

О СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ И КОМПЛЕКСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВКАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТЕХНОЛОГИИ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ

О. Е. ПАНТЮХОВ

Белорусский государственный университет транспорта

Е. О. ПАНТЮХОВ

Белорусская железная дорога

Исследованные технологические приемы по снижению водотвердого отношения повышают прочностные характеристики бетона, уменьшают трещинообразование в ячеистом бетоне.

Для снижения усадки в ячеистом бетоне и повышения трещиностойкости бетона, особенно неавтоклавного, ряд исследователей предлагают вводить в бетон крупные заполнители (керамзит, шлаковую пемзу, аглопорит, доменный гранулированный шлак и т. п.).

Однако широкое внедрение этих бетонов в строительстве не осуществлено из-за недостаточной изученности технологии и основных строительных свойств.

Исследованиями, проведенными на кафедре "Строительное производство" в БелГУТе, доказана возможность повышения прочности и морозостойкости плотных ячеистых бетонов автоклавного и неавтоклавного твердения при введении в их состав карбонатного микрозаполнителя.

Были выделены 6 основных классов добавок, основанных на принципе преимущественного технологического эффекта действия добавки: позволяющих экономить портландцемент; регулирующих процессы схватывания и твердения вяжущих; создающих бетоны повышенной стойкости; понижающих водопроницаемость бетонов; регулирующих специальные свойства бетонов.

Для ячеистых бетонов, у которых объем пор занимает 50 – 85 % объема, определяющее место имеют добавки, регулирующие процессы структурообразования и начального твердения бетона.

В целом исследования показали, что применение комплексных добавок позволяет:

Таким образом, исследования по выявлению технологических факторов на формирование ячеистой структуры бетонов показали, что, изменяя составы вяжущих в зависимости от вида используемого сырья, тонкость помола, вид и количество порообразователей, температуру воды затворения и ее количество, можно получить ячеистый бетон с заданной плотностью при оптимальных прочностных и деформативных характеристиках. Существенная роль в процессе управления структурой и другими свойствами ячеистого бетона принадлежит величине водотвердого отношения, предопределяющей качественную характеристику микро- и макроструктуры в бетоне и конечную ее влажность, что обуславливает изменение прочности и деформативности бетона во времени.

СПОСОБЫ УСКОРЕНИЯ ТВЕРДЕНИЯ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ, А ТАКЖЕ ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА БЕТОНОВ

О. Е. ПАНТЮХОВ

Белорусский государственный университет транспорта

Е. О. ПАНТЮХОВ

Белорусская железная дорога

Тепловая обработка – наиболее ответственный этап технологического процесса в изготовлении ячеистого бетона. Процесс твердения в производстве изделий занимает до 90 % времени и в значительной мере определяет строительно-деформативные свойства готовых конструкций. Основное назначение тепловой обработки заключается в ускорении процесса твердения ячеистого бетона, которое способствует возникновению цементирующих новообразований. Тепловая обработка ячеистых бетонов является завершающим этапом технологического процесса производства изделий из них, поэтому определение вида тепловой обработки, а также назначение режимов – важная технико-экономическая задача, целью которой является сокращение производственного цикла и повышение физико-механических показателей ячеистобетонных изделий.

В настоящее время тепловлажностная обработка бетонных изделий осуществляется тремя методами: в пропарочных камерах при атмосферном давлении (температура 80 – 100 °С), в автоклавах при повышенном давлении и температуре 175 °С и выше и с помощью электрического тока – контактным методом или инфракрасными лучами.

При этом считается, что автоклавная обработка бетона обладает рядом преимуществ по сравнению с обработкой в пропарочных камерах или электрическим током:

- при заданной прочности бетона автоклавная обработка позволяет сократить расход цемента на 30 – 50 % и использовать низкомарочные вяжущие;
- имеется возможность широкого использования различного местного сырья (шлаков, зол и т. п.), частично или полностью заменить ими цемент;
- технология изготовления изделий не усложняется, а срок тепловлажностной обработки значительно сокращается – до 10 – 12 ч;
- повышаются морозостойкость и трещиностойкость бетона.

Одновременно к недостаткам обычного метода пропаривания исследователи относят:

- большой расход пара, достигающий в камерах ямного типа 0,8 – 1 т на 1 м³ бетона;
- разность температур по высоте камер, достигающую 15 – 20 °С и более на 1 м высоты камер;
- пропаренные бетоны имеют пониженную прочность, повышенную деформативность и конечную влажность (до 30 – 40 %).

Несмотря на принципиальное отличие условий тепловлажностной обработки бетонов в пропарочных камерах и автоклавах, и в том, и в другом случае цикл обработки можно разделить на три периода:

- нагрев бетона до температуры греющей среды;
- выдержка при максимальной температуре (изотермический прогрев);
- охлаждение.

Эти периоды твердения бетона в тепловлажностных условиях сопровождаются сложным комплексом физико-химических процессов, которые определяют фазовый состав новообразований и микроструктуру цементирующего вещества межпорowych перегородок ячеистого бетона. В то же время при подъеме и снижении температуры в пропарочных камерах и автоклавах протекают физические процессы, сопровождающиеся деформативными изменениями вследствие образования градиентов температуры, влагосодержания и давлений, возникающих по толщине изделий.

Бетоны с ячеистой структурой обладают повышенной чувствительностью к физическим явлениям, характеризуются пониженными прочностными показателями и низким коэффициентом теплопроводности по сравнению с плотными бетонами. Отрицательные свойства ячеистой структуры бетона проявляются в процессе ускоренного твердения при температуре 90 – 95 °С и более заметно при 175 °С и выше за счет интенсивного тепломассообмена между теплоносителем и бетоном по сечению изделия.

Таким образом, тепловлажностные параметры при запаривании бетона в автоклавах не только активизируют физико-химические процессы взаимодействия между составляющими, что приводит к ускорению твердения, но и усугубляют физические процессы за счет увеличения кинетики тепломассообмена по сечению изделия.

При пропаривании ячеистого бетона процесс тепломассообмена при нагревании и охлаждении изделий идет при пониженных температурно-влажностных градиентах, что не влечет за собой деструкции в бетоне. Кроме того, подбор оптимального состава шлакозольных вяжущих, добавка портландцемента, снижение водотвердого отношения способствуют получению цементирующего вещества повышенной прочности, обеспечивающей получение бездефектной микро- и макроструктуры ячеистого бетона в процессе его твердения. В отличие от автоклавной обработки пропаривания бетонов вследствие высокой остаточной влажности изделий (30 – 40 % по массе) не приводит к завершению процессов твердения вяжущего. Механически не связанная вода, заполняющая капилляры, поры в межпорowych перегородках и макроструктуре бетона, оказывает положительное влияние на продолжающиеся послепропарочные процессы гидратации гидравлически активных компонентов вяжущих и бетонов, что способствует увеличению прочности в месячном возрасте воздушного хранения на 30 – 50 %. В то же время конечная влажность указывает на незавершенность усадочных деформаций, которые развиваются во времени после пропаривания при высыхании бетона. В

аналогичных процессах для бетонов с плотной структурой влажностные усадки (свыше 1,5 – 2,5 мм/м) приводят к трещинообразованию в крупноразмерных изделиях при эксплуатации.

Была установлена принципиальная возможность получения качественных бетонов при замене традиционного метода паропрогрева в пропарочной камере прогревом продуктами сгорания топлива или горячим воздухом.

В результате проведенных работ не установлено ухудшение структурных свойств бетона при замене паропрогрева горячими газами или воздухом. Следовательно, установлена принципиальная возможность и экономическая целесообразность замены паропрогрева прогревом продуктами сгорания топлива или горячим воздухом. Рекомендуемый автором метод “сухой” термообработки для ячеистобетонных изделий может дать не только технико-экономический эффект, но и, вследствие снижения остаточной влажности, повысить качество изделий.

УДК 624.131.51

АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ СЛОИСТОГО ЗЕМПОЛОТНА НА ДЕФОРМИРУЕМОМ ОСНОВАНИИ

О. А. РУБАН, Ю. Б. БАЛАШОВА

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

О. О. РУБАН

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна*

В последнее время создание скоростных транспортных коридоров на Украине привело к необходимости использования геосинтетических материалов в качестве разделителя между основной площадкой земполотна и балластом. Прорыв на участке применения геотекстильных материалов на железнодорожном транспорте свидетельствует о неотвратимости в дальнейшем широкого использования геотекстильных материалов. При создании земляного полотна в виде композитных систем требуется учет всех возможных форм потери устойчивости и описание их работы математическим аппаратом. Математическое моделирование композитных систем позволяет решить актуальные вопросы строительства и эксплуатации дорожных сооружений при высоких скоростях движения экипажей с повышенной грузоподъемностью и решает задачу прогноза устойчивости дорожного земполотна в сложных инженерно-геологических условиях. Эффективность работы транспорта существенно зависит от пропускной способности дорожных сооружений. Состояние дорожных конструкций, уровень соответствия их параметров предъявляемым требованиям, а также качество и соответствие строительных и грунтовых сооружений определяют возможность полного использования дорожного ресурса при создании адекватных математических моделей, достаточно точно и полно характеризующих физическую сущность их работы. Большинство существующих современных дорог имеют проблемные участки, которые трудно описываются при помощи элементарных функций. Пространственный характер задачи и временная длительность процессов, характеризующих работу грунтовых композитов, требуют создания системы описания напряженно-деформированного состояния при помощи дифференциальных уравнений различного порядка. Эксплуатационные возможности дорог зависят от техногенных и природных факторов, которые могут быть учтены путем изменения значения постоянных в дифференциальных уравнениях. Армогрунтовые сооружения рассчитываются на устойчивость с особенностями, связанными с отличиями работы таких сооружений, как композитных систем. Отсутствие математической модели, которая достаточно точно может отразить физическую сущность работы композитных систем, ставит задачу о создании аналитического решения. Такое решение может быть получено на основе применения вариационного исчисления и даст возможность определения устойчивости сооружений без деления на локальную и общую. Таким образом, может быть получено решение задачи по определению поверхности скольжения композитных систем с учетом всех возможных форм потери устойчивости.