

Рецензенты: доктор технических наук, профессор ТГАСУ С.А. Карауш; доктор физико-математических наук, профессор, зав. отделом газовой динамики и физики взрыва НИИ ПММ ТГУ В.А. Архипов.

В первой главе приводятся тесты и контрольные работы для проверки базовых знаний по теоретическим основам теплотехники у студентов, которые приступают к изучению профильных дисциплин по направлению «Теплоэнергетика». Задания контрольных работ № 1 и 2 содержат одну задачу с 27 вариантами исходных данных, контрольная работа № 3 содержит 5 задач, определенных для соответствующих вариантов [1.1]. Кроме того, приводятся специальные тесты и задания с использованием профессионального иностранного языка (английского и немецкого).

Во второй главе рассмотрены отдельные задачи теплообмена в гетерогенной среде с внутренними источниками теплоты с анализом аналитических решений; сформулировано задание для магистрантов первого года обучения; сформулирована и доказана теорема о восстановлении температурного поля в полой цилиндрической активной элемент. Это дает возможность провести в условиях эксплуатации энергетического оборудования диагноз теплового состояния. Дается оценка нестационарной пленочной конденсации на вертикальной стенке и удельной массовой теплоемкости.

Третья глава посвящена способам охлаждения энергетических систем: рассмотрены эффект охлаждения при волновом адиабатном расширении газа, кондуктивный способ охлаждения изделия, использование принудительной жидкостно-пористой системы для охлаждения электрических машин. Особое внимание уделено разработке способа охлаждения проектируемого изделия на примере радиоэлектронных ламп нового поколения.

В четвертой главе обращается внимание на совместный тепло- и массоперенос в слое жидкости. Получено приближенное аналитическое решение задачи о совместном тепло- и массопереносе при малых временах контакта. Приведены программы для численного решения задачи о совместном тепло- и массопереносе в слое водного раствора бромистого лития и процессов объемной конденсации в парогазовых смесях.

В пятой главе рассмотрены перегонные и ректификационные установки. Дан пример выпускной квалификационной работы (ВКР) на степень бакалавра. Приведена оценка нестационарной теплоотдачи при пленочной конденсации пара органических жидкостей на вертикальной стенке.

Шестая глава посвящена сушке материалов. Приведено описание двух виртуальных лабора-

торных работ по процессам влажного воздуха. Дан пример курсовой работы по расчету сушильной установки.

**РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ  
И ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА  
КЕРАМЗИТОБЕТОНА  
МОДИФИЦИРОВАННОГО ВТОРИЧНЫМ  
ПОЛИВИНИЛХЛОРИДОМ  
(монография)**

Ложкин В.П.

*Международный университет фундаментального  
обучения, Калининград,  
e-mail: lozhkin.vitaly@yandex.ru*

В настоящее время в России и за рубежом большое внимание уделяется проблеме использования в бетонах вторичных материалов, включая полимерные, с целью получения конструкций и изделия с более эффективными эксплуатационными свойствами.

Другой важной проблемой современности является создание новых материалов, отличающихся повышенной универсальностью свойств, в частности, разработка легких бетонов, предназначенных работать при воздействии различных факторов. Например, полы в животноводческих помещениях, подвергающиеся комплексному воздействию среды, требуют для их изготовления специальных видов легких бетонов, удовлетворяющих современным требованиям санитарных норм.

Научная новизна работы состоит в разработке нового легкого бетона, модифицированного смесью ПВХ + ДБФ, отличающегося улучшенными физико-механическими и физико-химическими свойствами.

Получены новые результаты исследований основных свойств разработанного легкого бетона в условиях животноводческих помещений и получении научной информации об изменении этих свойств при комплексном воздействии факторов различной природы, установлена целесообразность использования отходов ПВХ в конструкционно-теплоизоляционных легких бетонах. Это позволило снизить требуемый расход цемента, улучшить стойкость бетона к кислотам, щелочам и мочеvine.

Разработана оптимальная технология приготовления легких бетонных смесей, модифицированных ПВХ + ДБФ, позволяющая получать повышенную прочность бетона; определены прочность и деформированные характеристики бетонов с использованием ПВХ+ДБФ, необходимые для расчета и проектирования конструкций.

Технико-экономическим расчетом доказана экономическая эффективность плит полов животноводческих зданий из легких бетонов, модифицированных ПВХ + ДБФ.

В качестве объекта модификации выбраны керамзитобетоны марок по прочности М75... М150 (В5...В7,5) на различных песках: кварцевом, карбонатном и дробленом керамзитовом.

Установлено, что при модификации керамзитобетона на пористом керамзитовом песке отходами ПВХ наибольший эффект повышения прочности достигается у бетонов с воздухововлекающими добавками, т.е. имеющих поризованную структуру. Для поризованного керамзитобетона увеличение прочности после модификации составляет 100%, а для керамзитобетонной плотной структуры – 20%

Предложена новая технология модификации керамзитобетона классов по прочности В 5,0 и В 7,5 вторичным ПВХ, включающая предварительное перемешивание мелкоизмельченного порошка полимера с пластификатором, введение полимерной композиции в перемешиваемую бетонную смесь и последующую выдержку до набора распалубочной прочности и термообработке в воздушно-сухих условиях при температуре 140–150 °С в течении 4–5 ч. В результате такой модификации прочность поризованного керамзитобетона увеличивается на 100%, а керамзитобетона плотной структуры – на 20%, что позволяет снижать расход цемента до 70 кг/м<sup>3</sup> бетона.

Исследованы теплофизические свойства разработанного легкого бетона. Установлено, что коэффициент теплопроводности керамзитобетона с добавкой ПВХ + ДБФ снижается на 15-25%, коэффициент теплоусвоения – на 10–15%. Сорбционная влажность при этом остается неизменной у бетонов с ПВХ+ДБФ на карбонатном песке и несколько увеличивается у бетонов на кварцевом песке. В условиях эксплуатации помещений с высокой влажностью теплозащитные свойства у керамзитобетона с добавкой ПВХ + ДБФ на карбонатном песке в 2 раза выше, чем у аналогичного бетона, но без добавки.

Исследованы гидрофизические свойства модифицированных легких бетонов. Показано, что водопоглощение их снижается до 5% водостойкость практически не изменяется, водонепроницаемость увеличивается до 10 атм. Керамзитобетоны с ПВХ + ДБФ, независимо от вида мелкого заполнителя, обладают высокой морозостойкостью – более 150 циклов замораживания-оттаивания.

Установлено, что коэффициент призмочной прочности при сжатии наибольшего значения (0,96) достигает при расходах ПВХ + ДБФ в количестве 40–60 кг/м<sup>3</sup> бетона. Призмочная прочность на растяжение при таком расходе ПВХ + ДБФ составляет 2,0 МПа, что на 60% выше прочности контрольных образцов и на 50% выше нормируемой прочности по СНиП. Предельные величины упругих, пластических и полных деформаций керамзитобетонов, со-

державших 40–60 кг/м<sup>3</sup> бетона ПВХ+ДБФ, увеличиваются соответственно на 20, 100 и 27%. Модуль упругости при сжатии при этом снижается на 20%, а при растяжении на 85%.

Исследована коррозионная стойкость контрольных и модифицированных керамзитобетонов в специально синтезированной жидкой среде животноводческих помещений, а также в воде и на воздухе в течение 6 мес. Отмечена удовлетворительная химическая стойкость бетонов с добавкой ПВХ + ДБФ на карбонатном и на кварцевом песках, в частности прочность при сжатии модифицированного керамзитобетона на карбонатном песке после экспозиции в этих средах повысилась на 10%, а при изгибе – на 40%, для керамзитобетона на кварцевом песке соответственно – на 20 и 30%

Методами сорбции-десорбции воды и под световым микроскопом исследована микроструктура керамзитобетона. Установлено, что интегральный объем мезопор керамзитобетона на карбонатном песке с ПВХ + ДБФ в 2,7 раза меньше, чем на кварцевом, а макропор в 1,2 раза больше. Это обусловлено тем, что в цементном камне бетона на карбонатном песке в значительном количестве присутствует тонкодисперсная фракция менее 0,14 мм, которая в сочетании с ПВХ играет роль уплотнителя поровой структуры.

Микроскопический анализ контрольных и модифицированных образцов показал, что уплотнение керамзитобетона от введения добавки достигается в следствие уплотняющего эффекта композиции ПВХ + ДБФ, образующегося в структуре бетона во время термообработки. Сущность уплотняющего эффекта состоит в том, что полимер при термообработке расплавляется и вытекает из крупных пор в более мелкие за счет температурных градиентов, сорбционных сил и капиллярного давления. В результате этого частицы полимера принимают объемные формы (в основном нитевидного характера) и являются дисперсно-армирующим компонентом цементно-песчаной матрицы. Кроме этого, расплав ПВХ + ДБФ, проникая внутрь открытых зерен керамзита, упрочняет контактную зону.

Структура и объем монография состоит из семи глав, общих выводов, списка использованной литературы из 257 наименований.

Изложена на 176 страницах, включая 64 рисунка, 49 таблиц.

Работа и внедрение ее результатов выполнялись в научно-исследовательской лаборатории легких бетонов и конструкций НИИЖБ г. Москва, в ПО «Шиловостройиндустрии» Рязанской области и «Балтстройиндустрии» г. Калининград.

По результатам работы разработаны и внедрены технические условия ТУ 5746-001-94022835-2011 «Плиты полов из керамзитобетона модифицированные вторичным ПВХ».

**ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ  
ИЗ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА  
В ТЕРМОАКТИВНОЙ ОПАЛУБКЕ  
(учебное пособие)**

Минаков Ю.А., Сленьков В.А.

*Государственное собрание Республики Марий Эл,  
Йошкар-Ола, e-mail: info@parliament.mari.ru*

В учебном пособии представлен обобщенный материал по теории и практике возведения зданий и сооружений из монолитного бетона в термоактивной опалубке.

Целью учебного пособия является содействие специалистам строительного комплекса в области монолитного строительства в освоении высоких интенсивных технологий скоростного всесезонного возведения зданий с обеспечением надежности в экстремальных условиях.

Учебное пособие «Возведение зданий из монолитного бетона в термоактивной опалубке» состоит из пяти разделов.

В первом разделе изложены физические основы кондуктивного воздействия на бетон, конструктивно-технологические решения термоактивных опалубок, в том числе опалубочных систем третьего поколения, численные методы решения инженерных технологических задач.

Сформировано новое понимание физических основ передачи тепла от термоактивных опалубочных систем бетонной смеси, базирующиеся на особенностях предложенных опалубок и заключающихся в том, что источник тепловой энергии – плоские нагреватели (ГПН), обладает высокой однородностью распределения температур по поверхности.

Эти решения ставят опалубочные системы в ряд перспективных опалубочных систем нового – третьего поколения, легко поддающихся автоматизации управления процессами, а также обеспечивающих надежность технологии монолитного строительства в экстремальных условиях независимо от внешних атмосферных воздействий и хаотичного изменения параметров окружающей среды.

При этом интенсивные технологии не зависят от субъективных качеств исполнителей технологических процессов, что повышает надежность технологии и качество выполняемых конструкций.

Предложенные и разработанные термоактивные низковольтные опалубочные системы третьего поколения отличаются новизной технологических исполнений, защищенных пятью патентами Российской Федерации.

Особый интерес представляет собой унифицированная опалубка перекрытий изменяющимся положением ригельной системы.

Такое конструктивное решение разработано впервые, защищено патентом Российской Федерации и позволяет осуществлять эффективное управление потоком теплового воздействия на

бетон и процессом остывания бетона при изотермической выдержке конструкций, а также – процессом разопалубливания бетонных конструкций с применением электроимпульсного метода.

Второй раздел содержит описание технологических режимов обогрева монолитных бетонных и железобетонных конструкций, физические и математические модели тепловых процессов, результаты аналитических исследований и практики применения кондуктивного обогрева бетона с использованием численных методов решения технологических задач на основе дифференциальных уравнений теплопроводности с учетом начальных и краевых условий.

В третьем разделе представлено описание технологии обогрева монолитных бетонных и железобетонных конструкций в термоактивной опалубке, включая процессы опалубочных, арматурных и бетонных работ, ухода за бетоном в зимних и летних условиях, при циклическом внешнем воздействии, технологические преимущества метода, технико-экономические показатели.

Четвертый раздел включает регламентирующие положения и технологические аспекты всесезонных интенсивных технологий монолитного строительства, описание нового управляемого кондуктивного воздействия на бетон, скоростные способы строительства и способы активации процесса твердения бетона. Описаны процессы синэргобетонирования как комплексного физического и химического воздействия на бетонную смесь.

Принципиально новым является способ активации тепловых полей.

Активатор как герметичная замкнутая конструкция исключает степень риска в кондуктивно-технологической системе «опалубка – бетонная смесь – твердеющий бетон», обеспечивает интенсификацию процессов твердения бетона, гарантирует и надежность технологии возведения зданий в экстремальных условиях и надежность выполняемых конструкций.

Ускорение процессов твердения бетона и высокое качество монолитных конструкций достигается управлением процессом активации тепловых полей с достижением высокой однородности тепловых полей за счет минимизации температурных градиентов путем герметичной «упаковки» выполняемых конструкций.

В пятом разделе обоснована надежность возведения зданий из монолитного бетона и железобетона и их отдельных конструкций, в том числе – в экстремальных условиях.

Надежность новой технологии базируется на принципе дублирующих систем.

В качестве дублирующих систем термообработки бетона применяются: термоактивные опалубочные щиты, гибкие плоские графитопластиковые нагреватели, применение которых в модели «верхнего» обогрева конструкций при