

Технология радарной интерферометрии доказала свою эффективность в качестве дополнения к традиционным инструментальным наблюдениям за смещениями. Точность интерферометрического замера смещений подтверждена наземными наблюдениями на промышленной площадке предприятия. Непосредственно в зоне интенсивных деформаций бортов карьера 1, где наземных наблюдений не проводилось, получена новая информация о смещениях и деформациях. Полученные результаты позволяют рекомендовать технологию радарной интерферометрии к внедрению на горнодобывающих предприятиях в качестве одного из методов наблюдений за смещениями и деформациями земной поверхности и сооружений.

1. Инструкция по наблюдениям за де-

формациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости; утв. Госгортехнадзором СССР 21.07.1970. – 236 с.

2. Rees W. G. Physical Principles of Remote Sensing. – New York, Cambridge University Press Cambridge, 2012. – 494 p.

3. Горбунов В. А., Кантемиров Ю. И. Результаты космического радарного мониторинга деформаций бортов и уступов карьеров ОАО «Гайский ГОК» и смещений земной поверхности и сооружений на промышленной площадке предприятия // Геоматика. – 2013. – № 2(19). – С. 70–76.

Материал поступил в редакцию 21.04.14.

Шибалова Галина Вячеславовна, доцент кафедры «ОуТСОП»
Тел. 8 (499) 976-07-13

УДК 502/504:631.626.2

Н. Н. ТКАЧУК, Р. А. КЫРЫША, Р. Н. ТКАЧУК

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно (Украина)

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМАТИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ДРЕНАЖА

Рассмотрена методика расчета параметров систематического сельскохозяйственного дренажа. Дана оценка влияния несовершенства дрены по характеру вскрытия водоупорного пласта относительно изменения его положения на расчетные характеристики регулирующей сети. Сделан анализ определения относительного положения водоупорного слоя (глубокое или неглубокое) во взаимосвязи с несовершенством дрены по характеру вскрытия водоупорного пласта.

Гидромелиоративная система, регулирующая сеть, расстояние между дренами, водоупорный слой, сопротивление.

The calculation method of parameters of systematic agricultural drainage is considered. There is given an assessment of influence of drains imperfection according to the character of water impermeable layer opening in regard to its repositioning on rated characteristics of the regulating network. The analysis of determination of the relative position of the water impermeable layer (deep or shallow) in connection with the drains imperfection according to the character of water impermeable layer opening is performed

Hydro-reclamation system, regulating network, distance between drains, water impermeable layer, resistance.

Цель статьи – проанализировать на основе теоретических исследований взаимосвязь между фильтрационными сопротивлениями по характеру и степени вскрытия пласта в разрезе

изменения расстояния до водоупорного слоя, фактически установить, какова доля фильтрационных сопротивлений по характеру вскрытия пласта в общих фильтрационных опорах и

степень их влияния на расчет дренажа при разном положении водоупорного слоя.

Вопрос несовершенства дрены возник с началом расчетов дренажа. Еще А. Н. Костяков приводит понятие сопротивления дрены за счет сужения линий тока в придренинной зоне [1]. Более поздние исследования ученых, наблюдения практиков свидетельствуют, что местонахождение водоупорного слоя существенно влияет на работу дренажа. Ряд ученых исследовали влияние конструкции и материалы дрен, защитных фильтрующих элементов на гидрологическое действие дренажа [2, 3].

В государственных строительных нормах Украины, которые в части определения расстояний между дренами повторяют СНиП 2.06.03–85 «Мелиоративные системы и сооружения», нашло отражение два варианта фильтрационных расчетов горизонтального дренажа в однородных грунтах при атмосферном и грунтовом водном питании в зависимости от положения водоупорного слоя [4, 5] (рис. 1). Выбирать тот или иной вариант целесообразно с учетом соотношения

$$h_d \leq \frac{\alpha_d}{4}, \quad (1)$$

где α_d – расстояние между дренами, м; h_d – расстояние от оси дрены до водоупорного слоя, м.

В случае справедливости данного соотношения рекомендуется использовать формулу

$$\alpha_d = 4 \left(\sqrt{L_f^2 + \frac{HT}{2q}} - L_f \right), \quad (2)$$

где k_f – коэффициент фильтрации грунта, м/сут; H – расчетный напор, м;

$$H = d_d - 0,6J_{nd},$$

где J_{nd} – норма осушения, м; d_d – глубина до оси дрены, м; T – проводимость пласта, м²/сут;

$$T = k_f(h_o + h_d), \quad (3)$$

где $h_o = 0,5h_d$; (4)

L_f – общие фильтрационные сопротивления по степени и характеру вскрытия пласта, м;

$$L_f = \frac{h_d}{\pi} \left[\ln \left(\frac{2h_d}{\pi D} \right) + \frac{2h_o}{h_d} \ln \left(\frac{4h_o}{\pi D} \right) + \left(1 + \frac{2h_o}{h_d} \right) L_i \right], \quad (5)$$

где L_i – фильтрационные сопротивления по характеру вскрытия пласта, м; D – внешний диаметр дрены, м.

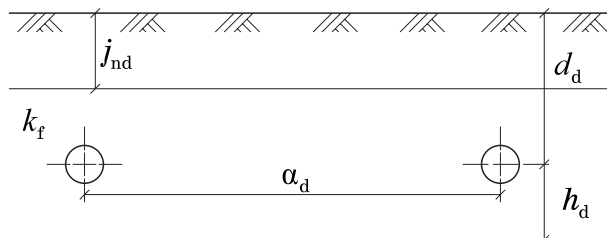


Рис. 1. Схема фильтрационных расчетов горизонтального дренажа в однородных грунтах при атмосферном и грунтовом водном питании

Фильтрационные сопротивления по характеру вскрытия пласта зависят от вида используемых труб, типа и конструкции защитных фильтрующих материалов. Ряд исследователей приводят методики расчета данных сопротивлений в зависимости от вышеупомянутых факторов [2, 3, 6]. В [4, 5] рекомендуется их принимать в пределах от 0 (при устройстве объемных фильтров толщиной 20 см и более) до 8 м (керамические трубы без фильтра).

Согласно [4, 5], фильтрационное сопротивление по характеру вскрытия пласта включено в общефильтрационные сопротивления L_f , учитывающие также фильтрационное сопротивление по степени вскрытия пласта.

На рисунке 2 представлен график зависимости величины общих фильтрационных сопротивлений L_f от фильтрационных сопротивлений по характеру вскрытия пласта L_i в зависимости от расположения водоупорного слоя.

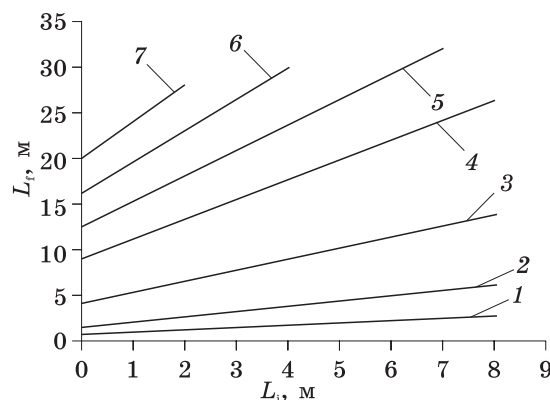


Рис. 2. Графики зависимости величины общих фильтрационных сопротивлений от величины фильтрационного сопротивления по характеру вскрытия пласта: 1 – $h_d = 0$ м; 2 – $h_d = 1$ м; 3 – $h_d = 3$ м; 4 – $h_d = 6$ м; 5 – $h_d = 8$ м; 6 – $h_d = 10$ м; 7 – $h_d = 12$ м

Из графика видно, что при увеличении расстояния от оси дрены до водоупорного слоя (величина h_d) доля сопротивлений по характеру вскрытия пласта в общих фильтрационных сопротивлениях растет.

Общие фильтрационные сопротивления прямо пропорциональны фильтрационным сопротивлениям по характеру вскрытия пласта и могут быть выражены зависимостью

$$L_f = a \cdot L_i + b. \quad (6)$$

Таблица 1
Значения коэффициентов a, b
в уравнении (6)

h_d	0	1	3	6	8	10	12
a	0,2678	0,586	1,2229	2,1783	2,8153	3,4522	4,0892
b	0,6327	1,4445	4,1149	8,9202	12,415	16,071	19,855

Причем величина a есть тангенс угла, образованного при прямой зависимости с осью абсцисс, а следовательно, характеризует степень влияния L_i на L_f (рис. 3).

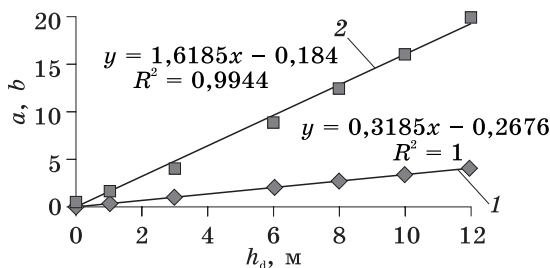


Рис. 3. Зависимость коэффициентов a, b уравнения (4) от положения водоупорного слоя: 1 – зависимость коэффициента a ; 2 – зависимость коэффициента b

Из графика видно, что при увеличении расстояния до водоупорного слоя влияние несовершенства дрены по характеру вскрытия пласта существенно растет.

Также следует отметить, что на рисунке 2 отсутствуют некоторые данные для $L_f = f(L_i)$ при $h_d = 8, 10, 12$ м, так как в процессе расчета междренних расстояний при определенных L_i не выполняется условие (1), а следовательно, согласно [4, 5], расстояние между

дренами необходимо рассчитывать по формуле для глубокого залегания водоупорного слоя.

Если проанализировать расчеты a_d , согласно (2), то выполнение условия (1) зависит от двух факторов: от h_d (фактически от расстояния от оси дрены до водоупорного слоя) и от L_i . При одинаковом расстоянии h_d (согласно рис. 2; для $h_d = 8, 10, 12$ м) условие (1) выполняется для меньших L_i и не выполняется при их увеличении. Так, для расстояния $h_d = 8$ м условие (1) выполняется для $L_i = 0...7$ м и не выполняется для $L_i > 7$ м, при $h_d = 10$ м условие (1) выполняется для $L_i = 0...4$ м и не выполняется для $L_i > 10$ м, при $h_d = 12$ м условие (1) выполняется для $L_i = 0...2$ м и не выполняется для $L_i > 2$ м.

Из этого можно сделать вывод, что на относительное (глубокое или неглубокое) расположение водоупорного слоя прямо пропорционально влияет физическое расстояние h_d и несовершенство дрен по характеру вскрытия пласта L_i .

Согласно [4, 5], при

$$h_d > \frac{a_d}{4} \quad (7)$$

для расчета расстояний между дренами следует использовать формулу А. Н. Костякова:

$$a_d = \frac{2\pi k_f H}{q \left[\ln\left(\frac{2a_d}{\pi D}\right) + L_i \right]}. \quad (8)$$

Построим зависимость величины соотношения a_d/h_d в разрезе для различных расстояний от оси дрены до водоупорного слоя ($h_d = 1...20$ м) в разрезе изменения сопротивления дрены по характеру вскрытия водоупорного слоя (рис. 4).

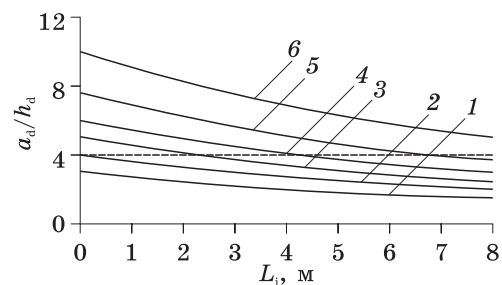


Рис. 4. Зависимость отношения a_d/h_d от сопротивления дрены по характеру вскрытия водоупорного слоя: 1 – $h_d = 20$ м; 2 – $h_d = 15$ м; 3 – $h_d = 12$ м; 4 – $h_d = 10$ м; 5 – $h_d = 8$ м; 6 – $h_d = 6$ м

Исходя из равенств (1) и (7), можно констатировать, что все точки кривых $a_d / h_d = f(L_i)$, которые находятся выше штриховой линии, соответствуют положению водоупорного слоя, которое можно назвать неглубоким (выполняется равенство (1)), и наоборот, все точки кривых $a_d / h_d = f(L_i)$, которые находятся ниже штриховой линии, соответствуют положению водоупорного слоя, которое можно назвать глубоким (выполняется равенство (7)).

На данном графике можно разделить три типа кривых: 1 – кривые, не пересекающие штриховой линии и находящиеся ниже (для $h_d = 15, 20$ м); 2 – кривые, пересекающие штриховую линию (для $h_d = 12, 10, 8$ м); 3 – кривые, не пересекающие штриховой линии и находящиеся выше нее (для $h_d = 6, 3, 1$ м; кривые при $h_d = 3$ и 1 м на рис. 4 не показаны, поскольку значение a_d / h_d более 20)). Когда же с кривыми первого и третьего типов все понятно, то кривые второго типа имеют точку пересечения с пунктирной линией, и именно в этой точке будет условный переход от неглубокого залегания водоупорного слоя до глубокого, который зависит (для данного конкретного случая) от несовершенства дрены по характеру вскрытия пласта, что влияет на дальнейший выбор методики расчета параметров дренажа.

Авторами проведен анализ влияния фильтрационных сопротивлений дрены по характеру вскрытия пласта на расчет параметров дренажа. В частности, с помощью представленной методики можно выделить область местонахождения водоупорного слоя, когда при расчете параметров дренажа (выбор типа расчетов в зависимости от местонахождения водоупорного слоя – глубокое

его залегание или нет) необходимо учитывать его несовершенство по характеру вскрытия пласта.

1. Костяков А. Н. Основы мелиораций. – М.: Сельхозизд, 1960. – 622 с.

2. Мурашко А. И., Сапожников Е. Г. Защита дренажа от заиления. – Минск: Колос, 1977. – 168 с.

3. Пивовар Н. Г., Бугай Н. Г., Рычко В. А. Дренаж с волокнистыми фильтрами. – Киев: Наукова думка, 1980. – 216 с.

4. Меліоративні системи та споруди. Державні будівельні норми України: ДБН В.2.4-1-99. – Киев: Держбуд України, 2000. – 178 с.

5. Мелиоративные системы и сооружения: СНиП 2.08.03-85 / Госстрой СССР. — М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

6. Олейник А. Я., Поляков В. Л. Дренаж переувлажненных земель. – Киев: Наукова думка, 1987 – 280 с.

Материал поступил в редакцию 07.03.14.

Ткачук Николай Никитович, доктор технических наук, профессор кафедры «Водохозяйственное строительство и эксплуатация гидромелиоративных систем»

Кырыша Руслан Александрович, старший преподаватель кафедры «Водохозяйственное строительство и эксплуатация гидромелиоративных систем»

Ткачук Руслан Николаевич, аспирант

E-mail: boloto_1@mail.ru