

УДК 697.93

## И.Г. ФРОЛОВА

старший преподаватель кафедры городского строительства и хозяйства  
Самарский государственный архитектурно-строительный университет

## С.В. ФРОЛОВ

инженер кафедры городского строительства и хозяйства  
Самарский государственный архитектурно-строительный университет

# НАРУШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА – ФАКТОР СНИЖЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

VIOLATION OF TEMPERATURE AND HUMIDITY IS A FACTOR COMPROMISING SECURITY

*Освещен вопрос влияния влажности на строительные конструкции. Обозначены опасные зоны и описаны возможные повреждения. Дана оценка снижения безопасности здания.*

**Ключевые слова:** температурно-влажностный режим, избыточная влага, увлажнение, проливы, разрушение, повреждение, безопасность.

Критерии безопасности зданий и сооружений заложены в Федеральном законе № 384 от 30 декабря 2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Температурно-влажностный режим - комплекс физических параметров, характеризующих микроклимат помещений и окружающей среды. Показатели режима помещения диктуются санитарно-гигиеническими требованиями и занесены в соответствующие нормы. Показатели режима наружной среды определены многолетними наблюдениями и содержатся в СНиПе.

Принимая во внимание температурно-влажностный режим наружной и внутренней среды, можно производить проектирование зданий с соблюдением требований их безопасности.

При проектировании конструктивных узлов здания проектировщики вводят гидро- и пароизоляционные слои (материалы), которые позволяют сохранить исправное состояние конструкций и обеспечить температурно-влажностный режим.

Водная среда, присутствующая в виде составляющей атмосферной и грунтовой среды и во многих случаях являющаяся по отношению к конструкциям самостоятельной средой, имеет наибольшее значение в процессах износа конструкций.

Вода — универсальный растворитель твердых веществ, жидкостей и газов. Это свойство воды игра-

*Elucidate the question of influence of humidity on the building design. Designated hazardous areas and described the possible damage. The estimation is given to reduce the security of the building.*

**Keywords:** temperature-humidity regime, excessive moisture, humidity, Straits, destruction, damage, security.

ет важнейшую роль в формировании химического состава растворов, благодаря чему большинство водных сред являются химически активными.

Проникновение влаги в структуру материала зависит также от соотношения давлений паров в воздухе и в материале. Если давление паров в материале меньше, чем в воздухе, то влага из воздуха проникает внутрь материала, и наоборот, если внешнее давление равно внутреннему, то процесс проникновения влаги прекращается.

Основным параметром, характеризующим влагостойкость конструкций, является степень гигроскопичности материала, т. е. способности поглощать влагу из воздуха:

$$G = \frac{(C_1 - C_2)}{C_2} \cdot 100,$$

где  $C_1$  — масса увлажненного материала, кг;  $C_2$  — то же, сухого, кг.

Водостойкость конструкций характеризуется водопоглощением, показывающим, какое количество воды (%) впитывает в себя сухой материал. Если он поглощает влагу поверхностным слоем, то это явление называют адсорбцией. При поглощении молекул воды поверхностью материала через капилляры и поры происходит неактивная сорбция, при проникании молекул воды по межмолекулярным каналам материала называется активной сорбцией.

Адсорбция молекул воды наиболее интенсивно происходит у материалов, имеющих ионное строение, и почти отсутствует у материалов с неполярными или неполярными молекулами, поскольку сила притяжения полярной молекулы воды к иону больше, чем к нейтральной молекуле. Если сила притяжения молекул воды к поверхности материала велика, то вода растекается по поверхности, стремясь занять большую площадь, в противном случае, вода не растекается и формируется на поверхности в виде капель.

В зависимости от интенсивности действия на бетонные, каменные и металлические конструкции, агрессивность водных растворов определяют по следующей классификации:

- выщелачивающая агрессивность при дикарбонатной щелочности - менее 1,5 мг-экв/л (эта агрессивность тем сильнее, чем меньше показатель дикарбонатной щелочности — содержания ионов  $\text{HCO}_3^-$  в воде);

- общекислотная агрессивность - при  $\text{pH} < 7$ .

Вода считается агрессивной, если  $\text{pH} < 5,7 \dots 7$ .

Для конструкций опасно наличие избыточной влаги в сочетании с колебанием температуры.

К основным видам увлажнения конструкций относятся следующие:

- капельно-жидкое (дождь);
- конденсационное (перепад температур, нерациональное размещение слоев разной плотности в стенах);
- гигроскопическое (поглощение влаги из воздуха);
- капиллярное (подсос грунтовых вод).

Наиболее уязвимыми участками здания, с точки зрения воздействия влаги, являются:

- сопряжение фундамента со стенами;
- цокольная часть стены (рис. 1);
- карнизная зона (рис. 2);
- сопряжение крыши с парапетом;
- сопряжение водосточных элементов со стенами и крышей (рис. 3);
- узлы сопряжения санитарно-технических коммуникаций со стенами;
- подоконная часть фасадов - сливы подоконные.

Увлажнения конструкций в этих зонах происходит при неисправности элементов в узлах, защитных покрытий, а также в местах отведения влаги.



Рис. 1. Поражение влагой цокольной части с признаками разрушения кирпичной кладки

На поверхности и в теле каменного материала имеются поры, пустоты, капилляры и микротрещины, способствующие увеличению площади их



а



б

Рис. 2. Увлажнение карнизной части наружных стен здания: а - общий вид; б - разрушение карнизной части стены из-за замачивания при некачественной организации водоотвода

удельной поверхности, что повышает возможность контакта конструкции со всеми видами влаги. Смачивание материала сопровождается физическими процессами, вызывающими напряжение.

Механизм разрушения увлажненной каменной кладки связан с расклинивающим действием влаги. Молекулы воды обладают дипольными моментами, поэтому они ориентируются в зоне действия силовых полей, образование которых связано с развитием микротрещин или дефектов кристаллических структур (рис. 3). Дипольная ориентация воды в адсорбционном слое повышает ее плотность и вязкость. В результате вода приобретает упругость, близкую к упругости материала конструкции. По мере сужения микротрещин упругость воды повышается, в результате чего усиливается ее расклинивающее действие. Возрастание внутренних напряжений, вызванных расклинивающим действием влаги, приводит к значительному снижению прочности материала, смоченного влагой.

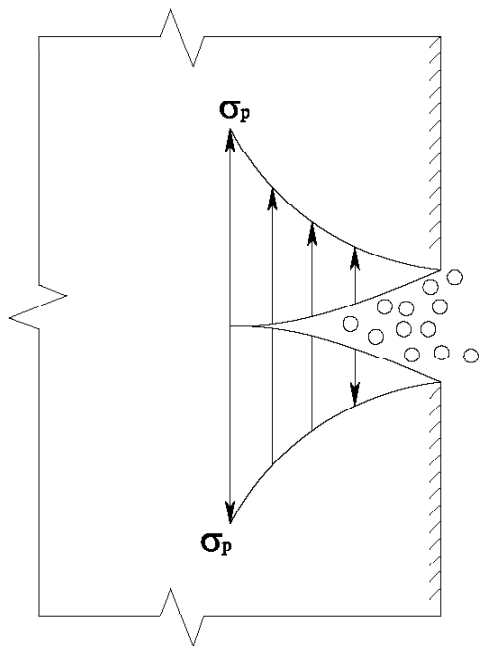


Рис. 3. Расклинивающие действия адсорбированной влаги:

$\sigma_{\delta}$  - рост расклинивающих напряжений

Разрушению каменных материалов способствует одновременное воздействие отрицательных температур и влаги. Замерзающая в порах и капиллярах вода увеличивается в объеме, вызывая значительные напряжения в материале конструкции.

В процессе эксплуатации здания увлажнение элементов возможно при проливах воды и иных жидкостей (рис. 5), а также при выбросах пара.



Рис. 4. Замачивание цокольной зоны стены из-за укорочения трубы наружного водостока



Рис. 5. Следы технологических проливов перекрытия производственного здания

По результатам обследования гражданских зданий выведена следующая диаграмма распределения дефектов в конструкциях (рис. 6). По данному рисунку видно, что фактор увлажнения на прямую зафиксирован в размере около 10 % (увлажнение стен), однако воздействие влаги на конструкции возможно при разрушении кровли (3,3 %), а также промерзание стен (16,7 %) может происходить по причине избытка влаги.

В производственных зданиях увлажнение конструкций по тем или иным причинам приблизительно составляет 28,7-35,49 % от общего процента нарушений. Из них на нарушение кровли (проник-

новение атмосферных осадков) приходится 17,6-29,7 %, замачивание технологическими жидкостями - 4,9-7,3 %, увлажнение подоконной и цокольной зоны - 0,4-0,99 %, высолы проявляются в 3,4 %.

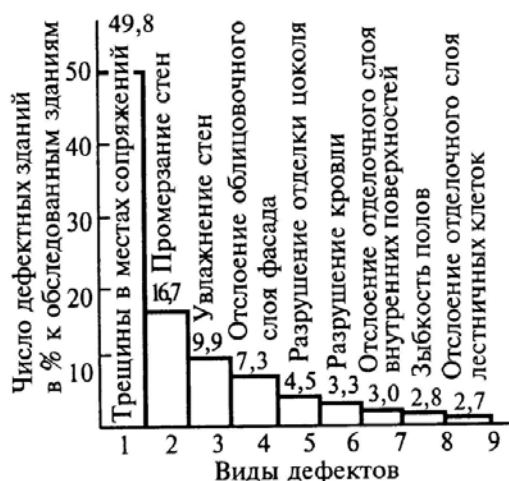


Рис. 6. Распределение дефектов в гражданских зданиях при их эксплуатации

Последствиями увлажнения конструкций являются разрушение облицовочных и защитных покрытий и слоев, конструкционного материала элемента, развитие биологических повреждений, коррозия металлических элементов и арматуры в конструкциях (рис. 7-9).

В процессе роста и развития грибки выделяют продукты жизнедеятельности — преимущественно различного вида кислоты. Несмотря на то, что пле-

сень состоит на 90 % из воды, она очень гигроскопична и способна поглощать влагу из атмосферного воздуха. Наиболее интенсивно грибки разрушают конструкции из дерева, полимерных материалов, а также лакокрасочные покрытия.

Понижение и повышение температуры так же, как и уменьшение влажности, замедляют рост большинства видов грибов. При температуре ниже 7 и выше 40 °С грибки практически перестают развиваться, но не погибают.

При благоприятных условиях размножение идет настолько быстро, что из небольших образований вырастают большие количества новых спор, достигающие нескольких миллионов.

Очаги обитания плесени базируются, как правило, в местах плохой вентиляции поверхности. Это могут быть углы стен, потолков, примыкания пола к стене и т.д.

Биологические поражения строительных конструкций очень опасны для здоровья человека.

Грибки можно разделить на три вида: плесневые, грибки синевы и грибки гниения.

Одними из опасных для человека видов являются плесневые грибы, которые растут на бетоне, краске или камне. Наблюдать их можно в виде пятен или точек черного, бурого, голубого или зеленого цветов. Самой ядовитой считается желтая плесень, выделяющая афлатоксин. Это - смертельно опасные микотоксины. При попадании в организм высокой дозы яда смерть наступает в течение нескольких суток из-за необратимых поражений печени.



Рис. 7. Следы технологических проливов в перекрытии, разрушение защитного слоя бетона конструкции, оголение и коррозия арматуры



Рис. 8. Разрушение облицовочного слоя стены при ее интенсивном увлажнении



Рис. 9. Поражение грибком стены

При расчете каменных конструкций учет увлажнения производится с помощью коэффициента технического состояния, который равен 0,85. Тогда доля снижения несущей способности увлажненного элемента составит 15 %, но с учетом развития в конструкции дополнительных признаков нарушения (снижение прочности материала, уменьшение сечения) проценты снижения несущей способности могут значительно увеличиться.

Изменение температурно-влажностных показателей среды и строительных конструкций снижает техническую безопасность зданий. Последствиями приведенных нарушений является несоответствие зданий минимальным требованиям механической безопасности, безопасности здоровья человека, условий проживания и пребывания, энергетической эффективности, указанным в федеральном законе

№ 384 от 30 декабря 2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нотенко, С.Н. Техническая эксплуатация жилых зданий [Текст]: учебник / С.Н. Нотенко, В.И. Римшин, А.Г. Ройтман и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2008. - С. 99.
2. Порывай, Г.А. Организация, планирование и управление эксплуатацией зданий [Текст]: учебное пособие для вузов / Г.А. Порывай. - М.: Стройиздат, 1983. - С. 54-58, 87-88.
3. <http://ocenka-saratov.ru/plesen%20grib.html#jkor1> [Электронный ресурс].

© Фролова И.Г., Фролов С.В., 2013