

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЛИОРАНТОВ-СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЗАСЫПОК

**А.И. Митрахович**, кандидат технических наук, доцент

**В.М. Макоед**, ведущий научный сотрудник

РУП «Институт мелиорации»

г. Минск, Беларусь

### Аннотация

В статье приведены данные по применению искусственных структурообразователей почвы, обеспечивающих повышения плодородия почв, а также способствующих повышению осушительного действия мелиоративных систем, особенно на тяжелых минеральных почвах, которые под влиянием структурообразователей могут существенно улучшить водопроницаемость засыпок в водопоглощающих элементах. Рассмотрено применение различных мелиорантов-структурообразователей для увеличения водопоглотительной способности, пористости и структурности почвы. На основании изучения их эффективности выбран ряд структурообразователей почвы, наиболее приемлемых для работы водопоглощающих устройств дренажа на тяжелых почвах.

**Ключевые слова:** *структурообразователи, водопроницаемость, дренаж, траншейные засыпки, коэффициент фильтрации, химмелиоранты, почвенные агрегаты, водопоглощающие устройства*

### Abstract

#### **A.I. Mitrakhovich, V.M. Makoeed USE OF RECLAMATION STRUCTURANTS FOR FILTER FILLINGS**

The article contains data on artificial soil structurants, which provide good productivity and improve drainage ability of reclamation systems especially on heavy mineral soils which can improve permeability fillings in water-absorbing elements due to structurants. It is found how ameliorants increase water-absorbing ability, porosity and structural properties of the soil. Some soil structurants are selected as the most acceptable to water-absorbing drainage devices on heavy soils and beneficial.

**Keywords:** *soil structurants, water permeability, drainage, trench filling, filtration coefficient, chemical ameliorants, soil aggregates, water-absorbing devices*

### Введение

В агропочвоведении в последнее время все большее распространение находит тезис о том, что именно физические свойства почв являются лимитирующим фактором как для развития сельскохозяйственных культур, так и для успешного применения агрохимических, мелиоративных и других мероприятий, направленных на улучшение почвенных характеристик. Одним из важных направлений по обеспечению устойчивого развития сельскохозяйственного производства является повышение плодородия почвы различными способами, одним из которых является применения искусственных структурообразователей почвы (ИСП) [5] – синтетических продуктов или химически измененных природных материалов, с помощью которых можно оптимально преобразовать преимущественно физические, а частично и химические свойства почвы. Немаловажное значение это направление имеет и в отраслях, способствующих интенсивному использованию мелиорированных земель, т.к. рассматриваемые мероприятия влияют непосредственно на эффективность действия мелиоративных систем, в первую очередь, горизонтального

дренажа на тяжелых минеральных почвах, которые под влиянием структурообразователей могут существенно улучшать свои фильтрационные характеристики, например, водопроницаемость, от которой зависит интенсивность осушения. Конструкции дренажа включают водопоглощающие элементы (колонки и колодцы-поглотители, устраиваемые в основном в понижениях рельефа, наиболее переувлажненных участках мелиорированной площади). Многолетний практический опыт применения этого способа отвода воды показал, что он является наиболее рациональным в данных условиях [4]. Ускоренный отвод гравитационной воды из пахотного слоя обеспечивается кротованием почвы в сочетании с повышением водопроницаемости засыпок дренажных траншей. Непременным условием эффективного действия кротовин является устойчивость их полости и удовлетворительный водоотвод из них, что обеспечивается только при хорошей водопроницаемости засыпок дренажных траншей.

### Основная часть

Эффективность дренажа, особенно на тяжелых почвогрунтах, во многом зависит от фильтрую-

щей способности засыпки дренажных траншей. Исследования, проведенные в Калининградской и Ленинградской областях [4], показали, что заполнение траншей глинистыми и суглинистыми грунтами не обеспечивает водопроницаемости своевременного отвода воды. Коэффициент фильтрации дренажной засыпки в этом случае составляет 0,08-0,4 м/сут. Засыпка из песчано-гравелистых грунтов в этом случае более надежна. Однако, как показал опыт и расчеты [4], в этом случае требуется тщательный подбор фракций гравия и песка, в противном случае происходит заиливание верхней части засыпки частицами пахотного слоя, что приводит к быстрому уменьшению ее водопроницаемости. Кроме того, стоимость строительства дренажа при заполнении траншей привозным грунтом увеличивается в 2-4 раза. Установлено, что на слабокультуренных тяжелых почвах значительная часть воды, составляющая дренажный сток, поступает в дрены через траншейную засыпку. В ходе исследований, проведенными различными авторами [6], установлено, что к дренам через траншейную засыпку поступает от 25 до 60 % воды. Это объясняется тем, что водопроницаемость траншейной засыпки обычно намного больше, чем нетронутого грунта, и даже спустя 10 лет после устройства дренажа она почти в 3,5 раза выше, чем в междреньи. Одним из приемов улучшения фильтрационных свойств засыпок на тяжелых грунтах является использование гумусового слоя, которым заполняют дренажную траншею на глубину 25-30 см [4], а остальную часть траншеи засыпают перемешанным почвогрунтом, содержащим до 35 % гумусового горизонта. Однако водопроницаемость такой засыпки довольно быстро (в первые 2-3 года) уменьшается.

При создании засыпок из смеси глинистого почвогрунта с ненабухающими механически прочными материалами различной природы необходимо учитывать специфические свойства глинистых почвогрунтов. Скважность глинистых почвогрунтов зависит от набухания, пучения и усадки, в результате чего водопроницаемость их изменяется. Весной после оттаивания засыпки во время стока водопроницаемость смешанного грунта достигает минимальных значений 0,11-0,20 м/сут. Летом, особенно в засушливый период, водопроницаемость засыпки увеличивается в среднем до 1,06 м/сут, а осенью, в

период длительного увлажнения, снова уменьшается до 0,35-0,40 м/сут [3].

Резкие колебания водопроницаемости тяжелых суглинков в течение года объясняются также тем, что их трещиноватость подвергается большим изменениям под влиянием промерзания, оттаивания, высыхания и переувлажнения, а также рыхления корнями растений и почвенной фауны [7].

Дренаж, построенный с хорошо фильтрующими засыпками, эффективнее дренажа, выполненного по традиционной технологии, что отмечается в исследованиях СевНИИТиМ [1].

Улучшение водопроницаемости почв принципиально может быть достигнуто различными способами, и в частности, путем применения искусственных структурообразователей почвы (ИСП).

Исследованиям по изучению возможности увеличения водопроницаемости засыпок путем ее оструктурирования занимались многие ученые и институты. Так СевНИИГиМ на основании лабораторных работ были определены наиболее перспективные стабилизирующие вещества и проведены опыты по их применению в засыпках [4]. Для оструктурирования засыпки применялись гажевая пыль, карбидная известь, гипс, битум и битумная эмульсия, каменноугольные фусы, полиакриламид, силикат натрия, навоз. По лабораторным исследованиям наиболее действенными оказались битум, каменноугольные фусы, полиакриламид и цемент, которые увеличивали водопроницаемость грунта в десятки и сотни раз. В полевых опытах к способам, хорошо оструктуривающим грунт и значительно увеличивающим водопроницаемость засыпки, относятся: стабилизация битумом, полиакриламидом, силикатом натрия с цементом в количестве 10-15 %. Однако стабилизация битумом и полиакриламидом является дорогой, а эффект стабилизации неустойчивым. Битум окисляется и вымывается. Такая же картина наблюдается и при стабилизации полиакриламидом. Сразу после стабилизации образовалась хорошая макроструктура грунта с коэффициентом фильтрации 0,0168-0,027 см/с, затем под действием фильтрующейся через засыпку воды полиакриламид вымывался из грунта и водопроницаемость засыпки уменьшалась. Коэффициент фильтрации ее через 3 года равнялся 0,0025 см/с, а через четыре – 0,0018 см/с.

В РУП «Институт мелиорации» проведены довольно обширные опыты по исследованию влияния целого ряда материалов органических и искусственных [8], использованных в качестве структурообразователей на фильтрационные свойства тяжелого суглинка, агрегатный состав которого в горизонте 40-70 см содержит 59 % физической глины с диаметром фракций < 0,01мм и 41 % физического песка диаметром фракций > 0,01мм. Исследования проводились на одиннадцати вариантах грунтовых смесей, в состав которых входили: тяжелый суглинок, растительный грунт, негашеная известь, верховой торф, доломитовая мука, сапропель в разных процентных соотношениях. В результате опытов было установлено, что наиболее эффективным структурообразователем оказалась доломитовая мука. Коэффициент фильтрации смеси из нее и тяжелого суглинка составил через 65 и 121 сутки 0,9 и 0,33 м/сут при непрерывной подаче воды, что соответственно в 39 и 30 раз был выше контрольного. Хорошие результаты получены и после применения фрезерного торфа и растительного грунта. Водопроницаемость этих смесей по соотношению к опыту через 65 суток повысилась соответственно в 8 и 12 раз, по сравнению с контрольным вариантом – в 82 и 41 раз соответственно. За контрольный вариант применялась засыпка из тяжелого суглинка.

Использование негашеной извести (2 %) с фосфогипсом (1 %) в смеси с суглинком после 65 суток испытаний обеспечило повышение коэффициента фильтрации в 10 и 7 раз по сравнению со смесью суглинка и растительного грунта.

Была проведена также серия опытов по определению эффективности оструктуривания и стабилизации тяжелых слабопроницаемых грунтов водорастворимыми полимерами. При обработке разрыхленного почвогрунта жидкими полимерными химмелиорантами происходит обволакивание почвенных агрегатов полимерной пленкой, обуславливающей водостойчивость создаваемой структуры. В качестве полимерных химмелиорантов применялись ММ-1, гидролизированный полиакрилонитрил - ГИПАН-1 и препарат К-4.

Имеется ряд исследований по применению в качестве структурообразователей полистирольного пенопласта (рисунок 1), который может вноситься как в виде хлопьев, так и в виде шариков, которые созда-



**Рисунок 1 – Полистирольный пенопласт**

ют водопроницаемость фильтрующего субстрата, в 100 раз превышающего водопроницаемость почвы, не обработанной структурообразователем [5].

По результатам испытаний наиболее эффективным полимерным структурообразователем, существенно повышающим фильтрационные свойства слабопроницаемых суглинистых грунтов, оказался полиакрилонитрил ГИПАН-1 (рисунок 2). Скорость фильтрации в суглинке, обработанном этим мелиорантом, в 14 раз превосходила контрольный вариант.

Исследования по применению полимерных препаратов для улучшения структуры почвы ведутся почти шесть десятилетий, однако особый интерес к структурообразователям проявился в последние годы вследствие развития химии высокомолекулярных соединений. Новые водорастворимые органические полимеры применяются по новым технологиям. В настоящее время в число стран-производителей структурообразователей почвы входят: США, Германия, Великобритания, Франция, Швеция, Россия, страны СНГ и др. Однако установлено, что использование их в качестве полимеров, экономически неоправданно, если речь идет о стабилизации всего пахотного слоя. Но в тех случаях, когда необходимо стабилизировать почвенные агрегаты только на поверхности почвы, чтобы предотвратить, например, эрозию, они могут быть очень эффективны.



**Рисунок 2 – Полиакрилонитрил ГИПАН-1  
(в гранулах)**

На процесс структурообразования влияет целый комплекс факторов: механический, минералогический, химический состав почв, количество и качество органического вещества, увлажнение, высушивание почвы и т.д. Размеры почвенных агрегатов только в том случае являются показателем того и иного физического режима в почве, когда агрегаты водоустойчивы, т.е. способны противостоять разрушающему действию воды (П.В. Вершинин, 1935, 1958). Полимеры на основе полиакриламида способствуют формированию водопрочной структуры.

Образование комковатой структуры сопровождается благоприятным распределением пор, что имеет важное значение для водного и воздушного режимов в почвах со средним и тяжелым механическим составом (В.И. Михайлина (1973), Л.Н. Абросимов (1985), И.А. Романов (1988)) [2].

При применении поверхностно-активных веществ (ПАВ) образуется структура почв, обладающая эффектом гидрофобности, которая препятствует поглощению воды, благодаря чему сдерживаются процессы набухания, не происходит процесс заплывания почвенных агрегатов, создаются условия для хорошей фильтрации воды.

В зависимости от препаратов норма расхода ПАВ колеблется в пределах  $10^{-4}$  – 1 % сухого вещества относительно к сухой массе [5].

Краткий обзор литературных источников по вопросам искусственных структурообразователей почвы приводит к выводу, что не существует однозначных сведений по практическому применению структурообразователей и их эффективности в производственных условиях, особенно на слабофильтрующих суглинистых и глинистых почвогрунтах. Эффективность применения структурообразователей, увеличивающих водопоглощающую способность, пористость и структурность почвы, позволяют надеяться на возможность применения данного способа для повышения осушительного действия мелиоративных систем. Точечное применение мелиорантов в качестве фильтрующей засыпки из смеси полимерного структурообразователя с местным слабофильтрующим грунтом избавит от необходимости использовать привозную дорогостоящую песчано-гравийную смесь.

С учетом применявшихся полимерных и органических структурообразователей и конструкций разрабатываемых водопоглощающих устройств на тяже-

лых почвогрунтах выбран ряд структурообразователей, подходящих для использования в этих условиях.

Состав смесей структурообразователей со слабопроницаемым почвогрунтом для проведения лабораторных опытов приведен в таблице 1.

**Таблица 1 – Варианты смесей структурообразователей со слабопроницаемым почвогрунтом**

| №  | СМЕСИ   |
|----|---|
| 1. | Слабопроницаемый почвогрунт (контроль)  |
| 2. | Слабопроницаемый почвогрунт + Полистирол дробленный (20-30 % от объема)                                   |
| 3. | Слабопроницаемый почвогрунт + Перлит (20-30 % от объема)  |
| 4. | Слабопроницаемый почвогрунт + Полимеры синтетические водорастворимые (5-20 % ВРП-3, полиакриламид и т.д.) |
| 5. | Слабопроницаемый почвогрунт + Торф верховой (20-30 % от объема)   |
| 6. | Слабопроницаемый почвогрунт + Керамзит гранулированный (фракция 0-5 мм, 4-10 мм)                          |

Проверка в лабораторных и полевых условиях эффективности использования структурообразователей позволит разработать способ улучшения фильтрационных свойств тяжелых почвогрунтов с использованием структурообразователей в конструкциях водопоглощающих устройств. Применение этих приемов и новых элементов водопоглощающих устройств позволит повысить осушительный эффект дренажа в пониженных элементах рельефа, создаст необходимый водный режим почвы для интенсивного сельхозпроизводства и обеспечит увеличение срока службы мелиоративных систем.

#### **Выводы**

1. Исследования, проведенные в РБ и за рубежом, показали, что увеличение водонепроницаемости почв путем их оструктурирования является эффективным, но дорогостоящим мероприятием.

2. На процесс структурообразования влияют гранулометрический, минералогический и химический составы почвы, ее увлажнение и высыхание, что должно учитываться при подборе структурообразователей.

3. С учетом существующих полимерных и органических структурообразователей почвы подобраны смеси структурообразователей со слабопроницаемыми почвами для фильтрующих засыпок конструкций водопоглощающих устройств.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Улучшения действия дренажа в тяжелых грунтах /И.С. Вешенская, А.И. Климко, А.В. Снигирева.– М.Колос, 1973.
2. Захарова, Е.Н. Влияние водорастворимых полимеров на агрофизические и почвозащитные свойства светло-серых эродированных почв Предкамья Республики Татарстан: дисс. канд. с/х наук.– Курск, 1999.
3. Костяков, А.Н. О динамике коэффициента просачивания воды в почвогрунты и необходимости динамического подхода к его изучению в мелиоративных целях // Почвоведение.– 1932.–№3.
4. Кривоносов, И.М. Улучшение водопроницаемости засыпки дренажных траншей / И.М.Кривоносов, В.Н. Евдокимов // Вопросы мелиорации земель Новгородской области.– Л.: Лениздат, 1979.– С. 135-142.
5. Кульман, А. Искусственные структурообразователи почвы / А. Кульман. – М.: Колос, 1982.– 144 с.
6. Лукьянас, А.Л. Опыт осушения земель закрытым дренажем / А.Л. Лукьянас. – М.: Колос, 1975.– 315 с.
7. Печенина, В.С. Изменение водопроницаемости дренажных засыпок во времени / В.С. Печенина // Экспресс-информация. ЦБНТИ, Минводхоз СССР. Серия 2, вып.12. Осушение и осушительные системы. М., 1973.
8. Погодин, Н.Н. Результаты исследований по применению структурообразователей для улучшения фильтрационных свойств грунтов тяжелого механического состава / Н.Н. Погодин, Ф.А. Барсукевич, С.В. Шатило // Мелиорация переувлажненных земель: сб. науч. трудов.– Минск, 2000. – Т. XLVII. – С. 103-111.
9. Романов, И.А. Повышение фильтрационной и гидроаккумуляционной способности глинистых почвогрунтов / И.А. Романов, Е.И. Ермаков // Вестник сельскохозяйственных наук.– 1979.– С. 71-77.

*Поступила 11.07.2016 г.*