

# МЕЛИОРАЦИЯ

УДК 626.86:631.44

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВОДОПОГЛОЩАЮЩИХ УСТРОЙСТВ С ДРЕНАЖНЫМИ ГЕОКОМПОЗИТАМИ НА СЛАБОВОДOPPOHИЦАЕМЫХ ПОЧВАХ

*В. М. Макоед, ведущий научный сотрудник  
А. И. Митрахович, кандидат технических наук*

*РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь*

### Аннотация

Представлены результаты исследований эффективности работы экспериментальных колонок-поглотителей с применением полимерных дренажных геоконпозитов для удаления поверхностных вод из замкнутых переувлажняемых понижений мелиоративных объектов со слабОВОДПРОHИЦАЕМЫМИ почвами. Приводятся конструктивные решения водопоглощающих устройств, результаты лабораторных исследований их пропускной способности. Отмечается влияние геоконпозитов на увеличение пропускной способности колонок-поглотителей. Изложена технология строительства колонок-поглотителей на мелиоративном объекте «Ельня-Агро» в Шарковщинском р-не Витебской обл. Показана эффективность их работы по удалению избытков воды в весенний период, особенно напряженный в связи с подготовкой сельхозугодий к проведению полевых работ.

**Ключевые слова:** дренажные полимерные геоконпозиты, водопоглощающие устройства, горизонтальный дренаж, замкнутые понижения рельефа, пропускная способность конструкций, поверхностный сток, грунтовый лоток.

### Abstract

*V. M. Makoed, A. I. Mitrakhovich*  
**PERFORMANCE STUDY WATER-ABSORBING  
DEVICES WITH DRAINAGE GEOCOMPOSITES ON  
LOW-WATER PERMEABLE SOILS OF RECLAMATION  
SYSTEMS**

The results of studies of the effectiveness of experimental absorbing columns with the use of polymer drainage geocomposites for the removal of surface water from closed waterlogged depressions of reclamation objects with poorly water-permeable soils are presented. Design solutions of water-absorbing devices, results of laboratory tests of throughput capacity are given. The influence of geocomposites on the increase in the throughput capacity of the absorber columns is noted. The technology of building absorbent columns at the «Yelnya-Agro» reclamation facility in the Sharkovshchinsky district of the Vitebsk region is described. The effectiveness of their work on the removal of excess water is shown, especially in the spring, which is the most intense in preparing farmland for field work.

**Keywords:** drainage polymer geocomposites, water-absorbing devices, horizontal drainage, closed relief drops, throughput capacity of structures, surface runoff, soil tray.

### Введение

Минеральные земли характеризуются большой изрезанностью рельефа в виде хаотически расположенных повышений и понижений местности, что приводит к неравномерному распределению поверхностного стока по площади и значительно снижает эффективность осушения земель горизонтальным дренажем, затрудняет работу сельскохозяйственной техники, создает мелкоконтурность

сельхозугодий, уменьшает производительную способность почв.

Устранить эти негативные явления можно путем организации поверхностного стока с ликвидацией застоя воды из замкнутых понижений рельефа, чтобы создать равномерный водный режим на полях, улучшить условия работы сельскохозяйственной техники и повысить коэффициент земельного использования.

В перечень мероприятий по организации поверхностного стока на осушаемых землях, как правило, входят: устройство нагорно-ловчей сети, колонок и колодцев-поглотителей, искусственных ложбин и воронок стока; планировка и выравнивание поверхности; фильтрующие засыпки дренажных траншей; глубокое рыхление и др. В отдельных случаях для отвода поверхностных вод рекомендуется предусматривать раскрытие и засыпку понижений.

Результаты исследований ряда научных институтов на опытно-производственных участках показали, что эффективность колонок-поглотителей существенно зависит от их конструктивных параметров, частоты их размещения на дренах, ширины дренажной траншеи и степени окультуренности почв [1].

В Республике Беларусь при проектировании отвода поверхностных вод из замкнутых понижений в дренажную сеть на слабОВОдопроницаемых почвах широко применялись ко-

### Основная часть

Принципиальное отличие новых колонок-поглотителей от аналогов заключается в уширенном верхнем водоприемном элементе в виде ниши глубиной 30–40 см с уклоном к дренажной траншее и площадью 10–12 м<sup>2</sup>, заполненной фильтрующим материалом. В данной конструкции поверхностная вода из уширенного верхнего элемента поступает в дренажную траншею не только в пределах контура проекции ширины дренажной траншеи, но и с прилегающей к ней зоны ниши, то есть рабочая зона фильтрации становится значительно больше площади проекции нижнего элемента конструкции шириной 0,5 м.

Производственное применение новой конструкции колонки-поглотителя КПФ-1 с фильтрующей засыпкой (коэффициент фильтрации – 10 м/сут, пропускная способность – 0,2 л/с) показало, что возникают сложности в приобретении в карьерах песчано-гравийной смеси с таким коэффициентом фильтрации. Поэтому были проведены исследования конструкций колонок-поглотителей с коэффициентом фильтрации засыпки 3 м/сут и применением новых полимерных материалов дренажных геокомпози-

лонки-поглотители [2, 3], конструкция которых базируется на устройстве засыпок дренажной траншеи определенной длины хорошо фильтрующим материалом. Фильтрующая засыпка присыпается сверху слоем растительного грунта. В таких конструкциях колонок поступление поверхностной воды в дренаж происходит только в полосе траншеи шириной 0,5 м. Исходя из этого коэффициент фильтрации засыпки (далее –  $K_f$ ) будет определяться коэффициентом фильтрации пахотного слоя, который не превышает на тяжелых почвах 0,2–0,4 м/сут. Следовательно, и пропускная способность конструкций будет незначительной.

С учетом выявленных недостатков в конструкциях колонок-поглотителей в РУП «Институт мелиорации» разработаны колонки-поглотители новой конструкции типа КПФ и типовые проектные решения ТПР Б.820-01-3.05 «Колонки-поглотители на мелиоративных системах» [4, 5].

Увеличение быстродействия пропускной способности конструкции с помощью дренажных геокомпози-тов основывается на повышении скорости потока воды к дренажу. На тяжелых почвах поверхностная вода поступает в дренажную траншею преимущественно по границе пахотного и подпахотного горизонтов. Перехватив воду на границе этих слоев, можно существенно увеличить интенсивность перевода поверхностных вод в дренажный сток. Эту цель могут выполнять дренажные полимерные геокомпози-ты, поэтому были разработаны новые конструкции экспериментальных колонок-поглотителей с применением полимерных дренажных геокомпози-тов (рис. 1–3).

Конструкции колонок-поглотителей включают дренаж, расположенную на дне дренажной траншеи, к которой вертикально подсоединяются разные варианты дренажных модулей из геокомпози-тных материалов. После этого дренажная траншея в месте устройства колонки-поглотителя засыпается фильтрующим материалом, а сверху конструкции выполняется водоприемная ниша глубиной 30–40 см и площадью 10 м<sup>2</sup>, которая также засыпается

фильтрующим материалом. Верхние элементы дренажного модуля, расположенные в верхнем элементе конструкции, перехватывают поверхностную воду, поступающую в нишу, и переводят ее по вертикальным элементам модуля к дрене. Вертикальные элементы модуля также принимают и отводят воду, поступающую в фильтрующую засыпку траншеи, что существенно увеличивает осушительную эффективность колонки-поглотителя.

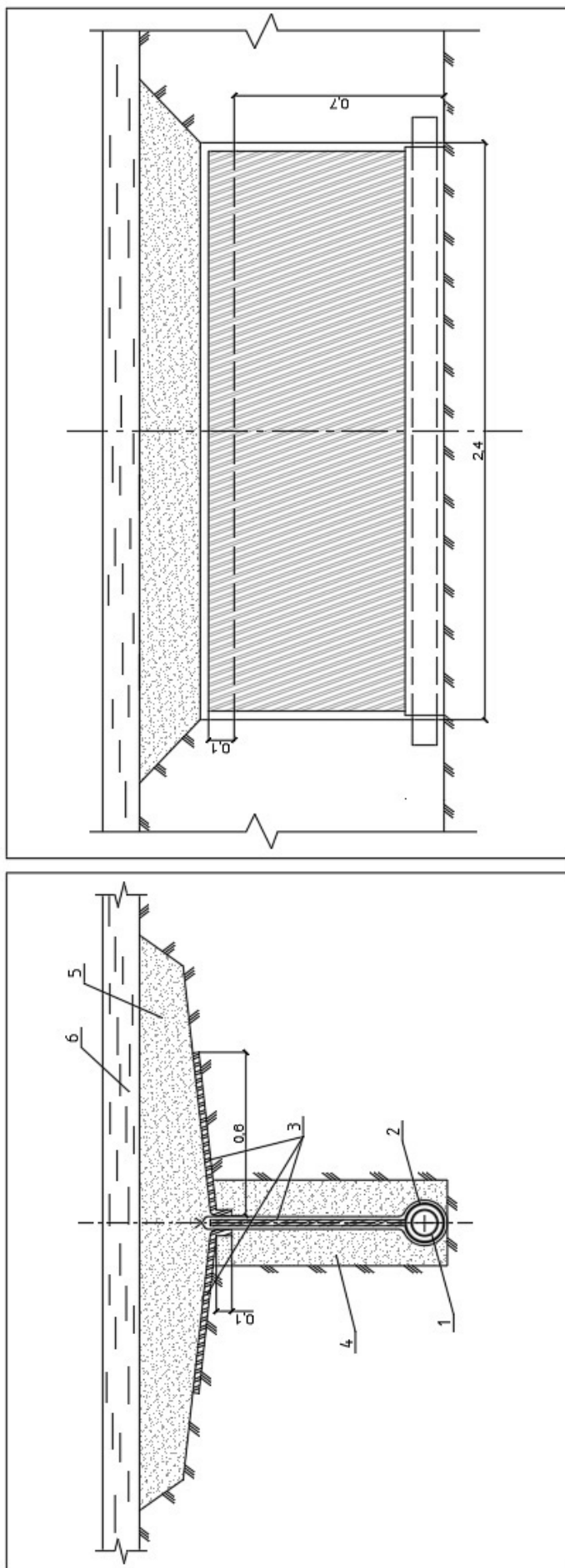
В лабораторных условиях была исследована пропускная способность моделей конструк-

ций колонок-поглотителей с дренажными геокомпозитами. Описание данных экспериментальных конструкций колонок-поглотителей с применением фильтрующей засыпки, имеющей низкий коэффициент фильтрации, приведено в табл. 1

Лабораторные исследования пропускной способности моделей колонок-поглотителей с фильтрующей засыпкой, имеющей низкий коэффициент фильтрации, проводились в грунтовой лотке, схема которого представлена на рис. 4.

**Таблица 1. Экспериментальные конструкции колонок-поглотителей с применением полимерных дренажных геокомпозитов**

№ варианта	Описание конструкций
1	<p>Использован дренажный модуль, состоящий из трех элементов – одного вертикального и двух горизонтальных.</p> <p>Элементы состоят из ядра, выполненного из объемной полимерной решетки и помещенного в фильтрующую оболочку из ЗФМ «Тайпар SF27». Вертикальный элемент в нижней части имеет карман в фильтрующей оболочке для подключения к дрене диаметром 63 мм. Два горизонтальных элемента подсоединены к верхней части вертикального элемента с увеличенной площадью контакта. Фильтрующая засыпка выполнена из песка с коэффициентом фильтрации 3 м/сут.</p> <p>Пропускная способность колонки-поглотителя составляет в среднем 0,5 литров в секунду при напоре 30 см</p>
2	<p>Применен дренажный модуль, состоящий из трех элементов. Вертикальный элемент состоит из ядра, выполненного из сварного каркаса, состоящего из двух горизонтальных труб (диаметр верхней – 63 мм и нижней – 90 мм), соединенных тремя вертикальными трубами диаметром 63 мм; каркас помещен в оболочку из ЗФМ «Тайпар SF27». Два горизонтальных элемента состоят из ядра, выполненного из объемной решетки, помещенного в оболочку из ЗФМ «Тайпар SF27». Два горизонтальных элемента подсоединены к верхней части вертикального элемента с увеличенной площадью контакта. Фильтрующая засыпка выполнена из песка с коэффициентом фильтрации 3 м/сут.</p> <p>Пропускная способность колонки-поглотителя составляет в среднем 0,4 литра в секунду при напоре 30 см</p>
3	<p>Применен дренажный модуль из одного вертикального элемента, который состоит из ядра, выполненного из объемной полимерной решетки; ядро помещено в фильтрующую оболочку из ЗФМ «Тайпар SF27». В верхней части вертикальный элемент имеет гребенку, а в нижней части – карман в фильтрующей оболочке для подключения к дренажной трубе диаметром 63 мм. Фильтрующая засыпка выполнена из песка с коэффициентом фильтрации 3 м/сут.</p> <p>Пропускная способность колонки-поглотителя составляет в среднем 0,1 литра в секунду при напоре 30 см</p>

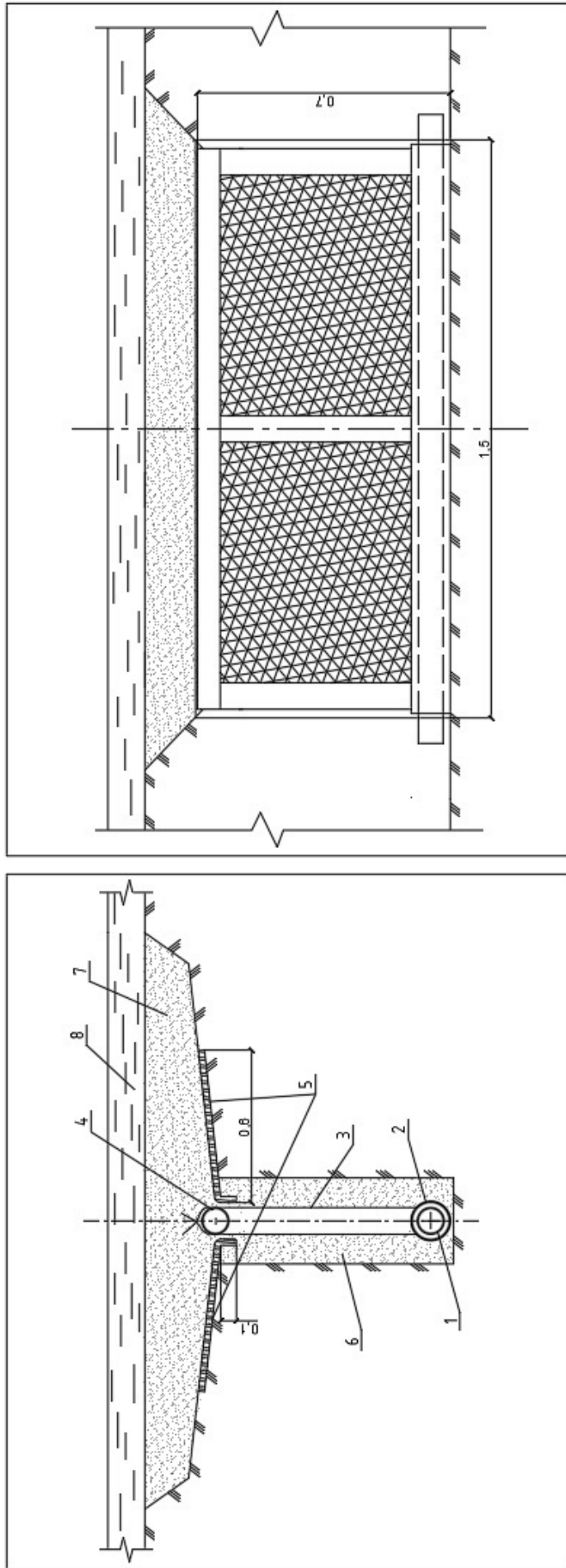


а

б

Рис. 1. Первый вариант конструкции колонки-поглотителя в (а) поперечном и (б) продольном разрезах с дренажным геокмползитом (расход – 0,6 л/с):  
 1 – гофрированная дренажная труба диаметром 63 мм; 2 – гофрированная дренажная труба диаметром 90 мм;  
 3 – модуль из трех элементов, выполненных из объемной полимерной решетки в фильтрующей оболочке;  
 4, 5 – фильтрующая засыпка из песка ( $K_{\phi} = 3 \text{ м/сут}$ ); 6 – слой воды





а

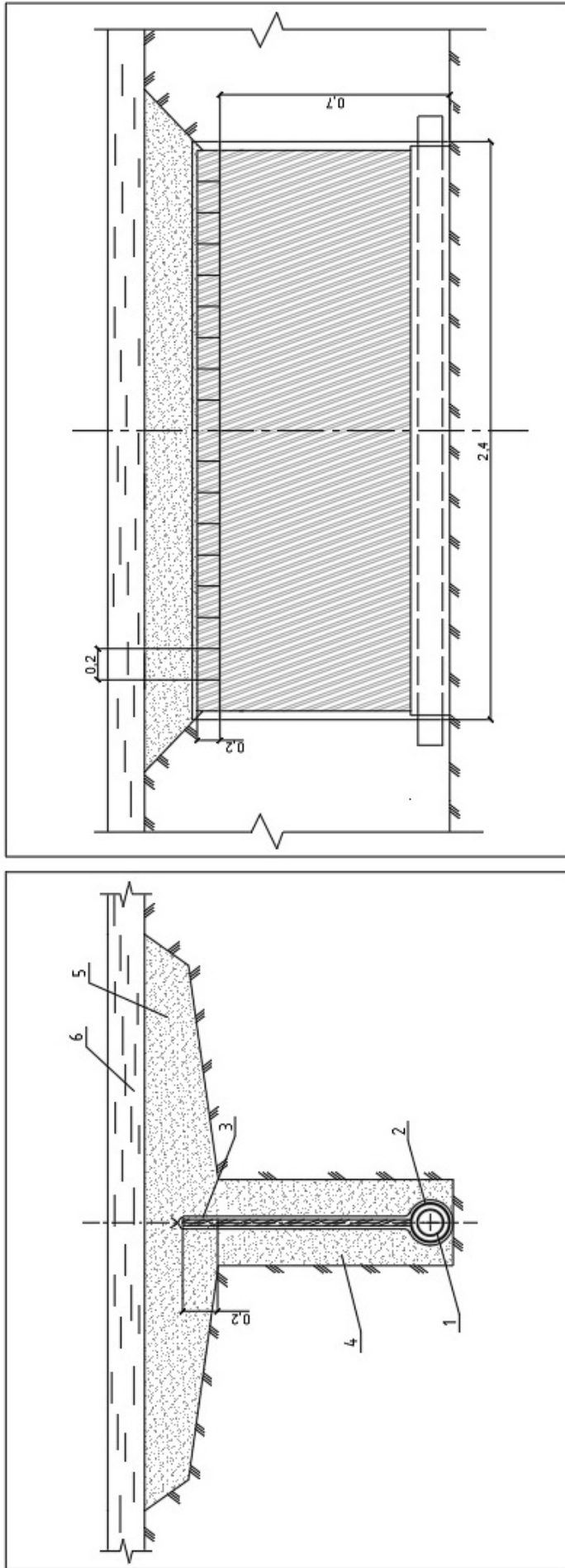
б

Рис. 2. Второй вариант конструкции колонки-поглотителя в (а) поперечном и (б) продольном разрезе с дренажным геотекстилем (расход – 0,8 л/с):

1 – гофрированная дренажная труба диаметром 63 мм; 2 – гофрированная дренажная труба диаметром 90 мм;

3 – модуль из гофрированной дренажной трубы; 4 – дренажная гофрированная труба диаметром 63 мм;

5 – модуль из 2 элементов; 6, 7 – фильтрующая засыпка из песка ( $K_{\phi} = 3 \text{ м/сут}$ ); 8 – слой воды



а

б

Рис. 3. Третий вариант конструкции колонки-поглотителя в (а) поперечном и (б) продольном разрезах с дренажным геотекстилем (расход – 0,3 л/с):  
1 – гофрированная дренажная труба диаметром 63 мм; 2 – гофрированная дренажная труба диаметром 90 мм;  
3 – модуль с гребенкой; 4, 5 – фильтрующая засыпка из песка ( $K_{\phi} = 3 \text{ м/сут}$ ); 6 – слой воды

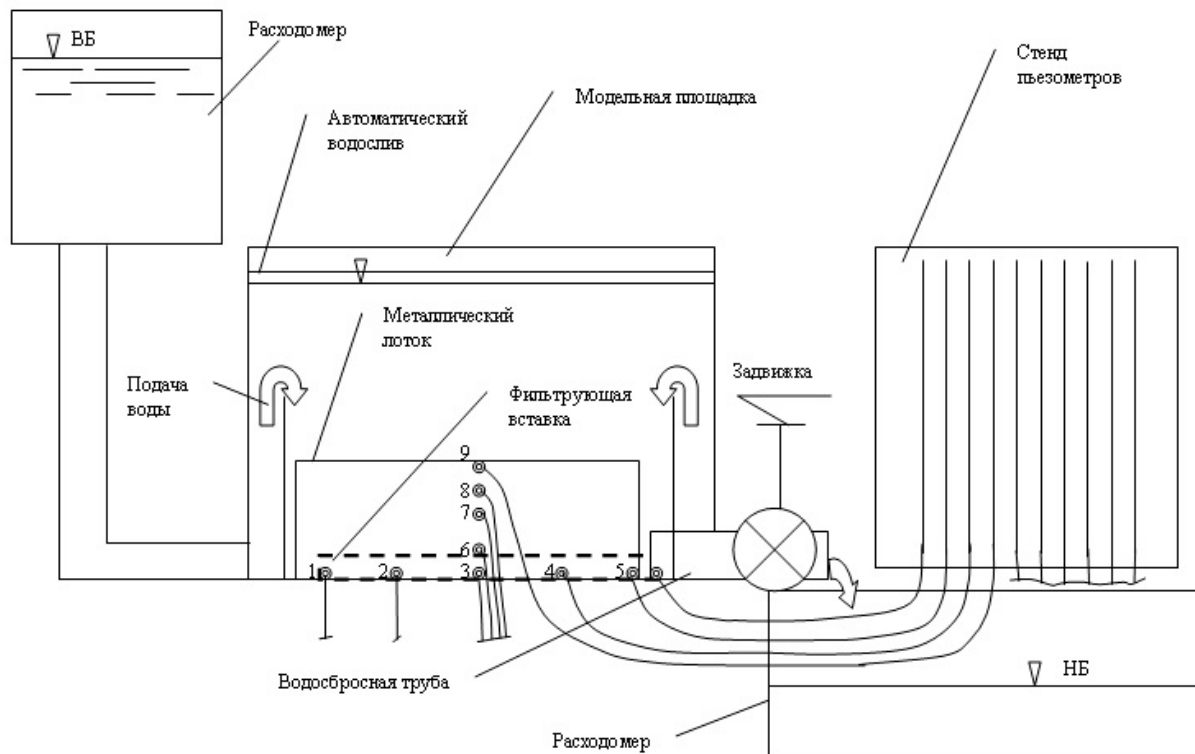


Рис. 4. Схема грунтового лотка

Грунтовый лоток имеет размеры 3,5 м × 4,5 м и высоту 1,5 м, что позволяет имитировать работу экспериментальных моделей колонок-поглотителей практически в натуральную величину.

По середине лотка смоделирована водонепроницаемая со всех сторон траншея (ширина 0,5 м, глубина 0,7 м), а сверху – ниша размером 3,3 × 3,3 м и глубиной 0,3–0,4 м. К лотку подводилась вода, расход подачи которой регулировался задвижкой. Сброс воды осуществлялся по заложенной по дну траншеи дренажной трубе диаметром 63 мм; расход воды замерялся объемным способом. Фильтрующая засыпка конструкций применялась из песка (коэффициент фильтрации – 3 м/сут); перед его засыпкой в лоток устанавливались дренажные геоконпозиты различных видов, воду подавали в таком количестве, чтобы над песком поддерживался постоянный слой воды 15, 20 и 30 см.

В ходе опытов замерялись время и объем воды, вытекаемой из конструкции. По полученным данным вычислялась пропускная способность колонки. На рис. 5 показан фрагмент устройства модели колонки-поглотителя в грунтовом лотке.

Чтобы исследовать работу экспериментальных конструкций колонок-поглотителей с применением дренажных геоконпозитов в полевых условиях, на опытно-производственном участке мелиоративного объекта «Ельня-Агро» в Шарковщинском р-не Витебской обл. были построены три варианта конструкций (см. рис. 1–3, а их характеристики – в табл. 1).

Схема опытно-производственного участка с местами расположения вариантов экспериментальных колонок-поглотителей с дренажными геоконпозитами показана на рис. 6.

Фрагменты отдельных этапов технологии строительства экспериментальных колонок-поглотителей с дренажными геоконпозитами на опытно-производственном участке приведены на рис. 7.

Колонки-поглотители строились в замкнутых понижениях рельефа, где в период паводков и ливневых дождей наблюдался застой поверхностных вод. На рис. 8 показаны замкнутые понижения в весенний период (фото от 19.03.2023 г.), до строительства экспериментальных колонок-поглотителей.





Рис. 5. Устройство модели колонки-поглотителя в грунтовой лотке

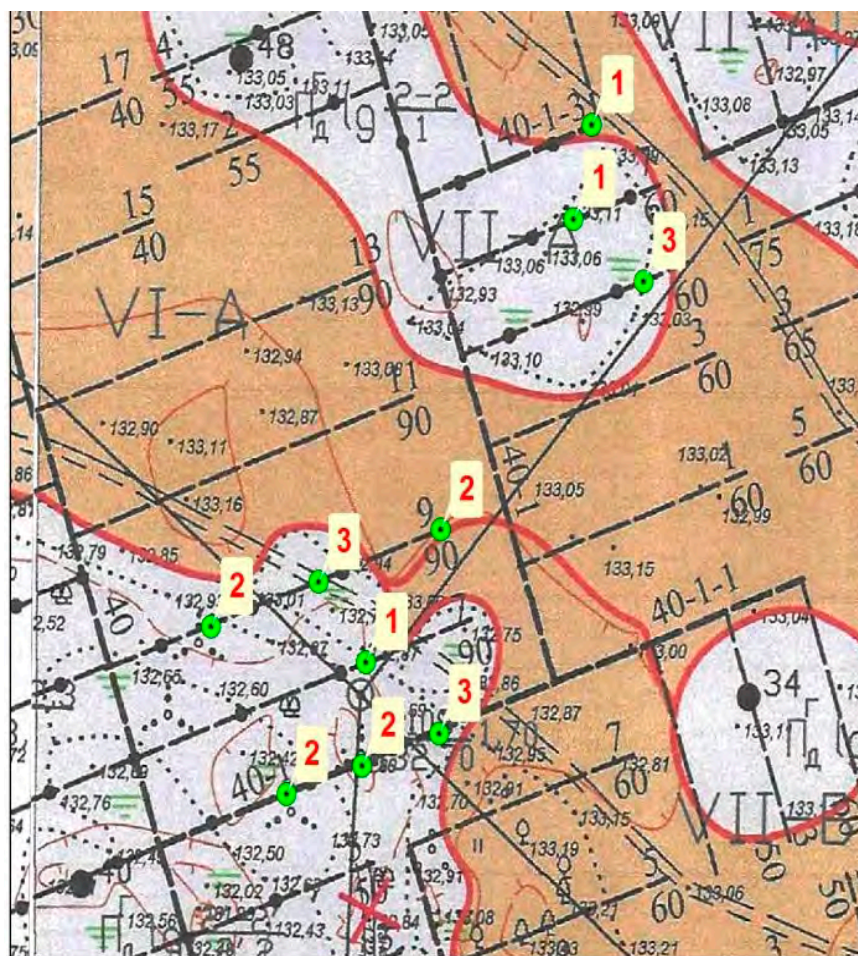


Рис. 6. Опытно-производственный участок с экспериментальными конструкциями колонок-поглотителей с дренажными геотекстилями:  
1, 2, 3 – варианты конструкций колонок-поглотителей





Рис. 7. Этапы технологии строительства экспериментальных колонок-поглотителей с дренажными геокompозитами на опытно-производственном участке



а б  
Рис. 8. Замкнутые понижения рельефа с экспериментальными колонками-поглотителями до отвода поверхностного стока:  
а – 2-й вариант; б – 3-й вариант

Эффективность работы колонок-поглотителей обуславливается временем удаления поверхностных вод из переувлажняемых понижений рельефа, что позволяет своевременно проводить на полях сельскохозяйственные работы. Для определения степени осушения проводились наблюдения за состоянием водного режима понижений путем замеров пло-

щади зеркала воды, ее глубины для расчета объемов скапливающейся воды в понижениях и времени ее сработки. При дождливой погоде замерялись динамика появления луж и через 2–3 дня – их сработка; после исчезновения луж – влажность почвы в понижении.

Данные об объемах поверхностных вод, скопившихся в понижениях рельефа после сне-

готаяния (по состоянию на 19.03.2023 г.), когда в них были установлены экспериментальные колонки-поглотители, представлены в табл. 2.

Полевые наблюдения за работой трех вариантов экспериментальных колонок-поглотителей с дренажными модулями из геоком-позитов показали, что они до 14 апреля отвели избытки воды с переувлажняемых понижений рельефа. Лучше всего в условиях весны 2023 г.

работали конструкции колонок-поглотителей 3-го варианта, несколько хуже – 1-го варианта.

Вид замкнутых понижений после отвода поверхностных вод весной (фото сделано 24.05.2023 г.) представлен на рис. 9.

Вид замкнутых понижений рельефа с экспериментальной колонкой-поглотителем осенью, после отвода поверхностных вод, представлен на рис. 10 (фото сделано 16.11.2023 г.).

Таблица 2. Объемы воды в понижениях рельефа после снеготаяния

Варианты конструкций	Повторность	Площадь зеркала воды, м <sup>2</sup>	Глубина, м	Объем воды, м <sup>3</sup>
1	1-я	100	0,11	11
	2-я	384	0,22	85
	3-я	377	0,31	117
	4-я	210	0,26	55
2	1-я	300	0,17	51
	2-я	288	0,24	69
	3-я	252	0,18	45
	4-я	200	0,3	60
	5-я	180	0,32	58
3	1-я	396	0,16	63
	2-я	384	0,35	134
	3-я	522	0,24	125



а



б

Рис. 9. Замкнутые понижения рельефа весной после отвода поверхностных вод экспериментальными колонками-поглотителями: а – 1-й вариант конструкций, б – 2-й вариант конструкций





а б  
Рис. 10. Замкнутое понижение рельефа с экспериментальной колонкой-поглотителем 3-го варианта:  
а – многолетние травы; б – озимые

### Выводы

1. В ходе лабораторных опытов по определению пропускной способности конструкций различных вариантов дренажных геокомпозигов установлены наиболее эффективные из них.

2. Разработаны конструкции экспериментальных колонок-поглотителей с применением полимерных дренажных геокомпозигов с фильтрующей засыпкой, имеющей низкий коэффициент фильтрации – 3 м/сут.

3. В грунтовом лотке определена пропускная способность моделей колонок-поглотителей, выполненных в натуральную величину, с различными вариантами дренажных геокомпозигов с фильтрующей засыпкой из песка (коэффициент фильтрации – 3 м/сут); для 1-го варианта она составила 0,6 л/с, для 2-го – 0,8 л/с, для 3-го – 0,3 л/с.

4. На опытно-производственном участке мелиоративного объекта «Ельня-Агро» Шарковщинского р-на Витебской обл. построено 12 экспериментальных колонок-поглотителей с применением полимерных дренажных геокомпозигов трех вариантов с фильтрующей засыпкой из песка с коэффициентом фильтрации 3 м/сут.

5. Установлена эффективность экспериментальных колонок-поглотителей с дренажными геокомпозидами по удалению избытков поверхностных и почвенно-грунтовых вод из замкнутых понижений рельефа.

6. Результаты исследований конструкций колонок-поглотителей с полимерными дренажными геокомпозидами позволяют констатировать возможность их применения в производственных условиях.

### Библиографический список

1. Кирейчева, А. В. Повышение эффективности дренажа на тяжелых почвах / А. В. Кирейчева, И. А. Шишова // Мелиорация и вод. хоз-во. – 1989. – № 4. – С. 27–30.
2. Смирнов, А. М. Расчет поглотительных колонок на дренах / А. М. Смирнов // Мелиорация и вод. хоз-во. – 1990. – № 10. – С. 31–34.
3. Богданович, А. И. Работоспособность дренажной засыпки при периодическом действии гончарного дренажа / А. И. Богданович // Гидротехника и мелиорация : сб. науч. тр. / Белорус. с.-х. акад. – Горки, 1967. – Т. 50. – С. 86–94.
4. Колонки-поглотители на мелиоративных системах : Типовые проектные решения Б.820-01-3.05. Альбом 1. – Минск : СтройМедиаПроект, 2020. – 29 с.
5. Колонки-поглотители на мелиоративных системах : Типовые проектные решения Б.820-01-3.05. Сметы. Альбом 2. – Минск : СтройМедиаПроект, 2020. – 157 с.

Поступила 30 января 2024 г.