Биоповреждение как одна из основополагающих проблем при проектировании теплоизоляции мобильных зданий для условий Крайнего Севера

Теплоизоляция в климатических условиях Российской Федерации является одним из краеугольных камней проектирования и строительства зданий и сооружений. Тесно связанными с ней областями являются энергоэффективность и биостойкость конструкций. Биоповреждение конструкций может причинять вред здоровью людей, отрицательно влиять на прочность и долговечность конструкций и возможность их эксплуатации.

Связь теплоизоляции и биоповреждений возникает посредством нарушения параметров микроклимата внутри зданий, что приводит к намоканию конструкций и их биоповреждению. В связи с этим был рассмотрен такой объект, как мобильные здания (МЗ) – вагон-дома (бытовки), используемые для проживания вахтовых рабочих на Крайнем Севере (КС). Это жилье длительного пребывания, и к нему применяются санитарные требования, предъявляемые нормативными документами к жилым помещениям. Для эксплуатации при наружной температуре воздуха до -60°С МЗ должны обладать повышенной теплоизоляцией и исключать образование переохлаждающихся зон с конденсатом и наледью внутри помещений. В МЗ вахтовые рабочие вынуждены осуществлять все основные виды бытовой активности (сон, размещение и просушка личных вещей, разогрев пищи, прием душа, кипячение воды и др.), что неизбежно приводит к выделению влаги и повышению относительной влажности воздуха (ОВВ). Задача грамотного проектирования теплоизоляции представляется одной из наиболее важных.

В настоящее время МЗ для эксплуатации в диапазоне температуры окружающего воздуха от -60 до 45°С изготавливаются согласно требованиям ГОСТ 15150–69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды», ГОСТ 22853-86 «Здания мобильные (инвентарные). Общие технические условия»$ ГОСТ Р 52746–2007 «Прицепы и полуприцепы тракторные. Общие технические требования» и представляют собой конструкцию, склеенную из сэндвич-панелей, смонтированных на раме, с обшивкой металлическими листами. В качестве утеплителя применяется обычный пенопласт (ППС) толщиной 100 мм. Отопление осуществляется при помощи электроконвекторов и тепловых пушек. Проблемы биоповреждения внутренних помещений встречаются чрезвычайно часто. Как правило, типичным является образование конденсата в углах помещений и последующее массовое биопоражение этих зон плесенью.

Рис. 1. Общий вид жилого помещения мобильного здания

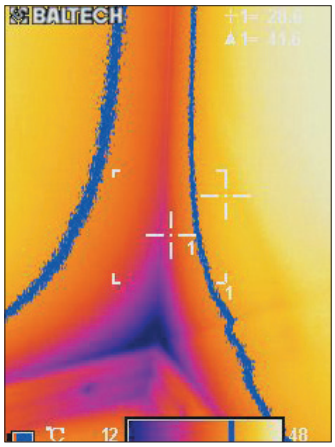

Рис. 2. Визуализация тепловизионной съемки промерзающих частей здания

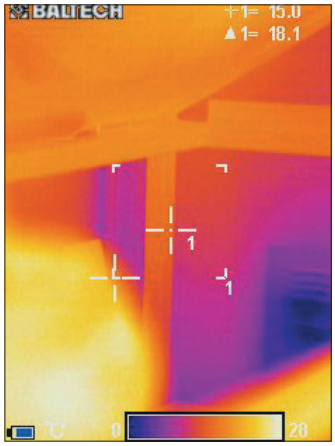

Рис. 3. Биоповрежденный фрагмент помещения и результат его тепловизионного обследования

Массовое развитие плесневых грибов крайне опасно для здоровья людей, так как споры плесени содержат сильные аллергены и токсины. Некоторые виды плесневых грибов могут начать расти и развиваться в организме человека, приводя к серьезным заболеваниям – глубоким микозам. Особый риск проживание и даже кратковременное пребывание в зараженных помещениях представляет для детей и пожилых людей, а также лиц с ослабленным здоровьем, с заболеваниями органов дыхания, аллергиями, нарушениями иммунитета. Следовательно, эксплуатация биопораженных плесенью МЗ является неприемлемой с точки зрения опасности для здоровья людей.

Причинами образования конденсата на конструкциях могут быть одновременно или по отдельности:

– эксплуатационное или проектное нарушение параметров температурно-влажностного режима (ТВР) – превышение ОВВ, нарушение вентиляции и применение невлагостойких и небиостойких видов теплоизоляции;

– промерзание ограждающих конструкций МЗ за счет дефектов теплоизоляции.

Рис. 4. *Места отбора проб биопораженных участков*

Проведено исследование 64 мобильных зданий Крайнего Севера, из них в 37 присутствовали признаки поражения плесенью. Были исследованы пробы воздуха, соскобы и отпечатки с поверхности зон поражения плесенью, а также выполнен тепловизионный замер во всех 64 вагон-домах (рис. 1–4).

В воздушной среде обследованных помещений МЗ выявлено очень значительное превышение численности спор плесневых грибов IV группы потенциальной патогенности. Крайне высокая их концентрация свидетельствует, что пользование помещениями вредно для здоровья людей. Данные плесневые грибы известны как аллергенные и токсигенные виды.

Зараженные плесенью вагон-дома непригодны для проживания в связи с наличием выявленных вредных факторов среды обитания человека, которые не позволяют обеспечить безопасность жизни и здоровья граждан. Параметры микроклимата жилого помещения не позволяют обеспечить соблюдение необходимых санитарно-эпидемиологических требований и гигиенических нормативов согласно Постановлению Правительства РФ от 28 января 2006 г. № 47 об утверждении «Положения о признании помещения жилым помещением, жилого помещения непригодным для проживания и многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции» (ч. III, п. 33).

Картина биоповреждения МЗ соответствует случаям образования конденсата в помещениях со следующими техническими нарушениями (всеми или некоторыми по отдельности):

– нарушение теплоизоляции ограждающих конструкций;

– применение неэффективных теплоизоляционных материалов;

– нарушение ТВР.

Для выяснения возможных причин выполнен инструментальный контроль показателей температуры, влажности воздуха и конструкций, изучена техническая документация на МЗ. Проведен замер фактических значений температуры и относительной влажности воздуха внутри помещений и сравнены зафиксированные значения с требованиями ГОСТ 22853–86 (согласно паспортной документации на МЗ).

При анализе полученных данных установлено, что ОВВ не превышена ни в одном из обследованных вагон-домов и составляла 15–49%, а температура воздуха находилась в диапазоне 18–25,4°С, что соответствует ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» и СанПиН 2.1.2.2645–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях». Установлено, что наличие видимых очагов развития плесени коррелирует с наличием зон переохлаждения ограждающих конструкций. Наличия биопоражения плесневыми грибами в отсутствие зон промерзания; образования конденсата не зафиксировано. Вагон-дома, в которых есть зоны переохлаждения и нет следов плесени на дату осмотра, находятся в зоне высокого риска биопоражения при продолжении их эксплуатации.

Исходя из документации на МЗ расчетные значения минимально допустимой температуры стен помещений определяются по температуре внутреннего воздуха 22°С и нормируемому перепаду температуры между воздухом и ограждающими конструкциями. Расчетные значения минимально допустимой температуры стен помещений равны 18 и 17°С. Уровень влажности воздуха позволяет осуществлять любые виды бытовой активности, включая сушку белья, приготовление пищи, гигиенические процедуры и др.

Учитывая проведенные анализы и замеры, причиной образования плесени в МЗ является систематическое образование конденсата по причине нарушения теплоизолирующей способности ограждающих конструкций (переохлаждение стен). Повышенная влажность конструкций способствует развитию плесневых грибов и/или многолетнему поддержанию их жизнеспособности. Намокание и систематическое отсыревание материалов (прежде всего невлагостойкого слоя теплоизоляции) создает благоприятные условия для роста и размножения плесневых грибов. При наличии выявленных технических недостатков (переохлаждения стен) плесневое поражение имеет неустранимый характер и будет возникать повторно.

Эксплуатационные нарушения при этом не могли стать причиной образования конденсата, поскольку замер показателей ТВР не выявил нарушений, которые могли бы вызвать конденсацию влаги на стенах, если бы не имелось зон промерзания.

Выявленные недостатки нарушают условия жизни людей (не соответствуют нормативным требованиям СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003»). Установлено несоответствие нормируемому перепаду температур между воздухом и ограждающими конструкциями согласно паспортной документации в исследуемых вагон-домах. При этом бытовки, в которых есть зоны переохлаждения и нет следов плесени на дату осмотра, также находятся в зоне высокого риска биопоражения при продолжении их эксплуатации.

Е.В. БОГОМОЛОВА*,*
канд. биол. наук, старший научный
сотрудник ФГБУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН