

Рис. 4. Снижение уровня УГВ на участке проектирования

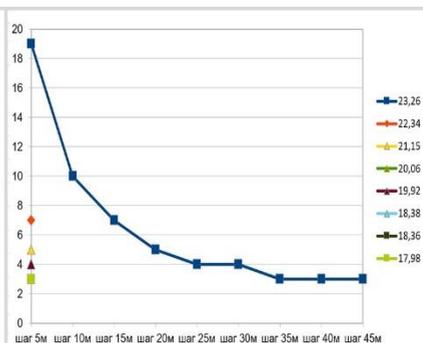


Рис. 5. Количество скважин в зависимости от шага

Насыщение склона водой также увеличивается, о чем свидетельствует появление выходов фильтрации в районах 10-16 станции Б. Фонтана.

Оптимальным шагом скважин может считаться расстояние в 20-25 м, что определяется как их количеством, так и эффективностью работы при условии постепенного выхода их из строя.

УДК 627.824.2/3:624.04

Влияние сезонных изменений температуры окружающей среды на устойчивость низового откоса грунтовых плотин

Дмитриев С. В., Анисимов К. И.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры
Одесса, Украина

Приведена методика учета температурных воздействий на значение коэффициента устойчивости низового откоса грунтовой плотины. Установлена теоретическая закономерность между температурой фильтрующегося потока через тело земляной плотины в данной точке и скоростью фильтрации. Подобрано дифференциальное уравнение, описывающее изучаемый процесс, и определены граничные условия для этого уравнения.

Одним из факторов, влияющих на безопасную эксплуатацию грунтовых плотин, является положение кривой депрессии в теле сооружения. Сезонные температурные климатические изменения могут оказывать значительное влияние на положение депрессионной кривой и, как следствие, на его напряженно-деформированное состояние.

Образуемая вследствие колебаний температуры воды в верхнем бьефе температурная волна распространяется в тело плотины и постепенно затухает, что обуславливается двумя факторами: фильтрацией воды в грунте, слагающем сооружение, и теплопроводностью последнего. Такой характер распространения тепла соответствует конвективному теплообмену (1). Ограничиваясь линейной постановкой задачи и полагая скорость фильтрации постоянной, можно записать:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - \frac{\partial T}{\partial x} U_x, \quad (1)$$

где T – функция изменения температуры, $T = f(x, \tau)$; τ – время; x – продольная координата; U_x – скорость фильтрации в проекции на ось X , $U_x = \text{const}$; a – коэффициент температуропроводности водонасыщенного грунта тела плотины, $\text{м}^2/\text{сут}$.

Граничным условием для уравнения конвективной теплопроводности является уравнение колебаний температуры воды в верхнем бьефе. Строго говоря, в естественных условиях эти колебания не являются гармоническими и несут нестационарный пульсирующий характер, и здесь можно отмечать лишь общую закономерность периодического изменения температуры от минимальных значений зимой, до максимальных – летом.

Функция, аппроксимирующая исходную дискретную зависимость $T_i(\tau_i)$, может быть представлена в следующем виде:

$$T(\tau) = A \cos(\sigma\tau + \omega) + T_0 \quad (2)$$

Уравнение (2) фактически описывает гармонические колебания со следующими параметрами: A – амплитуда колебаний, $^\circ\text{C}$; σ – циклическая частота, $\sigma = \frac{2\pi}{365}$, сут^{-1} ; ω – начальная фаза, $\omega = \frac{2\pi}{365} \tau_0$; τ_0 – сдвиг по фазе от начала координат, сут .; T_0 – среднегодовая температура воды в верхнем бьефе, $^\circ\text{C}$.

Решение уравнения (1) с граничным условием (2) было найдено как функция комплексных переменных. Такой подход упрощает решение и представляет его в более общем виде [1]. В дальнейшем из полученного решения выделяется действительная часть. Общий вид искомого решения:

$$T(x, \tau) = A e^{\alpha x + \beta \tau},$$

где α и β – комплексные коэффициенты.

Граничное условие (функция колебания температуры воды в верхнем бьефе плотины), в этом случае, примет вид:

$$T(0, \tau) = A e^{i \sigma \tau} = A [\cos(\sigma i) + i \sin(\sigma i)],$$

где σ – циклическая частота, $\sigma = \frac{2\pi}{P}$, сек^{-1} ; P – сезонный период колебаний температуры воды в верхнем бьефе, с .; i – мнимая единица ($i^2 = -1$).

Полученное решение представлено в виде:

$$T(x, \tau) = A e^{-Kx} \cos(\sigma\tau - cx) + T_0, \quad (3)$$

где $K = \frac{1}{2a} \left[\sqrt{\frac{r+U_x^2}{2}} - U_x \right]$ – декремент затухания ($K > 0$);

$c = \frac{1}{2a} \left[\sqrt{\frac{r-U_x^2}{2}} \right]$ – циклическая частота колебаний по x ;

$r = \sqrt{U_x^4 + 16a^2\sigma^2}$.

На основании уравнения (3) могут быть получены температуры фильтрационного потока в теле плотины в любой момент времени (рис. 1). Коэффициент фильтрации (рис. 2) является функцией температуры $k = f(T)$ [2]. Применяя метод виртуальных длин Н. Н. Павловского можно получить виртуальную длину L_v каждого рассматриваемого отсека грунтовой плотины в необходимый момент времени на основании определенного в этом отсеке коэффициента фильтрации как функции температуры (4) и, как следствие, положение кривой депрессии в любой момент времени на основании полученных виртуальных длин отсеков плотины.

$$L_v = \frac{k_{\phi 0}}{k_{\phi}} L, \quad (4)$$

где L – длина отсека; $k_{\phi 0}$ – коэффициент фильтрации тела плотины, приведенный к температуре 10°C ; k_{ϕ} – истинное значение коэффициента фильтрации в выбранный момент времени в сечении грунтовой плотины с продольной координатой X на длине пути фильтрации при известной температуре T .

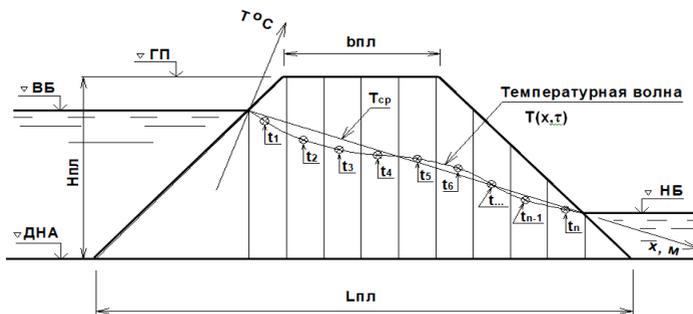


Рис. 1. Затухающая температурная волна $T(x, \tau)$ в теле грунтовой плотины с разбивкой тела плотины на отсеки с указанием температур на участках

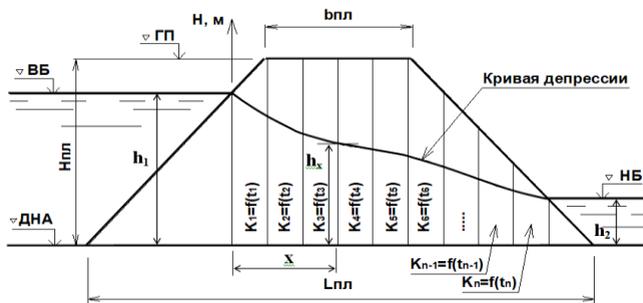


Рис. 2. Определение коэффициентов фильтрации в каждом расчетном отсеке в зависимости от температуры фильтрующейся воды

Влияние изменений температуры фильтрующейся воды на изменение положения кривой депрессии и напорной линии (в случае напорного режима фильтрации) также подтверждено рядом натуральных наблюдений на реальных сооружениях и лабораторных экспериментов [3], выполненных на кафедре гидротехнических сооружений Одесской государственной академии строительства и архитектуры. Изменения положения кривой депрессии, вызванные сезонными изменениями температуры окружающей среды (рис. 3), приводят к изменениям физико-механических характеристик грунта тела плотины, и эти изменения носят динамический характер.

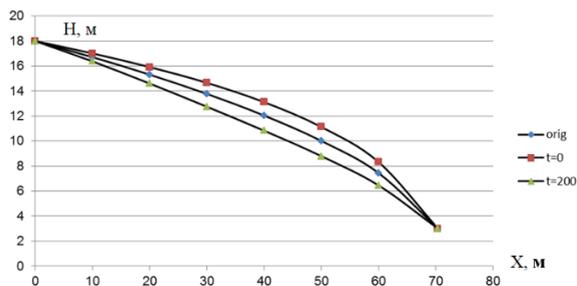


Рис. 3. Положения кривой депрессии в различные моменты времени с учетом и без учета температурных воздействий (тестовый пример: длина пути фильтрации 70 м, диапазон температур 15 °С, $\tau = 0$ и 200 сут. от начала наблюдений)

В результате оценки влияния описанных факторов на значение коэффициента устойчивости низового откоса грунтовых плотин установлено, что

сезонные изменения температуры фильтрующейся воды в пределах 20 °С могут приводить к отклонению значения коэффициента устойчивости в диапазоне $\pm 7\%$ от значения, полученного без учета изменений температуры, при этом значение коэффициента устойчивости может понижаться ниже требуемого нормами проектирования.

Литература

1. Корн, Г., Справочник по математике для научных работников / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1978. – 831 с.
2. Справочник по гидравлическим расчетам / под. ред. П. Г. Киселева. – М.: Энергия, 1972. – 312 с.
3. Дмитриев, С. В. Экспериментальное подтверждение решения задачи конвективного теплообмена в грунтовых сооружениях / С. В. Дмитриев // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. – Вип. 31. – Ровно: НУВГтП, 2006. – С. 133–138.

УДК 531.781.2

Оптимизация силового режима при скоростном ударном выдавливании биметаллических стержневых изделий

Качанов И. В., Власов В. В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Современное развитие промышленного производства требует применения высокопроизводительных, энерго- и ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих получение готовой продукции с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами. В связи с этим большими потенциальными возможностями обладают техпроцессы, основанные на использовании высоких скоростей деформирования.

Для реализации высокопроизводительных, энерго- и ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих получение готовой продукции с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами может быть использован процесс скоростного горячего выдавливания (СГВ), создающий эффективные условия для обработки малопластичных и труднодеформируемых материалов, широко используемых в тяжелом машиностроении, включая инструментальное производство. Эффективность СГВ дополнительно возрастает при изготовлении би- и триметаллического стержневого инструмента (толкателей, пуансонов, и т.д.) в режиме высокотемпературной термомеханической обработки (ВТМО) [1, 2].