

# ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

**Вопросы долговечности (эксплуатационного срока службы) строительных конструкций зданий в настоящее время при проектировании практически не рассматриваются. Гораздо больше внимания уделяется проблемам их энергоэффективности. Однако два указанных параметра связаны между собой в значительно большей мере, чем это кажется на первый взгляд, так как и тот и другой параметры в совокупности определяют экономическую эффективность эксплуатации такой сложной системы, как здание.**

Энергоэффективность определяет расходы на отопление в течение всего срока эксплуатации (т. е. является параметром времени), а долговечность — расходы, связанные с проведением текущих и капитальных ремонтов здания, в том числе на восстановление требуемого уровня по тепловой защите.

В последние годы у нас явно отсутствует должное внимание к проблеме долговечности строительных конструкций. Этим вопросом в нашей стране занимается не так много научных центров. Одним из них является НТЦ «Технологии XXI века», который в течение последних четырех с половиной лет проводит соответствующие исследования на базе испытательного центра СПб ЗНИИПИ (ранее ЛенЗНИИЭП). Исследования проводятся в соответствии с методикой МВИ 23-5117-2005, аттестованной ФГУП «ВНИИФТРИ». Экспериментальная часть исследовательской работы, направленной на определение эксплуатационного срока службы ограждающей конструкции из газобетона, облицованного силикатным кирпичом, завершилась в конце прошлого года, и сразу же началась обработка полученных данных. О предварительных результатах рассказывается ниже.

По нормативным документам 60—70-х гг. прошлого столетия, все здания подразделялись на классы по степени долговечности. Это позволяло проектировщику выбрать те материалы и конструкции, которые были оптимизированы как с позиции минимизации эксплуатационных расходов, так и с позиции увеличения срока наступления их аварийного или недопустимого технического состояния. В частности, при недостаточной долговечности ограждающих конструкций с повышенным уровнем теплозащиты сэкономленные в результа-

те уменьшения эксплуатационных расходов средства могут быть частично или полностью израсходованы на проведение последующих ремонтно-восстановительных работ. Таким образом, не только энергоэффективность, но и долговечность строительных конструкций влияет на экономическую эффективность вводимого в эксплуатацию жилья.

В настоящее время требования по уровню тепловой защиты зданий повышены в 2—3 раза, но при этом требования по долговечности полностью исключены из нормативной документации. Однако, как указывалось ранее, вопросы долговечности (и последующих затрат на капремонт зданий) не менее важны, чем вопросы сбережения энергии.

В последнее время существенно увеличилось количество строящихся зданий с многослойными ограждающими конструкциями, долговечность которых, с позиции теории надежности, по определению меньше долговечности конструкций однородных. Связано это с тем, что выход из строя любого конструктивного слоя (пароизоляции, элементов крепления, теплоизоляции, наружного ограждения и т. д.) такой конструкции нарушает нормальную эксплуатацию конструкции в целом. Присутствует также большая зависимость потребительских и эксплуатационных свойств многослойных конструкций от качества строительного-монтажных работ, которое, как известно, в настоящее время вызывает много критических замечаний. Кроме того, в нашей стране во многих случаях наблюдается необоснованное копирование западных технологий, которые не всегда подходят, с точки зрения эксплуатации в климатических условиях, для большей части нашей страны.

В этой связи в качестве испытываемой стеновой конструкции была выбрана стена, состоящая из газобетона (400 мм), облицованного силикатным кирпичом (120 мм) с зазором 40 мм между ними на гибких связях. Выбор был осуществлен, во-первых, на том основании, что данная стеновая конструкция не являлась однородной (однослойной), во-вторых, при ее возведении были использованы материалы, зарекомендовавшие себя как долговечные, и в-третьих, в связи с частым применением данной стеновой конструкции в практике строительства Санкт-Петербурга.

## МНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Автор эмпирической теории решения изобретательских задач Г. С. Альтшуллер в свое время констатировал, что реальные кривые развития технических систем отличаются от теоретических. Инерция интересов приводит на практике к переразвитию системы за пределы экономической целесообразности.

Именно такое переразвитие мы наблюдаем в последнее десятилетие в области нормирования сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Осознанная благодаря нефтяному кризису 70-х годов комплексная задача экономии ресурсов при возведении и эксплуатации зданий с нормируемым микроклиматом была к исходу девяностых годов подменена заботой о снижении расходов на отопление. В последующем эта забота, в свою очередь, была нерационально сведена к нормативному повышению теплозащитных свойств ограждающих конструкций.

По сути, при переиздании нормативных документов была произведена последовательная подмена понятий: комплексная минимизация затрат на строительство и эксплуатацию построенного — снижение расходов на отопление — повышение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.

В связи с этим сейчас отрадно наблюдать все более настойчивые призывы учитывать долговечность ограждающих конструкций в одном ряду с их сопротивлением теплопередаче. Отрадно видеть также, что трактовка термина «энергоэффективность» возвращается к охвату всех стадий жизненного цикла строительных конструкций.

Что касается конкретной методики и первого опыта ее применения, надеемся, что методика будет «обкатана» и доведена до состояния общепризнанной, а полученные с ее помощью результаты станут учитываться при выборе проектных решений.

**Г. И. Гринфельд, начальник  
отдела технического развития  
«Аэрок СПб»**

В настоящем исследовании эксплуатационные воздействия на фрагмент испытываемой стены моделировались в лабораторных условиях. Для этого была создана климатическая камера, состоящая из теплого и холодного отсеков, между которыми размещается фрагмент стеновой конструкции. Высота и ширина фрагмента составляла примерно 2 м, толщина — 560 мм. В теплом отсеке имитировались температурно-влажностные условия, нормированные для жилых помещений, в холодном — температурные условия улицы в наиболее неблагоприятные, с точки зрения эксплуатационных воздействий, периоды года. Камера была полностью автоматизирована, что позволяло проводить испытания по заданной программе в течение длительного периода времени без перерывов и остановок.

Для моделирования эксплуатационных воздействий были изучены данные о параметрах климатической активности выбранного района строительства (в данном случае — для условий Санкт-Петербурга) за последние 15 лет. На основании полученных и обработанных данных была разработана программа испытаний, которая включала в себя следующие виды воздействий:

- попеременное дождевание/высушивание, в том числе в агрессивной среде, характерной для воздушной среды Санкт-Петербурга;
- попеременное охлаждение/нагревание, моделирующее влияние на строительные конструкции суточных и сезонных колебаний температуры воздуха в кратковременные периоды времени года (заморозков в осенний период и оттепелей в весенне-зимний период);
- глубокое замораживание/оттаивание, моделирующее влияние на строительные конструкции самых низких отрицательных температур окружающего воздуха, характерных для выбранного региона строительства (в нашем случае — для климатических условий Северо-Запада).

С целью имитации воздействий дождевых осадков использовалась специальная дождевальная установка с распылителями воды и регулируемой нагрузкой ее подачи. Производительность установки рассчитывалась по данным количества осадков, выпадающих в регионе строительства в течение двух месяцев, предшествующих началу первых заморозков, а также на основании данных о скорости ветра за указанный период, с учетом которых рассчитывалась доля осадков, попадающих на вертикальные поверхности стен. Состав воды тоже можно было варьировать в зависимости от реальных условий данной местности. В условиях городской среды Санкт-Петербурга состав для дождевания оказался с  $pH = 5,5 - 6$ . Следует от-

метить, что методика может быть адаптирована применительно к любому району нашей страны.

В качестве основных эксплуатационных (контролируемых в течение проведения испытаний) параметров испытываемой стеновой конструкции был принят, с одной стороны, параметр, характеризующий безопасность эксплуатации стены, — прочность, а с другой стороны, параметр, обеспечивающий надлежащий уровень комфорта в помещении, — сопротивление теплопередаче. В течение всего срока проведения испытаний указанные параметры измерялись после проведения определенного количества циклов испытаний. По полученным исходным и многократным промежуточным результатам испытаний строилась регрессионная зависимость изменения основных эксплуатационных параметров стеновой конструкции, на основании которой рассчитывался ее эксплуатационный срок службы (т. е. долговечность).

С целью повышения достоверности полученных в лабораторных условиях результатов была демонтирована часть стеновой конструкции научного корпуса института, и в образовавшийся проем вмонтирован фрагмент стеновой конструкции, аналогичный той, которая испытывалась в лаборатории. В течение всего срока проведения испытаний измерялись и анализировались температурно-влажностные условия по толщине конструкции (распределение влажности и температуры, сопротивление теплопередаче), эксплуатируемой в реальных условиях.

В целом оказалось, что долговечность испытываемого фрагмента стеновой конструкции превышает требуемые 50 лет, причем с хорошим временным запасом. Однако при испытаниях был выявлен ряд факторов, которые обуславливают ее неправильную эксплуатацию и, как следствие, способствуют снижению расчетных параметров долговечности.

В частности, из-за различия в коэффициентах паропроницаемости внутреннего слоя из газобетона и облицовки в наружной зоне газобетонной составляющей стеновой конструкции в зимний период скапливается влага. В результате, влажность газобетона в зоне примыкания его к кирпичной кладке в несколько раз превышает влажность газобетона во внутренней его зоне. Это приводит к неравномерному процессу деградации эксплуатационных свойств испытываемой стеновой конструкции.

Для устранения подобного явления в ряде случаев предусматривается воздушный зазор. Однако ввиду неминуемого попадания в него строительного раствора зазор чаще всего оказывается неvented, в результате чего процесс на-

копления влаги оказывается менее интенсивным, но при этом неизбежным. Более того, на большинстве строительных объектов зазор отсутствует или заполняется принудительно строительным раствором, коэффициент паропроницаемости которого еще ниже. Таким образом, для повышения надежности и долговечности испытанной стеновой конструкции требуется обеспечить эффективное удаление влаги из наружной зоны газобетонной составляющей стены.

Что касается теплотехнических показателей испытываемой стеновой конструкции, то данные свойства тоже существенно зависят от качества используемых при строительстве материалов и правильного выполнения монтажных работ. Распространенным дефектом стеновых конструкций из газобетона является выполнение кладки стен на цементно-песчаном растворе. В этом случае толщина швов кладки составляет 8–10 мм, что заметно уменьшает показатель теплотехнической однородности стен. При указанной толщине швов дополнительные к расчетным потери тепла могут составить 10–20%. Для сокращения этих теплопотерь ведущие компании-производители автоклавных газобетонных изделий предлагают фирменные клеи для кладки, которые оптимально подходят к их продукции. При использовании специального клея толщина швов в кладке составит всего 1–3 мм, что положительно скажется не только на эстетических показателях кладки, но и на ее теплотехнической однородности. Однако следует отметить, что данные клеи эффективны только в том случае, если отклонения от заданных геометрических размеров изделий составляют не более  $\pm 1 - 2$  мм. Такие численные значения на сегодняшний день могут гарантированно обеспечить только ячеистобетонные изделия из автоклавного газобетона, изготовленного на современном оборудовании (например, производимые компаниями H + H, «Аэрок», «Дюрокс», «Итонг», «Силбет», «Хебел» и др.).

В заключение следует отметить, что на параметры долговечности строительных конструкций влияют не только атмосферные и техногенные воздействия, но и качество используемых строительных материалов, качество монтажных работ, а также условия их эксплуатации, связанные со своевременностью устранения появляющихся дефектов, а также проведением плановых ремонтных мероприятий. ●

**А. С. ГОРШКОВ, к. т. н., доцент  
ГОУ СПб ГПУ;**

**М. В. КНАТЬКО, к. ф.-м. н.,  
заместитель генерального директора  
по науке СПб ЗНИИПИ;**

**П. П. РЫМКЕВИЧ, к. ф.-м. н., профессор  
ВКА им. А. Ф. Можайского**