

ная турбина ночью выключается, а за счёт разницы температур поток воздуха направленный сверху вниз сохраняется.

Предусмотрев местные условия можно предположить, что этот проект сможет выработать около 753 МВт·ч электричества в год. Поток воздуха направленный вверх обеспечит 350 МВт·ч (но только при свете Солнца), а вниз – 400 МВт·ч (при круглосуточной работе). Расход воды на охлаждение воздуха туманом, является основным вопросом, поэтому проект предусматривает места установки сооружения. Для использования в районах с жарким климатом, такое предложение представляется заманчивым. А архитектурное строение солнечной башни может придать особое очарование и гармонично сочетаться с пустынной местностью.

Попытки учёных удивлять человечество, в поисках ещё неизведанного потребления солнечной энергии, не прерываются и на достигнутом не останавливаются.

Литература

1. Ахмедов, Р. Б. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Р. Б. Ахмедов – М.: Знание, 1988. – 146 с.
2. Безруких, П. П. Состояние и перспективы развития возобновляемой энергетики / П. П. Безруких // Электрика. – 2008. – № 9. – С. 310.
3. От энергии пара до энергии солнца. – М.: Высшая школа, 1969. – 172 с.
4. Уделл, С. Солнечная энергия и другие альтернативные источники энергии / С. Уделл. – М.: Знание, 1980. – 288 с.

УДК 627.824

Результаты численного моделирования стационарной задачи фильтрации методом конечных элементов

Богославчик П. М, Павколас К. Э.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Предлагается фильтрационные расчёты грунтовых выполнять методом конечных элементов, реализованом при помощи ПК ЛИРА 10.8. Выполнены расчёты по определению положения кривой депрессии для профиля реальной плотины. Для сравнения те же расчёты выполнены гидравлическим методом. Установлено полное совпадение результатов.

Решение плоской стационарной задачи фильтрации реализовано при помощи ПК ЛИРА 10.8. Расчетная конечно-элементная схема сформирована на основе данных на рис. 1.

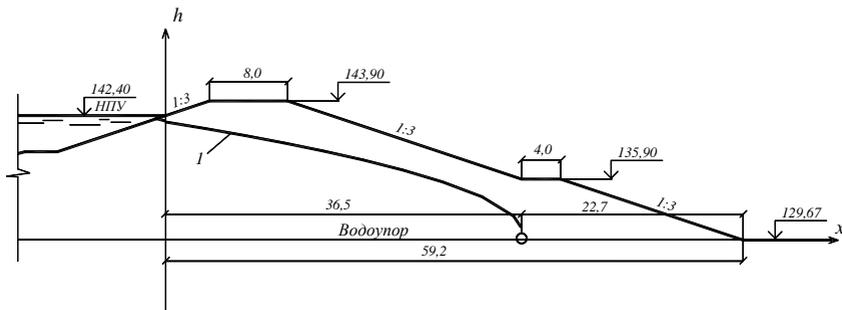


Рис. 1. Схема к определению положения кривой депрессии

Грунт грунтовой плиты моделировался с коэффициентом фильтрации, равным 30 м/сут, грунт основания – 0,00005 м/сут, т. е. рассматривался как водоупор.

Результаты численного моделирования представлены на рис. 2 в виде изополей поровых давлений, где верхняя кривая является депрессионной кривой, и на рис. 3 в виде фрагмента изополей скоростей фильтрации вблизи горизонтальной дрены. Здесь направление наибольших скоростей фильтрации показано стрелками.

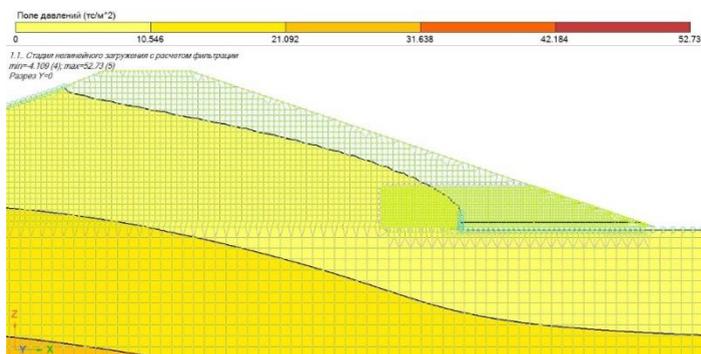


Рис. 2. Фрагмент изополей поровых давлений.

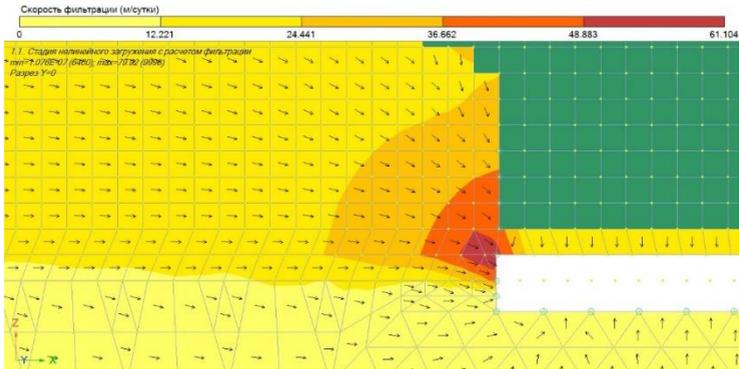


Рис. 3. Фрагмент изополей скоростей фильтраций вокруг дрена.

Для сравнения те же расчёты были выполнены гидравлическим методом, получившим наибольшее распространение в проектной практике и рекомендованным нормативными документами [1]. Гидравлические методы менее точны, чем гидромеханические, но значительно проще и дают решения для самых разнообразных расчетных схем. Они основаны на законе Дарси с применением формулы Дюпюи. Их решение для различных расчетных схем дает расчетные зависимости по определению положения кривой депрессии, фильтрационного расхода и других параметров фильтрационного потока. Для однородной грунтовой плотины на водоупоре расчётная схема (рис. 4) и расчётные формулы имеют следующий вид

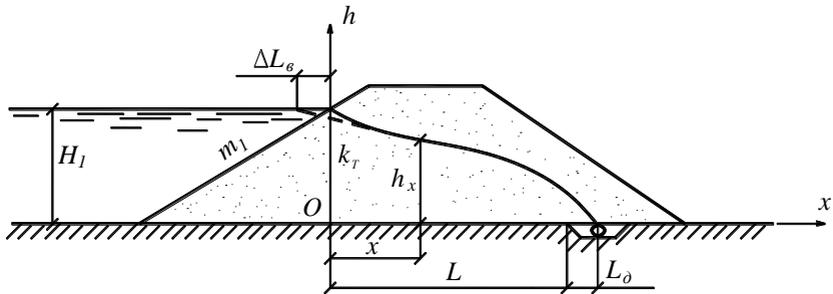


Рис. 4. Расчетная схема

Расчетные формулы:

$$\frac{q}{k_T} = \frac{H_1^2}{2L_p},$$

где $L_p = L + \Delta L_b$; $\Delta L_b = \beta_b H_1$;

$$\beta_b = \frac{m_1}{2m_1 + 1} \left(\text{при } m_1 \geq 2, \beta_b \approx 0,4 \right),$$

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{k_T} (L - x + L_\partial)},$$

где $L_\partial = 0,5q/k_T$.

Кривую депрессии исправляют визуально в зоне, где $h_x \geq H_1 - q/k_T$.

Сравнительные расчёты были выполнены для того же профиля грунтовой плотины (рис. 1). Результаты расчётов приведены в табл.

Таблица

Положение кривой депрессии

$x, \text{ м}$	0	4,06	8,11	12,17	16,22	20,28	24,33	28,39	32,44	36,5
$h, \text{ м}$	141,75	141,08	140,37	139,60	138,77	137,86	136,83	135,62	134,10	131,62

Сравнение положения кривой депрессии, полученного при помощи аналитического метода расчета и МКЭ показало их полную сходимость.

Спектр задач, решаемых МКЭ при помощи ПК ЛИРА 10.8, гораздо шире, чем у традиционных аналитических методов расчета фильтрационных задач. К ним относятся:

- возможность моделирования процессов фильтрации на фоне статического напряженно-деформированного состояния, с оценкой устойчивости склонов;
- определение осадок оснований плотины в процессе ее возведения и эксплуатации;
- определение поровых давлений и скоростей фильтрации в каждой точке тела плотины и ее основания;
- моделирование дренажной конструкции и конфигурации, их оптимизация;

- моделирование многослойных напластований, как в теле плотине, так и в ее основании и анизотропию физико-механических свойств;
- решение задач фильтрации в пространственной постановке;
- моделирование противofильтрационных экранов;
- качественное визуальное отображение результатов расчетов виде мозаик, изополей и изолиний.

Литература

1. Гидротехнические сооружения общего назначения. Строительные правила: СП 3.04.01-2021. – Введ. 25.12.2021. – Минск: Минстройархитектуры, 2021. – 50 с.

УДК 004,69

Современные цифровые технологии в проектировании и строительстве: применение и перспективы

Курчевский С. М.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Приведены направления и перспективы использования цифровых технологий в строительной отрасли, занимающие значимое место на современном этапе развития. Цифровизация в строительной отрасли является драйвером инновационных преобразований, ускоряя внедрение технологических инноваций и сокращая длительность инновационного процесса. Основной акцент сделан на обобщение данных и систематизацию основных направлений применения цифровых технологий в строительной отрасли.

На сегодняшний день цифровая революция меняет целые отрасли, что не могло не затронуть сферу строительства. Современные цифровые технологии стали неотъемлемой частью перспективного строительства и проектирования, выйдя за рамки простых изменений. Эта трансформация предполагает внедрение новых строительных технологий, которые оптимизируют строительные процессы, сокращают количество отходов и повышают эффективность.

Строительная отрасль быстро развивается, так как современные строительные материалы и технологии открывают огромный мир возможностей (от цифровых инструментов и внедрения программного обеспечения до робототехники). Эти достижения совершают революцию в строительной сфере.