

Теплоизоляционная защита конструкций подземных сооружений как фактор системного обеспечения их работоспособности и долговечности

Самусевич Д.В.

(Научный руководитель – Ловыгин А.Н.)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Гидроизоляционная система – это совокупность элементов, направленных на защиту сооружения от воздействия воды и влаги. К элементам гидроизоляционной системы относят мероприятия, обеспечивающие эту защиту – гидроизоляционные мембраны, дренаж, теплоизоляцию, вентиляцию, водоудаление и др.

Практика обследования конструкций подземных сооружений свидетельствует о том, что при их проектировании и строительстве, как правило, не в полной мере учитывается влияние на эксплуатацию гидроизоляционных систем теплоизоляции, дренажа, и т.д.

Как правило, строительные конструкции подземных сооружений могут подвергаться намоканию по разным причинам. В зависимости от источников влаги может происходить капельно-жидкое или конденсационное увлажнение.

Применительно к теме настоящей статьи следует рассматривать второй тип увлажнения строительных конструкций сооружений.

Конденсационное увлажнение происходит при перемещении водяных паров из зоны высоких парциальных давлений в зону пониженных и пересыщения воздуха влагой при падении температуры.

Различают три разновидности конденсации воды в конструкциях сооружений: систематическую, дифференциальную и круговую.

Под систематической конденсацией понимают конденсацию, чаще всего происходящую в связи со значительным и длительным перепадом.

Дифференциальная конденсация – это конденсация влаги на поверхности конструкций при росте или падении температуры воздуха вследствие температурного гистерезиса конструкций.

Круговой конденсацией следует считать конденсацию, происходящую за счет смещения водяных паров в пределах одного и того

же замкнутого объёма воздуха в полости конструкции или материала (в массивных конструкциях, таких например, как пилоны).

Гидроизоляционная система большинства сооружений страдает главным образом от систематической и дифференциальной конденсации.

Систематическая конденсация может иметь место в случае повышенной влажности помещений. Пары воздуха проникают в бетон и конденсируются под гидроизоляционной мембраной и отрывают её. При отсутствии теплоизоляции в зимнее время мембрана может быть разрушена. Теплоизоляционная защита обеспечивает долговечность работы гидроизоляционной мембраны, предохраняющей сооружения от проникновения в него воды и влаги.

Основным принципом в решении этого вопроса является снижение теплотеря наружных ограждающих конструкций сооружений за счет увеличения их сопротивления теплопередаче.

Температурные и влажностные поля подземных помещений сооружений являются нестационарными [1]. Их определение относится к числу наиболее сложных задач математической физики.

В общем случае опасность появления конденсата на внутренней поверхности конструкций тем больше, чем выше влажность внутреннего воздуха.

Водяные пары, содержащиеся в воздухе помещения, конденсируются на внутренней поверхности ограждения в том случае, когда температура поверхности окажется ниже точки росы внутреннего воздуха (t_{ϕ}), т.е. температуры, при которой воздух определенной влажности становится насыщенным водяным паром. Следовательно, при расчете ограждения необходимо обеспечить его внутренней поверхности такую температуру (t_{ϕ}), которая была бы ниже точки росы для данной влажности воздуха.

Согласно теории теплопередачи, величина (t_{ϕ}) связана с термическим сопротивлением ограждающей конструкции R_0 и сопротивлением тепловосприятости R_B зависимостью [2]:

$$t_{BH} = t - (t_B - t_n) \cdot R_0 / R_B$$

где: t_B и t_n – температуры внутреннего и наружного воздуха, °С;
 $R_B = 1 / \alpha_B$ – сопротивление теплопередаче на внутренней поверхности ($\text{м}^2 \cdot \text{°С}$);
 α_B – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С}$;

$R_0 = 1/\alpha_B + R_k$ – сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

При расчетах уже существующих ограждений по минимальной температуре внутренней поверхности определяют предельно допустимую относительную влажность воздуха, при которой начинается конденсация влаги на поверхности ограждения. Если полученное значение оказывается выше действительной влажности воздуха внутри помещения, то применение дополнительных мер по защите ограждения от конденсационной влаги не требуется. В противном случае применение дополнительных мер по теплоизоляционной защите необходимо.

Анализ приведенной формулы показывает, что регулируя величины термического сопротивления и сопротивления тепловосприятия ограждающей конструкции, можно обеспечить необходимые условия для невозможности возникновения на её внутренней поверхности конденсата.

В связи с этим следует отметить, что при реконструкции попытки установить утеплитель с внутренней стороны ограждения не приводит к положительному эффекту, так как при внутреннем утеплении в холодное время года все ограждение находится в зоне отрицательных температур. При этом нарушается естественная диффузия водяных паров из подземного сооружения наружу, что создает условия для образования конденсата на границе утеплителя и стены.

К материалам, применяющимся в качестве теплоизоляции заглубленных и подземных сооружений, предъявляются особые требования: малое водопоглощение, высокая прочность при сжатии при низкой теплопроводности, стойкость к агрессивным подземным водам, неподверженность гниению.

По виду исходного сырья теплоизоляционные материалы делятся на неорганические и органические. По структуре – на волокнистые, ячеистые и зернистые. По сжимаемости: на мягкие «М» – относительная деформация свыше 30%; полужесткие «ПЖ» – соответственно 6 – 30%; жесткие «Ж» – не более 6% (при удельной нагрузке 2,0 кПа); повышенной жесткости – до 10% (при удельной нагрузке 4,0 кПа) и твердые – до 10% (при удельной нагрузке 10,0 кПа) [3].

В заключении следует отметить, что выбор вида и типа теплоизоляционной защиты конструкций подземных сооружений в слу-

чае необходимости должны основываться на действительном состоянии температурно-влажностного режима помещений, условий эксплуатации конструкций, экономической целесообразности, т.е. стоимости и ремонтпригодности, наличия имеющейся сырьевой базы, квалификации исполнителей и других сопутствующих факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шильд Е., Кассельман Х.Ф., Дамен Г., Поленц Р. Строительная теплофизика/ перевод с нем. Бердичевского В.Г. под ред. Дешко Э.Л. – М.: Стройиздат, 1982 – 296 с.
2. Умняков П.А. Теплоизоляция ограждающих конструкций жилых и общественных зданий. – М.: Стройиздат, 1978. – 160 с.
3. Шилин А.А., Зайцев М.В., Золотарев И.А., Ляпидевская О.Б. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте. – Тверь: Изд-во «Русская торговая марка». 2003. – 396 с.