

соответственно. Эта же поперечная арматура воспринимает значительное усилие, возникающее в стойках, так как расчет поперечной арматуры производился в местах опирания плит, совпадающих с местами установки стоек.

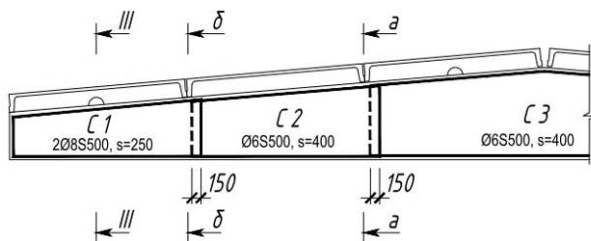


Рис. 4. Назначение поперечного армирования

**Заключение.** Окончательное сравнение балок будет произведено после статического расчета в программном комплексе Autodesk Robot Structural Analysis Professional. Разрабатывается 4 варианта модели балки: 2 стержневые модели – с учетом и учета вут, 2 пластинчатые модели – с учетом и без учета вут.

УДК 624:012

### **О необходимости теплоизоляционной защиты конструкций нулевого цикла зданий и сооружений**

Бабицкий А. А.

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 подземных сооружений свидетельствует о том, что при их проектировании и строительстве, как правило, не в полной мере учитывает влияющие на эксплуатационную 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 применении водяных паров из зоны высоких парциальных давлений в зону пониженных и перенасыщение 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 счёт смещения выходных паров в пределах одного и того же замкнутого объёма воздуха в полости конструкций или материала (в массовых конструкциях например таких как пилоны).

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

Систематическая конденсация может иметь место в случае повышенной влажности помещения.

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 сооружение от проникновения в него воды и влаги.

Основным принципом в решении этого вопроса является снижение теплопотерь наружных ограждающих конструкций сооружений за счёт увеличения их сопротивления теплоизоляции.

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

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

Водяные пары, содержащиеся в воздухе помещений, конденсируются на внутренней поверхности ограждения в том случае, когда температура поверхности окажется ниже точки росы внутреннего воздуха  $\tau_{\phi}$ , т. е. температуры, при которой воздух определённой влажности становится насыщенным водяным паром. Следовательно, при расчёте ограждения необходимо обеспечить его внутренней поверхности такую температуру  $\tau_{\phi}$ , которая была бы ниже точки росы для данной влажности воздуха.

Согласно теории теплопередачи, величина  $\tau_{\phi}$  связана в термическим сопротивлением ограждающей конструкции  $R_0$  и сопротивлением тепловосприятия  $R_B$  зависимостью:

$$\tau_{\phi} = t - (t_B - t_H) \frac{R_0}{R_H}$$

где  $t_B$ ,  $t_H$  – температуры внутреннего и наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$R_B = 1/\alpha_B$  – сопротивление теплопередаче на внутренней поверхности ( $\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ );

$R_0 = 1/\alpha_B + R_t$  – сопротивление теплоотдаче,  $\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ .

При расчётах 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 приведённой формулы показывает, что регулируя величины термического сопротивления и сопротивления тепловосприятия ограждающей конструкции, может обеспечить необходимые условия для невозможности возникновения на её внутренней поверхности конденсата.

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

К материалам, применяемым в качестве теплоизоляции заглубленных и подземных сооружений, предъявляются особые требования: 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%; полужёсткие «ПЖ» - 6-30%, жёсткие «Ж» - не более 6% (при удельной нагрузке 2.0 кПа); повышенной жёсткости – до 10% (при удельной нагрузке 4.0 кПа) и твёрдые – до 10% (при удельной нагрузке 10,0 кПа) [3].

В заключении следует отметить, что выбор вида и типа теплоизоляционной защиты конструкций подземных сооружений в случае необходимости должны основываться на действительном состоянии температурно-влажностного режима помещений, условий эксплуатации, т.е. стоимости ремонтной пригодности, наличия имеющейся сырьевой базы, квалификации исполнителей и других сопутствующих факторов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шильд Е., Кассельман Х.Ф., Дамен г., Поленц Р. Строительная теплофизика/ перевод с немецкого Бердуневского В.Г. под редакцией 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., Золотарёв И.А., Ляпидиевская О.Б. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте. – Тверь: Издательство «Русская торговая марка», 2003 – 396 с.