

К рекомендациям по повышению энергоэффективности при производстве железобетонных изделий и конструкций следует отнести предварительный разогрев крупных инертных заполнителей бетона до температур порядка 60–90 °С, в любых теплотехнических устройствах (например, в сушильных барабанах или в кипящем слое), добавлением подогретых заполнителей в общую цементную массу обычной температуры, перемешиванием составляющих до достижения средней температуры смеси в бетономешалках с подогревом, ускоренная доставка полученной смеси для формирования, подача отформованных изделий на тепловлажностную обработку. В этом случае энергоэффективность изготовления изделий на заводах и полигонах в целом, по предварительной оценке, повышается на 10–15 %.

К рекомендациям по повышению энергоэффективности предварительной подготовки составляющих при укладке цементобетонных покрытий при отрицательных температурах можно отнести предварительный разогрев крупных инертных заполнителей до температуры порядка 60–70 °С в высокоэффективных теплотехнических установках, введением подогретых заполнителей в общую бетонную массу обычной температуры, подготовка смеси в бетоносмесителях, доставка смеси к месту укладки, укладка цементобетона на основание бетоноукладчиком.

Литература

1. Пехович, А. И. Расчеты теплового режима твердых тел // А. И. Пехович, В. М. Жидких. – Л.: «Энергия», 1968. – 304 с.
2. Солдаткин, М. Т. О скорости охлаждения дорожных асфальтобетонных покрытий / М. Т. Солдаткин, Я. И. Ковалев, В. Д. Акельев // Отопление, вентиляция и строительная теплофизика. Вып.1. – Минск, 1971. – С. 52–56.

УДК 692.231.3

Некоторые особенности тепломассопереноса в современных самонесущих наружных стенах

Лешкевич В. В., Черванёва Е. А., Якимович Д. Д.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Приведены результаты теплотехнических исследований наружных стен из штучных материалов (блоки из поризованной керамики, ячеистого газобетона, керамзитобетона). Представлены рекомендации по произ-

водству самонесущих наружных стен, позволяющие улучшить качество и теплотехнические характеристики.

В настоящее время широкое распространение в строительстве жилых и общественных зданий получили конструкции с монолитным каркасом и самонесущими наружными стенами. Самонесущие стены чаще всего выполняются в виде кладки из блоков из ячеистого бетона, керамзитобетона или поризованной керамики. Производство данных конструкций выполняется непосредственно на объекте (стройплощадке), что сопровождается многими недостатками, присущими данному способу производства, связанными как с недостаточной культурой производства, так и с условиями проведения работ. Во вновь возведенных зданиях с указанными конструкциями стен часто наблюдаются пониженные теплотехнические характеристики ограждений и нарушение микроклимата помещений выраженное в присутствии «дутья» из розеток (при их расположении в наружных стенах) и мест примыкания самонесущих стен к элементам каркаса здания.

Организациями Минстройархитектуры и производителями разработан ряд рекомендаций и типовых узлов для применения при проектировании наружных стен, которые предназначены, как правило, для использования в проектно-расчетной работе. Между тем, основные проблемы данных конструкций возникают на стадии строительства и проявляются после сдачи здания в эксплуатацию. Так, в строительной практике последних лет известны случаи принятия решений о дополнительной теплоизоляции стен вновь возведенных зданий, изначальные проектные характеристики теплозащиты которых соответствовали нормативным требованиям.

Достижение существующих высоких нормативных требований к энергоэффективности зданий и теплозащите ограждающих конструкций невозможно без высокого качества технологии проведения работ при их изготовлении. В то же время в производстве, как правило, практикуется типовой подход к сооружению конструкций из штучных элементов независимо от применяемого материала. Однако, подобный подход себя часто не оправдывает и в жилых зданиях появляются проблемы в виде отслоением штукатурного слоя, разрушение кладки, наблюдается повышенная воздухопроницаемость стен [1, 2].

Рассматриваемые стеновые конструкции, по характеру теплопереноса через них, можно разделить на две группы:

- конструкции из поризованных керамических и щелевых керамзитобетонных блоков;
- стеновые конструкции, выполненные из ячеистых блоков, в которую, по характеру теплопереноса, можно включить и стеновые конструкции, выполненные из полнотелого кирпича.

Теплоперенос в теле стеновых конструкций первой группы происходит как за счет теплопроводности, так и в значительной степени за счет конвекции. В стеновых конструкциях второй группы доля теплоты, обусловленная конвекцией, значительно ниже.

От жильцов зданий со стенами поризованных керамических блоков часто поступают жалобы на высокую воздухопроницаемость наружных стен и пониженные температуры отдельных участков внутренних поверхностей наружных стен. Выполненные авторами исследования показали, что под совместным воздействием располагаемого давления системы естественной вентиляции и ветровым давлением наружный воздух через негерметичные примыкания защитного слоя наружной теплоизоляции к оконным контурам проникает в прослойку между слоем минераловатного утеплителя и стеновой кладкой, и далее через неплотности последней попадает в конструкцию кладки. Помимо этого, в стеновых щелевых керамических блоках происходит достаточно интенсивный конвективный тепло-массоперенос. Это обусловлено как большим количеством щелей в керамических блоках, так и сплошной (по всей высоте блока) конструкцией щелей, образующих в итоге разветвленную систему каналов, что и является причиной резкого снижения значений сопротивления теплопередаче.

При выполнении кладки из керамических блоков на малоподвижном (рыхлом) цементно-известково-песчаном растворе плотностью в диапазоне $1400\text{--}1700\text{ кг/м}^3$ происходит попадание раствора в щели блоков (вертикальные пустоты). С одной стороны, это не так сильно сказывается на увеличении эффективной теплопроводности керамического блока, как если бы это происходило при выполнении кладки на более подвижном растворе плотностью от 1900 до 2100 кг/м^3 . Связано это с тем, что упавший в вертикальные пустоты малоподвижный раствор находится в рыхлом состоянии и имеет плотность (по разным источникам) $1150\text{--}1300\text{ кг/м}^3$, т. е. не сильно отличающуюся от плотности керамического блока. Однако, вследствие провала раствора в пустоты по всей высоте массива стены (как минимум о высоте одного этажа) образуется система открытых или частично открытых вертикальных каналов, которые, по причине применения малоподвижного раствора, имеют еще и сообщение между собой по горизонтальным кладочным швам. Более подвижный тяжелый раствор, проваливаясь в вертикальные пустоты, плотно заполняет их на высоту до $15\text{--}20$ мм. При этом плотность раствора практически не отличается от плотности в кладочном шве. Это ведет к резкому увеличению эффективной теплопроводности кладки, которая в условиях эксплуатации еще более возрастает в связи с увеличением накопления влаги в попавшем в пустоты растворе (до 8%) и в прилегающих к нему керамических перегородках блока.

«Теплые» растворы плотностью 500–1500 кг/м³, имея более низкие значения коэффициента теплопроводности и влагоемкость, отличаются заметно меньшей прочностью, которая, однако, достаточна. Тем не менее, формирование в стене из щелевых керамических блоков разветвленной системы сообщающихся каналов, в результате проваливания раствора в пустоты, сводит к минимуму эффект от использования для кладки «теплых» растворов.

Для предотвращения попадания в пустоты кладочного раствора, представляется целесообразным использование для горизонтальных кладочных швов пластиковых или стеклотканевых сеток с толщиной нити до 1 мм, и сечением 5 мм на 5 мм. Следует заметить, что многими производителями для данной цели предлагаются сетки с размером ячеек 10 мм на 10 мм, однако результаты вскрытия стен из эффективного керамического кирпича, имеющего ширину пустот 8–10 мм, показывают, что подвижные растворы успешно проваливаются через отверстия такой ширины.

Указанных недостатков не лишена кладка из керамзитобетонных блоков, которые, в отличие от керамических, имеют в конструкции горизонтальную полку. Однако низкое сопротивление воздухопроницанию керамзитобетона нивелирует данный момент.

Также сходные проблемы наблюдаются в кладке из ячеистого газобетона, вертикальные стыки которой имеют низкое сопротивление воздухопроницанию, и в случае применения с системами наружной теплоизоляции имеют проблемы, озвученные выше. Особенно ярко это проявляется в случае использования гипсокартонных листов в качестве внутренней отделки вместо традиционных мокрых штукатурок. В то время как при использовании последних, повышенная воздухопроницаемость выражалась в ощущениях «дутья» по контуру окон, борьба с которым велась с переменным успехом, в случае использования гипсокартонных листов основной объем воздуха идет в полость между слоем гипсокартона и стеной. Это увеличивает количество воздуха, поступающего, в случае применения керамических и керамзитобетонных блоков, непосредственно в конструкцию стены.

Достижение более высокого качества конструкций помимо надлежащего выполнения швов кладки возможно с помощью осуществления ряда мероприятий в узлах примыкания стен к дискам перекрытий и при выполнении наружного утепления:

- клеевой состав, помимо точечного нанесения в средней части плит, также наносить сплошной линией по контуру теплоизоляционной плиты;
- полости в местах примыкания верха наружной стеновой кладки к перекрытию заполнять пенным утеплителем на всю глубину кладки, при этом, в стык у наружной плоскости стены укладывать теплоизоляционный

уплотнительный жгут, а плиты утеплителя наружной теплоизоляции в области дисков перекрытий укладывать на сплошной клеевой слой;

– плиты утеплителя по контуру оконных проемов, укладывать на сплошной клеевой слой (в особенности контролировать места на краях плит, обращенных к оконным проемам);

– места примыкания оконных коробок к стенам заполнять пенным утеплителем на всю глубину оконной коробки без пропусков.

Кроме того, опыт применения самонесущих конструкций из штучных материалов совместно с системами наружной теплоизоляции показывает, имеет смысл предусматривать, хотя бы с внутренней стороны наружной стены, нанесение тонкого штукатурного слоя.

Вопрос повышенной воздухопроницаемости наружных стен зданий повышенной этажности следует рассматривать в совокупности с работой системы естественной вентиляции. Например, располагаемое давление для шестого этажа в 20-ти этажном здании будет составлять не менее 20 Па при расчетных условиях и без учета ветрового давления на поверхность фасадов здания. Для таких условий на нормативном уровне следует рассмотреть обязательные мероприятия и технологические схемы установки оконных заполнений и возведения стен из крупнопористых материалов, в особенности таких, как щелевые блоки из поризованной керамики и щелевые керамзитобетонные блоки.

Литература

1. Сюльжина, А. Технология дала трещину / А. Сюльжина // Советская Белоруссия (№ 234) – 2014. – 9 дек. – С. 3.

2. Отчет о научно-технической работе «Теплотехнические исследования наружных ограждающих конструкций на объекте «Строительство 144-квартирного 20-этажного жилого дома в квартале ул. Аэродромная – ул. Левкова – у. Володько» с выдачей рекомендаций» / НИИЛ СТЭСЗ БНТУ. – Х. Д. № 5567/15 с. – Минск, 2016. – 46 с.

УДК 620.92; 620.97

Численное исследование сложного теплообмена в продуваемых непроходных каналах теплоотра

Бубырь Т. В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Для решения задачи повышения эффективности эксплуатации тепловых сетей, размещенных в непроходных каналах, предложено схемно-структурное решение регенеративно-утилизационного теплоиспользова-