

*Е. В. Светинский*  
(НИИ оснований, Москва),  
*В. Г. Еремеев, Г. Б. Чижевский*  
(Трест Калининградоргтехстрой, Калининград)

## НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДРЕН

На территории СССР широко (около 20% площади) распространены слабые водонасыщенные грунты.

Сооружения, построенные на слабых грунтах, подвержены большим осадкам, которые происходят в течение длительного времени. Основания под этими сооружениями малоустойчивы. Для предпостроечного уплотнения слабых водонасыщенных грунтов одним из наиболее эффективных является метод уплотнения их временной нагрузкой с применением вертикальных дрен. В связных грунтах, обладающих малой водопроницаемостью, отжатие поровой воды происходит медленно, процесс консолидации в природных условиях длится десятки лет. Время уплотнения можно сократить путем фильтрации поровой воды через вертикальные дренаи.

Метод уплотнения с устройством вертикальных дрен заключается в следующем: на поверхность слабого грунта укладывают дренарующий песчаный слой; в толще слабого водонасыщенного грунта устраивают вертикальные дренаи, расположенные на определенном расстоянии друг от друга; сверху дренаирующего слоя укладывают пригрузочную насыпь.

В слабом грунте под действием пригруза возникает избыточное поровое давление, благодаря которому происходит отжатие поровой воды в дренаи и дренаирующий слой, сопровождающееся уплотнением грунта (консолидацией). В связи с тем что путь фильтрации поровой воды к дренаам меньше, чем к дренаирующему слою, сроки стабилизации осадок резко сокращаются.

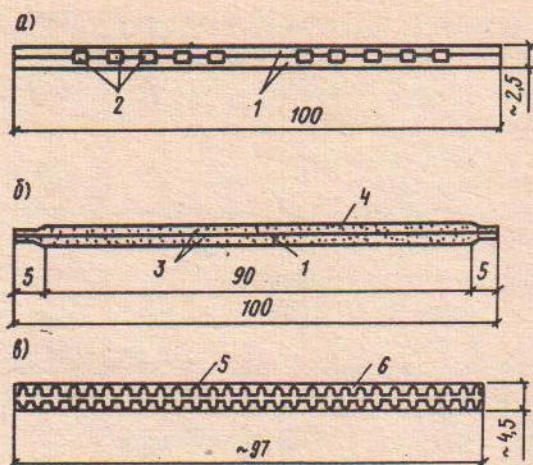
Кроме того, при устройстве дрен в результате уплотнения грунта повышаются его прочностные и деформативные характеристики.

Уплотнение методом вертикальных дрен распространено во многих странах — Японии и США, Дании и Голландии, где устройство вертикальных дрен стало обычным видом строительных работ, обеспеченным высокопроизводительными машинами. В СССР метод уплотнения песчаными дренами впервые был успешно применен акад. Г.О. Графтио при строительстве ГЭС "Свирь-3" в 1933 г. В настоящее время песчаные дренаи в нашей стране используют при строительстве различных сооружений, автомобильных и железнодорожных насыпей.

Однако изготовление песчаных дрен связано с большой трудоемкостью этих работ.

Для уменьшения трудоемкости работ сотрудником Шведского королевского института геотехники В. Кьельманом был предложен метод уплотнения слабых грунтов с помощью картонных дрен.

Картонная дрена представляет собой ленту 1 шириной 100 мм, внутри которой расположены 10 каналов 2 сечением 3 мм<sup>2</sup> каждый (рис. а).



Экспериментальные конструкции вертикальных дрен  
 а — японская дрена фирмы "Като"; б  
 и в — бумажная комбинированная дрена с наполнителем из гигроскопического материала и с полиэтиленовым сердечником

Дрены выпускают в виде сплошных лент длиной до 400 м, которые наматываются на барабан и легко транспортируются на большие расстояния. Масса 1 м картонной дрены составляет около 200 г. Принцип ее работы такой же, как и песчаной. Картонную ленту погружают в слабый грунт и на поверхность его укладывают уплотняющую нагрузку, под влиянием которой поровая вода отжимается, попадает в дрена и по продольным каналам отводится в верхний дренирующий слой. В настоящее время картонные дрены широко применяются в США, Швеции, Японии для освоения новых территорий под промышленное, транспортное и портовое строительство.

Картонные дрены выгодно отличаются от песчаных возможностью заводского изготовления, легкостью транспортирования и высокой производительностью погружающих дрены машин.

В СССР на основании работ, проведенных НИИ оснований совместно с трестом Оргтехстрой Минстроя Латвийской ССР по определению эквивалентной эффективности бумажных и песчаных дрен, установлено, что одна песчаная дрена диаметром 426 мм эквивалентна по эффективности 2,5 бумажным дренам шириной 100 мм. Однако отсутствие отечественных бумажных дрен сдерживает применение этого эффективного способа предпостроечного уплотнения слабых водонасыщенных грунтов.

Трест Калининградоргтехстрой совместно с НИИ оснований провел разработку и изготовление новых экспериментальных конструкций бумажных комбинированных дрен.

На рис. 6 показана дрена, состоящая из гибкой бумажной или полимерной ленты 1 с наклеенными на нее слоями гигроскопическо-

го материала 3 (древесные опилки, керамзит, кокс и т.д.), и заключенная в бумажную оболочку 4.

Кроме дрены с внутренним слоем из гигроскопического материала была разработана конструкция дрены с гибким полимерным сердечником 5 и замкнутой оболочкой 6 вокруг него (рис. в). Для сравнительного анализа новой конструкции бумажных дрена аналогичные испытания проводились для картонной дрены японской фирмы "Като".

При проведении лабораторных испытаний различных вариантов опытных образцов бумажных дрена использовался метод моделирования физического процесса дренирования.

На основе испытаний, проведенных трестом Калининградоргтехстрой совместно с кафедрой физической и коллоидной химии Калининградского Государственного университета, для дальнейшей разработки рекомендована конструкция бумажной дрены с полимерным сердечником (см. рис. в).

Разработанная конструкция бумажной комбинированной дрены для уплотнения слабых водонасыщенных грунтов состоит из полимерного сердечника 5 и бумажной фильтрующей оболочки 6. К форме сечения сердечника предъявляются особые требования, диктуемые условиями эксплуатации комбинированной дрены. Сердечник должен придать дрене необходимую прочность на сжатие при работах на глубинах до 20 м, служить опорной базой для бумажной фильтрующей оболочки, должен иметь каналы для отвода избыточной воды.

В качестве сырья для полиэтиленового сердечника используются полиэтилен высокого давления, а также отходы полиэтиленового производства цеха дробления пластмасс Калининградского опытно-механического завода, на базе которого ведутся работы по созданию сердечника плоской комбинированной дрены.

Гранулированный полиэтилен, предварительно подсушенный, подается в экструдер, затем проходит через формующую головку, где происходит образование сердечника. Далее сердечник вальцуется и охлаждается в специальной ванне. После склеивания бумажной оболочки с сердечником изготовленная дрена наматывается на барабан.

Для погружения в грунт бумажных комбинированных дрена с полиэтиленовым сердечником трестом Калининградоргтехстрой совместно с НИИ оснований разработано несколько методов погружения вдавливанием и вибровдавливанием с использованием базового оборудования - экскаватора Э-652 или вибровдавляющего погружателя свай ВВПС 32/19. Базовая машина оснащается дополнительным специальным навесным оборудованием - инвентарным погружающим устройством, состоящим из наконечника обсадной трубы и вибропогружателя или вдавливающего приспособления, магазином для кассет с рулонами дрена, подъемным устройством для установки барабанов с дренами и другими приспособлениями.

В качестве погружающего устройства используется обсадная труба, имеющая такую форму сечения, которая мало нарушает структуру грунта при погружении. С помощью разработанного обо-

рудования производится предпостроечное уплотнение слабых водонасыщенных грунтов песчаными и бумажно-комбинированными дренами на строительстве ремонтно-механического завода Главнечерноземводостроя (Калининград) и других объектах.

По предварительным расчетам устройство бумажных комбинированных дрен обеспечивает экономическую эффективность по сравнению с песчаными дренами на 35-40%, сокращение же трудовых затрат при этом (в связи с тем, что производительность погружаемого оборудования возрастает в 5-8 раз) еще значительно.

*П. Д. Стрельников, С. А. Фейтельман,  
П. К. Калейс  
(ЦНИИС, Москва)*

### ГРУНТОТРАМБУЮЩИЕ МАШИНЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Надежное уплотнение насыпей может быть достигнуто путем применения таких грунтоуплотняющих машин, рабочие органы которых способны обеспечить требуемую эффективность уплотнения и необходимую производительность при минимальной энергоемкости процесса, а также высокую маневренность.

Следует отметить, что земляное полотно транспортных сооружений имеет свою специфику - линейный характер, большую протяженность и высоту, ограниченную ширину насыпей, необходимость равномерного уплотнения полотна по всему профилю ее сечения. Это обуславливает небольшие размеры площадок для работы машин, частую сменяемость видов применяемых грунтов.

Наряду с этими обычными условиями весьма часто приходится сооружать насыпи, примыкающие к устоям мостов, у водопропускных труб (в том числе металлических гофрированных), засыпать въезды и съезды на высокие насыпи, производить узкие присыпки к насыпям под вторые железнодорожные пути или при расширении автомобильных дорог, где условия для работы машин характеризуются еще большей стесненностью фронта работ.

Машины, работающие в обычных условиях сооружения насыпей, должны иметь способность разворачиваться на площадке шириной 5 м. (или быть реверсивными), быть устойчивыми на поперечных уклонах до  $5^\circ$ , должны преодолевать въезды и съезды крутизной соответственно 1:4 и 1:2, обладать способностью уплотнять насыпи, возводимые из любых видов грунтов, по всей ширине, включая бровочную часть, без опасения сползания машины под откос.

Транспортная скорость машины должна составлять 10 км/ч, общие габариты и масса должны допускать перевозку ее по железной дороге и на трейлере по грунтовым дорогам.

Машина должна обеспечивать производительность 200 и 400 м<sup>3</sup>/ч, толщину уплотняемого слоя 30-60 см при плотности грунта  $(0,95-0,98) \gamma_{max}$

Машины, используемые в стесненных условиях транспортного строительства, должны обеспечивать плотность грунта  $(0,95 -$