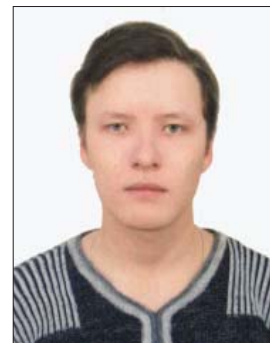
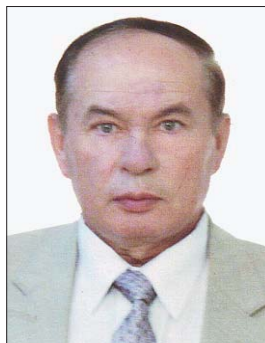


Науки о Земле

УДК 024.042.8

Герасимов Виктор Михайлович
Victor Gerasimov

Нижегородцев Евгений Иванович
Yevgeniy Nizhegorodtsev



ОТВЕДЕНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД ИЗ ТЕЛА ИСКУССТВЕННОЙ ГРУНТОВОЙ НАСЫПИ С ПОМОЩЬЮ ПЛАСТОВЫХ ДРЕНАЖЕЙ

THE DISPOSAL OF GROUNDWATER FROM THE BODY OF ARTIFICIAL GROUND EMBANKMENT WITH THE HELP OF LAYER DRAINAGE

Представлены практические исследования, а также методика расчета по обеспечению отведения грунтовых вод с помощью дренажных систем на основе волокнистых полимерных материалов, заложённых в грунтовом массиве искусственной грунтовой насыпи

Ключевые слова: *пластовый дренаж, грунтовая насыпь, искусственные сооружения*

The article presents practical research, as well as methods of calculation of disposal of groundwater with the help of drainage system on the basis of fibrous polymeric materials, laid in soil array of an artificial ground embankment

Key words: *layer drainage, ground embankment, artificial constructions*

Горные породы в составе искусственных грунтовых сооружений являются весьма прочными материалами, однако с течением времени происходит естественное разрушение под действием природных факторов, таких как солнечная радиация, температурные перепады, движение воздушных масс, воздействие воды, жизнедеятельность микроорганизмов. Основным негативным фактором является воздействие потоками воды, оказывающее довольно серьезное разрушающее воздействие за короткий промежуток времени. Вода растворяет почти все вещества, кроме жиров и углеводов [6]. Поэтому в настоящее время остро стоит вопрос недопущения проникновения грунтовых вод в тело грунтовой насыпи.

Существует широкий перечень дренажных конструкций, различающихся между собой по принципу действия, применяемым материалам, по типу грунто-

вого сооружения. В рамках данной статьи рассмотрим пластовые дренажные системы с применением волокнистых полимерных материалов. Данный тип дренажей отличается простотой изготовления и, как следствие, сравнительно небольшими трудозатратами, а также низкой стоимостью необходимых материалов и оборудования (стоимость 1 м² геотекстильного материала в настоящее время не превышает 60 руб. [11], в зависимости от физико-механических свойств).

Для проведения экспериментов изготовлена установка (рис. 1), позволяющая проводить опыты по определению параметров пластовых дренажей. Данная установка представляет собой призму со сторонами 300 x 300 x 450 мм, в которой имеются прорези для выпуска геотекстильного материала и отвода воды. В призму помещается грунт с заранее известными характери-

ками (K_f – коэффициент фильтрации, n – коэффициент пористости, зерновой состав). В грунт закладывается дренирующая прослойка определенной конструкции и с определенным уклоном в сторону прорези

для отвода воды. Вода поступает из бака, который соединен с корпусом установки с помощью гибкого шланга, закрепленного в дне корпуса. В зависимости от высоты бака устанавливается необходимый напор.

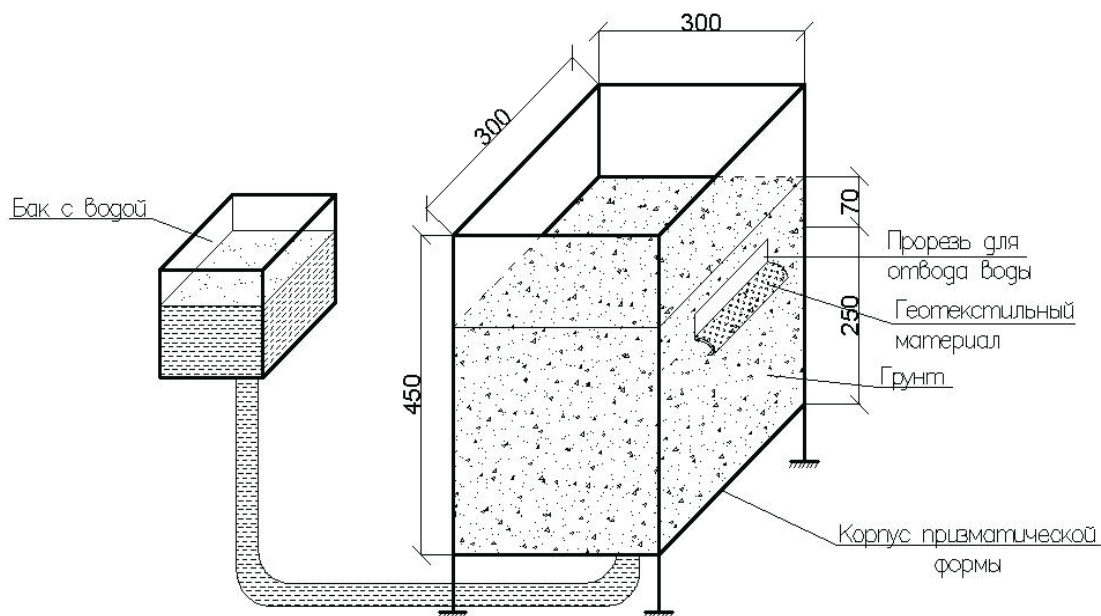


Рис. 1. Установка для определения параметров пластового дренажа

В ходе проводимых экспериментов получена следующая конструкция пластового

дренажа как наиболее эффективная по отведению воды (рис. 2).

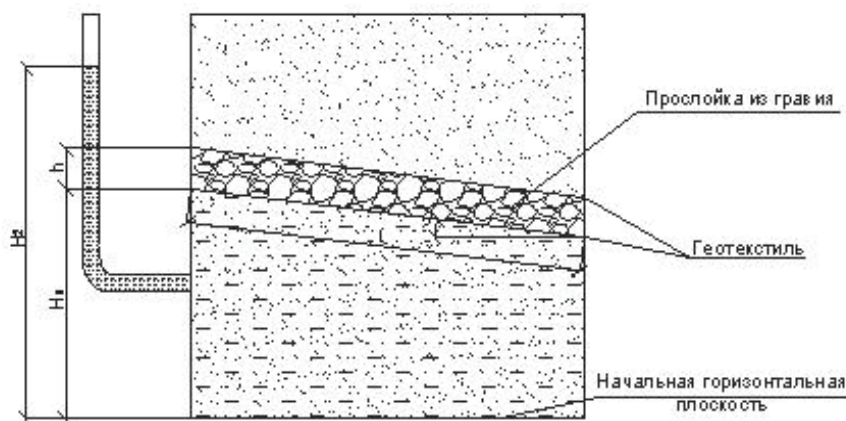


Рис. 2. Расположение дренирующей прослойки в грунте

Дренаж представляет собой пласты, состоящие из двух слоев волокнистого полимерного материала и гравийной прослой-

ки между ними. Первый (нижний) слой пропускает воду, поднимающуюся вверх под давлением, но не дает частицам ниже

лежащего грунта перемешиваться с гравийной прослойкой. Верхний слой геотекстиля выполняет только разделяющую функцию, не давая вышележащему грунту нарушать работу дренажа. Применяемая гравийная прослойка обладает большим коэффициентом фильтрации, чем первый слой волокнистого полимерного материала (в 1,5...2 раза больше). В теле насыпи такой дренаж располагают с уклоном для обеспечения оттока воды из тела насыпи, движение воды осуществляется по гравийной прослойке и нижнему слою геотекстильного материала.

В ходе экспериментов использовались различные типы грунтов – песок (мелкий, средней крупности, крупный), песчано-гравийная смесь, супесь. Применялись волокнистые полимерные материалы типа Дорнит, а также его аналоги, имеющие толщину 2...4 мм, коэффициент фильтрации 60...150 м/сут. В качестве гравийной прослойки применялись различные твердые горные породы, как гравий, так и щебень, крупность фракций составляла порядка 20...50 мм.

Эффективность работы дренажа оценивается выполнением следующего условия:

$$K_{\phi 1} > K_{\phi 3}, \quad (1)$$

где $K_{\phi 1}$ – коэффициент фильтрации волокнистого полимерного материала (1 слой), м/сут;

$K_{\phi 3}$ – коэффициент фильтрации нижележащего грунта, м/сут.

Выполнение данного условия обеспечивает нормальную работу дренажа. В противном случае вода не успевает отводиться. Кроме того, рекомендуемый запас по рассмотренному выше условию должен составлять не менее 15...20 %, обусловленный кольматацией геотекстиля и, как следствие – снижением начального коэффициента фильтрации.

Подсчитаем количество воды, которое необходимо отвести с учетом пористости материала

$$Q = K_{\phi 3} \cdot F_1 \cdot I \cdot n_1, \quad \text{м}^3/\text{сут}, \quad (2)$$

где F_1 – площадь сечения нижнего слоя геотекстиля, м²;

$I = \frac{\Delta H}{b}$ – напорный градиент (b – толщина геотекстиля) [3];

n_1 – коэффициент пористости грунта под дренажом.

Далее рассчитаем необходимый уклон дренажа, а также толщину гравийной прослойки

$$F_2 \cdot i = \frac{Q}{L \cdot K_{\phi 2} \cdot n_2 \cdot 1000}, \quad (3)$$

где F_2 – площадь поперечного сечения гравийной прослойки, м²;

$i = \text{tg} \alpha$ – уклон дренажа по отношению к начальной горизонтальной плоскости;

n_2 – коэффициент пористости гравийной прослойки;

$K_{\phi 2}$ – коэффициент фильтрации гравия, м/сут.

Рассмотрим работу данной конструкции дренажной системы на примере эксперимента с песчано-гравийной смесью, используемой для отсыпки временного объезда при ремонте моста через р. Кундой (Улетовский район). Соотношение песка к гравию в данной смеси – 53,5 и 46,5 % соответственно, наибольшая крупность гравия – 20 мм, песок – мелкий (модуль крупности – 1,52), коэффициент фильтрации в уплотненном состоянии составляет 15,35 м/сут, коэффициент пористости – 0,3. Геотекстильный материал для верхнего и нижнего слоев дренажа – Дорнит Ф1. Поверхностная плотность 450 г/м², толщина – 4 мм, коэффициент фильтрации – 110 м/сут, коэффициент пористости – 0,66 (отношение плотности материала к плотности волокон, входящих в материал [2]). Гравий наибольшей крупностью – 40 мм, месторождение – берег р. Ингода, коэффициент пористости – 0,51. Напорный градиент равен 7,5. Поперечная площадь гравийной прослойки $0,04 \cdot 0,15 = 0,006$ м².

Устойчивый эффект отвода воды наблюдался при $1,5^0$.

Условие эффективности:

$$110 \text{ м/сут} > 15,35 \text{ м/сут};$$

Подсчитаем количество воды, которое необходимо отвести с учетом пористости

материала

$$Q = 15,35 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot \frac{0,03}{0,004} \cdot 0,3 = 3,11; \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Рассчитаем необходимый уклон дренажа при заданной толщине гравийной прослойки.

$$i = \frac{3,11}{0,3 \cdot 150 \cdot 0,006 \cdot 0,51 \cdot 1000} = 0,023.$$

Следовательно, требуемый уклон:

$$\alpha = \arctg(i) = \arctg(0,023) = 1,29^\circ.$$

Пользуясь предложенной методикой расчета пластового дренажа, можно определить минимальный угол уклона дренажа, обеспечивающий отвод грунтовых вод.

Данная разновидность пластового дренажа отличается высокой эффективностью при сравнительно невысоких затратах на материалы при снижении трудоемкости.

Литература

1. Арье А.Г. Физические основы фильтрации подземных вод. М.: Недра, 1984. 101 с.
2. Герасимов В.М. Волокнистые полимерные материалы в геотехнологии: монография. Чита: ЧитГУ, 2010. 207 с.
3. Каменский Г.Н. Основы динамики подземных вод. Ч. 1. М.: Геолразведиздат, 1933. 152 с.
4. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам. М.: Энергия, 1972. 312 с.
5. Костин В.И., Куканов В.И. Как применять дренирующие прослойки из геотекстиля // Автомобильные дороги. № 6. 1981. С. 9-10.
6. Ленченко Н.Н. Динамика подземных вод. М, МГГУ, 2004, 209 с.
7. Мироненко В.А. Динамика подземных вод. М.: МГГУ, 2001. 519 с.
8. Чугаев Р.Р. Гидравлика. М.: Энергоиздат, 1982. 672 с.
9. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. М.: Недра, 1996, 423 с.
10. Шестаков В.М. Теоретические основы оценки подпора водопонижения и дренажа. М.: МГУ, 1965. 234 с.
11. Рыночная стоимость геотекстильных материалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://market.yandex.ru>.

Коротко об авторах

Briefly about the authors

Герасимов В.М., д-р техн. наук, профессор, зав. каф. «Технология лесопереработки и механики», Забайкальский государственный университет (ЗабГУ) Служ. тел.: (3022) 41-72-57

V. Gerasimov, Doctor of Technical Sciences, professor, head of Woodworking technology and mechanics department, Zabaikalsky State University

Научные интересы: геотехнология, геология, механика волокнистых сред

Scientifics interests: geotechnology, geology, mechanics of fibrous environments

Нижегородцев Е.И., аспирант каф. «Технология лесопереработки и механики», Забайкальский государственный университет (ЗабГУ)

Y. Nizhegorodtsev, postgraduate, Woodworking technology and mechanics department, Zabaikalsky State University

Научные интересы: геотехнология, гидрогеология, механика волокнистых сред

Scientifics interests: geotechnology, hydrogeology, mechanics of fibrous environments

