

Список литературы

1 Серия Б1.012.1-2.08. Плиты железобетонные ленточных фундаментов. Выпуск 1. Материалы для проектирования. Выпуск 2. Плиты железобетонные ленточных фундаментов. Рабочие чертежи. Выпуск 3. Арматурные и закладные изделия. Рабочие чертежи.

2 ГОСТ 31938-2022. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 31938-2012. – М. : Российский институт стандартизации, 2022. – 19 с.

УДК 669.97.035

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНОВЫХ ОГРАЖДЕНИЙ В ТЕПЛОВЫХ УСТАНОВКАХ ДЛЯ ТЕПЛОВЛАЖНОСТИ ОБРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

А. Г. ТАШКИНОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Распространенным типом установок для тепловлажности обработки (ТВО) бетонных и железобетонных изделий (ЖБИ) являются пропарочные камеры ямного типа. Они широко применяются в поточно-агрегатной технологии, особенно при выпуске изделий разнообразного ассортимента, поскольку в каждой камере можно осуществить оптимальный для данного вида изделий режим термообработки. В качестве теплоносителя в камерах чаще всего применяется паровоздушная смесь с температурой 80–95 °С. Существующие ямные пропарочные камеры имеют низкий коэффициент полезного использования тепловой энергии (КПИ), представляющий собой отношение полезного используемого тепла к его суммарному расходу. Это обусловливается главным образом большим значением тепловой ёмкости массивных ограждений из бетона (стены и днище) и металла (крышка). В результате периодического характера работы камеры тепло, аккумулированное ограждениями, безвозвратно теряется при перерывах в работе для выгрузки и загрузки изделий.

Стеновые ограждения камер пропаривания подвержены сложным воздействиям, которые вызваны случайными ударами крышек и форм при загрузке и выгрузке изделий, давлением грунта (для заглубленных камер), температурно-влажностными напряжениями и деформациями от неравномерного нагрева и увлажнения стенки по её толщине.

Исходя из этого, ограждающие конструкции ямных камер пропаривания должны отвечать ряду требований: обладать достаточной прочностью, долговечностью при циклическом нагреве и увлажнении, сохраняя при этом высокие теплоизоляционные показатели. Указанными качествами обладают построенные по проекту БелГУТа на заводе КПД Гомельского ДСК малоинерционные пропарочные камеры из сборных многослойных теплоизолированных панелей [1]. Конструкция панелей включает следующие слои: внутренний (со стороны рабочего объёма камеры) защитный слой – из армированного тяжелого бетона класса В20 толщиной 50 мм, пароизоляция из термостойких плёнок, теплоизоляция толщиной 100–150 мм и наружный слой (несущий вес крышки и самой панели) из армированного керамзитобетона класса В10 толщиной 100 мм.

Испытания камер показали, что традиционные теплоизоляционные материалы: минеральная вата, блочное пеностекло (средней плотности 100–200 кг/м³) требуют надёжной пароизоляции от увлажнения паровоздушной средой камеры. Плёночные материалы, располагаемые внахлест, показали низкую эффективность: влажность минераловатных плит уже через 2 месяца эксплуатации достигла 40 % массы. Склеивание (сваривание) кромок пароизоляции в сплошной ковер снижает влажность утеплителя до 4–6 %. Дополнительный эффект по высушиванию утеплителя в панели до влажности 3–4 % и поддержанию его влажности на низком уровне в течении длительного времени (срок наблюдения 2 года) достигается устройством вентиляционных каналов. Вентканалы изготавливались из разрезанных на отдельные волны фрагментов волнистых асбестоцементных листов (высота волны 40–54 мм), которые укладывались с шагом 0,5–1 м по утеплителю при формировании панелей. Оголовки вентканалов выполнялись из металлических труб диаметром 100 мм.

Расход теплоносителя (пара) в камерах определялся при режимах тепловлажностной обработки бетонных и керамзитобетонных изделий с одним оборотом форм в сутки (предварительное выдерживание в камере после бетонирования при закрытой крышке – 2 ч, подъем температуры до 85 °С – 3 ч, период изотермической выдержки – 5 ч, остывание при закрытой крышке – 8 ч, остывание при

открытой крышке – 2 ч). Полный цикл ТВО составлял: $\tau = (2) + 3 + 5 + 8 + (2) = 20$ ч. На распалубку, чистку форм, бетонирование и установку изделий в камеру приходилось 4 ч. Удельный расход пара в теплоизоляционных камерах при коэффициентах заполнения (отношение объема пропариваемых изделий к внутреннему объему камеры) 0,05–0,1, составил 150–200 кг/м³ при КПИ = 0,6...0,7.

Дальнейшее повышение надёжности и эффективности теплоизолированных стеновых ограждений в установках для ТВО ЖБИ достигается при использовании вместо традиционных теплоизоляционных материалов с высокими значениями открытой пористости и водопоглощения специальных теплогидроизоляционных материалов. В этом случае отпадает необходимость в устройстве пароизоляции для защиты утеплителя от увлажнения паровоздушной средой пропарочной камеры. В БелГУТе разработан теплогидроизоляционный пенополимербетон, сочетающий в себе функции тепло- и гидроизоляции [2]. Пенополимербетон получают пропиткой крупнопористого (беспесчаного) керамзитобетона вспенивающейся композицией на основе эпоксидных диановых смол, обладающей в отвержденном состоянии высокой водостойкостью, водо- и паронепроницаемостью при температурах до 100 °С.

Основные характеристики пенополимербетона:

- средняя плотность 500–600 кг/м³;
- предел прочности при сжатии 3–6 МПа;
- коэффициент теплопроводности 0,1–0,2 Вт/(м·°С);
- водопоглощение 4–6 % объёма.

Использование пенополимербетона позволяет упростить конструкцию ограждения, сделав её двухслойной: внутренний слой из пенополимербетона и наружный несущий слой из керамзитобетона.

Такая конструкция не только более технологичная (трудоемкость изготовления меньше на 17–29 %), но и теплотехнически более эффективная, чем трёхслойная с защитным железобетонным экраном, поскольку у неё меньше тепловая инерция и, соответственно, теплопотери на нагрев ограждения (на 7,6–7,8 МДж/м²). В результате этого уже при толщине пенополимербетона 50–100 мм КПИ утеплённой им пропарочной камеры достигает 0,7–0,9, а удельный расход пара составляет всего 90–150 кг/м³ (210–350 МДж/м³). Благодаря малой толщине облицовки пенополимербетон может быть использован не только для утепления вновь строящихся пропарочных камер, но и для реконструкции существующих. Во втором случае внутренний объём пропарочной камеры, облицованной изнутри 50 мм пенополимербетонными плитами, уменьшается незначительно, и после реконструкции в камере сохраняется возможность тепловлажностной обработки изделий с прежними габаритными размерами (как до утепления).

Следует учитывать, что стеновые облицовки из пенополимербетона не обладают прочностью, достаточной для восприятия возможных ударов стальных форм при загрузке изделий в камеру и их выгрузке. Поэтому необходимо пропарочные камеры с двухслойными ограждениями оборудовать защитными бетонными или металлическими упорными стойками или стойками типа СМЖ-293 с поворотными кронштейнами для укладки изделий.

Пропарочные камеры, открыто расположенные на полигонах заводов ЖБИ, и камеры с продолжительными режимами ТВО имеют повышенную величину теплопотерь в окружающую среду. Для них рекомендуется конструкция ограждений с повышенным уровнем тепловой защиты, предусматривающая устройство за полимербетонной теплоизоляцией дополнительного слоя из легких эффективных материалов: минераловатных плит и пенопластов малой плотности. При этом 50 мм плиты пенополимербетона служат надёжной паро- и гидроизоляцией, защищающей от увлажнения размещённые за ними гигроскопичные теплоизоляционные материалы. Их использование более рационально, чем простое увеличение толщины пенополимербетона, вследствие низкой стоимости, меньшей плотности и теплопроводности.

Дополнительная экономия тепловой энергии может быть получена при замене периода изотермической выдержки с подачей пара на термосное остывание. Как показывают опытные данные [3], скорость остывания теплоизолированной камеры составляет 0,8–2,2 °С в час, в зависимости от коэффициента заполнения установки. Чем больше заполнена камера, тем больше тепла аккумулирует бетон пропариваемых изделий и, следовательно, остывание заполненной камеры будет происходить медленнее. При таком режиме, когда пар подаётся в камеру только в период подъёма температуры, расход пара снижается ещё на 20–30 %. Похожий эффект даёт применение режимов с пониженными температурами нагрева, когда заданную отпускную прочность бетон набирает за более длительный срок.

Список литературы

- 1 **Ташкинов, А. Г.** Исследование стеновых ограждений пропарочных камер для ускоренного твердения бетона / А. Г. Ташкинов, В. А. Радченко // Актуальные проблемы развития транспортных систем и строительного комплекса : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2001. – С. 324–325.
- 2 **Ташкинов, А. Г.** Эффективные стеновые ограждения для ямных пропарочных камер / А. Г. Ташкинов, В. А. Михневич // Проблемы и перспективы развития транспортных систем и строительного комплекса : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2013. – С. 411–412.
- 3 **Ташкинов, А. Г.** Оптимизация расходов тепловой энергии при производстве сборных бетонных и железобетонных изделий // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 24–25 нояб. 2022 : в 2 ч. Ч. 2. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 64–65.

УДК 727.1-027.25

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ КАК ОБЪЕКТОВ С ПОВЫШЕННЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ К БЕЗОПАСНОСТИ

Т. С. ТИТКОВА, А. В. ЩЕГЛОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Школа – это не просто образовательное учреждение, а пространство, где ежедневно находятся дети, педагоги и технический персонал. Безопасность школьной среды напрямую влияет на здоровье, психологическое состояние и успеваемость учащихся. В условиях современных вызовов – от техногенных угроз до эпидемиологических рисков – проектирование школьных зданий требует особого внимания к архитектурным, инженерным и организационным аспектам.

В Республике Беларусь принят ряд нормативных документов, регулирующих проектирование школьных зданий: СН 3.02.02-2019 «Общественные здания», ТКП 45-3.02-1-2004 «Состав и площади помещений общеобразовательных школ, учебно-педагогических комплексов, детских садов-школ», СН 2.02.05-2020 «Пожарная безопасность зданий и сооружений», «Специфические санитарно-эпидемиологические требования к содержанию и эксплуатации учреждений образования» и др.

Эти документы определяют минимальные стандарты по прочности, устойчивости, энергоэффективности и безопасности зданий.

Выделим три ключевых направления для обеспечения необходимой безопасности на этапе проектирования:

- 1) физическая безопасность;
- 2) психологическая безопасность;
- 3) экологическая безопасность.

Физическая безопасность здания школы определяется системой мер, направленных на защиту от внешних и внутренних угроз.

Планировка школьного участка должна обеспечивать безопасное движение пешеходов и служебного транспорта. Обозначение границ школьной территории, установка систем видеонаблюдения обеспечивают базовый уровень безопасности и создают предпосылки для защищённой образовательной среды. Четкое зонирование территории на учебную, спортивную, хозяйственную и рекреационную зоны помогает детям легко ориентироваться, а при чрезвычайных ситуациях – быстро и организованно эвакуировать людей.

Архитектурно-планировочные решения здания школы также строятся на принципах функционального зонирования (учебные классы, лаборатории, административные помещения, зона культурно-массовых мероприятий, столовая, спортивный зал, кабинеты трудового обучения), что делает структуру здания логичной и визуально читаемой, а пространство – понятным и предсказуемым. Разделение потоков (отдельные входы для учеников, персонала и посетителей, разграничение начальной школы и средней) минимизирует пересечения находящихся в здании людей, снижая риск конфликтов, травм и несанкционированного доступа.

Для соблюдения норм *пожарной безопасности* требуется обеспечить комплекс архитектурно-планировочных, конструктивных и технических мер, соответствующих действующим нормативным документам: необходимое количество эвакуационных выходов, достаточную ширину коридоров и лестниц для беспрепятственного движения, установить световые и звуковые оповещатели, а также аварийное освещение, автоматическое оповещение, противопожарные системы.