

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ФАСАДНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ИЗ СТЕКЛА ДЛЯ ОФИСНЫХ ЗДАНИЙ ВЫСОКОГО КЛАССА

П.В. УСТЬЯНЦЕВ, Е.А. МАЛЯР

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

В настоящее время достаточно широко распространены здания с фасадными конструкциями из стекла. Преимущественно это офисные здания высокого класса. Порой прозрачная часть данных конструкций достигает значительной доли в общей площади фасада. Здания данного типа пришли из опыта иностранного проектирования и в последнее время широко распространены в Екатеринбурге среди новостроек. При этом доля прозрачной части на некоторых достигает полной высоты помещения, как, например, на небоскребе «Антей». В то же время среди иностранных проектов встречаются здания с двойными рядами фасадных прозрачных конструкций и буферной зоной между этими рядами.

Фасадные конструкции выполняются преимущественно из алюминиевого профиля и однокамерного стеклопакета с высокоэффективным стеклом. Стекло в стеклопакете, как правило, многослойное. Между слоями стекла предусмотрены различные пленки, покрытия. Данные пленки и покрытия сообщают стеклу и, соответственно, стене её внешние качества, и уменьшают проводимость теплоты. Толщины стекол в слоях могут быть самые различные. Пустота между стеклами в стеклопакете заполняется аргоном. Ширина стеклопакета 35-45 мм в однокамерном исполнении. Профиль алюминиевый многокамерный, т.е. содержит множество герметичных полостей для уменьшения теплопередачи. Камеры соединены различным способом, например содержатся резиновые и пластмассовые уплотнения между камерами. Размеры поперечного сечения профиля примерно 60×150 мм. Профиль с закрепленным в нем стеклопакетом крепится к каркасу здания с помощью стальных кронштейнов. Как правило, конструкции поставляются на объект в виде готовых для установки модулей одинаковых габаритных размеров: например, 1,5 м длина, 6 м высота и 0,15 м ширина (по длине сечения профиля). Подобный модуль по требованиям пожарной безопасности содержит в составе, кроме прозрачной, ещё непрозрачную часть. Высота прозрачной части может быть различной: например, для указанного выше модуля – 4 м и, соответственно, непрозрачной 2 м. В непрозрачной части модуля, между профилями устанавливается плита из минеральной ваты. С наружной стороны она закрыта непрозрачным стеклопакетом, с внутренней стороны – листовой оцинкованной сталью и различными видами листовой отделки. По условиям теплопередачи конструкция является неоднородной. Снаружи такая конструкция выглядит монолитно как зеркальная блестящая стена и точно набранная в алюминиевой сетке.

Из условий теплозащиты наиболее важный параметр строительной конструкции – приведенное сопротивление теплопередаче. Аналитически определить при проектировании приведенное сопротивление теплопередаче многокомпонентного фасада с помощью принятых в России инженерных методов расчета не представляется возможным. Соответственно, для расчетов и для допуска к применению в строительстве необходимы результаты лабораторных измерений сопротивления теплопередаче. Если учитывать, что конструкции модулей фасада для каждого объекта и даже на одном объекте могут различаться устройством профилей, устройством стеклопакета и т.д., то сопротивление теплопередаче следует определять и в целом для данного модуля данного фасада, и в отдельности на элементы конструкции данного модуля: прозрачную часть, непрозрачную часть, стеклопакет, профиль.

Согласно данным российских поставщиков по иностранным методикам измерений данная величина сопротивления конструкции обычно больше $1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, т.е. значительно выше допустимых минимальных значений для расчетных условий г. Екатеринбурга. Это, безусловно, позволяет применять данные конструкции в качестве окон. Но при высоте от пола до потолка данная конструкция превращается в прозрачную стеклянную стену. Для стен требуемое сопротивление теплопередаче согласно [1] значительно выше, даже по санитарно-гигиеническим требованиям. К окнам и витражам такие требования [1] не прописаны в однозначном виде. Могут возникнуть противоречия и вольные трактовки, особенно когда заказчик очень хочет стеклянные стены (в последнее время это модно на западе). В помещениях с кондиционированием помимо температуры воздуха нормируется температура на поверхно-

сти [2]. Отметим, что сопротивление фасадных конструкций, определяемое по иностранным методикам, рассчитывается для небольшого перепада температур по разные стороны фасадной конструкции. Фактические же условия эксплуатации в России значительно отличаются от данных испытательных условий. Согласно [1] значение приведенного сопротивления теплопередаче данной неоднородной ограждающей конструкции должно определяться по ГОСТ РФ. На основании результатов испытаний, проводимых в НИИСФ (г. Москва), сопротивление теплопередаче фасадных конструкций меньше определяемых по иностранным методикам в 1,5-2 раза (наиболее характерная величина 0,6 и даже 0,64 м²·°С/Вт для прозрачной части модуля). С учетом неоднозначности требований [1] это все же позволяет использовать данные фасадные конструкции в качестве витражей даже в г. Екатеринбурге, так как при таком сопротивлении теплопередаче конденсата на стеклопакетах по расчету не будет.

Из расчетов теплового баланса офисных помещений известно, что, как правило, при средней загрузке офисов и средней глубине помещений, теплопоступления в офисные помещения превышают потери тепла, что справедливо также для расчетных условий г. Екатеринбурга. Отметим, что в подтверждение расчетных данных практикой, одним из авторов статьи лично в офисе наблюдались достаточно высокие температуры в глубине помещений при полностью отключенных отопительных приборах (температура наружного воздуха составляла -30°С). Пониженное сопротивление стен должно быть полезным и способствовать охлаждению. Но необходимо определить параметры данного полезного теплообмена и их влияние на человека.

Согласно результатам расчета для г. Екатеринбурга температура внутренней поверхности таких фасадных конструкций составляет 9-10°С, (приведенное сопротивление теплопередаче 0,6 м²·°С/Вт). Температура же внутренней поверхности стен для Екатеринбурга должна составлять не менее 16°С. Помимо завышенных затрат на отопление существуют другие проблемы, вытекающие из данных низких температур внутренней поверхности конструкции. Рассмотрим некоторые из них.

При пониженной температуре и значительной площади данная поверхность уменьшает радиационную и результирующую температуру помещения, которые нормируются [2]. Не выполняются требования [2] к перепаду результирующей температуры по высоте помещения. Обычно проектировщики климатических систем в РФ не проверяют данные условия. Рассмотрим, с чем связано нормирование радиационной температуры помещения. Человек обменивается с окружающей средой в офисном помещении в основном конвекцией и излучением. Согласно данным [3] существует два условия комфортности, при выполнении которых теплообмен человека излучением с окружающей средой оптимален. В [3] приводятся методики расчета теплообмена излучением человека в помещении. Подобные методики приводятся в [4], но они основаны на нормируемой радиационной температуре, а не на балансе тепловых потоков. Согласно результатам расчетов, проведенным для современного здания по методике [3], при пониженной температуре внутренней, обращенной к человеку, поверхности стены, плотность теплового потока излучением с элементарной площадки на голове человека на поверхности в помещении превышает оптимальное значение. Человек при этом находится на расстоянии не более 2 м от поверхности стеклянной стены. И чем ближе, тем хуже. Особенно актуально это может быть в кабинете руководителя, где технологические тепловыделения невелики, рабочее место расположено, чаще всего, ближе к окну или прозрачной стене. В начале рабочего дня данная ситуация может наблюдаться и в офисных кабинетах сотрудников, где может понизиться температура всех окружающих поверхностей во время перерыва в работе на ночь или выходные и праздничные дни. Следует ожидать, что люди будут испытывать радиационное переохлаждение.

Кроме лучистого теплообмена около охлажденной поверхности существует конвективный теплообмен, который характеризуется определенными параметрами струй воздуха. Например, при высоте окон более 2 м около внутренней поверхности окон в помещении возникают струи, параметры которых, согласно расчетам, в конце развития выше оптимальных, приводимых в [2]. Ширина струй также значительна. Человек, рабочее место которого располагается около наружной стены с прозрачной частью, может попасть под воздействие данных струй. Это недопустимо в помещениях с кондиционированием.

Таким образом, около стеклянной стены в дорогом офисном центре, люди могут почувствовать дискомфорт из-за переохлаждения конвекцией и излучением. Переохлаждение рабочих мест, расположенных вдоль стен в офисных зданиях со стеклянными стенами, выявлено авторами и по результатам опросов сотрудников офисов в таких зданиях.

Рассмотрим последствия низкого сопротивления теплопередаче профиля. Отметим, что согласно данным испытаний НИИСФ (г. Москва), сопротивление теплопередаче профиля в составе конструкции относительно мало, температура наружной поверхности при расчетных условиях г. Екатеринбурга может достигать 3°C, что может привести к образованию конденсата на данной поверхности даже при поддержании влажности не более 30 %. А при неработающей вентиляции влажность воздуха может повыситься и на профилях, начнется конденсация, что запрещено [1].

При указанных проблемах, которые следуют из результатов теоретических расчетов, очень важно следить за соблюдением технологии монтажа и тщательным выполнением узлов примыкания стеклянных фасадов к фасадам другой конструкции. Согласно результатам опроса служб эксплуатации часто проблемы низкой теплозащиты данных фасадов связаны с низким качеством сложного высокотехнологичного монтажа примыканий фасадов. Расчет влияния таких узлов примыкания на приведенное сопротивление теплопередаче стеклянного фасада очень сложен. Также сложно учесть и влияние узлов крепления стеклянных фасадов, ведь эти узлы не возьмешь с собой в лабораторию на испытания. Нормативной литературой РФ такие вопросы вообще не охвачены.

Второй важный параметр для расчетов климатических систем и последующей эксплуатации помещений: доля пропускания потока солнечной радиации от общего потока радиации, поступающего на поверхность фасадной конструкции. Отметим, что данная доля может быть достаточно низкой для современных стеклопакетов (примерно 0,3). Данное обстоятельство обуславливает повышенную, согласно расчетам по методике [5], температуру поверхностей стекла при расчетных условиях теплого периода года. Для г. Екатеринбурга данная температура на наружной поверхности стеклопакета может достигать 40-45°C при температуре наружного воздуха +27°C. Повышенной может оказаться температура внутренней поверхности стеклопакета. Это приведет к радиационному перегреву людей около стекла. Однако, это не главное. Пожалуй, наиболее негативный фактор – все же недостаточно эффективная защита от прямой солнечной радиации и избыточное её поступление на человека, рабочее место которого расположено вблизи стеклянной стены. В широтах г. Екатеринбурга солнце стоит в полдень в июле на небольшой угловой высоте по сравнению с южными широтами, что приводит к более значительному проникновению энергии солнца внутрь помещений. От этого проблема ещё более актуальна, так как она более длительна. Применение для защиты от солнца жалюзи эффективно, но в офисах высокого класса может быть не эстетично. Отметим, что данная проблема не рассмотрена в нормативной литературе РФ.

Вероятно, эффективным решением проблем завышенных параметров охлаждения вдоль стен зданий со стеклянными фасадами было бы применение двух рядов фасада и буферной зоны, как это было предусмотрено в проекте здания «Охта-Центр» в г. Санкт-Петербурге, или некая аналогия в отеле «Hyatt» в г. Екатеринбурге. Отопление буферной зоны возможно с помощью любых типов приборов. Возможно создание конструкции нового типа с внутренним стеклом с относительно низким сопротивлением теплопередаче и встроенным конвектором между стеклопакетами. В этом случае буферной зоны проходного типа не будет, зона будет максимально заужена. Наиболее рационально уменьшить размеры прозрачных участков до минимальных нормативных значений. Также возможно применение систем напольного отопления, совмещенного со встроенными в пол конвекторами. Желательно предусмотреть данную пару приборов, компенсирующих повышенные параметры теплообмена, для каждого модуля фасада. Следующий способ: панельные радиаторы с плоской поверхностью, обращенной к человеку, и конвективной вставкой на задней поверхности. Однако в этом случае может наблюдаться завышенная радиационная температура в помещении из-за высокой температуры поверхности радиаторов, и будут еще более нарушены требования [2] к перепаду результирующей температуры по высоте обслуживаемой зоны. При этом условия по уравниванию избыточных тепловых потоков согласно методике из [3]

будут выполнены, что вызывает некоторые неувязки по физическому смыслу процессов. Отметим, что в [4] данные условия теплообмена проверяются также через радиационную температуру, но с учетом площадей охлажденной поверхности и коэффициентов облученности.

Для решения проблем перегрева зоны расположенной вдоль стен зданий со стеклянными фасадами могут быть использованы аналогичные решения. Применение двух рядов фасада и буферной зоны. Охлаждение буферной зоны возможно с помощью любых охлаждающих устройств, даже наружным воздухом через регулируемые клапаны. Наиболее рационально уменьшить размеры прозрачных участков фасада до минимальных нормативных значений. Также возможно применение систем панельного охлаждения совмещенного с конвекторами и вентиляцией.

Библиографический список.

1. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» М.: Госстрой России. ФГУП ЦПП, 2004
2. ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» официальное издание МНТКС - М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1999
3. Богословский В. Н. Б74 Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1982. 415 с., ил.
4. 2001 ASHRAE Handbook CD Fundamentals Chapter 8 Thermal comfort
5. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. В60 Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1/В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.-4-е изд., перераб. и доп.-М.: Стройиздат, 1992.-319 с: ил.- (Справочник проектировщика).
6. ISBN 5-274-01155-1

ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОДО-МАСЛЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

О.С.ВОРОНИНА, В.В.СВИРИДОВ, А.В.СВИРИДОВ

ГОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

А.Ф.НИКИФОРОВ, С.Ю.ШИШМАКОВ

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

Современные водосмешиваемые смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) для обработки металлов являются сложными многокомпонентными системами. Основой для приготовления СОЖ являются масла. Применяемые в промышленности СОЖ содержат в своем составе до 70 % масел. В процессе многократного использования при механической обработке металлов СОЖ теряют свои технологические свойства. Процесс утилизации и регенерации отработанных водосмешиваемых СОЖ имеет свои особенности и трудности: смазочно-охлаждающие жидкости невозможно регенерировать, поскольку в состав таких СОЖ входят компоненты, эмульгирующие масло [1].

Отработанные СОЖ со сточными водами попадают в водные объекты. Характер и степень отрицательного воздействия на водоемы и организмы маслосодержащих сточных вод неодинаковы. Химический состав масел определяет как их токсичность, так и изменения, которые происходят с ними после попадания в воду. Так, присутствие серы препятствует окислительному процессу, а ванадий стимулирует его. В эмульгированном состоянии масла могут находиться во всем объеме воды. При благоприятных условиях масла растекаются по поверхности водоема. Масляная пленка по сравнению с чистой водой снижает газообмен, уменьшает поверхностное натяжение и увеличивает коэффициент теплопроводности. В любом случае присутствие в воде масел оказывает значительное влияние на жизнь водоема, негативно воздействуя на все звенья биологической цепи [2]. В связи с этим исследование закономерностей разделения водо-масляных эмульсий приобретает все большую актуальность [3].

В качестве исследуемого образца в работе использовалось экспандерное масло Wedolit EP-5 производства Wilhelm Dietz GmbH & Co.KG (Германия). Масло соответствует спецификации CGELP 460 и предназначено для смазки поверхностей скольжения и направляющих. Оно спонтанно эмульгирует и содержит полярные присадки, предотвращающие об-