

УДК 556.314.

Самедов А. М., д. т. н., проф., Юргеля О. О., студ., НТУУ «КПИ», г. Киев, Украина

### ФИЛЬТРАЦИИ К ЛЕНТОЧНЫМ ПРЕРЫВИСТЫМ ДРЕНАЖАМ ПРИ ОДНОСТОРОННЕМ ПРИТОКЕ ВОДЫ

При одностороннем притоке воды обычно предполагается, что весь расход воды будет перехвачен вертикальным дренажом, поэтому в области комплексного потенциала притока воды устанавливается несколько дрен к перпендикулярному контуру питания (рис1.)

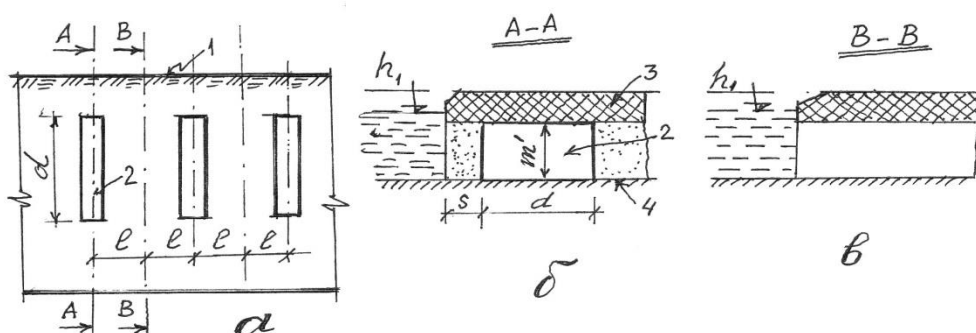


Рисунок 1 – Односторонний приток к дренажу, перпендикулярному контуру питания:  
1-контур питания; 2-дренаж; 3-непроницаемая среда; 4-водоупор.

Эта задача решается одинаково как комплексный потенциал притока воды для фрагмента в случае бесконечной системы дрен в виде прямоугольной площадки, приведенной на рис.2.

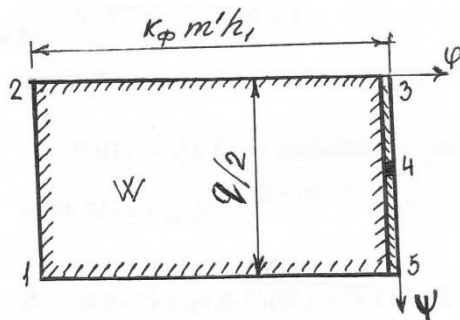


Рисунок 2 – Область комплексного потенциала

Решая задачу о притоке воды к одиночной дрене, находим характеристическую функцию течения  $\xi = \xi(w)$ , т. е. функцию, осуществляющую **конформное** отображение области  $w$  на область  $\xi$ . **Конформное** отображение полуплоскости  $\xi$  является нахождение отображения вспомогательной полуплоскости, которая позволяет определить область фильтрации комплексного потенциала, дающего параметрическое выражение искомого решения.

В качестве известных (заданных) характеристик фильтрационного потока считаются величины:  $l$ ,  $S$ ,  $d$  – геометрические размеры области фильтрации

к дренажам,  $h_1$  – действующий напор или уровень воды,  $k_\phi$  – коэффициент фильтрации. Под геометрическими размерами имеется ввиду: расстояние от дрена к источнику  $l$ , м; расстояние от контура источника питания до начала вертикальной дрены  $S=d$ , м; длина дрены  $d$ , м.

Дебит вертикального дренажа при одностороннем притоке воды определяем по формуле:

$$q = k_\phi \cdot m_1 \cdot h_1 \cdot \frac{K'}{K} \quad (1)$$

где  $K$  – полный эллиптический интеграл водоотдачи I – рода с модулем  $\vartheta_s$ ;  $K'$  – полный эллиптический интеграл водоотдачи I – рода с модулем  $\vartheta'_s = \sqrt{1 - \vartheta_s^2}$ . Величина модуля  $\vartheta_s$  зависит от функции потока воды  $\psi$ . При  $\vartheta_s = k_\phi$  – уравнение фильтрации совпадает с уравнением неразрывности потока внутри каждой из сред, записанных в символах  $\phi$  или в потенциалах, вспомогательной функцией  $\phi$ .

Величина  $K'/K$  принимается для практических расчетов от 1,6 до 1,65.

На рис.3 приведены фрагменты плана течения к одиночному дрена ортогонального контура питания (а) и к системе дрен (б).

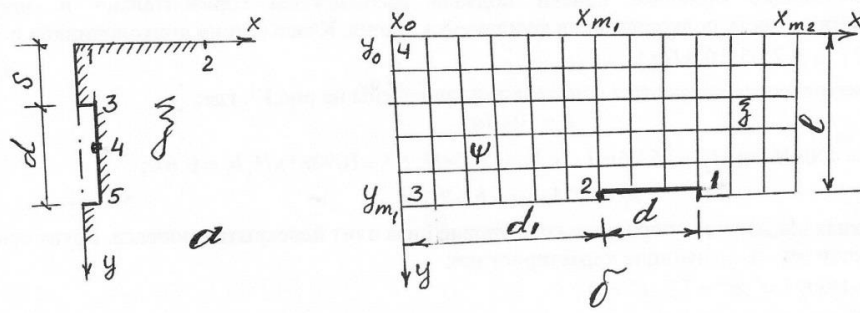


Рисунок 3 – Фрагменты плана течения воды к одиночному дрена ортогонального контура питания (а) и к системе дрен (б)

Комплексный потенциал в этом случае будет иметь вид:

$$w = \frac{k_\phi m_1 h_1}{2K} \cdot F_{el} \left( \frac{\alpha \cdot \xi^2 + \beta}{\sigma_s \cdot \xi^2 + 1} \cdot \eta_{el} \right) - \frac{k_\phi m_1 h_1}{2} \quad (2)$$

$$\text{где } \alpha = -\frac{1}{d_1^2} - \sqrt{\frac{1}{d_1^4} - \frac{1}{(d_1 + d)^2 \cdot d_1^2}}; \quad \beta = 1 - \frac{2(d_1 + d)^2}{d_1^2} - 2(d_1 + d)^2 \cdot \sqrt{\frac{1}{d_1^4} - \frac{1}{(d_1 + d)^2 \cdot d_1^2}};$$

$\sigma_s = \frac{1}{d_1^2} + \sqrt{\frac{1}{d_1^4} - \frac{1}{(d_1 + d)^2 \cdot d_1^2}}$ ;  $d_1$  – расстояние от поверхности земли до начала вертикального дрена;  $d$  – длина дрена.

Модуль эллиптического интеграла I – рода  $\eta_{el}$  и полного эллиптического интеграла  $K$  определяется зависимостью:

$$\eta_{el} = -\frac{1}{\beta} \quad (3)$$

Для определения расхода воды в дренаж используется формула (1).

В случае бесконечного числа линейных вертикальных дрен, ортогональный контур питания (рис. 1) превращается в условный котлован или площадку. Выделим типичный фрагмент из этого котлована, как показано на рис. 3, б, покроем его сеткой. Шаг сетки по  $x$  и  $y$  принимаем равным, обеспечив этим практическую точность расчета; используем конечноразностные математические методы в предположении полного перехвата воды дренажем ( $q$  – дебит одной дрены, вычисляем по формуле (1)).

С целью лучшего усвоения решаем следующие примеры:

**Пример 1.** Допустим область фильтрации имеет следующие геометрические размеры и фильтрационные характеристики:  $l = 45$  м,  $s = 45$  м,  $d = 15$  м,  $h_l = 9$  м,  $m_l = 4$  м,  $k_\phi = \frac{3}{4}$  м/сут. Тогда модуль  $\eta_{el} = 0,3$ ;  $K'/K = 1,63$  и расход  $q = 44$  м<sup>3</sup>/сут.

Меняя параметры области фильтрации, можно построить график зависимости расхода в дренаж от геометрических размеров области  $\xi$  и ее фильтрационных характеристик.

Расход воды к дренам называют дебитом дрена. Дебит дрена зависит от ее длины. Это можно увидеть при решении следующего примера.

**Пример 2.** Допустим расстояние от дрена до контура питания  $l = 30$  м,  $k_\phi = \frac{3}{4}$  м/сут,  $h_l = 6$  м. Тогда, меняя длину дрена, построим график зависимости  $l$  от  $d$  (рис. 4).

Значения модуля  $\eta_{el}$  в зависимости от полудлины дрена  $d$ , м следующее:

$d, \text{м}$	5,0	10	15	20	25	30	35
$\eta_{el}$	0,59	0,35	0,21	0,12	0,07	0,04	0,01

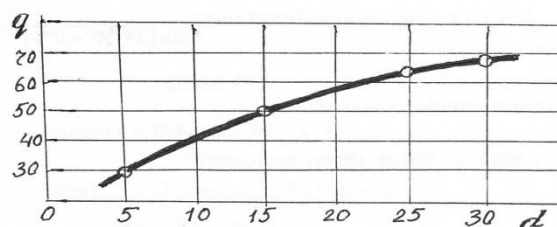


Рисунок 4 – График зависимости дебита дрена от ее длины

При рассмотрении задач притока воды к дренажу от двух контуров питания с равными напорами, дебит зависит от расстояния контура до центра дрена  $l_l$ , а при неравных напорах дебит зависит от разницы напоров, т. е. от большего напора к меньшему.

Исходя из вышеперечисленного можно сделать следующие выводы:

Приток воды от источника к вертикальным дренам зависит от конструкции дрена, длины, диаметра, расстояния от источника питания к дрена.

Расход воды (дебит) к дренам во многом зависит от свойств грунта и коэффициента фильтрации, напора воды и модуля эллиптического интеграла, зависящего от длины дрена и расстояния между дренами.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ионат В. А. Расчет горизонтального дренажа в неоднородных грунтах. Эстонский НИИЗ, Таллин, 1962.-150с.
2. Ляшко И. И., Великоиваненко И. М., Мистецкий Г. Е. Сб.: Гидравлика и гидротехника, вып. 11, Киев «Техника», 1971.-с.36÷42.
3. Мистецкий Г. Е. Применение метода суммарных представлений к расчету прерывистых дренажей в неоднородных грунтах. / «Материалы всесоюзной конференции по краевым задачам».- Изд-во Казанского университета, 1970.-с.36÷41.
4. Олейник А. Я. Расчет прерывистых дренажей в земляных плотинах методом последовательных конформных отображений. Сб.: «Исследования по прикладной гидромеханике». Киев, «Наукова думка», 1965.-140 с.
5. Самедов А. М. Расчет и проектирование геотехнических инженерных сооружений (монография). Киев, НТУУ «КПИ», 2013.-807с.