

3. Аверьянов, С. Ф. Приближенная оценка фильтрации в зоне «капиллярной» каймы / С. Ф. Аверьянов. – Доклады АН СССР. – 1949. – Т. 69, вып. 3. – С. 309–312.

4. Штыков, В. И. Мероприятия по повышению экологической безопасности осушительных систем / В. И. Штыков // Мелиорация и водное хозяйство. – 1998. – № 1. – С. 8–11.

5. Алеканд, К. Ф. О методике оценки интенсивности осушения и определения причин неудовлетворительного действия дренажа / К. Ф. Алеканд // Вопросы мелиорации и водного хозяйства: сб. науч. тр. Эст. с.-х. акад. – Тарту, 1976. – С. 23–31.

6. Томсон, Х. Ю. Осушительная способность дренажа на глинистых почвах Эстонии / Х. Ю. Томсон // Научно-техническая информация по мелиорации и водному хозяйству. – 1991. – № 10. – С. 37–39.

УДК 631.67

Фильтрационно-гидравлический расчет малоуклонных дрен при подпочвенном увлажнении

Селезнев В. И., Корбут О. Б.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Дается характеристика осушительно-увлажнительных систем при подпочвенном увлажнении, анализируются методы их расчета, предлагаются формулы для расчета длин малоуклонных дрен. Обосновывается необходимость применять дренажи переменного по длине сечения, приводится методика совместного фильтрационно-гидравлического расчета такого дренажа.

Конструкции осушительно-увлажнительных систем с подпочвенным увлажнением обладают рядом существенных преимуществ: они дешевы, требуют меньших затрат энергии и дефицитных материалов, задерживают вынос удобрений дренажными водами, обеспечивают поддержание комковатой структуры почвы и не вызывают ее эрозию, исключают повреждение посевов дождевальными установками. В большинстве построенных осушительно-увлажнительных систем вода при шлюзовании подается в устье коллекторов (дрен) при закрытых подпорных сооружениях на каналах (рис., б, в), что не обеспечивает равномерность увлажнения по длине дрен из-за движения воды против уклона.

Новые конструкции систем (рис., а, г, д, е) предполагают использование дрен с малым уклоном, что актуально для равнинных территорий. Эф-

фektivность мелиоративных систем с малоуклонным дренажом исследовалась на опытно-производственных участках «Хвоецкое» (рис., а, з, д, е) Лунинецкого района площадью 400 га, «Озерцы» (рис., в, д) Слуцкого района площадью 50 га, «Великое Село» Молодечненского района (рис., б) площадью 80 га. Вода для увлажнения поступает из открытых каналов-увлажнителей 3 в дрены 1 (рис., а) или в коллекторы-увлажнители 2 (рис., з, д, е) при закрытых подпорных сооружениях 5 на этих каналах и открытых колодцах-регуляторах 4, что вызывает подъем грунтовых вод на всей площади до проектной нормы осушения вегетационного периода.

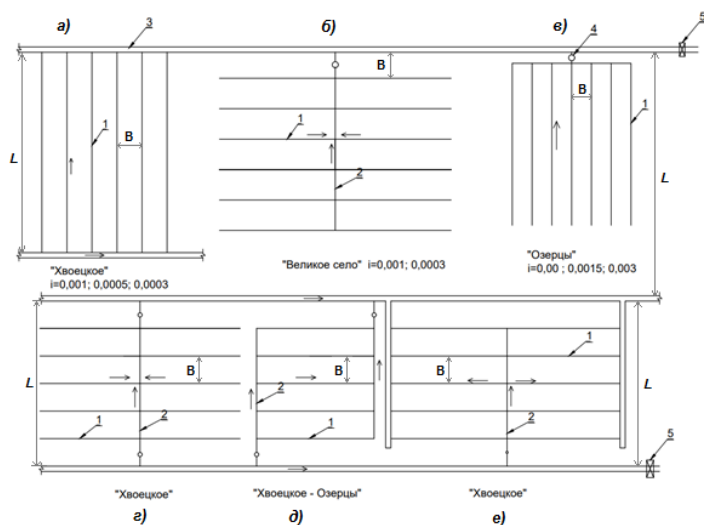


Рис. Схемы увлажнительных систем опытно-производственных участков: а, з, д, е – «Хвоецкое» Лунинецкого района; б – «Великое Село» Молодечненского района; в, д – «Озерцы» Слуцкого районов

При расчете дренажа с нормативным уклоном ($i \geq 0,003$) сначала вычисляют расстояния между дренами в режиме осушения и увлажнения, а затем рассчитывают диаметр дрен (коллекторов) по формуле Шези в безнапорном режиме, т. е. фильтрационный расчет проводят независимо от гидравлического расчета, состоящего в определении длины и диаметра дрен при известном расстоянии между дренами. Для малоуклонного ($i < 0,001$) дренажа в осушительно-увлажнительных системах (для условий белорусского Полесья), работающего в напорном режиме, необходимо

проводить совместный фильтрационно-гидравлический расчет в следующем порядке:

- на плане участка размещают открытые каналы;
- выбирают конструкцию малоуклонного дренажа;
- устанавливают необходимость учета действия проводящей сети;
- определяют расстояние между дренами при работе как в режиме осушения, так и в режиме увлажнения;
- вычисляют длину дрен, задаваясь их диаметром, или при заданной длине дрен вычисляют их диаметр;
- наносят регулирующие малоуклонные дренажи на план участка;
- рассчитывают коллекторы по формуле Шеши.

Для однородных грунтов разработаны и широко применяются формулы Костякова А. Н., Аверьянова С. Ф., Ведерникова В. В. и др. В условиях Полесья фильтрационные расчеты для определения расстояний между дренами должны проводиться для схем двухслойных грунтов, где первый слой – маломощный торф (глубина до 0,6 м), ниже – песчаные грунты с коэффициентом фильтрации 3 м/сут и более.

Для неоднородно-слоистого грунта расстояние между дренами-увлажнителями при неустановившемся режиме грунтовых вод можно определить по формуле Ивицкого А. И., учитывающей потери напора по длине:

$$B = 2 \cdot \sqrt{\frac{2(h_0 - h_c) \cdot tT}{\gamma \cdot (u - H_p) + P_0 - \frac{8(h_{ок} - h_k) \cdot tT}{L(L + 8\Phi_k)}} + 4\Phi^2 - 4\Phi}, \quad (1)$$

где h_c и h_k – средние за расчетный период времени напор между дренами и превышение УГВ над дном дрен и каналов, м; h_0 и $h_{ок}$ – средние превышения пьезометрического уровня воды у дрены над ее дном и глубина воды в канале, м; L – расстояние между каналами, м; t – время, в течение которого требуется повысить УГВ на средние полосы между дренами от первоначального значения u до заданного H , сут; T – гидравлическая проводимость, м²/сут; γ – коэффициент недостатка увлажнения; Φ – фильтрационное сопротивление, м; P_0 – разность между осадками и испарением за расчетный период, м.

Практический интерес представляет определение длины малоуклонных дрен, которая с учетом действия проводящей сети получена Бузиным В. Г. на основе формулы (1):

$$L_d = \sqrt[5]{\frac{3h_l \cdot K^2 (l \cdot \Phi + L_d \cdot \Phi_k)^2}{(2\Phi_k \cdot \varepsilon \cdot l)^2}}, \quad (2)$$

без учета действия проводящей сети

$$L_d = \sqrt[3]{\frac{3h_l \cdot K^2}{(2 \cdot \varepsilon \cdot l)^2}}. \quad (3)$$

Упрощенную зависимость для безуклонных и малоуклонных дрен предложил Скрипник О. В.:

$$L_d = \left[\frac{\Delta h \cdot (1+m)}{m} \cdot \left(\frac{10^7 \omega \cdot a}{qB} \right)^{1/m} \right]^{\frac{m}{1+m}}. \quad (4)$$

Указанные выше формулы пригодны для определения длины дрен постоянного диаметра, однако экономичнее менять диаметр трубок по мере изменения расхода воды. Расчетные зависимости для вычисления длины малоуклонных дрен с переменным диаметром (6), (7) выведены из дифференциального уравнения (5), описывающего Петровым Г. А. движение воды в дренах с переменным по пути присоединением или расходом

$$-\frac{dh}{dx} = \frac{2\alpha_0 Q}{qw^2} \cdot \frac{dQ}{dx} + i_f. \quad (5)$$

Авторами предлагаются зависимости для режима увлажнения

$$L_d = \sqrt[3]{\frac{3h_l k^2}{q^2 - \frac{3Q_0 q}{L_d} + \frac{3Q_0^2}{L_d^2}}} \quad (6)$$

и осушения

$$L_d = \sqrt[3]{\frac{3h_l k^2}{q^2 + \frac{3Q_0 q}{L_d} + \frac{3Q_0^2}{L_d^2}}}. \quad (7)$$

Для оценки приведенных зависимостей в качестве примера произведен сравнительный анализ расстояний между дренами для условий опытного участка со следующими характеристиками: почва мелиорируемого участка двухслойная, верхний слой мощностью 0,5 м – торф с коэффициентом фильтрации 2 м/сут, нижний слой мощностью 17,5 м – песок с коэффициентом фильтрации от 1 до 8 м/сут; дренаи гончарные с глубиной заложения 1,2 м, не сквозные; глубина каналов 1,7 м, ширина по дну 0,6 м, заложение откосов 1:2; расстояние между каналами 500 м, глубина воды в канале 0,4 м; потери напора по длине дрены составляют 0,15 м; интенсивность питания грунтовых вод 0,006 м/сут. Требуется понизить уровень грунтовых вод на 50 см за 10 суток. Фильтрационно-гидравлический расчет выполнен по формулам (2)–(4) и (7).

Таблица

Сравнение длин малоуклонных дрен

Исходные данные			Длина дрен, м			
коэффициент фильтрации второго слоя K_2 , м/сут	расстояние между дренами B , м	диаметр дрен D , см	по Бuzинному В. Г.		по Скрипнику О. В.	при переменном диаметре
			ф-ла (2)	ф-ла (3)	ф-ла (4)	
1,0	34	5		143	167	
1,0	34	7,5		300	306	238
1,0	34	10		498	616	108
						$\Sigma l = 346$
2,0	62	7,5		200	208	159
2,0	62	10		330	418	106
2,0	62	12,5		496	572	$\Sigma l = 265$
3,0	84/98	7,5	208	164	171	130
3,0	84/98	10	306	270	344	88
3,0	84/98	12,5	430	403	471	$\Sigma l = 218$
4,0	104/124	7,5	192	142	149	113
4,0	104/124	10	286	234	300	81
4,0	104/124	12,5	394	350	411	$\Sigma l = 194$
6,0	135/180	7,5	180	119	126	95
6,0	135/180	10	258	197	253	78
6,0	135/180	12,5	354	294	348	$\Sigma l = 173$
8,0	160/264	7,5	146	106	113	84
8,0	160/264	10	248	176	227	71
8,0	160/264	12,5	332	262	312	$\Sigma l = 155$

Из табл. видно, что формулы Скрипника О. В. и Бuzинного В. Г. дают хорошее совпадение, но не учитывают транзитный расход, тогда как суммарная длина дрены, обеспечивающей определенную пропускную способ-

ность, при переменном ее диаметре значительно меньше, чем при постоянном.

Литература

1. Ивицкий, А. И. Проектирование и расчеты регулирующей сети осушительно-увлажнительных систем на торфяных почвах / А. И. Ивицкий, Г. И. Афанасик, А. И. Михальцевич. – Минск: Ураджай, 1979. – 80 с.
2. Ивицкий, А.И. Основы проектирования осушительных и осушительно-увлажнительных систем / А. И. Ивицкий. – Минск: Наука и техника, 1988. – 311 с.

УДК 624.827

Оценка прочности и устойчивости новых конструкций креплений откосов канала при неустановившейся фильтрации

Файзиев Х., Жураев К. Т., Рахимов Ш. А.
Ташкентский архитектурно-строительный институт
Ташкент, Республики Узбекистан

В статье рассматриваются новые конструктивные решения крепления откоса, работающих в условиях изменения уровня грунтовых вод. Приведена методика расчета определения количества фильтрационных стаканов, обеспечивающих необходимую прочность облицовки и устойчивость откосов канала.

В практике эксплуатации гидротехнических сооружений оросительных и осушительных систем наблюдались деформации оснований, а также имелись местные нарушения устойчивости откосов облицованных и необлицованных каналов. На основе анализа выявлено, что все нарушения связаны с неустойчивостью креплений, неэффективной дренажной и противофильтрационной защитой. Обычно трассы каналов проходят в выемках различной глубины, в различных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях. Первоначально уровень грунтовых вод в этих каналах находится ниже отметки каналов. Поэтому основной задачей на первом этапе эксплуатации сооружений является исключение фильтрационных потерь из канала. В дальнейшем за счет инфильтрации из вышерасположенных каналов, водохранилищ и орошения прилегающих территорий происходит питание грунтовых вод и возможен подъем уровня грунтовых вод выше отметки канала. Очевидно, что такое положение может привести к неблагоприятным последствиям, особенно при быстром снижении уровня воды в канале. При этом на облицовку должны будут