

Мелкий закрытый дренаж для уменьшения засоленности почвы



# Техническое руководство

Сокращённое издание

Международный исследовательский центр по сельскохозяйственным наукам Японии (JIRCAS)  
Совет фермеров Узбекистана (СФ)

ВЕДЕНИЕ	1
1. ЗАСОЛЕНИЕ И МЕРЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ	3
2. МЕЛКИЙ ЗАКРЫТЫЙ ДРЕНАЖ	5
2.1 Концепция технологии	5
2.2 Структура кротовых дрен и метод их формирования*	7
2.3 На что нужно обратить внимание при использовании кротовых дрен	9
2.4 Себестоимость и результат	15

\*Подробная информация об кротодренажном агрегате «Cut-drain» представлена в его «Руководстве по эксплуатации», подготовленной компанией «Hokkai Koki Corporation», которая прилагается к полной версии «Технического руководства».



Международный исследовательский центр по сельскохозяйственным наукам Японии (JIRCAS)  
<https://www.jircas.go.jp/>  
1-1 Ohwashi, Tsukuba, Ibaraki, 305-8686 Japan  
Tel: +81-29-838-6688, Fax: +81-29-838-6693



Совет фермеров  
Узбекистан, Ташкент, ул. Равнак 1А,  
Tel: +99871 267 4094, Fax: +99871 268 1845

### Для дополнительной информации

Более подробную информацию можно получить в территориальных государственных учреждениях или региональном офисе Совета фермеров.

Мелкий закрытый дренаж для уменьшения засоленности почвы

# Техническое руководство

Сокращенное издание



В данном руководстве мы рекомендуем использовать мелкий закрытый дренаж для уменьшения засоления на полях с трудностями в достижении вышеупомянутой цели; на полях, где достигнуты не большие улучшения уровня грунтовой воды или дренажной воды; и на тех, где высокий риск накопления солей. Обычно, для метода мелкого закрытого дренажа требуется высокая плотность закладки перфорированных труб, что приводит к высокой себестоимости строительства. Однако мы предлагаем сократить себестоимость использованием кротовых дрен, по технологии разработанной в Японии.

Существует вероятность того, что соль, высвобождаемая с поля в результате промывки, накопится в реках или на разных территориях, расположенных вниз по течению. При внедрении технологии мелкого закрытого дренажа в крупных сельскохозяйственных площадях, необходимо подробно рассмотреть экологическую сторону вопроса всеми заинтересованными сторонами.

Руководство было подготовлено следующими исследователями JIRCAS:

Юкио ОКУДА  
Кейсукэ ОМОРИ  
Джуня ОНИШИ

Напечатано в Сентябре 2017 г.

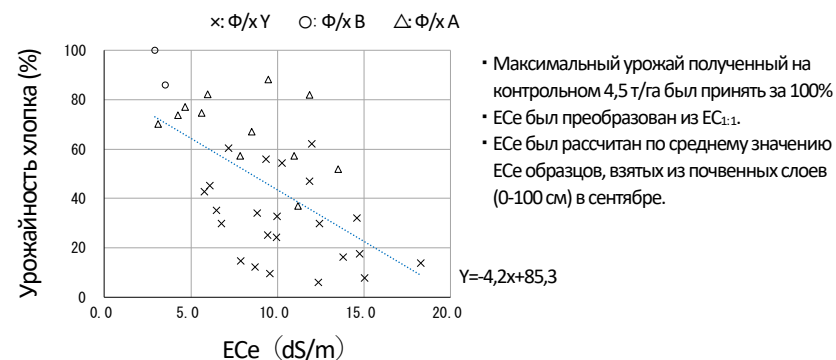
Все права сохранены за Международным научно-исследовательским центром по сельскохозяйственным наукам (JIRCAS). JIRCAS и Совет Фермеров (СФ) поощряют копирование и распространение материалов технического руководства. Копирование и перепечатка содержания разрешены только при предварительном получении письменного разрешения JIRCAS и СФ. Все результаты, предложения и рекомендации, выраженные здесь, являются мнением авторов и не обязательно отражают мнение JIRCAS или других организаций, с которыми сотрудничают авторы.

## ◆ Эффект: Увеличение урожайности

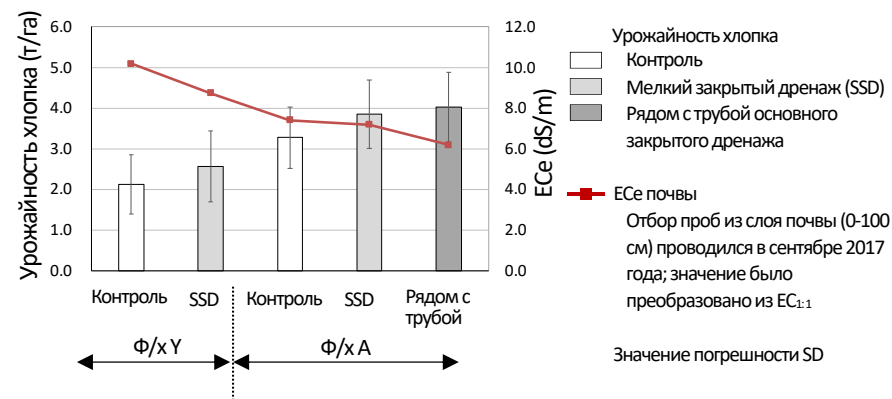
Мелкий закрытый дренаж увеличил урожайность хлопка на 20 %.

На экспериментальном поле наблюдалась отрицательная корреляция между ЕСе почвы и урожайностью хлопка. В целом, увеличение на 1 единицу ЕСе почвы сокращало урожайность хлопка около 0,2 т/га.

При использовании мелкого закрытого дренажа урожай хлопка увеличился на 20%. Некоторые результаты, полученные во время полевых экспериментов, представлены далее.



Концентрация солей в почв и урожай хлопка (2016-2017 гг.)

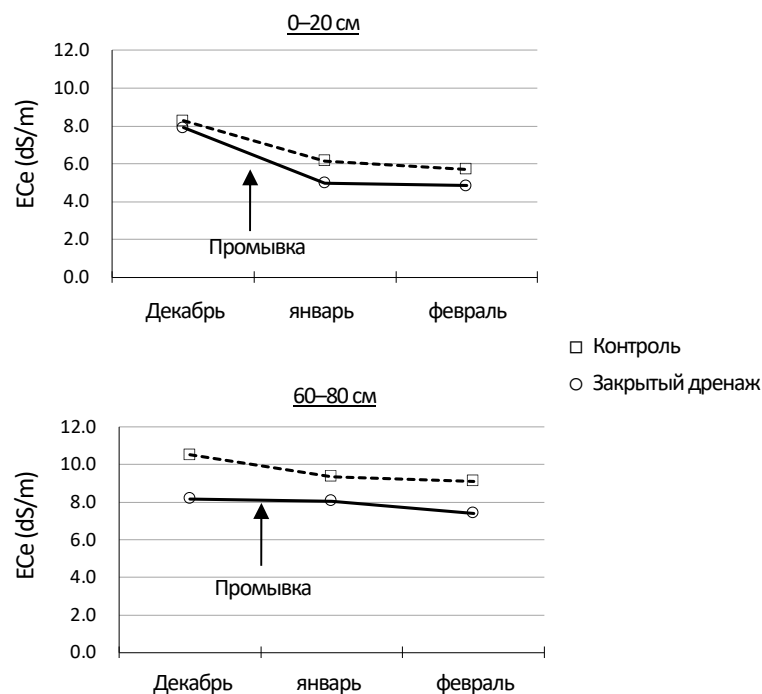


Урожайность хлопка на поле с закрытым дренажом

## ◆ Эффект: Сокращение засоленности почвы

Засоленность в поверхностном слое почвы может быть уменьшена за счет использования мелкого закрытого дренажа.

Засоленность в поверхностном слое почвы после промывки может быть намного ниже на участке, где применялся метод мелкого закрытого дренажа. Однако, удаление солей не наблюдается в более низких слоях почвы. Полагаем, что вода в процессе промывки просачивалась в области вне участка.



Период промывки: 25 декабря 2015 г. по 9 января 2016 г.

(ECe: Электропроводимость водной вытяжки из почвенного экстракта)

Изменения в засоленности почвы до и после промывки

## ВВЕДЕНИЕ

### Предпосылки

Различные меры могут быть предприняты для уменьшения засоления такие, как водосберегающий полив, улучшение дренажа и т.д. Однако на практике оказывается, единственная доступная мера для фермеров это промывка поля, эффективность которого ограничивается слабым функционированием дренажа и формирующимся твердым подпахотным слоем, в результате использования сельскохозяйственных машинами в течение долго времени. Поэтому в 2013 году был начат новый проект JIRCAS, ориентированный на разработку недорогих дренажных технологий для повышения эффективности промывки.

### Цель технического руководства

- Целевые районы:  
Орошаемые сельскохозяйственные земли и дренажные блоки в засушливых или полусушливых районах
- Целевые группы:  
Сотрудники государственных учреждений, Ассоциаций потребителей воды (АПВ), фермеры

### Как пользоваться руководством

Основная цель технического руководства (Сокращенного издания) состоит в том, чтобы предоставить информацию сотрудникам государственных учреждений, АПВ и фермерам о технологии мелкого закрытого дренажа, которая развивалась как одна из кротодренажных технологий в Японии («Cut-drain»). Данные были получены путем экспериментальных исследований при условиях высокого риска накопления солей. Также, чтобы способствовать лучшему пониманию вторичного засоления, описаны механизм, мер по уменьшению и методы контроля засоления.

# 1. Засоление и меры по противодействию

## Засоление

Засоление – это накопление солей в корневой зоне почвы, которая ведет к сокращению урожайности, за счет препятствования растениям поглотить достаточное количество влаги.

В Центральной Азии засоление вследствие орошаемого сельского хозяйства является серьезной проблемой, в том числе и в Узбекистане, где все еще выращивают хлопчатник и пшеницу по государственному заказу. В данном регионе применяется поверхностный полив на больших земельных участках с низкой эффективностью. Поэтому почти 40 % орошаемых сельскохозяйственных земель подвержены засолению.



Засоление

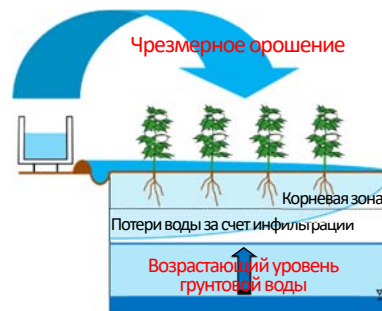
Засоленность земель в Средней Азии

Страна	Орошаемая площадь (га)	Площадь подверженная засолению	
		(га)	(%)
Узбекистан	4 198 000	2 141 000	51
Киргизстан	1 021 400	49 503	5
Таджикистан	742 051	23 235	3
Казахстан	2 065 900	404 300	20
Туркмения	1 990 800	1 353 744	68
Средняя Азия	10 018 151	3 971 782	39,6

Источник: Орошение в Средней Азии в цифрах (ФАО 2013 г. Отчет о воде 39 ст.68)

## Причина накопления солей

Накопление солей, связанное с орошаемым земледелием в основном вызвано двумя факторами. Одним из них является привнесение соли поливной водой. Вторым – чрезвычайно высокий уровень соленых грунтовых вод, вызванный излишним орошением и плохой системой дренажа.



Причина накопления солей

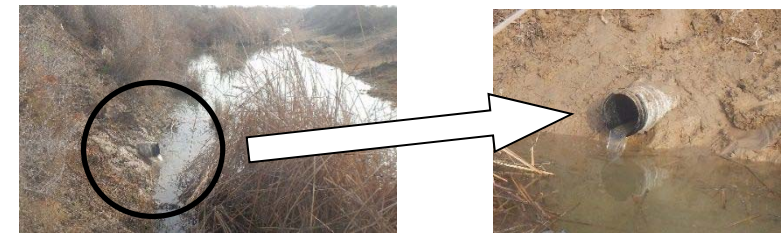
## ◆ Эффект: Вымывания солей с поля

Мелкий закрытый дренаж удаляет вымытые соли с полей во время промывки.

Уровень удаленных солей при использовании метода мелкого закрытого дренажа, которая является комбинацией основного закрытого дренажа и кротовых дрен измерялся общим количеством растворённых в воде твёрдых веществ (TDS). Эксперимент показал 3-25 % TDS в сточных водах после процесса промывки. Возможно, иногда часть воды от промывки просачивалась в другие места.



Экспериментальное поле после промывки



Устье дренажа на откосе дренажного канала



## 2.4 Себестоимость и результат

### ◆ Себестоимость

Затраты на строительство включают в себя выемку грунта и засыпку, дренажные трубы, гидрофобные материалы, строительства кротовых дрен и т.

Стоимость строительства дренажа при сочетании основного закрытого дренажа и кротовых дрен составляет 2 970 000 сум/га (1050 долл. США/га). Работы и материалы варьируются в зависимости от размера и уровня планировки поля, соединения с открытым дренажом и т. д.

Статья расхода	В 1 000 сум/га
Земляные работы (выемка грунта/засыпка вынутым грунтом)	390
Поперечный дренаж (перфорированная труба Ф100 мм, включая доставку)	1 250
Коллекторный дренаж (неперфорированная труба, включая доставку)	630
Фильтрующий материал (рисовая шелуха, включая доставку и установку)	250
Строительство кротовых дрен (работа трактора, топливо, и т.д.)*	200
Аренда кротодренажного агрегата «Cut-drain»**	80
Прочие (оплата полевых разнорабочих)	170
Итого	2 970***

\* Расчеты основаны на опыте полевых работ (строительства в ноябре-декабре 2015г.)

\*\* Амортизация рассчитывается на основе срока службы оборудования в течение семи лет, при ежегодном использовании на земельной площади 50 га.

\*\*\* Обменный курс 2825 сум/долл. США на декабрь, 2015г.



Перфорированная труба с геотекстилем



Гидрофобный материал  
(Рисовая шелуха)

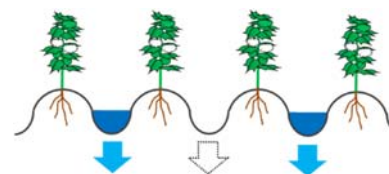
Материалы для основного закрытого дренажа

## Профилактические меры

Для предотвращения засоления необходимо ограничить и поступление солей и подъем уровня грунтовой воды.

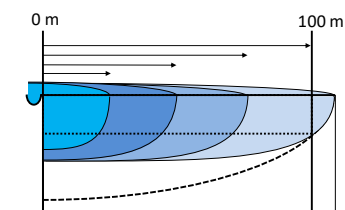
- Водосберегающий полив
  - Улучшение функционирования дренажа
  - Планировка
  - Предотвращения капиллярного подъема
- Мульчирование, глубокая вспашка, предотвращения капиллярной влаги

Полив через борозду (AFI)



Полив происходит через борозду

Дискретно-импульсный полив



Полив прерывистыми потоками

Водосберегающий полив

## Меры по улучшению

В отличие от профилактических мер, целью мер по улучшению состоит в том, чтобы удалить соли, которые уже накопились.

- Смывание промывочным поливом
- Промывка
- Применение мелиоративных реагентов
- Очистка скрепером
- Дробление твердого подпахотного слоя (Глубокое рыхление)
- Фиторемедиация почв



Промывка



Глубокорыхлитель

## 2. Мелкий закрытый дренаж

### 2.1 Концепция технологии

Мелкий закрытый дренаж является эффективной мерой против засоления

В данном руководстве рассматривается мелкий закрытый дренаж, который предназначен для контроля грунтовой воды, расплывшейся на мелкой глубине. На полях с высоким уровнем риска накопления солей, данный тип дренажа, предназначен для удаления солей путем отведения промывочных инфильтрационных вод в дренажные каналы, что улучшает дренируемость неглубоких слоев почвы (на глубине 60-90 см от поверхности почвы).

- Высокий уровень воды в дренажных каналах
- Высокого уровня грунтовой воды
- Небольшой эффект удаления солей вследствие присутствия твердого подпахотного слоя или других факторов

Эффект от мелкого закрытого дренажа может быть усилен, если использовать его в сочетании с кротовыми дренами «Cut-drain».

Будет экономично, если основной закрытый дренаж пересекается с кротовыми дренами под прямым углом. Желательно иметь основной закрытый дренаж расположенный перпендикулярно бороздам, а кротовые дрены параллельно бороздам. Поскольку вода в борозде течет с более высокой точки к более низкой точке, то вода в кротовых дренах тоже будет течь параллельно борозде в направлении основного закрытого дренажа.

### ◆ Долговечность кротовых дрен

Необходимо через определенное количество лет возобновлять кротовые дрены

Согласно инструкции по эксплуатации кротодренажного агрегата (Корпорации «Hokkai Koki»), срок службы отверстия кротового дрена в почве типа L (суглинок с глиняным содержанием 25–37,4 %) составляет 2 - 3 года, поэтому необходимо обновлять их каждые определенное количество лет. Промывка полей проводится каждую зиму, поэтому, большой объем воды будет проходить через отверстия кротовых дрен и следовательно полагаем, что это укорачивает срок их службы еще больше.



Кротовое дрена после строительства



Случай 1: Деформированное отверстие



Случай 2: Обвал отверстия

Преимущественный поток может произойти в вертикальных воздушных полостях над кротовой дренай, которые могут быть сформированы ножами кротодренажного агрегата. Если большой объем преимущественного потока воды, возникший во время промывки и полива, попадет в воздушные полости, то может вызвать обвал свода кротового дрена. Одна из профилактических мер, которая может быть предпринята, для минимизации потенциального преимущественного потока, это увеличение влажности почвы до строительства кротовых дрен. Увеличения влажности почвы можно произвести поливом только той борозды, по которой будет проходить линия строительства кротовой дренай, а смежные борозды, через которые будут проходить колеса трактора надо оставить сухими.



Строительство кротовых дрен сразу после полива

◆ Рекомендуемая длина кротового дрена и интервал между дренами

Длина и интервал между кротовыми дренами должны определяться на основе топографических условий и объема дренируемой воды

Создание дрен желательно на выровненных землях, поскольку трудно поддерживать постоянную глубину кротовых дрен на полях с неровной поверхностью. Длина кротовых дрен может быть ограничена только топографией поля и глубиной основного закрытого дренажа, обычно их длина до 200 м. Хотя стандартный интервал между дренами в Японии составляет 2,5-5 м, учитывая запланированный объем стока для закрытого дренажа, коэффициент проницаемости поля и толщину верхнего слоя почвы, интервал может быть рассчитан от 4 до 18 м.

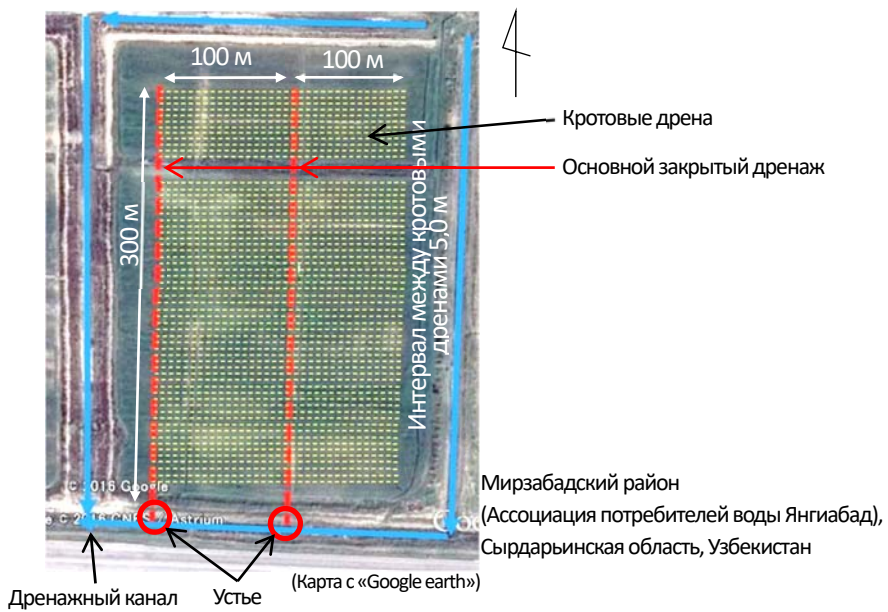


Схема системы мелкого закрытого дренажа (пример)



Структура системы мелкого закрытого дренажа

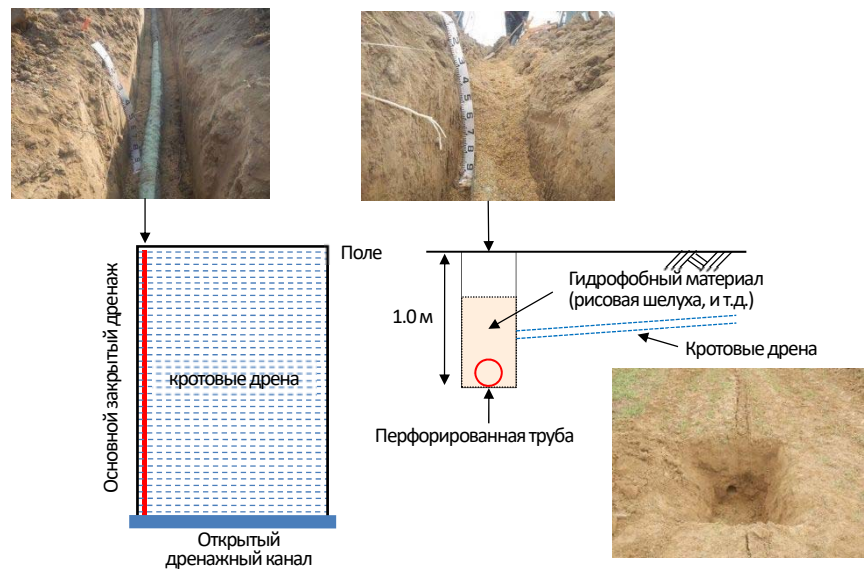


Схема и профильный срез закрытого дренажа

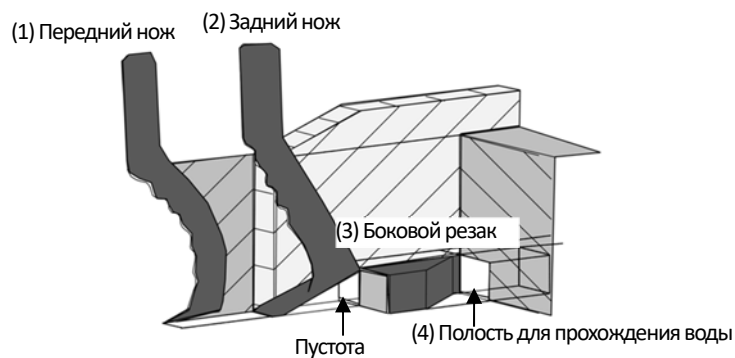


## 2.2 Структура кротовых дрен и метод их формирования

Кротодренажный агрегат «Cut-drain» - это простое устройство, которое крепиться к трактору и нарезает кротовый дренаж.

Нарезные кротовые дрены формируются уникальным методом. Во-первых, два ножа (передний нож (1) и задний нож (2)) заглубляются в землю и поднимают почву в форме параллелепипеда на 10 см, создавая полость внизу. Затем боковой резак (3) перемещает смежную кубовидную почву на 10 см в сторону, в только, что созданную полость, оставляя на своем месте пустоту для прохода воды (4), которая служит кротовым (закрытым) дренажом. Кротодренажный агрегат крепится к трактору, который тянет его за собой и создает кротовины. Поэтому, нарезка кротовых дрен несложная операция, которую фермеры смогут легко включить в их обычный процесс обработки земли.

Существуют два способа, которыми кротодренажная машина нарезает кротовые дрены: начиная от поверхности земли и с внутри дренажного канала.



Как создать кротовые дрена (функции ножей)

Использование бокового резака с пластиной предотвращающей приподнимания и добавление веса на раму основания являются полезными способами обеспечения рекомендуемой глубины в условиях твердой почвы.

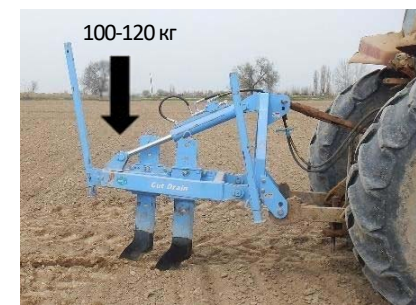
Если ножи машины не в состоянии резать почву и углубиться достаточно в почву, при условии, что влажность почвы достаточная, в таких случаях, для предотвращения приподнимания кротодренажного агрегата необходимо принять меры, такие как использование бокового резака с пластиной против подъема и добавление 100-120-килограммового груза на несущую раму.



Боковой резак без пластины против подъема



Пластина против подъема



Ставить груз на раму (см. стрелку)



## ◆ Рекомендуемая глубина залегание дрен

Необходимая глубина залегания дренажа составляет примерно 60-90 см от поверхности земли в условиях твердой почвы.

Длина ножа кротодренажного агрегата, может регулироваться до глубины от 60 см до 120 см, но если нож агрегата войдет слишком глубоко в почву, то увеличится сопротивление, и есть вероятность, что нож согнется. Поэтому, чаще всего используется, третье отверстие сверху, при котором кротовины создаются на глубине 60-90 см.



Отверстие для транспортного положения, при котором нож не касается земли

Отверстия для регулировки глубины рабочего органа

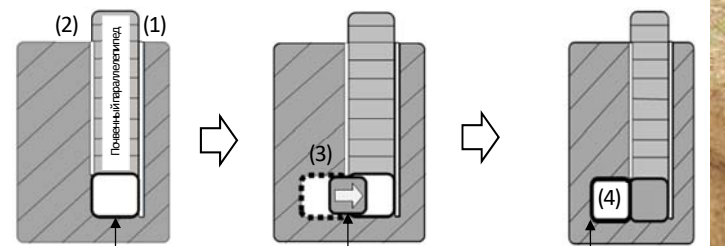
Нож кротодренажного агрегата



Установка длины ножа на третье отверстие



Построенная кротовина (на глубине 70-80 см)



Передний нож (1) и задний нож (2) формируют и поднимают почвенный параллелепипед, создавая пустоту снизу.

Смежный кубовидная почва перемещена в бок в пустоту.

Создаётся пустота для прохождения воды (закрытый дренаж) (4).



Движения объема почвы во время строительства кротового дрена



<Нарезка от поверхности земли>



<Нарезка, начиная от дренажного канала>



Как нарезать кротовую дрена

## 2.3 На что нужно обратить внимание при использовании кротовых дрен

### ◆ Какой механический состав почвы наиболее подходящий

Поскольку кротовые дрена это пустоты, а не трубы, необходимо изучить, наряду с другими проблемами, осуществимость формирования пустот и риск обвала почвы под воздействием потока воды, прежде чем начать строительные работ. В Японии вероятность создания кротовых дрен высока в таких типах почвы как глиняные и торфяные. Но с другой стороны песчаные и другие типы почвы с высоким содержанием ила, такие как S, LS, SC, SCL, SL, SiC, SiL и SiCL (обозначения по всемирно признанным типам механического состава почвы) являются неподходящими; Для полей с механическим составом почвы тип L, например, кротовые дрена не сохраняются долго и должны повторно создаваться через определенное количество лет (Китагава и др. 2010г.).

### ◆ Применения кротовых дрен (Cut-drain) в аридных зонах

При использовании кротовых дрен в условиях засушливых регионов, по сравнению с использованием в Японии, существуют некоторые ограничивающие факторы, перечисленные далее, их нужно учесть при строительстве кротовых дрен. Кроме того, для поддержания устойчивости форм кротовин, необходимо принять меры по предотвращению преимущественного (инфлюкационного) потока воды и поливу меньшими объемами воды.

- Рекомендуемое время для создания кротовых дрен
- Рекомендуемая глубина залегание дрен
- Рекомендуемая длина кротового дрена и интервал между дренами
- Долговечность кротовых дрен

### ◆ Рекомендуемое время для создания кротовых дрен

Для прокладки кротовых дрен необходимо соответствующая влажность почвы.

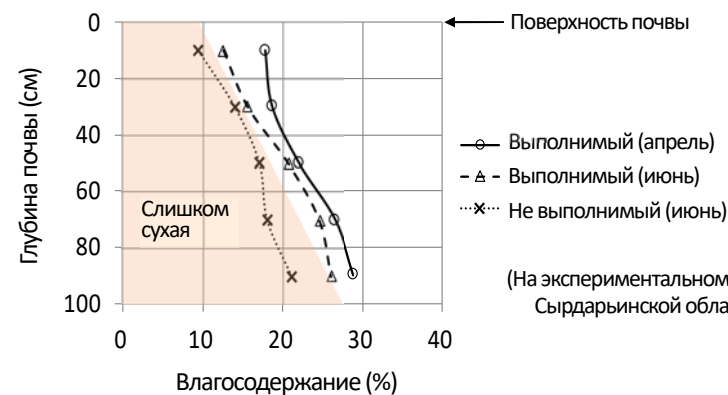
Если прокладка дрен проводится, когда влажность почвы низкая и почва твердая, то рабочий орган кротодренажного агрегата будет подсакивать вверх, когда трактор будет его тянуть и не сможет нарезать кротовин. Согласно результатам испытаний для нарезки кротовых дрен подходящая степень влажности почвы 10 - 18 %.



Буксировка при умеренной влажности почвы



Приподнимание кротодренажной машины



Подходящая влажность почвы для строительства кротовых дрен