

РАСЧЕТ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ РЕЗЕРВУАРОВ БЛОКОВ ОЧИСТКИ

Туснин А.Р., Туснина В.М.

В Брестской области и других районах РБ малым предприятием "Брестстройнаука" построено несколько цилиндрических резервуаров блоков очистки сточных вод. По условиям технологии не допустимо замерзание воды в резервуарах зимой. Расчет теплоизоляции резервуаров блоков очистки производительностью 10 л/с и 1,5 л/с осуществлен на кафедре городского строительства и архитектуры Брестского политехнического института.

Место строительства г.Брест, климат умеренно континентальный. Период с отрицательными температурами составляет 105 суток. Среднемесячные отрицательные температуры воздуха наблюдаются в декабре, январе и феврале. Среднемесячные температуры в период с температурами ниже 8 градусов составляют: в октябре +7,7; в ноябре +2,4; в декабре -2,4; в январе -4,4; в феврале -3,6; в марте +0,6; в апреле +7,3 градуса. Температура наиболее холодной пятидневки составляет -23 градуса [1]. По данным многолетних наблюдений температура грунта на глубине 3,4 м в среднем за год составляет 8,8 градусов [2]. На глубине свыше 10 м температура практически не меняется и составляет не менее 10 градусов.

Для расчета блоков очистки выбран период с ноября по февраль включительно. При этом интервал изменения температуры принят равным 1 суткам (86400 сек). Начальная температура наружного воздуха составляет 8 градусов. В период с 1 по 30 временной интервалы (ноябрь) температура наружного воздуха равна 2,4 градуса, в период с 31 по 60 временной интервалы (декабрь) температура наружного воздуха равна -2,2 градуса. Для учета возможного похолодания в начале января в период 15 суток изменение наружной температуры в градусах принято следующим: 61 интервал -4,28; 62 интервал -8,44; 63 интервал -12,6; 64 интервал -16,76; 65 интервал -20,92; с 66 по 70 интервал -23; 71 интервал -21,14; 72 интервал -17,42; 73 интервал -13,7; 74 интервал -9,98; 75 интервал -6,26. С 76 по 90 интервал температура принята -4,4; с 90 по 120 интервал -3,6.

В течение всего расчетного периода температура грунта на глубине 10 м принята постоянной и равной 10 градусам.

Блоки очистки могут возводиться на песках, супесях, суглинках и глинах. Теплофизические характеристики грунта зависят от плотности, влажности и состояния (талое или мерзлое) [3]. Наиболее неблагоприятные характеристики имеет песок. Для песка с плотностью 1800 кг/м³ коэффициент теплопроводности в талом состоянии 1,8, в мерзлом состоянии 2,2 Вт/(м*с), удельная теплоемкость в талом состоянии 1210, в мерзлом состоянии 960 Дж/(кг*с).

Глубина промерзания песка для Бреста составляет 0,98 м [4].

Теплотехнический расчет блоков очистки выполнен с использованием вычислительного комплекса "Тер1" расчета трехмерных стационарных температурных полей в

декартовой системе координат, разработанного на кафедре городского строительства и архитектуры Брестского политехнического института. Программа реализует метод контрольного объема, являющийся частным случаем метода взвешенных невязок и позволяет рассчитать стационарное температурное поле неоднородной конструкции. Для определения распределения температуры в цилиндрическом сооружении во времени программа была специально доработана: учтено использование цилиндрической сетки разбиения и нестационарные условия теплопроводности.

Учет конвективного теплообмена в воде осуществляется усреднением температуры в объемах конструкции заполненных водой (в блоках очистки два объема заполненных водой). Усреднение производится после каждого временного интервала следующим образом. Вычисляется суммарный объем областей заполненных водой и сумма произведений объема воды в районе каждой узловой точки сетки разбиения на температуру в точке. Средняя температура определяется делением суммы произведений на суммарный объем. В том случае если средняя температура не меньше 4 градусов, температура воды в рассматриваемом объеме принимается равной средней. Если средняя температура в объеме меньше 4 градусов, то в нижней части объема скапливается вода с температурой около 4 градусов, а выше размещаются слои с иной температурой и усреднение происходит для слоев с одинаковой плотностью. В программе расчета принято, что наибольшую плотность имеет вода с температурой 3,5-4,5 градусов, далее в порядке уменьшения плотности: 2,5-3,5 и 4,5-5,5 градусов; 1,5-2,5 и 5,5-6,5 градусов; 0,5-1,5 и 6,5-7,5 градусов; -0,5-0,5 и 7,5-8,5 градусов; менее -0,5 и более 8,5 градусов. Усреднение температуры воды выполняется по каждому интервалу плотности.

При разработке расчетных схем учтена симметрия конструкции. С учетом этого в расчетную схему блока очистки производительностью 10 л/с включены части конструкции (стенки, днище, покрытие и перегородка) в пределах угла 15 градусов. Расчетная схема блока очистки производительностью 1,5 л/с включает части конструкции в пределах угла 22,5 градусов.

Рассмотрено два варианта утепления сооружений: в первом утеплитель толщиной 100 мм размещен между ребрами покрытия. Во втором утеплитель толщиной 70 или 100 мм размещен не только на покрытии, но и на наружной поверхности стенки от ее верха на глубину промерзания грунта.

Анализ результатов расчета на ЭВМ нестационарных температурных полей в цилиндрической системе координат с усреднением температуры в воде для учета конвективного теплообмена позволяет сделать следующие выводы:

1. При размещении утеплителя толщиной 100 мм только на покрытии в обоих блоках очистки в, значительной части объема воды возникают отрицательные температуры, при этом средние температуры, вычисленные для слоев воды с температурой меньше 3 и больше 5 градусов, отрицательны и занимают существенную часть объема воды (29% общего объема воды в блоке очистки производительностью 1,5 л/с и 18% общего объема воды в блоке очистки 10 л/с). Все это позволяет утверждать, что при

действии экстремальных отрицательных температур наружного воздуха происходит замерзание воды в сооружениях.

2. При размещении утеплителя толщиной 70 мм на покрытии и стенке в воде возникают отрицательные температуры, при этом в блоке очистки производительностью 1,5 л/с отрицательны и средние температуры

3. При размещении утеплителя толщиной 100 мм на покрытии и стенке в блоке очистки производительностью 1,5 л/с в незначительной части объема воды (не более 7% общего объема воды) возникают небольшие отрицательные температуры, при этом средние температуры, вычисленные для слоев воды с температурой меньше 3 и больше 5 градусов, положительны, а в блоке очистки производительностью 10 л/с температура воды всегда положительна. Все это позволяет утверждать, что даже при действии экстремальных отрицательных температур наружного воздуха для данного варианта утепления не происходит замерзания воды в сооружениях.

Таким образом для недопущения замерзания воды в блоках очистки требуется размещения утеплителя толщиной 100 мм с коэффициентом теплопроводности 0,05 Вт/(м*гр) между ребрами покрытия и на стенке на глубину промерзания грунта. При использовании утеплителей с иным коэффициентом теплопроводности следует пропорционально изменить толщину утеплителя.

Литература

1. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. М., 1983.
2. Климат Бреста. Л., 1979. 3. Теплофизические расчеты объектов народного хозяйства, размещаемых в горных выработках.
3. Справочное пособие к СНиП 2.01.55-85. М., 1989.
4. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений. М., 1985.

КОНСТРУИРОВАНИЕ СТЕН С ПОВЫШЕННЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

Туснин А.Р., Туснина В.М.

В настоящее время при реконструкции и новом строительстве с целью достижения требуемого сопротивления теплопередаче применяются неоднородные стены, включающие несущий слой, утеплитель, защитный слой, анкеры и перемычки.

При проектировании стен крупнопанельных зданий традиционно приведенное сопротивление теплопередаче определяется на основе расчета температурного поля, а затем опытный образец конструкции испытывается в тепловой камере, где находится фактическое сопротивление теплопередаче. После сопоставления расчетного и фактического сопротивления теплопередаче с требуемым решается вопрос о серийном про-