетверть	20-25	0,1
15	Обшивка из обрезных досок, соединенных в шпунт	20-25	1,5
16	Обшивка из досок двойная с прокладкой между обшивками строительной бумаги	50	98
17	Обшивка из фибролита или из древесноволокнистых бесцементных мягких плит с заделкой швов	15-70	2,5
18	Обшивка из фибролита или из древесноволокнистых бесцементных мягких плит без заделки швов	15-70	0,5
19	Обшивка из жестких древесноволокнистых листов с заделкой швов	10	3,3

Продолжение таблицы 20

20	Обшивка из гипсовой сухой штукатурки с заделкой швов	10	20
21	Пенобетон автоклавный (без швов)	100	1960
22	Пенобетон автоклавный	100	196
23	Пенополистирол	50-100	79
24	Пеностекло сплошное (из швов)	120	> 2000
25	Плиты минераловатные жесткие	50	2
26	Рубероид	1,5	Воздухопроницаем
27	Толь	1,5	490
28	Фанера клееная (без швов)	3-4	2940
29	Шлакобетон сплошной (без швов)	100	14
30	Штукатурка цементно-песчаным раствором по каменной или кирпичной кладке	15	373
31	Штукатурка известковая по каменной или кирпичной кладке	15	142
32	Штукатурка известково-гипсовая по дереву (по драни)	20	17
33	Керамзитобетон плотностью 900 кг/м ³	250-400	13-17
34	То же, 1000 кг/м ³	250-400	53-80
35	То же, 1100 кг/м ³	250-450	390-590
36	Шлакопемзобетон плотностью 1500 кг/м ³	250-400	0,3

Примечания: 1) Для кладок из кирпича и камней с расшивкой швов на наружной поверхности приведенное в настоящей таблице сопротивление воздухопроницанию следует увеличивать на 20 м²·ч·Па/кг.
2) Сопротивление воздухопроницанию воздушных прослоек и слоев ограждающих конструкций из сыпучих (шлака, керамзита, пемзы и т.п.), рыхлых и волокнистых (минеральной ваты, соломы, стружки и т.п.) материалов следует принимать равным нулю независимо от толщины слоя.
3) Для материалов и конструкций, не указанных в настоящей таблице, сопротивление воздухопроницанию следует определять экспериментально.

9.5. Сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей жилых и общественных зданий, а также окон и фонарей производственных зданий R_{inf}^{des} должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию R_{inf}^{req} [м²·ч/кг], определяемого по формуле:

$$R_{inf}^{req} = \frac{1}{G_p} \left(\frac{\Delta p}{\Delta_0} \right)^{2/3}, \quad (57)$$

где G_n – то же, что и в формуле (53); Δp – то же, что и в формуле (54); $\Delta p_0 = 10$ Па – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачных ограждающих конструкций, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию R_{inf}^{des} .

9.6. Сопротивление воздухопроницанию выбранного типа светопрозрачной конструкции R_{inf}^{des} [м²·ч/кг] определяют по формуле:

$$R_{inf}^{des} = \frac{1}{G_p} \left(\frac{\Delta p}{\Delta_0} \right)^n, \quad (58)$$

где G_p – воздухопроницаемость светопрозрачной конструкции [кг/м²·ч] при $\Delta p_0 = 10$ Па, полученная в результате сертификационных испытаний; Δp – то же, что и в формуле (54); n – показатель режима фильтрации светопрозрачной конструкции, полученный в результате сертификационных испытаний.

9.7. В случае выполнения условия:

$$R_{inf}^{des} \geq R_{inf}^{req} \quad (59)$$

выбранная светопрозрачная конструкция удовлетворяет нормативным требованиям по сопротивлению воздухопроницанию.

В случае, если:

$$R_{inf}^{des} < R_{inf}^{req} \quad (60)$$

выбранную светопрозрачную конструкцию необходимо заменить на другую, удовлетворяющую условию (59).

9.8. Оконные блоки и балконные двери в жилых и общественных зданиях следует выбирать согласно классификации воздухопроницаемости притворов по ГОСТ 26602:

- 3-этажных и выше - не ниже класса Б;
- 2-этажных и ниже - в пределах классов В – Д.

9.9. Средняя воздухопроницаемость квартир жилых и помещений общественных зданий (при закрытых приточно-вытяжных вентиляционных отверстиях) должна обеспечивать в период испытаний воздухообмен кратностью n_{50} [ч] при разности давлений 50 Па наружного и внутреннего воздуха при вентиляции:

- с естественным побуждением $n_{50} \leq 4$ ч⁻¹;
- с механическим побуждением $n_{50} \leq 2$ ч⁻¹.

Кратность воздухообмена зданий и помещений при разности давлений 50 Па и их среднюю воздухопроницаемость определяют по ГОСТ 31167.

9.10. Рекомендуемая классификация воздухопроницаемости ограждающих конструкций объекта по кратности воздухообмена при $\Delta p=50$ Па (n_{50} , ч⁻¹) (помещения, группы помещений (квартиры), жилых многоквартирных, общественных, административных, бытовых, сельскохозяйственных, вспомогательных помещений производственных зданий и сооружений, а также многоквартирных зданий в целом) приведена в табл. 21.

Таблица 21.

Классы воздухопроницаемости ограждающих конструкций объекта

Кратность воздухообмена при $\Delta p=50$ Па (n_{50} , ч ⁻¹)	Наименование класса
$n_{50} < 1$	Очень низкая
$1 \leq n_{50} < 2$	Низкая
$2 \leq n_{50} < 4$	Нормальная
$4 \leq n_{50} < 6$	Умеренная
$6 \leq n_{50} < 10$	Высокая
$10 \leq n_{50}$	Очень высокая

9.11. При установлении классов воздухопроницаемости «умеренная», «высокая», «очень высокая» следует принимать меры по снижению воздухопроницаемости объектов. При установлении классов «низкая» и «очень низкая» в объектах, имеющих вентиляцию с естественным побуждением, следует принимать меры, обеспечивающие приток свежего воздуха.

Примеры удовлетворения требований п.9.7 настоящих норм по воздухопроницаемости помещений зданий приведены в СП 23–101.

10. ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

10.1. Сопротивление паропрооницанию R_{vp} [м²·ч·Па/мг] ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) должно быть не менее наибольшего из следующих нормируемых сопротивлений паропрооницанию:

а) нормируемого сопротивления паропрооницанию R_{vp1}^{req} [м²·ч·Па/мг] (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), определяемого по формуле:

$$R_{vp1}^{req} = \frac{(e_{int} - E) \cdot R_{vp}^e}{(E - e_{ext})}, \quad (61)$$

б) нормируемого сопротивления паропрооницанию R_{vp2}^{req} [м²·ч·Па/мг] (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха), определяемого по формуле:

$$R_{vp2}^{req} = \frac{0,0024 \cdot z_0 \cdot (e_{int} - E_0)}{\rho_w \cdot \delta_w \cdot \Delta w_{cv} + \eta}, \quad (62)$$

где e_{int} – парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха [Па] при расчетной температуре и относительной влажности этого воздуха, определяемое по формуле:

$$e_{int} = \frac{\phi_{int} \cdot E_{int}}{100}, \quad (63)$$

где E_{int} – парциальное давление насыщенного водяного пара [Па] при температуре t_{int} , принимаемая по своду правил; ϕ_{int} – относительная влажность внутреннего воздуха [%], принимаемая для различных зданий в соответствии с примечанием к п.5.5.2; R_{vp}^e – сопротивление паропрооницанию [м²·ч·Па/мг] части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью возможной конденсации, определяемое по своду правил; e_{ext} – среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха [Па] за годовой период, определяемое по табл. 5а* СНиП 23–01; z_0 – продолжительность [сут] периода влагонакопления, принимаемая равной периоду с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха по СНиП 23–01; E_0 – парциальное давление водяного пара [Па] в плоскости возможной конденсации, определяемое при средней температуре наружного воздуха периода месяцев с отрицательными средними месячными температурами согласно указаниям примечаний к этому пункту; ρ_w – плотность материала увлажняемого слоя [кг/м³], принимаемая равной ρ_0 по своду правил; δ_w – толщина увлажняемого слоя ограждающей конструкции [м], принимаемая равной 2/3 толщины однородной (однослойной) стены или толщине теплоизоляционного слоя (утеплителя) многослойной ограждающей конструкции; Δw_{cv} – предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале увлажняемого слоя [%] за период влагонакопления z_0 , принимаемое по табл. 22.

Таблица 22.

Предельно допустимые значения коэффициента Δw_{cv}

№ п/п	Материал ограждающей конструкции	Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале Δw_{cv}
1	Кладка из глиняного кирпича и керамических блоков	1,5
2	Кладка из силикатного кирпича	2
3	Легкие бетоны на пористых заполнителях (керамзитобетон, шунгизитобетон, перлитобетон, шлакопемзобетон)	5
4	Ячеистые бетоны (газобетон, пенобетон, газосиликат и др.)	6
5	Пеногазостекло	1,5

Продолжение таблицы 22

6	Фибролит и арболит цементные	7,5
7	Минераловатные плиты и маты	3
8	Пенополистирол и пенополиуретан	25
9	Фенольно-резольный пенопласт	50
10	Теплоизоляционные засыпки из керамзита, шунгизита, шлака	3
11	Тяжелый бетон, цементно-песчаный раствор	2

E – парциальное давление водяного пара [Па] в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации, определяемое по формуле:

$$E = \frac{(E_1 \cdot z_1 + E_2 \cdot z_2 + E_3 \cdot z_3)}{12}, \quad (64)$$

где E₁, E₂, E₃ – парциальное давление водяного пара [Па], принимаемое по температуре в плоскости возможной конденсации, устанавливаемой при средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, определяемое согласно указаниям примечаний к этому пункту; z₁, z₂, z₃ – продолжительность [мес] зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов года, определяемая по табл. 3* СНиП 23-01 с учетом следующих условий:

а) к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха **ниже минус 5 °С**;

б) к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха **от минус 5 до плюс 5 °С**;

в) к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами воздуха **выше плюс 5 °С**;

η – коэффициент, определяемый по формуле

$$R_{vp}^{req} = \frac{0,0024 \cdot z_0 \cdot (E_0 - e_0^{ext})}{R_{sp}}, \quad (65)$$

где e₀^{ext} – среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха [Па] периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемыми согласно своду правил.

Примечания:

1. Парциальное давление водяного пара E₁, E₂, E₃ и E₀ для ограждающих конструкций помещений с агрессивной средой следует принимать с учетом агрессивной среды:

- для помещений без агрессивной среды – по табл. С.1 и С.2 Приложения С СП 23-101;
- для помещений с агрессивной средой – по табл. С.3 Приложения С СП 23-101.

2. Парциальное давление водяного пара E₁, E₂, E₃ и E₀ в формулах (61) – (65) в помещениях с агрессивной средой обозначают соответственно E_р, E_{р1}, E_{р2}, E_{р3} и E_{р0}.

3. При определении парциального давления E₃ для летнего периода температуру в плоскости возможной конденсации во всех случаях следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода, парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха e_{int} – не ниже среднего парциального давления водяного пара наружного воздуха за этот период.

4. Плоскость возможной конденсации в однородной (однослойной) ограждающей конструкции располагается на расстоянии, равном 2/3 толщины конструкции от ее внутренней поверхности, а в многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя.

10.2. Сопротивление паропроницанию R_{vp} [м²·ч·Па/мг] однослойной или отдельного слоя многослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_{vp} = \frac{\delta}{\mu}, \quad (66)$$

где δ – толщина слоя ограждающей конструкции [м]; μ – расчетный коэффициент паропроницаемости материала слоя ограждающей конструкции [мг/м·ч·Па], принимаемый по Приложению Б.

10.3. Сопротивление паропроницанию R_{vp} многослойной ограждающей конструкции (или ее части) равно сумме сопротивлений паропроницанию составляющих ее слоев.

Примечания:

1. Сопротивление паропроницанию воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать **равным нулю** независимо от расположения и толщины этих прослоек.

2. В помещениях с влажным или мокрым режимом следует предусматривать пароизоляцию.

3. При определении парциального давления E₃ для летнего периода температуру в плоскости возможной конденсации во всех случаях следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода, парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха e_{int} – не ниже среднего парциального давления водяного пара наружного воздуха за этот период.

4. Плоскость возможной конденсации в однородной (однослойной) ограждающей конструкции располагается на расстоянии, равном 2/3 толщины конструкции от ее внутренней поверхности, а в многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя.

10.4. Сопротивление паропроницанию R_{vp} листовых материалов и тонких слоев пароизоляции следует принимать по табл. 23.

Таблица 23.

№ п/п	Материал	Толщина слоя [мм]	Сопротивление паропроницанию R _{vp} [м ² ·ч·Па/мг]
1	Картон обыкновенный	1,3	0,016
2	Листы асбестоцементные	6	0,3
3	Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	10	0,12

Продолжение таблицы 23

4	Листы древесно-волоконистые жесткие	10	0,11
5	Листы древесно-волоконистые мягкие	12,5	0,05
6	Окраска горячим битумом за один раз	2	0,3
7	Окраска горячим битумом за два раза	4	0,48
8	Окраска масляная за два раза с предварительной шпатлевкой и грунтовкой	-	0,64
9	Окраска эмалевой краской	-	0,48
10	Покрытие изоляной мастикой за один раз	2	0,6
11	Покрытие битумно-кукерсольной мастикой за один раз	1	0,64
12	Покрытие битумно-кукерсольной мастикой за два раза	2	1,1
13	Пергамин кровельный	0,4	0,33
14	Полиэтиленовая пленка	0,16	7,3
15	Рубероид	1,5	1,1
16	Толь кровельный	1,9	0,4
17	Фанера клееная трехслойная	3	0,15

10.5. Значения температуры в плоскости возможной конденсации следует определять по формуле:

$$\tau = t_{int} - \left[\frac{t_{int} - t_{ext}}{R_0} \right] \cdot (R_{int} + \sum R), \quad (67)$$

где t_{int}, t_{ext} – расчетные температуры соответственно внутреннего и наружного воздуха (среднесезонная или средняя за период влагонакопления [°С]); R₀, R_{int} – то же, что и в формуле (23); ΣR – сумма термических сопротивлений слоев конструкции, расположенных между внутренней поверхностью и плоскостью возможной конденсации [м²·°С/Вт].

10.6. Сопротивление паропроницанию R_{vp} [м²·ч·Па/мг] чердачного перекрытия или части конструкции вентилируемого покрытия, расположенной между внутренней поверхностью покрытия и воздушной прослойкой, в зданиях со скатами кровли шириной до 24 м должно быть не менее нормируемого сопротивления паропроницанию R_{vp} [м²·ч·Па/мг], определяемого по формуле:

$$R_{vp}^{req} = 0,0012 \cdot (e_{int} - e_0^{ext}), \quad (68)$$

где e_{int}, e₀^{ext} – то же, что и в формулах (61) и (65).

10.7. Не требуется проверять на выполнение данных норм по паропроницанию следующие ограждающие конструкции:

а) однородные (однослойные) наружные стены помещений с сухим и нормальным режимами;

б) двухслойные наружные стены помещений с сухим и нормальным режимами, если внутренний слой стены имеет сопротивление паропроницанию более **1,6 [м²·ч·Па/мг]**.

10.8. Для стен промышленных зданий, подверженных воздействию высокоактивных в гигроскопическом отношении аэрозолей (φр ≤ 60 %) расчет по формулам (61) – (65) выполнять не следует. Защиту от увлажнения таких стен с внутренней стороны следует производить без расчета как от непосредственного воздействия раствора соответствующего аэрозоля.

10.9. Для защиты от увлажнения теплоизоляционного слоя (утеплителя) в покрытиях зданий с влажным или мокрым режимом следует предусматривать пароизоляцию ниже теплоизоляционного слоя, которую следует учитывать при определении сопротивления паропроницанию покрытия в соответствии со сводом правил.

11. ТЕПЛОУСВОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛОВ

11.1. Поверхность пола жилых и общественных зданий, вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятий и отапливаемых помещений производственных зданий (на участках с постоянными рабочими местами) должна иметь расчетный показатель теплоусвоения Y_т^{req} [Вт/(м²·°С)], не более нормируемой величины Y_т^{req}, установленной в табл. 24.

Таблица 24.

Нормируемые значения показателя

№ п/п	Здания, помещения и отдельные участки	Показатель теплоусвоения поверхности пола Y _т ^{req} , [Вт/(м ² ·°С)]
1	Здания жилые, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов), детских домов и детских приемников-распределителей	12

Продолжение таблицы 24

2	Общественные здания (кроме указанных в поз.1); вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий; участки с постоянными рабочими местами в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются легкие физические работы (категория I)	14
3	Участки с постоянными рабочими местами в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются физические работы средней тяжести (категория II)	17

11.2. Расчетный показатель теплоусвоения поверхности пола Y_i^{des} [Вт/(м²·°C)] определяется следующим образом:

а) если покрытие пола (первый слой конструкции пола) имеет тепловую инерцию, то показатель теплоусвоения поверхности пола следует определять по формуле

$$Y_i^{des} = 2s_i; \quad (69)$$

б) если первые n слоев конструкции пола ($n \geq 1$) имеют суммарную тепловую инерцию $D_1 + D_2 + \dots + D_n < 0,5$, но тепловая инерция $(n + 1)$ слоев $D_1 + D_2 + \dots + D_{n+1} \geq 0,5$, то показатель теплоусвоения поверхности пола Y_i следует определять последовательно расчетом показателей теплоусвоения поверхностей слоев конструкции, начиная с n -го до 1-го:

• для n -го слоя – по формуле

$$Y_i^{des} = (2R_n s_n^2 + s_{n+1}) / (0,5 + R_n s_{n+1}); \quad (70)$$

• для i -го слоя ($i = n - 1; n - 2; \dots; 1$) – по формуле

$$Y_i = (4R_i s_i^2 + Y_{i+1}) / (1 + R_i Y_{i+1}). \quad (71)$$

Показатель теплоусвоения поверхности пола Y_i^{des} принимается равным показателю теплоусвоения поверхности 1-го слоя Y_1 .

В формулах (69) – (71) и неравенствах:

$D_1 + D_2 + \dots + D_{n+1}$ – тепловая инерция соответственно 1-го, 2-го, ..., $(n + 1)$ -го слоев конструкции пола, определяемая по формуле (19);

R_i, R_n – термические сопротивления [м²·°C/Вт] соответственно i -го и n -го слоев конструкции пола, определяемые по формуле (20);

s_1, s_i, s_n, s_{n+1} – расчетные коэффициенты теплоусвоения материала соответственно 1-го, i -го, n -го, $(n + 1)$ -го слоев конструкции пола [Вт/(м²·°C)], рассчитываемые по формуле (21); при этом для зданий, помещений и отдельных участков, приведенных в поз. 1 и 2 таблицы 24 настоящих норм, – во всех случаях при условии эксплуатации А;

Y_{i+1} – показатель теплоусвоения поверхности $(i + 1)$ -го слоя конструкции пола [Вт/(м²·°C)].

11.3. Если расчетная величина Y_i^{des} показателя теплоусвоения поверхности пола окажется не более нормативной величины Y_i^{req} , установленной в табл. 24 настоящих норм, то этот пол удовлетворяет требованиям в отношении теплоусвоения; если $Y_i^{des} > Y_i^{req}$, то следует взять другую конструкцию пола или изменить толщины некоторых его слоев до удовлетворения требованиям $Y_i^{des} \leq Y_i^{req}$.

11.4. Не нормируется показатель теплоусвоения поверхности пола:

а) имеющего температуру поверхности **выше 23°С**;

б) в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются тяжелые физические работы (категория III);

в) в производственных зданиях при условии укладки на участке постоянных рабочих мест деревянных щитов или теплоизолирующих коврик;

г) помещений общественных зданий, эксплуатация которых не связана с постоянным пребыванием в них людей (залов музеев и выставок, в фойе театров, кинотеатров и т.п.).

11.5. Зеркальный расчет полов животноводческих, птицеводческих и звероводческих зданий следует выполнять с учетом требований СНиП 2.10.03.

11.6. Пример расчет приведен в Приложении Ю СП 23-101.

12. КОНТРОЛЬ НОРМИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

12.1. Основным нормируемым показателем энергопотребления жилых и общественных зданий является удельный расход энергии на отопление.

12.2. Определение удельного расхода тепловой энергии на отопление жилых многоквартирных и общественных зданий позволяет количественно выявить соответствие или отклонение от нормируемых энергетических и теплотехнических параметров тепловой защиты, установить класс энергетической эффективности здания и определить влияние отдельных мероприятий по энергосбережению в здании.

12.3. Сущность метода заключается в том, что в отопительный период для определенных интервалов времени измеряют в испытываемых помещениях (квартире) и (или) доме в целом расход тепловой энергии на отопление и среднюю температуру воздуха внутри и снаружи здания и интенсивность суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность. Рассчитывают для тех же интервалов времени величины общих тепловых потерь через ограждающие конструкции здания, равные измеренным расходам тепловой энергии на отопление и суммарным теплопотерям (бытовым и солнечной радиации через светопрозрачные). По рассчитанному общему теплопотерям при соответствующих разностях температур внутреннего и наружного воздуха определяют линейную зависимость наилучшего приближения к этим данным и по линейной зависимости и внутренним размерам помещений и ограждающих конструкций вычисляют общий коэффициент теплопередачи наружных ограждений здания и удельное потребление тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, а также устанавливают класс энергетической эффективности здания.

12.4. Объектами испытания являются эксплуатируемые минимально в течение не менее одного года отапливаемые многоквартирные жилые, а также общественные здания, квартиры, помещение или группа помещений в здании. Объект испытания должен иметь систему отопления, оснащенную устройствами авторегулирования, обеспечивающими заданную подачу теплоты для поддержания температуры в помещениях в пределах допустимых параметров в соответствии с ГОСТ 30494, и снабженную устройством для измерения

расхода энергии (теплосчетчиком, электросчетчиком) на отопление испытываемого объекта.

12.5. Наружные ограждающие конструкции должны находиться в состоянии, обеспечивающем нормальную эксплуатацию объекта в отопительный период: окна, балконные двери, наружные двери должны иметь уплотняющие прокладки в притворах. В испытываемом объекте должна отсутствовать какая-либо вентиляция с механическим побуждением.

12.6. В случае отсутствия в объекте испытаний теплосчетчика или невозможности его подключения к существующей системе водяного отопления отопительные приборы в испытываемых помещениях отключаются. Взамен устраивается электрическая система отопления, например, с помощью электрорадиаторов с термостатами, подключенная к электросчетчику, позволяющему регистрировать расход потребляемой энергии.

12.7. В процессе испытаний объекта на удельное потребление тепловой энергии необходимо экспериментальное определение следующих величин:

- расхода тепловой энергии на отопление здания и (или) отдельных его помещений;
- температуры внутреннего воздуха испытываемого объема;
- температуры наружного воздуха;
- суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности;
- бытовых тепловыделений.

12.8. Для измерения расхода энергии на вводе водяной системы отопления в здание (группы помещений или квартиры), основываясь на требованиях ГОСТ Р 51649, применяют теплосчетчик, который состоит из:

- первичного преобразователя расхода горячей воды, врезаемого в трубопровод с более низкой температурой;
- двух первичных преобразователей температуры, один из которых устанавливается на трубопроводе, подающем горячую воду в систему отопления (подводящем трубопроводе), другой – на трубопроводе, возвращающем воду, прошедшую через систему отопления, в теплосеть (отводящем трубопроводе);
- тепловычислителя, содержащего блок обработки сигналов и стационарно подключенное цифровое печатающее устройство (принтер).

12.9. Допускается применение других теплосчетчиков, комплектованных из преобразователей расхода и температуры воды и тепловычислителя, поверенных в установленном порядке. При отсутствии тепловычислителя допускается установка на трубопроводах измерительных преобразователей расхода (расходомера) и датчиков температуры, позволяющих определять расход энергии согласно п. 12.10.

12.10. В случае отсутствия тепловычислителя в измерительной системе осуществляют непосредственное периодическое измерение расхода воды и температур на подводящем и отводящем трубопроводах и вычисляют расход энергии ΔQ [кДж] по формуле:

$$\Delta Q = c \cdot \Delta V \cdot \rho \cdot (t_f - t_R), \quad (72)$$

где c – удельная теплоемкость воды, равная 4,184 кДж/(кг·°C); ΔV – разность показаний расходомера в конце и в начале измерений [м³]; ρ – плотность воды в системе отопления [кг/м³], определяемая по формуле:

$$\rho = 968,2 + 0,6 \cdot [85 - (t_f - t_R)] / 2, \quad (73)$$

где t_f – температура воды в подводящем трубопроводе [°C]; t_R – температура воды в отводящем трубопроводе [°C].

12.11. Для обеспечения поддержания постоянной температуры в помещениях здания с водяной системой отопления тепловой пункт здания должен быть оборудован устройством автоматического регулирования подачи теплоты на отопление в зависимости от изменения температуры наружного воздуха. Кроме того, отопительные приборы, как правило, должны быть снабжены термостатическими кранами по ГОСТ 30815.

12.12. При устройстве на период испытаний в помещениях здания электрической системы отопления применяют отопительные электроприборы по ГОСТ 16617, а расходы электрической энергии измеряют электросчетчиком по ГОСТ Р 52320.

12.13. Для измерения температуры в испытываемых помещениях и вне здания в качестве первичных преобразователей применяют термоэлектрические преобразователи по ГОСТ Р 50342 с проводами из меди, сплавов хромель, копель, константан и алюмель по ГОСТ 1790, с установлением соответствия характеристикам преобразования по ГОСТ Р 8.585.

12.14. В качестве вторичных измерительных приборов, подключенных к датчикам температуры с помощью удлиняющих проводов по ГОСТ 1791, применяют потенциометры постоянного тока по ГОСТ 9245, милливольтметры в соответствии с требованиями ГОСТ 8711, ГОСТ 9736.

Допускается применение других первичных преобразователей температуры и приборов, поверенных в установленном порядке.

12.15. Для измерения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности используют пиранометры типа М-80М по действующей нормативной документации.

12.16. Перед началом испытаний необходимо:

- а) выявить наличие в отопительной системе здания приборов измерения расхода теплоты на отопление, проверить их работоспособность и наличие документации по калибровке измерителя расхода горячей воды и теплосчетчика в целом;
- б) провести испытание на воздухопроницаемость выбранного объекта по ГОСТ 31167 и при обнаружении грубых отклонений от проекта провести испытания согласно указаниям п. 12.5 устранения этих дефектов;
- в) обеспечить работоспособность и правильную настройку приборов автоматического регулирования подачи теплоты на отопление.

12.17. При оценке энергопотребления в отдельных помещениях здания с водяным отоплением следует осуществить замену существующих отопительных приборов на электрические путем отключения приборов водяного отопления и подключения электронагревателей.

При наличии в испытываемых помещениях с электроотопительными приборами стояков функционирующей в доме водяной системы отопления их теплоизолируют эффективным мягким утеплителем толщиной не менее 30 мм.

12.18. Для измерения температур внутреннего воздуха чувствительные элементы термодатчиков устанавливают в центре помещения на высоте 1,5 м. С этой же целью допу-

скается в многоэтажном многоквартирном здании устанавливать термодатчики на выходе сборных вентиляционных каналов из кухонь квартир по вертикальной оси на глубине не менее 1 м от их оголовков, но не ниже вентиляционной решетки помещения последнего этажа. Измеренную температуру необходимо понизить на 1 °С для приведения ее в соответствие с температурой внутреннего воздуха.

12.19. Датчики и термометры для измерения температуры наружного воздуха устанавливаются в местах, не подвергающихся воздействию солнечной радиации. Датчик пиранометра для измерения интенсивности солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности устанавливаются в незатененных местах.

12.20. При экспериментальном определении сопротивления теплопередаче наружных ограждений (стен, окон, покрытий, чердачных перекрытий и перекрытий пола 1-го этажа) приборы определения приведенного коэффициента теплопередаче, датчики тепловых потоков и температур устанавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ 31166, ГОСТ 26254 и ГОСТ 26602 соответственно. Места теплотехнических неоднородностей рекомендуются выявлять тепловизионным методом по ГОСТ 26629.

12.21. При экспериментальном определении воздухопроницаемости испытываемого объекта следует руководствоваться ГОСТ 31167.

12.22. Методика проведения испытаний, а также обработки результатов испытаний приведены в ГОСТ 31168.

12.23. На основании результатов испытаний устанавливается класс энергоэффективности, численное значение которого заносится в энергетический паспорт объекта в столбец «фактическое значение показателя».

13. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ

13.1. Энергетический паспорт жилых и общественных зданий предназначен для подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности и теплотехнических показателей здания показателям, установленным в настоящих нормах.

13.2. Энергетический паспорт следует заполнять при разработке проектов новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий, при приемке зданий в эксплуатацию, а также в процессе эксплуатации построенных зданий.

Энергетические паспорта для квартир, предназначенных для раздельного использования в блокированных зданиях, могут быть получены, базируясь на общем энергетическом паспорте здания в целом для блокированных зданий с общей системой отопления.

13.3. Энергетический паспорт здания не предназначен для расчетов за коммунальные услуги, оказываемые квартиросъемщикам и владельцам квартир, а также собственникам здания.

13.4. Энергетический паспорт здания следует заполнять:

а) на стадии разработки проекта и на стадии привязки к условиям конкретной площадки – проектной организацией;

б) на стадии сдачи строительного объекта в эксплуатацию - проектной организацией на основе анализа отступлений от первоначального проекта, допущенных при строительстве здания. При этом учитываются:

- данные технической документации (исполнительные чертежи, акты на скрытые работы, паспорта, справки, предоставляемые приемочным комиссиям и прочее);
- изменения, вносившиеся в проект и санкционированные (согласованные) отступления от проекта в период строительства;
- итоги текущих и целевых проверок соблюдения теплотехнических характеристик объекта и инженерных систем техническим и авторским надзором.

В случае необходимости (несогласованное отступление от проекта, отсутствие необходимой технической документации, брак) заказчик и инспекция ГАСН вправе потребовать проведения испытания ограждающих конструкций;

в) на стадии эксплуатации строительного объекта – выборочно и после годичной эксплуатации здания. Включение эксплуатируемого здания в список на заполнение энергетического паспорта, анализ заполненного паспорта и принятие решения о необходимых мероприятиях производятся в порядке, определяемом решениями администраций субъектов Российской Федерации.

13.5. Энергетический паспорт здания должен содержать:

- общую информацию о проекте;
- расчетные условия;
- сведения о функциональном назначении и типе здания;
- объемно-планировочные и компоновочные показатели здания;
- расчетные энергетические показатели здания, в том числе: показатели энергоэффективности, теплотехнические показатели;
- сведения о сопоставлении с нормируемыми показателями;
- рекомендации по повышению энергетической эффективности здания;
- результаты измерения энергоэффективности и уровня тепловой защиты здания после годичного периода его эксплуатации;
- класс энергетической эффективности здания;
- рекомендации по повышению энергетической эффективности здания.

13.6. Энергетическая эффективность жилого или общественного здания определяется по следующим критериям:

- удельный расход тепловой энергии на отопление в течение отопительного периода q_{th}^{des} [кВт/м³·°С·сут];
- показатель компактности здания k_{cs} [1/м];
- приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания k_{pr} [Вт/м²·°С];
- приведенный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет вентиляции и инфильтрации k_{int} [Вт/м²·°С];
- приведенный коэффициент теплопередачи бытовых теплопоступлений в течение отопительного периода k_{int} [Вт/м³·°С];
- приведенный коэффициент теплопоступлений через окна и зенитные фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода k_s [МДж/м³·°С·сут] для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям;
- кратность воздухообмена здания за отопительный период n_{α} [ч⁻¹];
- коэффициент остекленности фасада f .

13.7. Контроль эксплуатируемых зданий на соответствие настоящим нормам согласно раздела 12 настоящих норм осуществляется путем экспериментального определения основных показателей энергоэффективности и теплотехнических показателей в соответствии с требованиями государственных стандартов и других норм, утвержденных в установленном порядке, на методы испытаний строительных материалов, конструкций и объектов в целом.

При этом на здания, исполнительная документация на строительство которых не сохранилась, энергетические паспорта здания составляются на основе материалов бюро технической инвентаризации, натурных технических обследований и измерений, выполняемых квалифицированными специалистами, имеющими аккредитацию на выполнение энергоаудита зданий.

13.8. При несоответствии фактических показателей проектным значениям следует разрабатывать мероприятия по устранению дефектов.

13.9. В случае получения результата испытаний ниже «нормального» уровня инспектирующей организации следует разработать незамедлительные меры по повышению энергоэффективности здания.

13.10. Ответственность за достоверность данных энергетического паспорта здания несет организация, которая осуществляет его заполнение.

13.11. Для существующих зданий энергетический паспорт следует разрабатывать по заданиям организаций, осуществляющих эксплуатацию жилого фонда и зданий общественного назначения. При этом на здания, исполнительная документация на строительство которых не сохранилась, энергетические паспорта здания составляются на основании материалов Бюро технической инвентаризации, натурных технических обследований и измерений, выполняемых квалифицированными специалистами, имеющими лицензию или свидетельство саморегулируемых организаций на выполнение соответствующих видов работ.

13.12. Для жилых зданий с пристроенными нежилыми помещениями энергетический паспорт следует, как правило, составлять отдельно по жилой части и каждому пристроенному нежилому блоку.

13.13. для встроенных помещений общественного назначения жилых зданий (не входящих за проекцию жилой части здания) энергетический паспорт составляется как для одного здания.

13.14. Форма для заполнения энергетического паспорта здания приведена в табл. 25.

Таблица 25.

Форма заполнения энергетического паспорта здания. Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	
Адрес здания	
Разработчик проекта	
Адрес и телефон разработчика	
Шифр проекта	

Расчетные условия

№ п/п	Наименование расчетных параметров	Обозначение символа	Единицы измерения параметра	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	t_{int}	°С	
2	Расчетная температура наружного воздуха	t_{ext}	°С	
3	Расчетная температура теплого чердака	t_c	°С	
4	Расчетная температура техподполья	t_p	°С	
5	Продолжительность отопительного периода	Z_{ht}	сут	
6	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	t_{ht}	°С	
7	Градусо-сутки отопительного периода	D_d	°С·сут	
8	Назначение			
9	Размещение в застройке			
10	Тип			
11	Конструктивное решение			

Геометрические и теплоэнергетические показатели

№ п/п	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Фактическое значение показателя
Геометрические показатели					

Продолжение таблицы 25

12	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе: • стен • окон и балконных дверей • витражей • фонарей • входных дверей и ворот • покрытий (совмещенных) • чердачных перекрытий (холодного чердака) • перекрытий теплых чердаков • перекрытий над теплоподпольями • перекрытий над неотопливаемыми подпольями и подвалами • перекрытий над проездами и под эркерами • пола по грунту	A_{Σ}^{sum}, M^2	—		
		$A_{ст}, M^2$	—		
		$A_{ок}, M^2$	—		
		$A_{Ф}, M^2$	—		
		$A_{Ф2}, M^2$	—		
		$A_{фд}, M^2$	—		
		$A_{вд}, M^2$	—		
		$A_{кр}, M^2$	—		
		$A_{чч}, M^2$	—		
		$A_{пг}, M^2$	—		
13	Площадь квартир (для жилых зданий)	$A_{кв}, M^2$	—		
14	Полезная площадь (для общественных зданий)	$A_{п}, M^2$	—		
15	Площадь жилых помещений (для жилых зданий)	$A_{ж}, M^2$	—		
16	Расчетная площадь (для общественных зданий)	$A_{р}, M^2$	—		
17	Отапливаемый объем	$V_{от}, M^3$	—		
18	Кэфф. остекленности фасада	f			
19	Показатель компактности здания	$k_{е}^{des}, 1/M$			
Теплоэнергетические показатели					
20	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений: – стен – окон и балконных дверей – витражей – фонарей – входных дверей и ворот – покрытий (совмещенных) – чердачных перекрытий (холодных чердаков) – перекрытий теплых чердаков (включая покрытие) – перекрытий над теплоподпольями – перекрытий над неотопливаемыми подвалами и подпольями – перекрытий над проездами и под эркерами – пола по грунту	$R_{ст}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{ок}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{Ф}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{Ф2}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{фд}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{вд}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{кр}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{чч}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{пг}, M^2 \cdot C / Bt$			
		$R_{пг}, M^2 \cdot C / Bt$			
21	Приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания	$k_{тр}, Bt / M^2 \cdot C$			
22	Приведенный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет вентиляции и инфильтрации	$k_{inf}, Bt / M^2 \cdot C$			

Продолжение таблицы 25

23	Приведенный коэффициент бытовых теплопоступлений в течение отопительного периода	$k_{inf}, Bt / M^2 \cdot C$			
24	Приведенный коэффициент теплопоступлений через окна и зенитные фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода	$k_S, [MДж / M^3 \cdot C \cdot сут]$			
25	Кратность воздухообмена здания за отопительный период Кратность воздухообмена при испытаниях (при 50 Га)	$n_{от}, ч^{-1}$ $n_{50}, ч^{-1}$			
Энергетические показатели					
26	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	$Q_{tr}, MДж$			
	Расход тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха за отопительный период	$Q_{вв}^{inf}, MДж$			
27	Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{int}, Bt / M^2$			
28	Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период	$Q_{int}, MДж$			
29	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	$Q_S, MДж$			
30	Расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	$Q_{от}^y, MДж$			
Коэффициенты					
31	Коэффициент, учитывающий дополнительную инфильтрацию воздуха через входные вестибюли и лестнично-лифтовой узел	k_v			
32	Коэффициент эффективности авторегулирования	ξ			
33	Коэффициента учета дополнительного теплопоглощения	β_n			
Комплексные показатели					
34	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_{от}^{req}, кДж / M^3 \cdot C \cdot сут$			
35	Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания	$q_{от}^{des}, кДж / M^3 \cdot C \cdot сут$			
36	Класс энергетической эффективности				
37	Соответствует ли проект здания нормативному требованию				
38	Дорабатывать ли проект здания				
Указания по повышению энергетической эффективности					
40	Рекомендуем:				
41	Паспорт заполнен: – Наименование организации – Адрес и телефон: – Ответственный исполнитель – Дата заполнения паспорта: Генеральный директор организации _____ /Ф.И.О./				

14. ДОЛГОВЕЧНОСТЬ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

14.1. Под долговечностью наружных ограждающих конструкций следует понимать срок их службы с сохранением в требуемых пределах эксплуатационных характеристик в данных климатических условиях при заданном режиме эксплуатации зданий.

14.2. Срок службы отдельных элементов и заполнений ограждающих конструкций, а также строительных материалов, входящих в их состав, от которых зависит долговечность наружных ограждающих конструкций, должна быть не ниже срока службы всей конструкции.

14.3. Очевидно, что в процессе эксплуатации, вследствие негативного влияния факторов окружающей среды (знакопеременные температурные воздействия, периодические увлажнения и высушивания конструкций, воздействие агрессивных сред окружающей среды, солнечной радиации и др.) происходит постепенная деградация (снижение) эксплуатационных характеристик ограждающих конструкций.

14.4. При достижении показателей, количественно отражающих остаточный ресурс эксплуатационных характеристик ограждающих конструкций, принимаются меры по их восстановлению (в ходе текущего и капитального ремонтов), а в случае значительного износа – сносу или реконструкции здания.

14.5. Для наружных светонепрозрачных ограждающих конструкций зданий устанавливаются следующие степени долговечности:

- I степень – со сроком службы не менее 100 лет;
- II степень – со сроком службы не менее 50 лет;
- III степень – со сроком службы не менее 20 лет.

14.6. Для наружных светопрозрачных ограждающих конструкций жилых и общественных зданий устанавливаются следующие степени долговечности:

- I степень – со сроком службы не менее 30 лет;
- II степень – со сроком службы не менее 20 лет;
- III степень – со сроком службы не менее 10 лет.

14.7. Наружные ограждающие конструкции жилых и общественных здания следует проектировать только I и II степеней долговечности, производственных зданий – не менее III степени долговечности.

14.8. Обязательные требования к долговечности ограждающих конструкций, а также входящих в их состав строительных материалов, вступают в действие с 1 июля 2014 г.

14.9. До 1 июля 2014 г. наружные ограждающие конструкции и материалы, применяемые в строительстве жилых, общественных и производственных зданий должны пройти контрольные испытания, подтверждающие их долговечность (эксплуационный срок службы).

14.10. Методика проведения испытаний конструкций и материалов должна быть согласована в НИИФ РААСН, методика выполнения измерений должна быть аттестована во ФГУП «ВНИИФТРИ». Пример оформления методики выполнения измерений изложен в МВИ 23-5117–2005.

14.11. Для наружных ограждающих конструкций, выполненных с применением каменных материалов, допускается производить оценку долговечности по их морозостойкости в соответствии с данными табл. 1 СНиП II-22–81*.

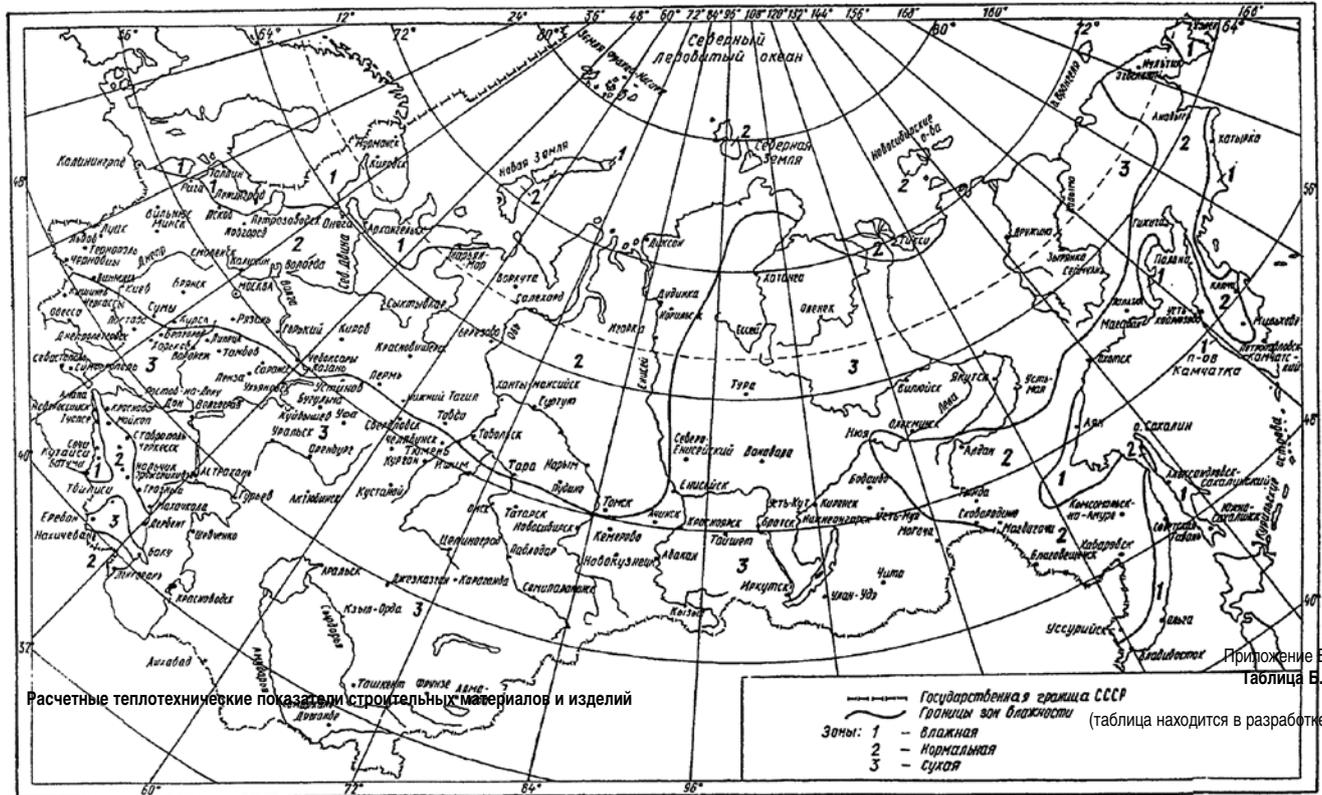
14.12. Оценку долговечности профилей поливинилхлоридных для оконных и дверных блоков следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 30973–2002, оценку долговечности стеклопакетов строительного назначения – ГОСТ 30779–2001.

14.13. Стойкость лакокрасочных покрытий к воздействию климатических факторов и оценку их долговечности, следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 9.401–91.

Приложение А (обязательное)

КАРТА ЗОН ВЛАЖНОСТИ

ЗОНЫ ВЛАЖНОСТИ ТЕРРИТОРИИ СССР



Приложение Б. Таблица Б.1

Приложение В (обязательное)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ПРИ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ОБЛАЧНОСТИ ЗА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

В.1. Суммарная (прямая плюс рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность (покрытие, зенитные фонари) Q_{hor}^{ver} , МДж/м², при действительных условиях облачности за отопительный период для климатического района строительства определяется по формуле

$$Q_{hor}^{ver} = \sum_{i=1}^m Q_i^{hor} \quad (B.1)$$

где Q_{hor}^{ver} – суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности для i-го месяца отопительного периода [МДж/м²], принимается по данным таблицы 1.10 «Научно-прикладного справочника по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные». Части 1-6, вып. 1-34. – Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 1989-1998; m – число месяцев отопительного периода со среднесуточной температурой наруж-

ного воздуха, равной и ниже 8 °С, определяемое по методу, изложенному в Справочном пособии к СНиП «Строительная климатология» (М.: Стройиздат, 1990).

В.2. Суммарная (прямая, рассеянная и отраженная) солнечная радиация на вертикальную поверхность (стены и окна) Q_{ver}^{ver} [МДж/м²] при действительных условиях облачности за отопительный период определяется по формуле

$$Q_{ver}^{ver} = \sum_{i=1}^m Q_i^{ver} = \sum_{i=1}^m (S_{ji}^{ver} + D_i^{ver} + R_i^{ver}) = \sum_{i=1}^m (S_{hor}^{ver} K_{ji} + D_i^{hor} / 2 + Q_i^{hor} A_j^{cal} / 200) \quad (B.2)$$

где S_{ji}^{ver} – прямая солнечная радиация на вертикальную поверхность при действительных условиях облачности в i-м месяце отопительного периода для j-й ориентации [МДж/м²]; D_i^{ver} , R_i^{ver} – рассеянная и отраженная солнечная радиация на вертикальную поверхность при действительных условиях облачности в i-м месяце отопительного периода [МДж/м²]; D_i^{hor} , R_i^{hor} – прямая и рассеянная солнечная радиация на горизонтальную поверхность при

действительных условиях облачности в *i*-м месяце отопительного периода [МДж/м²] принимаются по данным табл. 1.8, 1.9 справочника, поименованного в В.1; m , Q_i^{hor} – то же, что и в формуле (В.1); A_i^{cal} – альbedo деятельной поверхности в *i*-м месяце отопительного периода, %, принимается по данным таблицы 1.10 справочника, поименованного в В.1; k_{ij} – коэффициент пересчета прямой солнечной радиации с горизонтальной поверхности на вертикальную *i*-го месяца отопительного периода для *j*-й ориентации, принимается по данным табл. В.2.

Пример расчета

Определить количество суммарной солнечной радиации при действительных условиях облачности, поступающей на фасады северо-восточной и юго-западной ориентации жилого здания в г. Твери за отопительный период ($z_{от} = 218$ сут).

Определим, какие месяцы в году включает отопительный период в г. Твери. По данным табл. 3 СНиП 23-01 устанавливаем месяцы со средней месячной температурой наружного воздуха, равной и ниже 8°С. Это – январь, февраль, март, апрель, один сутки мая, пять суток сентября, октябрь, ноябрь, декабрь. Количество поступающей на фасады солнечной радиации определим по формуле (В.2). Результаты расчета сведены в табл. В.1. Колонки 2, 7, 9, 10 заполняются по данным справочника, поименованного в В.1 (S_i^{hor} – по табл. 1.8, D_i^{hor} – по табл. 1.9, Q_i^{hor} и A_i^{cal} – по табл. 1.10). Колонки 3, 4 (k_{ij}) – по табл. В.2. В остальных колонках выполняются арифметические действия по формуле (В.2).

Примечание. Так как данные по солнечной радиации для г. Твери отсутствуют, то были приняты данные по ближайшему климатическому пункту – г. Торжка, 57° с. ш.

Таблица В.1

Месяцы отопительного периода	Расчетные характеристики солнечной радиации для определенного количества суммарной солнечной радиации на вертикальную поверхность по формуле (В.2)											
	S_i^{hor} МДж/м ²	k_{ij}		S_{ji}^{ver}		D_i^{hor}	D_i^{ver}	Q_i^{hor}	A_i^{cal}	R_i^{ver} МДж/м ²	Q_i^{ver}	
		СВ	ЮЗ	СВ	ЮЗ						МДж/м ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Январь	15	–	4,15	–	62,2	47	23,5	61	76	23,2	47	109
Февраль	46	0,05	2,32	2,3	106,7	88	44	135	77	52	98	203
Март	108	0,14	1,35	15,1	145,8	184	92	292	71	104	211	342
Апрель	170	0,22	0,84	37,4	142,8	224	112	394	31	61	210	316
Май, 1 сут											9	12
Сентябрь, 5 сут											22	40
Октябрь	32	0,09	1,72	2,9	55	85	42,5	117	27	15,8	61	113
Ноябрь	8	0,02	3,18	0,2	25,4	40	20	49	47	11,5	32	57
Декабрь	2	–	4,9	–	9,8	30	15	32	69	11	26	36
За отопительный период											716	1228

Таблица В.2.

Коэффициент k_{ij} пересчета прямой солнечной радиации с горизонтальной поверхности на вертикальную

(таблица находится в разработке)

Приложение Г (справочное)

МАКСИМАЛЬНЫЕ И СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ СУММАРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ (ПРЯМАЯ И РАССЕЯННАЯ) ПРИ ЯСНОМ НЕБЕ В ИЮЛЕ

Градусы с.ш.	Ориентация поверхности	Суммарная солнечная радиация, Вт/м ²	
		максимальная I_{max}	средняя I_{av}
36	Горизонтальная	1000	344
		712	162
38	Горизонтальная	942	334
		721	163
40	Горизонтальная	928	333
		740	169
42	Горизонтальная	915	334
		748	175
44	Горизонтальная	894	331
		756	180
46	Горизонтальная	880	329
		752	182
48	Горизонтальная	866	328
		764	184
50	Горизонтальная	859	328
		774	187
52	Горизонтальная	852	329
		781	194
54	Горизонтальная	838	329
		788	200
56	Горизонтальная	817	327
		786	201

Приложение Д (обязательное)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ А И Б

Методика предназначена для испытательных лабораторий и устанавливает процедуру определения на основании лабораторных испытаний расчетных значений теплопроводности конкретных марок и типов строительных материалов и изделий.

Д.1. Общие положения

Теплопроводность сухих и влажных материалов измеряют по ГОСТ 7076 при средней температуре образца $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ $[(298 \pm 1) \text{ K}]$.

Расчетные значения теплопроводности определяют на **пяти образцах** для условий эксплуатации А и **пяти образцах** для условий эксплуатации Б, причем образцы

должны быть отобраны от пяти партий конкретной марки материала или изделия по одному образцу от партии для каждого условия эксплуатации. Допускается последовательное определение теплопроводности пяти образцов для условий эксплуатации А, затем их доувлажнение и определение теплопроводности для условий эксплуатации Б.

Значения влажности исследуемого материала или изделия для условий эксплуатации А и Б следует принимать по *Приложению Б* в случае, если данный вид материала указан в его перечне, или по фактическим значениям влажности аналогичного теплоизоляционного материала в конструкции после 3–5 лет эксплуатации. Допускается за величину влажности для условий эксплуатации А принимать значе-

ние сорбционной влажности материала при относительной влажности воздуха 80%, а для условий эксплуатации Б - значение сорбционной влажности при относительной влажности воздуха 97%.

Сорбционную влажность материала или изделия определяют по ГОСТ 24816. Статистическую обработку результатов измерения выполняют по ГОСТ 8.207 при доверительной вероятности 0,95 для нормального распределения результатов измерений. Неисключенную систематическую погрешность средств измерений следует принимать равной не менее 3% текущего значения теплопроводности.

Д.2. Обозначения

При определении расчетных значений теплопроводности используют следующие обозначения:

λ_{oi} – теплопроводность образца в сухом состоянии;
 λ_{om} – среднее арифметическое значение теплопроводности из пяти образцов материала или изделия в сухом состоянии;

λ_{fi} – значение теплопроводности образца материала при влажности w_i ;
 $\lambda_{A,B}$ – расчетные значения теплопроводности для условий эксплуатации А и Б;
 K_c – коэффициент учета влияния качества строительно-монтажных работ на теплопроводность строительных материалов и изделий, а также старения материала в реальных условиях эксплуатации; для жестких теплоизоляционных материалов и изделий (предел прочности на сжатие не менее 0,035 МПа) принимают равным 1,1, для мягких теплоизоляционных материалов и изделий (предел прочности на сжатие не менее 0,035 МПа) – 1,2, для остальных материалов и изделий – 1;

K_r – коэффициент учета разницы теплопроводности материала при средней рабочей температуре материала в конструкции (в отопительный период) и при средней температуре испытаний принимают равным 0,95 при температуре в конструкции 10°C;

$w_{A,B}$ – влажность, % по массе, соответствующая значению расчетного массового отношения влаги в исследуемом материале или изделии при условиях эксплуатации А и Б;

m_{oi} – масса образца в сухом состоянии;
 m_w – расчетная масса образца с влажностью, соответствующей условиям эксплуатации А или Б;

m_{bi} – масса увлажненного образца материала, определенная непосредственно перед загрузкой образца в аппаратуру для измерения теплопроводности;

m_{ei} – масса увлажненного образца материала, определенная непосредственно после выемки образца из аппаратуры для измерения теплопроводности;

w_{bi} – влажность образца материала, % по массе, определенная непосредственно перед загрузкой образца в аппаратуру для измерения теплопроводности;

w_{ei} – влажность образца материала, % по массе, определенная непосредственно после выемки образца из аппаратуры для измерения теплопроводности.

Д.3. Подготовка образцов для испытаний

Если позволяет однородность материала (поры, раковины или инородные включения не должны быть более 0,1 толщины образца), образцы изготавливают толщиной 20–30 мм. Для трудно увлажняемых материалов (материалы с закрытой мелкопористой структурой, например экструзионный пенополистирол) допускается проводить испытания на образцах толщиной до 5 мм, соблюдая при этом те же требования к однородности структуры материала. Толщину образца следует измерять по ГОСТ 17177.

Отобранные образцы высушивают до постоянной массы при температуре, указанной в нормативных документах на данный материал, либо в соответствии с ГОСТ 17177. Образец считается высушенным до постоянной массы, если расхождение между результатами двух последовательных взвешиваний не будут превышать 0,5%; при этом время сушки должно быть не менее 0,5 ч. По окончании сушки определяют массу (m_{oi}) и теплопроводность (λ_{oi}) каждого образца.

Д.4. Увлажнение образцов материала

При наличии аналога по Приложению Б принимают значение влажности для условий эксплуатации А и Б испытываемого материала. При отсутствии аналога в соответствии с ГОСТ 24816 определяют значение сорбционной влажности испытываемого материала или изделия при 80 и 97%-ной относительной влажности воздуха.

Рассчитывают для каждого образца материала массу, до которой его следует увлажнить, чтобы получить значения влажности, соответствующие условиям эксплуатации А или Б:

$$m_w = m_{oi}(1 + 0,01w_{A,B}) \quad (Д.1)$$

Увлажнение производят на установках, обеспечивающих принудительное насыщение образца водяным паром или капельно-воздушной смесью. Не допускается производить увлажнение капельно-воздушной смесью теплоизоляционных материалов на основе минерального волокна и стекловолокна.

Увлажнение образца паром производят, не допуская его нагрева до температуры, выше которой происходит деструкция образца. Пар или капельно-воздушная смесь должны пронизывать (не омывать) образец.

Одним из вариантов увлажнения образцов может быть его увлажнение на описанной ниже установке. Образец плотно устанавливают в прямоугольный короб на сетку. На короб устанавливают крышку с подсоединенным к ней отсасывающим шлангом пылесоса. С противоположного конца короба в него несколько минут (от 2 до 10) подают при работающем пылесосе пар или капельно-воздушную смесь. Затем образец охлаждают при комнатной температуре и взвешивают. Процедуру насыщения повторяют до тех пор, поворачивая каждый раз образец другой поверхностью, пока не будет достигнута весовая влажность в интервале между 0,7 $w_{A,B}$ и 1,3 $w_{A,B}$. После достижения заданной влажности образец помещают в герметичный пакет и укладывают его горизонтально на плоскую поверхность. Ежечасно в течение

4 ч образец переворачивают, затем устанавливают вертикально (на ребро) и выдерживают до проведения испытаний на теплопроводность:

- не менее 2 сут – материалы на основе стекловолокна и минерального волокна;
- не менее 14 сут – материалы на основе пенопластов и пенокаучуков.

Д.5. Определение теплопроводности

Определение теплопроводности сухих и влажных материалов следует производить только при горизонтальном положении образца в приборах, работающих по симметричной схеме. Разность температуры лицевых граней образца должна измеряться не менее чем четырьмя противоположно соединенными термомпарами (по два измерительных спая на каждой стороне образца). ЭДС термомпары следует измерять вольтметром, обладающим чувствительностью не менее 1 мкВ и погрешностью измерения не более 2% при ЭДС 100 мкВ. Отклонение от температуры термостатирования образца материала – не более 0,1°C.

Теплопроводность влажных образцов материала λ_{fi} определяют при градиенте температуры в образце не более 1 град/см, за исключением образцов толщиной менее 20 мм, для которых допускается градиент температуры до 2 град/см. До проведения измерений используемый для определения теплопроводности прибор должен быть выведен на заданный режим испытаний при загруженном в него образце материала, аналогичного исследуемому. Влажный образец взвешивают перед помещением в прибор и сразу же после проведения измерения. Фактическую влажность образца, % по массе, до испытания определяют по формуле

$$w_{bi} = 100(m_{bi} - m_{oi}) / m_{oi} \quad (Д.2)$$

и после испытаний – по формуле

$$w_{ei} = 100(m_{ei} - m_{oi}) / m_{oi} \quad (Д.3)$$

Значение влажности, при которой была определена теплопроводность образца, вычисляют как среднее арифметическое значение до и после проведения измерения:

$$w_{fi} = 0,5(w_{bi} + w_{ei}) \quad (Д.4)$$

Для снижения потери влаги в процессе измерения теплопроводности образец должен устанавливаться в аппаратуру заключенным в обечайку из материала с низкой теплопроводностью (текстолит, полиэтилен, полипропилен, оргстекло или другие аналогичные материалы). Измерения считаются удовлетворительными, если снижение влажности образца за время измерений не превысило 10%.

При определении теплопроводности образцов толщиной менее 20 мм на противоположных сторонах образца по центру (на пересечении диагоналей) следует укрепить термомпары для измерения перепада температуры на термостатируемых поверхностях образца. Термомпары должны быть выполнены из эмалированных проводов диаметром не более 0,2 мм. Образец испытываемого материала с укрепленными на нем термомпарами размещают между двумя листами эластичной резины толщиной 1 мм и дополняют с двух сторон до требуемой для конкретного прибора толщины образца слоями поролона.

Д.6. Обработка результатов измерений

Рассчитывают среднее арифметическое значение теплопроводности образцов материала в сухом состоянии:

$$\lambda_{om} = 0,1 \sum_1^{10} \lambda_{oi} \text{ или } \lambda_{om} = 0,2 \sum_1^5 \lambda_{oi} \quad (Д.5)$$

Для каждого образца вычисляют теплопроводность при значении влажности, соответствующей условиям эксплуатации А и Б:

$$\lambda_{wi} = \lambda_{oi} + (\lambda_{fi} - \lambda_{oi})w_{A,B} / w_{fi} \quad (Д.6)$$

Рассчитывают среднее арифметическое значение теплопроводности для пяти измерений для условий эксплуатации А и Б:

$$\lambda_w = 0,2 \sum_1^5 \lambda_{wi} \quad (Д.7)$$

Определяют среднее квадратичное отклонение результатов пяти измерений теплопроводности для условий эксплуатации А и Б:

$$S = 0,2236 \sqrt{\sum_1^5 (\lambda_{wi} - \lambda_w)^2} \quad (Д.8)$$

Расчетное значение теплопроводности испытываемого материала для условий эксплуатации А и Б вычисляют по формуле:

$$\lambda_{A,B} = K_r(K_c \lambda_w + 2,571S) \quad (Д.9)$$

Пример расчета

Требуется определить значения $\lambda_{A,B}$ плит теплоизоляционных марки П-85 из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем. Данный вид теплоизоляционных изделий не приведен в Приложении Б, однако имеет аналог – плиту плотностью 50 кг/м³. Поэтому за значение влажности $w_{A,B}$ принимаем данные Приложения Б: $w_A = 2\%$ и $w_B = 5\%$.

На испытания отобраны из пяти партий плит пять пар образцов размером 250×250×30 мм (пять образцов для определения λ_A и пять образцов для определения λ_B). Результаты измерений и расчетов представлены в таблице Д.1 (таблица Д.1 находится в разработке).



К 70-летию В.И. Калашникова

Редакция и редакционный совет поздравляют Владимира Ивановича Калашникова, профессора, доктора технических наук, заведующего кафедрой технологии бетонов, керамики и вяжущих Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, с 70-летием и 45-летием трудовой и научно-педагогической деятельности.

Владимир Иванович Калашников родился в Читинской обл. 18 января 1941 г. После окончания в 1963 г. Пензенского инженерно-строительного института работал начальником смены на Пензенском заводе ячеистого бетона. После службы в рядах Советской армии вернулся в родной вуз.

В 1967 г. Владимир Иванович поступил в аспирантуру. Здесь он прошел путь от аспиранта до заведующего кафедрой и продолжает трудиться уже 45 лет. В 1970 г. В.И. Калашников защитил кандидатскую диссертацию.

В 1986 г. он возглавил Отраслевую лабораторию утилизации побочных продуктов Минмедбиопрома, результатом работы которой явилось создание совместно с НИИЖБ нормативных документов, давших возможность внедрения в производство пластифицирующих добавок, ускорителей твердения, противоморозных и других химических добавок во многих городах России с экономическим эффектом около 20 млн р. в ценах 1990 г.

В 1988 г. В.И. Калашников стал заведующим кафедрой ТБКиВ. Докторская диссертация Владимира Ивановича в форме научного доклада «Основы пластифицирования минеральных дисперсных систем для производства строительных материалов», защищенная в 1996 г., вызвала огромный интерес ученых, работающих в области пластифицирования бетонных смесей. Он стал руководителем научных исследований в области создания новых минерально-шлаковых, геосинтетических вяжущих, высокопрочных и особовысокопрочных пластифицированных бетонов нового поколения марок М1200–2000 и малочемментных бетонов М200–1200. Результатом этих направлений стали весомые разработки в виде патентов, многочисленные кандидатские диссертации, выполненные под его руководством, работы, выполняемые в соответствии с координационными планами федерального уровня, промышленное освоение и внедрение разработок в производство. Наиболее важным достижением является реализация самого прочного многофункционального бетона в России прочностью 170–200 МПа в Красноярске совместно с ООО «Новые строительные технологии». Им были заложены основы кардинального улучшения реологических свойств пластифицированных бетонных смесей, многократного снижения предела текучести и вязкости их при обогащении состава высокодисперсной каменной мукой и узкой фракцией тонкого кварцевого песка.

Под руководством и при научных консультациях В.И. Калашникова выполнены и защищены 27 кандидатских и 3 докторские диссертации. Владимир Иванович – автор и соавтор более 900 научных и учебно-педагогических работ, в том числе 22 монографий, 30 учебно-методических пособий. Он имеет более 50 авторских свидетельств, награжден нагрудным знаком «Изобретатель СССР», обладатель (в составе авторского коллектива ряда монографий) Большой медали РААСН; советник РААСН, обладатель двух серебряных медалей ВДНХ (ВВЦ) и медали «Строительная слава России»; награжден медалью «Лучшие люди России»; статья о нем помещена в энциклопедию.

Научная и педагогическая деятельность В.И. Калашникова высоко оценена на государственном и ведомственном уровнях. Он заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ.

Редакция, редакционный совет и коллеги желают Владимиру Ивановичу крепкого здоровья и новых творческих достижений.

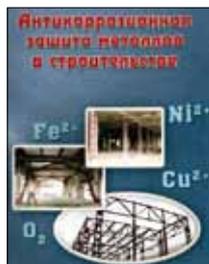
НОВЫЕ КНИГИ

Учебное пособие

«Антикоррозионная защита металлов в строительстве»

Н.Л. Федосова, В.Е. Румянцева, К.Е. Румянцева, А.В. Балмасов, М.Д. Чекунова

Иваново: ГОУ ВПО ИГАСУ, 2010. 188 с.



Учебное пособие отличается от имеющейся литературы целевым систематизированным изложением теоретических и практических положений о коррозии металлов и сплавов, общими классификационными и технологическими сведениями о покрытиях в сочетании с экспериментальной частью и лабораторными работами по методам защиты металлических материалов от коррозии.

Металлы и их сплавы являются важными современными конструкционными материалами, используемыми в строительстве. Всюду, где эксплуатируются металлические конструкции в воздухе, воде и под землей есть много веществ, которые взаимодействуют с металлами и

постепенно их разъедают. У большинства технических металлов в этих условиях более устойчивым является окисленное состояние, в которое они переходят в результате коррозии. Все это указывает на важность изучения коррозионных процессов и планомерной и эффективной борьбы с коррозией металлов в строительстве.

Данное учебное издание рекомендовано Московским государственным строительным университетом в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов «Строительство» по специальностям «Промышленное и гражданское строительство», «Водоснабжение и водоотведение», «Теплогазоснабжение и вентиляция», «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» и квалификации «бакалавр техники» по направлению «Строительство».

Пособие рассчитано на широкий круг представителей науки и образования, в том числе учащихся вузов и колледжей.

К.В. Почвалов, д-р техн. наук, главный научный сотрудник ИХР РАН

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Модернизация производства на «Строймонтаж МС»

2010 г. стал значимым в развитии, реконструкции и модернизации производства компании «Строймонтаж МС». Были проведены первый и второй этапы модернизации линий по производству ССС ТМ ОСНОВИТ из запланированных трех этапов.

Установлен новый миксер норвежской фирмы «Форберг» объемом 2 м³, что является уникальным проектом, поскольку аналогов этого механизма в России пока нет. Смонтирована четырехшестерная рядная фасовочная машина Егкома финской компании «Lahti», что позволяет увеличить объем готовой продукции в два раза; проведена замена фильтрующего оборудования.

Осуществлен монтаж новой немецкой упаковочной высокотехнологичной линии фирмы Weimer.

Установка современного немецкого оборудования позволяет сократить ручной труд на 90%, повысить качество внешнего вида и объем выпускаемой продукции.

Третий этап модернизации запланирован на 2011 г. и будет включать в себя замену всего весодозирующего оборудования, в том числе установку оборудования для дозирования и ввода химических добавок в автоматическом режиме с увеличением силосного склада основных компонентов. Будут добавлены силосы для химических добавок, что позволит полностью автоматизировать линию и практически исключить человеческий фактор.

По материалам компании «ТД Строймонтаж МС»

Итоги работы предприятий холдинга «ЕВРОЦЕМЕНТ групп»

За 2010 г. ЗАО «Ульяновскцемент» произвел 1,332 млн т цемента, что на 46% превышает показатель 2009 г. Производство клинкера составило 1,319 млн т (+48%). Только за декабрь произведено 124 тыс. т клинкера, что на 2,1% превышает плановые показатели. Всего за год ЗАО «Ульяновскцемент» отгрузило потребителям 1,33 млн т цемента.

Для ЗАО «Липецкцемент» 2010 г. оказался продуктивным как с точки зрения итогов производственной деятельности, так и реализации продукции. По результатам работы за год предприятием было произведено 1,206 млн т цемента и отгружено 1,232 млн т. Таким образом, показатели 2010 г. по производству и реализации продукции на 14% и 19% превзошли итоговые результаты 2009 г.

Подведенные итоги 2010 г. демонстрируют уверенный выход предприятия на докризисные показатели. К 21 ноября ЗАО «Невьянский цементник» перешагнул миллионный производственный рубеж по выпуску цемента. В целом в 2010 г. произведено 1,088 млн т цемента, выполнение плана по отношению к 2009 г. составило 115,5%. Выпуск клинкера достиг отметки 0,94 млн т, что составляет 125% по отношению к показателям аналогичного периода 2009 г.

ЗАО «Белгородский цемент» завершило 2010 г. ростом всех основных показателей: производство цемента выросло на 15% (+220 тыс. т), производство клинкера — на 11% (+187 тыс. т), отгрузка цемента увеличилась на 15% (+211 тыс. т) по сравнению с аналогичным периодом 2009 г. За 2010 г. белгородским цементным заводом отгружено потребителям 1,995 млн т товарной продукции — цемента и клинкера, это на 8% больше, чем за 2009 г.

По итогам работы в 2010 г. ЗАО «Пикалевский цемент» продемонстрировало уверенный рост всех производственных показателей, что позволило говорить о стабильной работе завода на протяжении всего года. Производство составило 1,722 млн т цемента и 1,385 млн т клинкера, что в 2,5 раза больше по сравнению с показателями 2009 г. Всего за год предприятие отгрузило своим потребителям 0,171 млн т цемента и 0,05 млн т клинкера.

В 2010 г. ЗАО «Катавский цемент» произвело 0,848 млн т цемента, что почти на 200 тыс. т больше, чем в 2009 г. Производство клинкера составило 0,615 млн т, что на 0,271 млн т больше, чем в 2009 г. Всего за отчетный период предприятие отгрузило своим потребителям 0,853 млн т цемента — на 0,211 млн т больше, чем в прошлом году.

ЗАО «Жигулевские стройматериалы» модернизировало цементную мельницу № 2.

В конце декабря 2010 г. на ЗАО «Жигулевские стройматериалы» произведена модернизация цементной мельницы № 2 открытого цикла с использованием внутримельничной оснастки производства компании Magotteaux s.a. (Бельгия). Данный проект выполнен в рамках программы по техническому перевооружению предприятия, его стоимость составляет около 30 млн р.

В ходе модернизации планируется улучшение основных параметров работы цементной мельницы, а именно увеличение производительности мельницы до 15%, снижение потребления энергии при помоле, снижение износа оснастки мельницы, а также снижение температуры цемента на выходе.

В 2011 г. планируется установление аналогичной оснастки на цементной мельнице № 4.

По материалам ЗАО «ЕВРОЦЕМЕНТ групп»

Реконструкция на «Красноярском цементе»

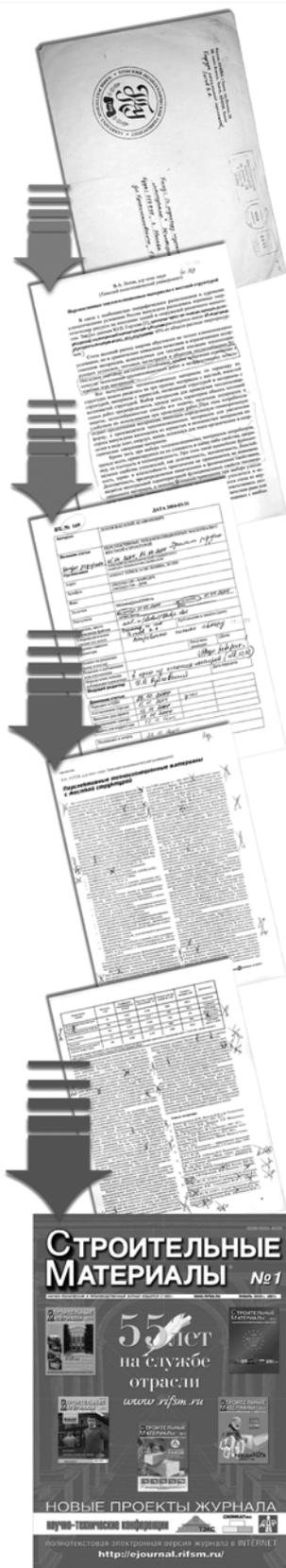
На ООО «Красноярский цемент» завершена реконструкция надсилосной галереи и установка шести современных рукавных фильтров с компрессорной станцией на цементных силосах с 13-го по 18-й. Они позволят в десятки раз сократить выбросы неорганической пыли. Это один из базовых этапов экологической программы, действующей на заводе с 2006 г. Планируется, что в 2011 г. новыми очистными установками будут снабжены силосы с 19-го по 24-й. Общая стоимость проекта составит более 36 млн р.

Изначально предполагалось установить по одному мощному рукавному фильтру на шесть силосов. Однако,

учитывая увеличение видов производимого цемента, для каждого из которых требуется отдельная емкость для хранения, было принято решение обеспечить каждый цементный силос автономной установкой. Сумма затрат на выполнение экологической программы начиная с 2006 г. приближается к 180 млн р. Из запланированных 32 мероприятий проведены работы на 17 газоочистных установках. В том числе решены первоочередные задачи по снижению пылевых выбросов от основных источников: все вращающиеся печи завода снабжены самыми современными газоочистными установками.

По материалам пресс-службы ОАО «Холдинговая компания «Сибирский цемент»

Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья — это сочинение небольшого размера (до 4-х журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;
- анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья;
- формулирование целей статьи (постановка задачи);
- изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов;
- выводы из данного исследования и перспективы дальнейшего поиска в избранном направлении.

Научные статьи рецензируются специалистами. Учитывая открытость журнала «Строительные материалы»® для ученых и исследователей многих десятков научных учреждений и вузов России и СНГ, представители которых не все могут быть представлены в редакционном совете издания, желательно представлять одновременно со статьей отношение ученого совета организации, где проведена работа, к представляемому к публикации материалу в виде сопроводительного письма или рекомендации.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи и не содержать перечень всего ранее опубликованного автором, что перегружает объем статьи и часто является элементом саморекламы.

Кроме того, статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий. Статьи, направляемые в редакцию журнала «Строительные материалы»®, должны соответствовать следующим **требованиям**:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc или *.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах *.cdr, *.ai, *.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т.п.) необходимо сохранять в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 — максимальное») или *.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); лицензионным договором о передаче права на публикацию; **распечаткой, лично подписанной авторами**; рефератом объемом до 500 знаков на русском и английском языке; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Строительные материалы»®, ранее нигде не публиковалась, и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

В 2006 году в журнале «Строительные материалы»® был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомиться с которыми можно на сайте журнала www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf



Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства www.rifsm.ru/page/7