

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ДРЕНАЖНЫХ ФИЛЬТРОВ

Многолетний опыт строительства и эксплуатации закрытого дренажа показал, что для обеспечения его эффективной и надежной работы во многих грунтах обязательно применение защитных фильтров. Практика осушения переувлажненных земель, а также специальные исследования позволили сформулировать требования, которым должны удовлетворять защитные фильтры горизонтальных дрен [3].

Анализ этих требований показывает, что для различных по составу грунтов требуются различные фильтры. С точки зрения защиты дрен от заиливания, увеличения водо-захватной способности, химической и биологической стойкости, а также охраны окружающей среды наилучшими фильтрами являются правильно подобранные гравийные смеси.

Следует отметить, что процессы механизированной укладки гравийных фильтров в зоне осушения пока не разработаны. Кроме того, применение их предполагает использование высокопроходимых транспортных средств для доставки гравия к трассам дрен и коллекторов, которыми в настоящее время мелиоративные организации не располагают. Эти обстоятельства обуславливают крайне ограниченное применение гравийной смеси в качестве защитных фильтров дрен.

При современных способах строительства дренажа и низком качестве керамических дренажных труб (ГОСТ 8411—74) наиболее подходящими фильтрующими материалами можно считать рулонные стеклохолсты марок ВВ-Т, ВВ-Г, ВВ-К, ВВ-М, ВВ-АМ, фильтры из синтетических волокон (нитрон, полиэтилен и др.), полотно нетканое иглопробивное (ИП), полотно нетканое клеевое мелиоративное (НКЛМ), полотно нетканое мелиоративное (НКМ), полиэтиленовый холст (ПЭхолст). Наибольшее применение в мелиоративном строительстве по-

лучили стеклохолсты. Остальные материалы применяют эпизодически и в незначительных количествах, так как сырье для производства этих фильтров дефицитное, а стоимость их значительно выше стоимости стеклохолстов. В ближайшее десятилетие при годовой потребности мелиоративного строительства в фильтрах в объеме 200 млн. м<sup>2</sup> наиболее доступными и экономичными останутся стеклохолсты.

В БелНИИМВХе исследования рулонных фильтров (стеклохолстов, стеклотканей, стекловаты) проводятся с 1961 г. За этот период проведен комплекс полевых, лабораторных и теоретических исследований, позволивший выявить достоинства и недостатки этих материалов, их надежность, долговечность, влияние на окружающую среду, возможность механизированной укладки. На основе результатов исследований разработаны методы и способы защиты дрен от заиливания в различных гидрогеологических условиях [3].

Полевые исследования проводились на пяти опытно-производственных участках общей площадью более 1000 га, построенных в различных условиях: на глинах, суглинках, супесях, глубокоом торфе, мелкозалежном торфянике, подстилаемом песком. С момента строительства дренажа и до настоящего времени на участках ведутся наблюдения за осушительным действием дренажа и состоянием защитных фильтров. За весь период наблюдений состояние осушенных земель было удовлетворительным. Раскопки дренажа, проведенные в 1977 г., показали, что за период эксплуатации дренаж, защищенный стеклохолстами толщиной 0,5...0,8 мм, не заилился, стеклохолсты сохранили высокие защитные и фильтрационные характеристики (табл. 1).

Приведенные данные позволяют сделать вывод о надежности, долговечности и высоких защитных и фильтрационных свойствах стеклохолстов. Однако прочность их для механизированной укладки недостаточна. Как правило, защита дренажных труб таким фильтрующим материалом производится вручную рабочим-трубоукладчиком, находящимся в бункере экскаватора (тран-

◆ Сапожников Евгений Григорьевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории вертикального дренажа и новых материалов БелНИИМВХа.

**Таблица 1**  
**Характеристика стеклохолстов (ВВ-Г), бывших в эксплуатации**

| Название объекта                              | Толщина (мм) и начальный коэффициент фильтрации материала (м/сут) | Коэффициент фильтрации после эксплуатации, м/сут |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Совхоз «10 лет БССР» (13 лет эксплуатации)    | 0,48; 500...600                                                   | 198                                              |
| То же Колхоз «Калинина» (10 лет эксплуатации) | 0,50; 500...600                                                   | 120                                              |
| Колхоз «Заря» (3 года эксплуатации)           | 0,46; 450...550                                                   | 95                                               |
| То же Совхоз «Заречье» (7 лет эксплуатации)   | 0,53; 500...600                                                   | 173                                              |
|                                               | 0,49; 500...600                                                   | 95                                               |
|                                               | 0,41; 500...600                                                   | 110                                              |

шее). Условия труда рабочего крайне неблагоприятные: непосредственное соприкосновение со стеклохолстом, большая запыленность воздуха от разработки верхних подсушенных слоев грунта, повышенная влажность. Это, безусловно, сказывается и на качестве защиты. Кроме того, при такой технологии укладки стеклохолста необходимо обязательное его увлажнение, а это снижает прочность защитного материала в 2...4 раза (по сравнению с сухим стеклохолстом). В результате частых обрывов стеклохолстов ВВ-Г, ВВ-Т неизбежны остановки экскаваторов, что снижает их выработку на 7...10 %. В связи с этим научными организациями проводится большая работа по созданию новых рулонных защитных фильтрующих материалов, позволяющих вести механизированную укладку дрен и защитных фильтров.

Один из основных параметров фильтров, от которого зависят защитные, прочностные, технологические и стоимостные показатели, — их толщина. Однако при ее установлении возникают противоречия, обусловленные требованиями к фильтрам. С одной стороны, большая толщина обеспечивает лучшую защитную и водозахватную способность дрен и прочность фильтров, а с другой — значительно увеличивает их стоимость и жесткость, что создает определенные неудобства в работе с ними.

Анализ результатов наших исследований, а также исследователей Прибалтики и Украины позволяет сделать вывод о том, что для надежной защиты дрен от заиливания толщина защитного фильтра должна быть не менее 0,5 мм [1, 2, 4, 5].

В БелНИИМВХе разработаны способы расчета дренажа с различными фильтрующими материалами, учитывающие их фильтрационные характеристики и параметры [3]. Для определения расстояния между дренами при установившейся фильтрации рекомендуется известная зависимость:

$$B = 4 \sqrt{L_{нд}^2 + \frac{H_p T}{q}} - L_{нд}, \quad (1)$$

где  $L_{нд}$  — общие фильтрационные сопротивления (по степени вскрытия пласта и характеру вскрытия пласта), м;  $H_p$  — расчетный напор, м;  $q$  — интенсивность инфильтрационного питания, м/сут;  $T$  — расчетная проводимость пласта, м<sup>2</sup>/сут.

$$T = K_{гр} (m_d + m_0); m_0 = 0,5 H_p.$$

Для дрен, расположенной на водоупоре, —

$$L_{нд} = 1,46 m_0 \lg 4 m_0 / \pi D + 0,636 m_0 \Phi_i, \\ \text{а выше водоупора —} \\ L_{нд} = 0,73 m_d \lg 2 m_0 / \pi D + 1,46 m_0 \lg 4 m_0 / \\ / \pi D + 0,318 (m_d + 2 m_0) \Phi_i,$$

где  $\Phi_i$  — фильтрационные сопротивления гончарных дрен, учитывающие параметры защитных фильтров.

При сплошной обертке (обсыпке) дренажной трубы

$$\Phi_i = \left( \frac{k_{гр}}{k_\phi} - 1 \right) \ln \frac{D + 2\delta}{D} + \\ + \frac{k_{гр}}{\pi k_\phi} \ln \frac{4 S_1}{D} \ln \frac{1}{\sin \frac{\pi \cdot \tau_1}{2 \cdot S_1}}, \quad (2)$$

где  $K_{гр}$  — коэффициент фильтрации грунта, м/сут;  $K_\phi$  — коэффициент фильтрации фильтра, м/сут;  $D$  — диаметр трубы, м;  $\tau_1$  — ширина стыкового зазора между трубами, м;  $S_1$  — длина дренажной трубки, м.

В таблице 2 приведены результаты расчетов по приведенным зависимостям для дрен, расположенной на водоупоре  $m_d = 0$  и выше водоупора, при следующих данных:  $D = 0,072$  м;  $b = 1,5$  м;  $H_p = 1$  м;  $m_{d1} = 0$ ;  $m_{d2} = 10$  м;  $q = 0,005$  м/сут.

Анализ расчетных величин, приведенных в табл. 2, показывает, что увеличение толщины защитного фильтра от 0,5 мм до 2 мм практически не влияет на расстояние между дренами. Увеличение слоя фильтрующего материала до 30 мм вызывает лишь незначительное увеличение расстояний меж-

**Таблица 2**  
**Результаты расчетов по зависимостям (1)...(2)**

| Соотношение водопроницаемости грунта и фильтра, $k_{гр}/k_\phi$ | Толщина фильтра $\delta$ , мм | Фильтрационные сопротивления $\Phi_i$ , м | Расстояния между дренами (м), при               |                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                                 |                               |                                           | $k = 0,1$ м/сут, $T = 0,05$ м <sup>2</sup> /сут | $k = 1,0$ м/сут, $T = 10,5$ м <sup>2</sup> /сут |
| 0,03                                                            | 0,5                           | 0,15                                      | 10                                              | 42,58                                           |
|                                                                 | 1                             | 0,13                                      | 10                                              | 42,61                                           |
|                                                                 | 2                             | 0,11                                      | 10                                              | 42,64                                           |
|                                                                 | 30                            | —0,62                                     | 10,58                                           | 45,33                                           |
|                                                                 | 0,5                           | 0,48                                      | 9,76                                            | 41,84                                           |
| 0,1                                                             | 1                             | 0,46                                      | 9,76                                            | 41,87                                           |
|                                                                 | 2                             | 0,44                                      | 9,76                                            | 41,9                                            |
|                                                                 | 30                            | —0,29                                     | 10,4                                            | 44,04                                           |
| При отсутствии фильтра                                          |                               | 4,9                                       | 7                                               | 30,8                                            |

ду дренами. Отсутствие защитного фильтра ведет к уменьшению расстояния между дренами в 1,4 раза, значительному увеличению стоимости осушения. С точки зрения водозахватной способности дренажа толщина защитного фильтра может быть принята также в пределах 0,5 мм.

Исследования технологии строительства дренажа показали, что для механизированной укладки прочность полосы фильтра шириной 5 см на разрыв должна быть не менее 10 кг. Для этого необходимо либо увеличить ее толщину, либо армировать стеклохолст в продольном направлении.

Согласно опытным данным, прочность и жесткость армированных стеклохолстов ВВ-К и ВВ-АМ позволяют применять их для механизированной обертки гончарных дрен. Однако стеклохолсты ВВ-К толщиной 0,3...0,4 мм отличаются большой неравномерностью в прочности (имеются участки толщиной 0,15...0,2 мм). В таких местах под действием нагрузки от грунта они прорываются. Стеклохолсты ВВ-АМ средней толщиной 0,7 мм имеют минимальную толщину 0,5 мм, которая обеспечивает необходимую прочность. Следовательно, требованиям механизированной защиты дрен от заиливания отвечают армированные стеклохолсты толщиной не менее 0,7 мм.

Вышеприведенные расчеты и показатели позволили разработать технические требования к параметрам дренажных фильтров из стеклохолста марки ВВ-АМ:

|                                                                 |              |
|-----------------------------------------------------------------|--------------|
| Разрывная нагрузка в сухом состоянии на полосу шириной 5 см, кг | не менее 10  |
| Толщина средняя, мм                                             | $0,7 \pm 1$  |
| Диаметр волокна средний, мк                                     | 16           |
| Масса 1 м <sup>2</sup> , г                                      | не более 100 |
| Содержание связующего, %                                        | $13 \pm 2$   |

Применение в качестве фильтрующего материала стеклохолста ВВ-АМ обеспечивает хорошие защитные и фильтрационные свойства ( $K_{\phi} > 200$  м/сут), а также возможность полной механизации работ при защите гончарного дренажа диаметром 50 мм. При годовой потребности стеклохолста для защиты дрен от заиливания в 200 млн. м<sup>2</sup> в зоне осушения производство стеклохолстов ВВ-АМ потребует примерно на 40 млн. руб. меньше капиталовложений по сравнению с производством стеклохолстов ВВ-М. Экономия за счет уменьшения стоимости материала составит около 36 млн. руб. в год.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Граудиньш А. А. и др. Пластмасы в строительстве дренажа. М.: Колос, 1977.
2. Забочина З. А. Изучение прочности и долговечности пластмассового дренажа и защитных фильтрующих материалов. Мелиорация и водное хозяйство, вып. 39. К.: Урожай, 1977.
3. Мурашко А. И., Сапожников Е. Г. Защита дренажа от заиливания. Минск, Ураджай, 1978.
4. Мясков А. В., Семеринов Е. С. Моделирование притока воды к горизонтальному дренажу при наличии фильтра. Применение математического и физического моделирования в мелиорации. Л.: 1977.
5. Скрышник О. В. Опыт строительства и эксплуатации пластмассового дренажа в глубоких торфяниках при высоком залегании уровня грунтовых вод. Мелиорация и водное хозяйство, вып. 37. К.: Урожай, 1976.