

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ-МСХА  
ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

**Журавлева Л.А., Бенин Д.М., Гавриловская Н.В.**



## **МЕЛИОРАТИВНЫЕ МАШИНЫ**

**Москва 2023**

УДК 631  
ББК 40  
Ж91

Рецензенты

Д.т.н., зав. отделом модернизации технических  
средств и технологий полива ФГБНУ  
«ВолжНИИГиМ»

Н.Ф. Рыжко

К.т.н., доцент кафедры «Техносферной безопасности и  
транспортно-технологических машин» ФГБОУ ВО  
СГУГБИ имени Н.И. Вавилова

О.В. Кабанов

ISBN 978-5-00207-318-4

Мелиоративные машины: учебное пособие для направления  
подготовки 35.03.11 Гидромелиорация / Л.А. Журавлева, Д.М.  
Ж91 Бенин, Н.В. Гавриловская //ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.  
Тимирязева –Москва, 2023– 234 с.

Учебное пособие «Мелиоративные машины» предназначен для  
студентов направления подготовки 35.03.11 Гидромелиорация.  
Направлено на формирование у студентов знаний по  
использованию мелиоративной техники, овладение инженерными  
методами решения задач, расчета, выбора и эксплуатации  
мелиоративной техники

УДК 631  
ББК 40

© Журавлева Л.А., 2023  
© ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2023

## **ВВЕДЕНИЕ**

Мелиорация является важным фактором интенсификации агропроизводства и научно-технического прогресса в сельском хозяйстве. Основной целью сельскохозяйственной мелиорации является создание оптимальных условий для производства продукции сельского хозяйства и в первую очередь продукции растениеводства.

Земли мелиоративного фонда, на которых осуществляется мелиорация, называются мелиорируемыми землями. На них производится более трети продукции растениеводства.

В учебном пособии описаны принцип действия и конструкции основных групп мелиоративных машин, таких как каналокопатели, каналочистители, машины для подготовки земель к освоению и культуртехнических работ, машины для орошения сельскохозяйственных культур, дана методика расчета параметров рабочих органов и машин в целом, а также обращено внимание на тенденции их развития.

Учебное пособие предназначено для студентов сельскохозяйственных Вузов и имеющих сходные специальности.

Оно будет полезно также инженерам, занятым эксплуатацией и конструированием специальных машин для мелиоративного комплекса.

# **1 УСТРОЙСТВО И РАБОТА МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН**

## **1.1 ВИДЫ МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН И ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ ТРЕБОВАНИЯ**

### **Мелиоративные машины и их применение**

Высокий уровень механизации мелиоративных работ достигнут за счет количественного увеличения, главным образом общестроительных машин. Использование строительных машин на мелиоративных работах целесообразно в тех случаях, когда характер выполняемых процессов (операций) мало отличается от общестроительных, достигается необходимое качество работ и может быть достигнута достаточная производительность, а также тогда, когда по условиям работ не могут быть использованы или нецелесообразно использовать прогрессивные мелиоративные машины непрерывного действия.

Системами машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства рекомендуется строительство и очистка магистральных каналов (большой ширины по дну и глубины); регулирование рек водоприемников, выполнение различных работ по разработке и перемещению больших масс грунта при строительстве крупных каналов, плотин, дамб, дорожных и других насыпей, возведение подушек каналов, отрытие и засыпку траншей, планировочные и другие работы на строительстве дорог, крупную строительную планировку земель, подготовку трасс для протяженных мелиоративных сооружений, нарезку террас, послойное уплотнение и увлажнение грунта в земляных сооружениях, уплотнение дорожных покрытий различных типов, рыхление тяжелых и мерзлых грунтов, различные бетонные, железобетонные, монтажные работы, транспортировку грузов, погрузочно-разгрузочные работы проводить общестроительными машинами.

Однако на строительстве и в эксплуатации водохозяйственных сооружений есть ряд процессов и операций, которые настолько специфичны по условиям выполнения и агромелиоративным требованиям, что они либо не могут быть выполнены общестроительными машинами, либо применение этих машин нецелесообразно в связи с большим объемом отделочных работ. Системой



машин к таким процессам отнесены: строительство и очистка от наносов и растительности осушительных и оросительных каналов глубиной до 3 м, планировка дна и откосов, разравнивание кавальеров, стабилизация откосов осушительных каналов различными способами, противофильтрационная облицовка оросительных каналов, устройство температурных швов и уход за облицовкой, уплотнение грунта на дне и откосах каналов, строительство дренажа различных видов, очистка заиленных дрен, удаление растительности различных видов при освоении земель и проведение культуртехнических работ, очистка от камней, первичная обработка мелиорированных земель, планировка и выравнивание земель, подготовка к поливам, устройство и заравнивание оросительной и осушительной сети, орошение и др.

Эффективное выполнение этих процессов возможно только при условии применения предусмотренных системой специальных мелиоративных машин.

***Мелиоративной машиной называется такая, рабочие органы которой специализированы для выполнения одной или нескольких операций технологического процесса мелиоративных работ в соответствии с агро-мелиоративными требованиями.***

Основные признаки, определяющие мелиоративную машину, следующие: узкая специализация рабочих органов для выполнения одного технологического процесса из нескольких операций или отдельных операций в мелиорации; тесная связь формы и расположения рабочего органа с видом и профилем разрабатываемого мелиоративного сооружения; возможность изменения профиля сооружения путем изменения положения рабочего органа; использование, как правило, только на мелиоративных работах (или аналогичных им); в большинстве случаев — однократность; получение за один проход законченного сооружения или процесса; в большинстве — непрерывность действия.

Общестроительные машины, применяемые в мелиорации, характеризуются следующими признаками: универсальностью рабочих органов в пределах выполняемых видов работ; применением на всех видах строительных работ и многих операциях мелиоративных работ различных видов; отсутствием связи между формой рабочего органа и профилем (конфигурацией) мелиоративного сооружения; как правило, — многократностью; в большинстве случаев — циклическостью действия; незавершенностью рабочего процесса и потребностью в доделочных работах.

Разница между мелиоративными и строительными машинами заключается в принципиальных особенностях конструкции и типа рабочего органа машин, а не в таких конструктивных признаках, как тип базовой машины, силового и ходового оборудования, системы управления, степени автоматизации, которые могут быть общими для всех типов машин.

Комплексная механизация мелиоративных работ должна быть основана на оптимальном сочетании использования строительных и мелиоративных машин. В основу такой оптимизации, естественно, должен быть положен принцип обеспечения наибольшей производительности при хорошем качестве, минимальной трудоемкости и стоимости работ.

## **Общая классификация мелиоративных машин**

Мелиоративные машины отличаются большим разнообразием конструкций, рабочих органов, выполняемых технологических процессов, профилей и типоразмеров мелиоративных сооружений.

Поэтому первым признаком классификации служит назначение машины (установки). По этому признаку все машины можно разделить на девять основных групп (рис. 1).

Машины некоторых групп делятся на подгруппы по признаку общности процессов, осуществляемых при выполнении работ, основному назначению или преимущественному применению.

Все мелиоративные машины можно разделить по характеру рабочего режима — на машины непрерывного или циклического действия, а машины, вносящие на поверхность или в массу грунта различные материалы (бетон, битум, трубы, воду, гербициды, семена), — на машины позиционного действия или работающие в движении.

По способу использования энергии основным рабочим органом различают машины с активным, пассивным или активно-пассивным рабочим органом.

Тип рабочего органа определяет характер выполняемого процесса (рис.2).

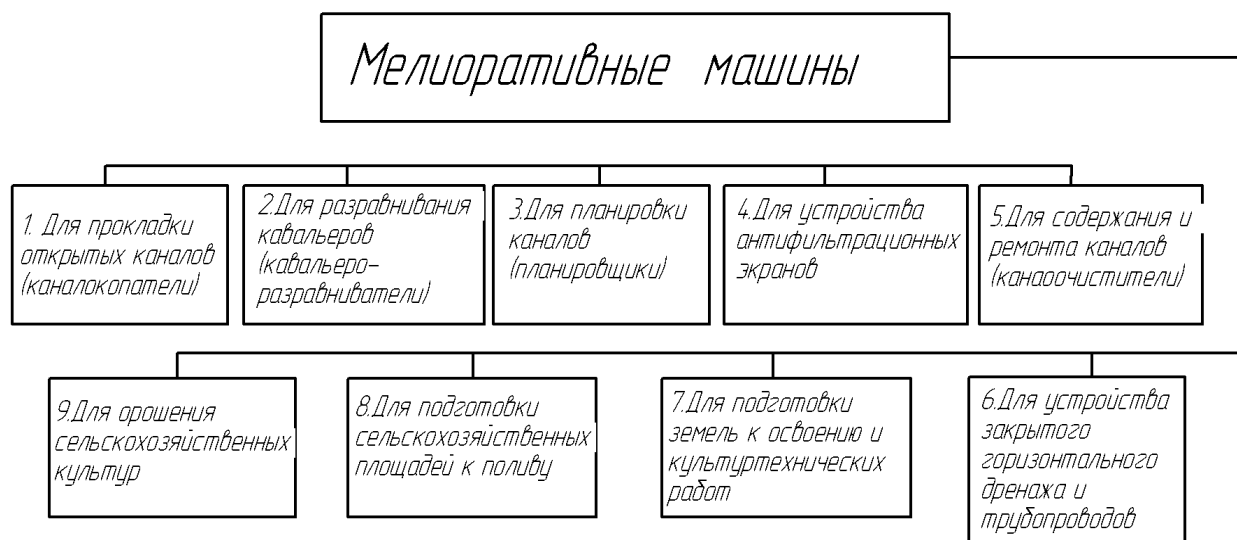


Рис. 1- Схема классификации мелиоративных машин по назначению

При выборе той или иной мелиоративной машины необходимо учитывать расположение рабочего органа, а также особенности его движения или работы, так как однотипные рабочие органы, расположенные различно по отношению к элементам разрабатываемого сооружения, горизонту, направлению и плоскости движения машины, а часто по отношению к базовой машине, могут выполнять совершенно различные операции в мелиорации, а также сооружения различной формы и назначения.

Применяют машины с различными видами ходового оборудования: гусеничные, колесные, на лыжах и плавучие. По способу агрегатирования с базовой машиной их делят на навесные, прицепные, полуприцепные и самоходные.

Мелиоративные машины должны иметь высокую производительность, проходимость, минимальные металлоемкость, энергоемкость и тяговое сопротивление, высокое качество работ, соответствующее агро-мелиоративным требованиям, без доделочных работ и применения ручного труда.

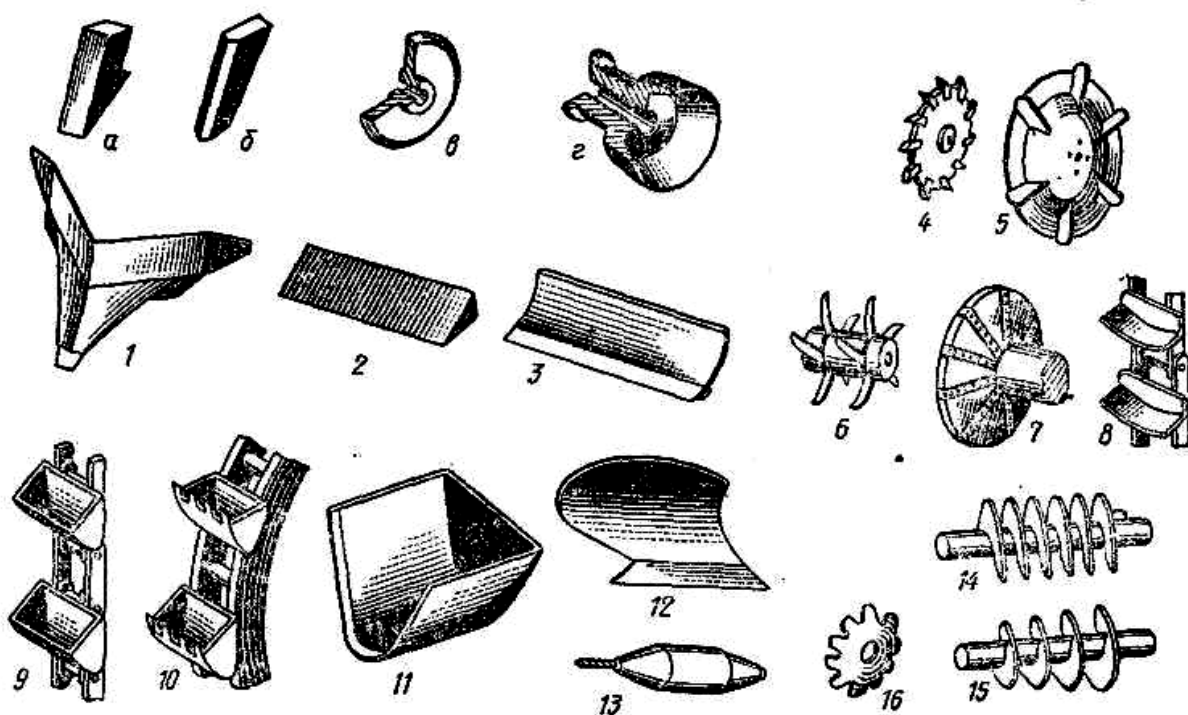


Рис. 2. Основные рабочие органы мелиоративных (землеройно-мелиоративных) машин для земляных работ: ножи и зубья: *а* -зуб; *б*-нож прямой (черенковый); *в* -нож дисковый; *г*-нож чашечный (тарельчатый); рабочие органы: 1- комбинированный рабочий орган; 2 -лемех плоский; 3-отвал; 4 -дисковая фреза (ротор); 5- плоская фреза; 6- цилиндрическая фреза; 7- коническая фреза; 8-скребки; 9-многоковшовый цепной; 10- многоковшовый роторный; 11-ковш профильный; 12-косой отвал; 13- дренаер; 14- шнек цилиндрический; 15- шнек конический; 16- диск

## Основные направления и тенденции развития конструкции мелиоративных машин

При создании специальных мелиоративных машин используют три пути: разрабатывают конструкции сменного или специального мелиоративного оборудования к промышленным, сельскохозяйственным или мелиоративным тракторам, подвергающимся в той или иной степени модернизации (60—70% типов машин); разрабатывают сменное оборудование к строительным

машинам, обычно без существенной модернизации последних (10—15%); проектируют специальные мелиоративные машины не на базе тракторов или строительных машин (20—25%).

Создание мелиоративных машин на базе тракторов позволяет значительно снизить затраты на их проектирование и изготовление. При этом используется ходовое оборудование серийных тракторов, их гидравлическое и пневматическое оборудование, стандартные навесные системы, механизмы отбора мощности, а силовое оборудование трактора служит источником энергии для привода активных рабочих органов и передвижения машины. Для обеспечения необходимых рабочих скоростей, проходимости, устойчивости тракторы снабжают дополнительными узлами (ходоуменьшители, противовесы, уширители опорных поверхностей и др.) или модернизируют.

Перспективно использование в качестве базы строительных машин, так как металлоемкость сменного оборудования к общестроительной машине обычно в 10—20 раз меньше металлоемкости новой, оно проще в изготовлении и значительно дешевле.

Поэтому проектирование специальных мелиоративных машин не на базе тракторов или строительных машин целесообразно, если по условиям потребной мощности, габаритов, массы или профиля строящегося сооружения нельзя использовать готовую базовую машину.

На современном этапе развития мелиоративных машин важнейшими задачами являются: совершенствование конструкций машин в целом, их рабочего оборудования и технологического процесса, воздействия этого оборудования на обрабатываемый материал (грунт, бетон, вода и др.).

За последние годы в отечественной практике и за рубежом выявились следующие основные тенденции в совершенствовании конструкций мелиоративных машин.

1. Повышение скоростей и усилий рабочих органов путем использования базовых машин большей мощности.

2. Увеличение параметров рабочего органа и машины в целом, то есть перевод машин в большую типоразмерную группу с соответствующим увеличением мощности и производительности.

3. Создание и использование преимущественно машин непрерывного действия, имеющих лучшие показатели по удельной производительности и энергоемкости и обеспечивающие повышение производительности в 3—8

раз и снижение стоимости работ в 2—4 раза по сравнению с машинами циклического действия.

4. Все более широкое применение активных рабочих органов; наряду с этим используются пассивные рабочие органы.

5. Разработка машин преимущественно в виде навесного или полунавесного оборудования к базовым машинам; это позволяет значительно (на 40—60%) снизить массу по сравнению, с прицепной, что особенно важно для энергоемких мелиоративных машин.

6. Создание машин с широкими наборами сменного оборудования как непрерывного, так и циклического действия для выполнения различных операций технологического процесса; это позволяет более эффективно использовать машину по времени, вести круглогодичную эксплуатацию и сократить число разнотипных машин.

7. Использование машин с комбинированными рабочими органами позволяет увеличить размеры разрабатываемых сооружений и снизить необходимое число проходов машины.

8. Проектирование машин комплексной механизации для перехода от машин, выполняющих отдельные операции, к машинам, выполняющим комплекс операций в данном технологическом процессе или законченный технологический процесс (каналокопатели с укладкой грунта в дамбы, каналоочистители с разбрасыванием наносов и срезанной растительности, косилки с подборщиками растительности, дренаукладчики, выполняющие все операции, вплоть до засыпки траншей и др.).

9. Создание и совершенствование машин для строительства сборных сооружений.

10. Разработка новых и совершенствование, существующих типов рабочих органов и их навески; оптимизация геометрических параметров. формы рабочего органа, режима его работы в зависимости от условий работы, обрабатываемой среды и кинематики движения.

11. Широкое внедрение гидропривода как для рабочего и ходового оборудования, так и для механизмов управления и автоматики; применение гидропривода, особенно в сложных машинах, позволяет осуществить централизованное управление, автоматизировать его, значительно упростить кинематику, снизить металлоемкость и массу машины, в широких пределах плавно регулировать усилие воздействия

на различные органы машины, снимать перегрузки, а также бесступенчато изменять скорость движения, рабочие скорости отдельных механизмов машины для создания оптимальных условий воздействия на среду, снимать динамические нагрузки.

12.Использование прогрессивных типов силовых передач — гидро статических (гидрообъемных), гидродинамических, дизель-электрических, мотор-колес и гидромотор-колес с планетарными редукторами, что позволит упростить конструкцию и управление, расширить диапазон скоростей, увеличить мобильность машин.

13.Совершенствование механических трансмиссий путем введения различных сервомеханизмов, облегчающих управление.

14.Автоматизация работы машин, не только для выдерживания за данного уклона, но и пространственной ориентации машин, продольной и поперечной стабилизации, стабилизации режима работы (поддержание в определенных узких пределах поступательной скорости, усилий и скорости взаимодействия с обрабатываемой средой), выдерживания в оптимальных пределах загрузки двигателя, непрерывного контроля качества выполняемых работ путем документальной регистрации параметров выполняемого сооружения; развитие автоматизации должно в конечном счете привести к разработке машин с программным управлением.

15.Повышение проходимости машин по слабым и водонасыщенным грунтам, создание гусеничного и резино-металлического хода повышенной проходимости.

16.Создание машин для закладки взрывчатых веществ с целью разработки мелиоративных сооружений направленным взрывом. Этот способ особенно эффективен для устройства каналов, а также сооружений в мерзлых грунтах.

17.Разработка специальных рабочих органов с принудительной вибрацией рабочего оборудования или отдельных его частей; это особенно эффективно при строительстве мелиоративных сооружений в мерзлых грунтах.

18.Разработка рабочих органов для разрушения обрабатываемой среды газодинамическим способом с подачей на поверхность рабочего органа сжатых газов или сжатого воздуха для снижения трения между поверхностью рабочего органа и грунтом.



19.Проведение исследований с целью применения антифрикционных материалов, снижающих сопротивление трения при разрушении среды механическим воздействием, электроосмоса при разрушении влажных грунтов, использования энергии лазера, электромагнитной энергии, электрогидравлического эффекта и термического способа.

20.Увеличение надежности и долговечности машин путем применения новых, более прочных и износостойких материалов, пригодных к условиям эксплуатации мелиоративной техники.

21.Максимальная унификация агрегатов, узлов и деталей мелиоративных машин, различных типоразмеров, а также с тракторами, строительными и сельскохозяйственными машинами.

22.Совершенствование машин с точки зрения ремонтнопригодности: монтаж из отдельных легко сменяемых узлов и агрегатов.

23.Совершенствование конструкций машин для облегчения технического обслуживания, в частности упрощение и удобное размещение систем смазки, регулировки, мест крепления.

## **1.2 МАШИНЫ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ ОТКРЫТЫХ КАНАЛОВ (КАНАЛОКОПАТЕЛИ)**

### **Назначение, основные требования и классификация**

Каналокопателями разрабатывают грунт в выемках или насыпях (подушках) для образования какала, перемещают грунт в сторону для образования дамб, кавальеров или разбрасывают его по прилегающей к каналу площади с обеих или с одной стороны.

Каналокопателями для прокладки оросительных каналов можно разрабатывать канал полного проектного сечения в насыпи, полувыемке, полунасыпи или в выемке. Канал должен иметь спланированное дно и откосы. Каналокопатель должен формировать дамбы, укладывать кавальеры или очищать бермы без осыпания грунта на дно и откосы канала. При прокладке должен выдерживаться проектный уклон дна канала.

Каналокопатели для прокладки осушительных каналов должны разрабатывать канал заданного поперечного сечения с ровными откосами и

дном, разрезать погруженные растительные остатки и дернину; иметь надежную проходимость по неосушенным болотно-торфяным грунтам; разбрасывать грунт, вынутый из канала, слоем определенной ширины.

Различают каналокопатели непрерывного и циклического действия с пассивными, активными и пассивно-активными рабочими органами. Рабочие органы бывают: активные-ротационные (рис. 3), комбинированные (рис. 9), шнековые, одноковшовые, многоковшовые; пассивно- активные — комбинированные (рис. 9); пассивные — плужные и отвальные (рис. 15). По ходовому оборудованию различают каналокопатели на гусеничном и колесном ходу.

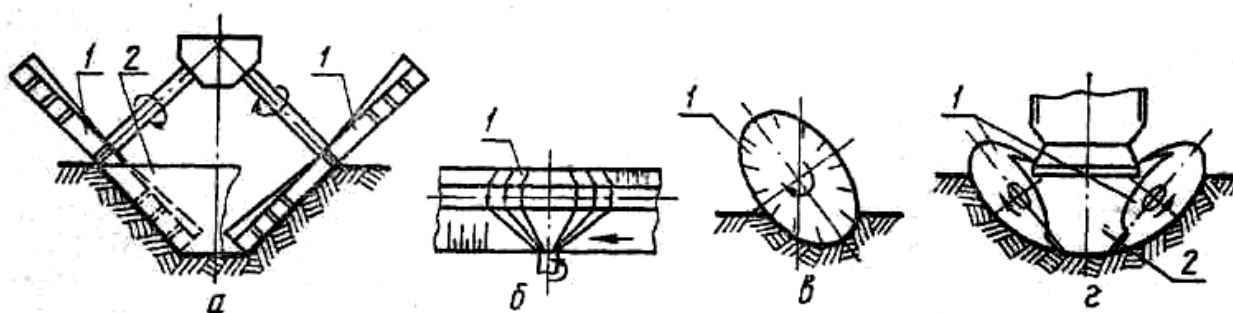


Рис. 3. Схемы основных ротационных рабочих органов каналокопателей:

а-двухфрезерный (двухроторный) с осью вращения, перпендикулярной откосу; б- фрезерный с копирующей фрезой; в-фрезерный с осью вращения, наклонной к оси канала и горизонту; г-то же, двухроторный; 1-ротор (фреза); 2- отвал.

## Каналокопатели с ротационными рабочими органами

**Ротационные рабочие органы.** Рабочие органы этих каналокопателей— фрезы и роторы различной формы (рис. 3). Во время движения каналокопателя вдоль оси разрабатываемого канала рабочий орган вращается вокруг своей оси. В результате сложения двух движений — поступательного и вращательного — рабочий орган копает грунт, поднимает и удаляет за пределы сечения канала как вырезанный, так и обрушившийся

грунт. Грунт перемещается ротационными рабочими органами в плоскости, перпендикулярной оси вращения.

Фрезы имеют форму дисков или пологих конусов с установленными по окружности ножами для копания грунта и лопатками на боковой поверхности для отбрасывания вырезанного и обрушившегося грунта. Фрезы работают с высокой скоростью резания, обуславливаемой значительной (8—30 м/с) окружной скоростью. Грунт тонкой стружкой срезается ножами, измельчается ими и под действием сил инерции разбрасывается лопатками на значительное расстояние (до 5—20 м).

Роторы с гравитационной разгрузкой представляют собой диск с установленными по окружности зубьями-ковшами, которые копают грунт и перемещают его в пределах сечения канала; окружная скорость роторов с гравитационной нагрузкой не превышает 3—4 м/с, грунт разгружается под действием сил тяжести на бермы.

Фрезами пользуются преимущественно для прокладки осушительных каналов в болотно-торфяных грунтах, где сопротивление резанию и расход энергии меньше, но требуются высокие скорости для чистого среза и измельчения растительности, торфа и разбрасывания вынутого грунта.

Фрезы с пониженной окружной скоростью (до 6,5 м/с) применяют для прокладки осушительных каналов в переувлажненных минеральных грунтах.

Форма и размеры сечения разрабатываемых каналов зависят от формы ротационных рабочих органов, их размеров, числа и углов установки по отношению оси разрабатываемого канала к горизонту. По этому признаку ротационные рабочие органы каналокопателей можно разделить на: фрезы и роторы с осью вращения, перпендикулярной откосам канала (рис. 3, а); фрезы и роторы с осью вращения в плоскости, перпендикулярной оси канала и направлению перемещения машины (рис. 3, б); роторы и фрезы с осью вращения, наклонной к оси канала и горизонту (рис. 3, в, г).

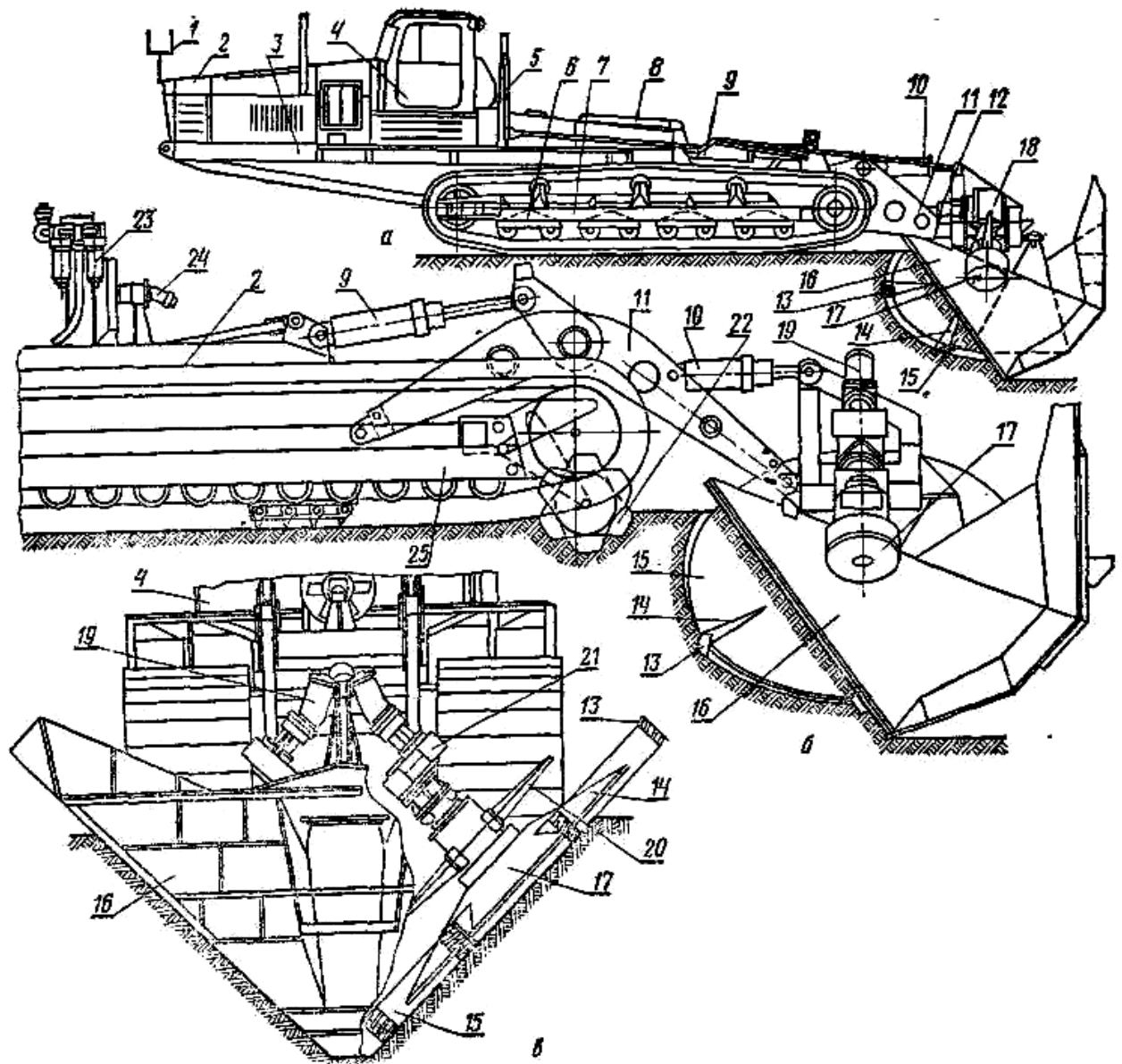


Рис. 4. Двухфрезерный каналокопатель на гусеничном ходу: а-с гидродинамическим приводом фрез; б- с объемным гидроприводом; в- то же, вид сзади; 1-указатель курса; 2-шасси на гусеничном ходу; 3-основная рама; 4-кабина управления; 5-указатель глубины; 6-независимые балансирующие каретки; 7-передвижной гусеничный движитель; 8-тяги для установки в транспортное положение; 9-гидроцилиндр поворота рабочего органа в вертикальной плоскости; 12- карданно-телескопические валы; 13- ножи фрезы; 14- лопатки фрезы; 15-корпус фрезы; 16 -отвал; 17-планетарный редуктор фрезы; 18-конический редуктор; 19- гидромоторы фрез; 20- рыхлитель; 21- редуктор; 22- нож для прорезания дернины; 23- гидропривод с редуктором; 24-гидронасосы; 25-жесткая подвеска

Ротационные рабочие органы первого типа имеют двухфрезерные и двухроторные каналокопатели, второго типа — каналокопатели с копирующей фрезой и третьего типа — одно- и двухроторные каналокопатели.

**Двухфрезерные каналокопатели.** Двухфрезерными каналокопателями разрабатывают осушительные каналы трапецеидального сечения в болотно-торфяных грунтах с погребенной древесиной, торфо-минеральных и минеральных грунтах первой группы с мелкими каменными включениями до 8 см.

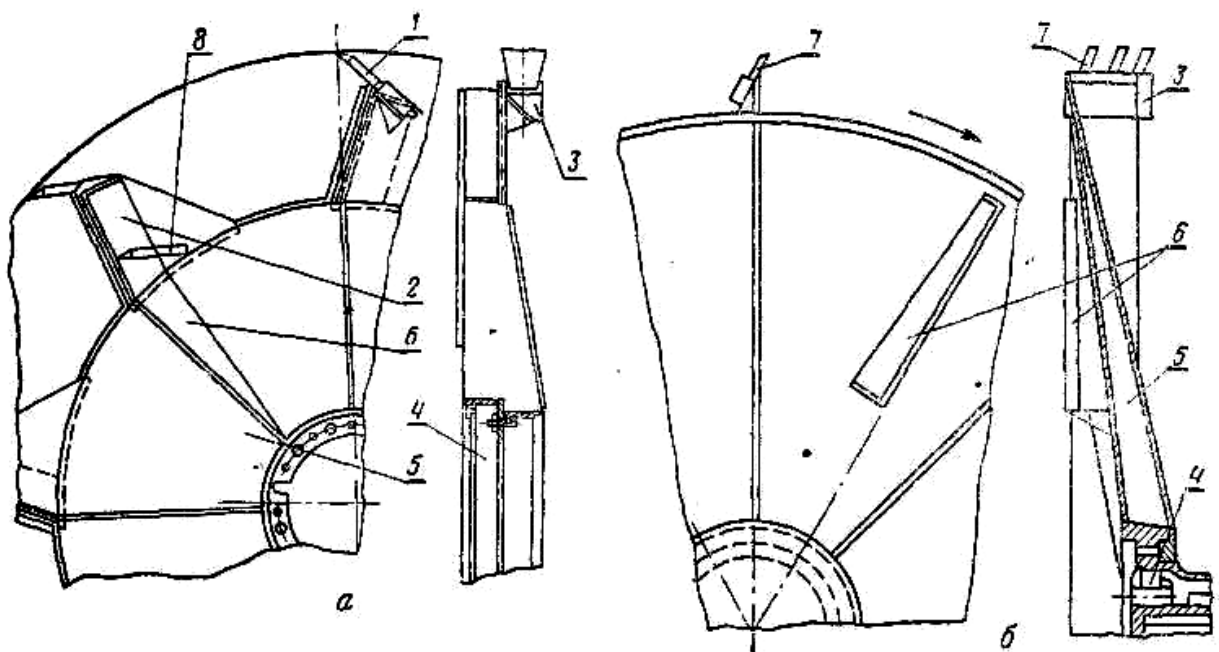


Рис. 5 Фрезы двухфрезерных каналокопателей;

*a* - с прямыми ножами; *б*-с гребенчатыми ножами; 1 -прямой нож; 2-кронштейн ножа; 3- державка; 4- планетарный редуктор; 5- корпус фрезы; 6 -лопатка; 7 - гребенчатый нож; 8- рушитель.

*Двухфрезерный рабочий орган* состоит из двух фрез (рис. 4, 5), выполненных в виде полого конуса с осями вращения, почти перпендикулярными откосам канала. Фрезы, имеющие прямое вращение (снизу вверх), разрабатывают грунт вдоль откосов ножами 13, расположенными по периферии фрезы, и разбрасывают его в обе стороны слоем равномерной толщины лопатками 14, находящимися внутри на

конической поверхности фрезы (инерционная разгрузка). Гребенчатые ножи 7 (рис. 6) устанавливаются по нескольку в ряд на кронштейнах с наклоном вперед (рис. 6, б), на торцах лопаток или в более современных конструкциях для снижения мощности смещены от лопаток по направлению вращения фрезы и установлены на специальных кронштейнах 2. В новых конструкциях фрез (рис. 6, а) гребенчатые ножи, которые имеют большие поверхности трения и забиваются грунтом и растительностью, заменены прямыми ножами 1 на кронштейнах 2, установленными по окружности фрезы, как против лопаток, так и между ними. Грунт в средней части сечения канала (между фрезами) по мере заглубления фрез обрушивается на них, частично измельчается и отбрасывается лопатками.

Между фрезами установлен двусторонний отвал 16 (рис. 4), который огибает их и вдвигается клином. Отвал задней частью защищает канал от забрасывания, подбирает осыпавшийся грунт, зачищает дно и откосы канала. Клин делит массив грунта, способствует более равномерному обрушению и распределению грунта между фрезами. Для более равномерного обрушения устанавливают также рыхлители (рушители) грунта 20.

Прогрессивным направлением для увеличения проходимости является создание двухфрезерных каналокопателей на специальных самоходных шасси на гусеничном или резинометаллическом ходу.

Рабочий орган двухфрезерного экскаватора-каналокопателя (рис. 4, а) навешивается шарнирно с помощью рамы и подъемной рамы (стрелы) 11 и устанавливается гидроцилиндрами 9 и 10. Двигатель и часть трансмиссии с органами управления и кабиной значительно вынесены вперед и играют роль противовеса. Опорные катки гусениц расположены на балансирных каретках 6 (рис. 4, а) или закреплены жестко (рис. 4, б): Это обеспечивает высокую проходимость каналокопателя при удельном давлении 0,022—0,028 МПа. Привод рабочих органов — гидромеханический (рис. 4, а) или гидрообъемный (рис. 4, б, в).

Представляет интерес навеска фрез у двухфрезерного каналокопателя с дизель-электрическим приводом (рис. 6), допускающая изменение угла наклона фрез к горизонту. Фреза 18 с приводным электродвигателем 10 и редуктором 9 укреплена на рычаге 8 к кронштейну 3 и раме 5 зажимным болтом с гайкой 12 со шлицевой шайбой 13. Болты могут перемещаться по

дугообразному пазу 11 рамы и закрепляться в любой точке паза при помощи шлицев. Отпустив гайку 12 при помощи гидроцилиндра 4, поворачивают рычаг 8, кронштейн 3 с фрезой и двигателем и закрепляют (рис 6 б) при определенном угле наклона фрезы.

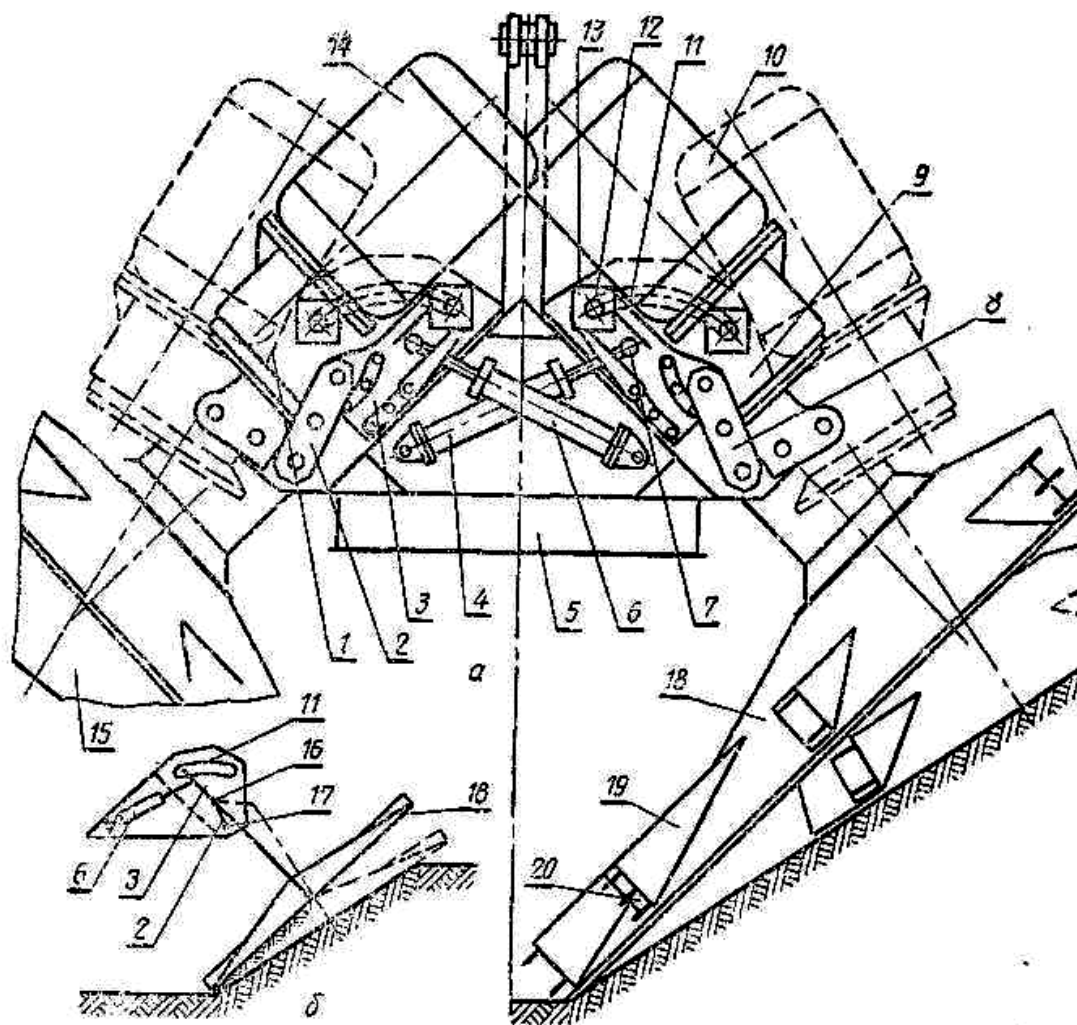


Рис. 6. Двухфрезерный рабочий орган каналокопателя с дизель электрическим приводом, с переменным углом наклона фрез:

*a* - установка фрез с электроприводом; *б*-схема изменения угла наклона фрез; 1, 9- правый и левый редукторы; 2, 8 -рычаги; 3 - кронштейны; 4. 6- гидроцилиндры; 5-рама; 7-шарнир; 10,14-электродвигатели; 11- дугообразный паз рамы; 12 - гайка; 13 - шлицевая шайба; 15. 18 -фрезы; 16 -верхние пальцы кронштейна; 17-нижние пальцы кронштейна; 19 -лопатки; 20 -ножи.

**Двухроторные каналокопатели.** Рабочий орган состоит из двух роторов 8 (рис. 7), имеющих по окружности ножи-ковши 9 без боковых стенок и



установленных аналогично фрезам. При движении каналокопателя с одновременным вращением роторов зубья-ковши прорезают в грунте щели вдоль откосов и пространство между зубьями-ковшами заполняется разработанным и обрушившимся грунтом, который выносится зубьями-ковшами. Благодаря наклону роторов грунт отсыпается на бермы под действием силы тяжести (гравитационная разгрузка).

В новых конструкциях навеска двухроторных каналокопателей унифицирована с двухфрезерными, сделан объемный гидропривод рабочих органов и хода.

При работе двухроторных каналокопателей грунт кавальеров осыпается в канал, затруднено формирование дамб и очистка берм.

**Фрезерные каналокопатели с копирующей фрезой** служат для прокладки осушительных каналов в болотно-торфяных пнистых и беспнистых грунтах. Рабочий орган — фреза 7 (рис. 8) в виде полого усеченного конуса. Чашечные ножи 8 установлены на балках конической поверхности и образуют на ней одно- или двухзаходную спираль. Фреза вращается вокруг оси, проходящей под углом 15—20° к горизонту с окружной скоростью до 18—25 м/с. Ось в плане почти перпендикулярна оси канала (рис. 3, б). Каналокопатель перемещается вдоль канала. Фреза копирует профиль канала, разрабатывая и разбрасывая грунт на ширину до 5—10 м.

Прицепной фрезерный каналокопатель с копирующей фрезой 7 (рис. 8) перемещается на двух или трех катках-барабанах — двух передних 10 и заднем 9.

На раму 12, которая помещается между передним 10 и задним 9 катками или сзади катков, шарнирами 3 навешиваются рама 14 с противовесом. К раме 14 шарнирно крепится выносная рама (стрела) 8, в конце которой на корпусе редуктора установлена фреза 7. Верхний рычаг 4 навески крепится к раме 14 и кронштейну фрезы и вместе со стрелой 8 образует шарнирный параллелограмм.

Гидроцилиндром 2 регулируют глубину копания при постоянном угле наклона оси вращения, гидроцилиндром 15 изменяют наклон рамы и поднимают рабочий орган в транспортное положение.

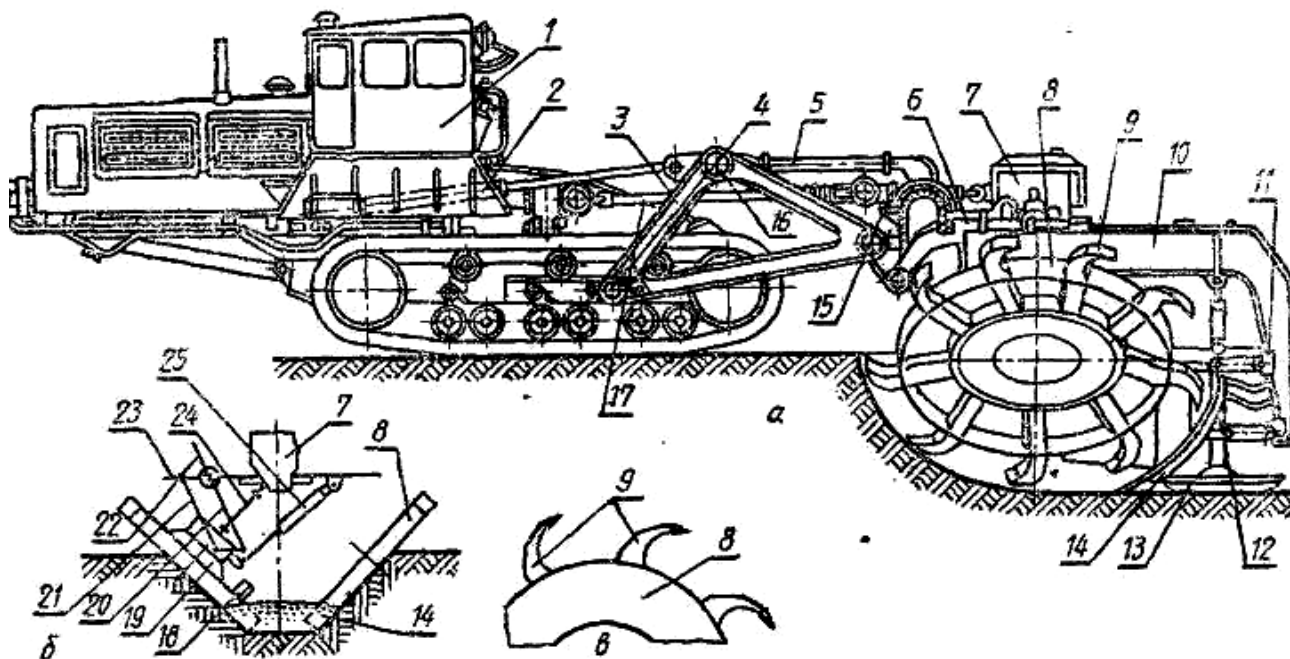


Рис. 7. Двухроторный полунавесной каналокопатель:

*a* — общий вид; *б* — схема навески роторов; *в* — схема ротора; 1- модернизированный трактор; 2,5- гидроцилиндры установки рабочего органа; 3-подъемная рама (стрела); 4 -шарниры; 6-гидроцилиндр поворота рабочего органа в плане; 7- раздаточная коробка; 8-ротор; 5-ножи-ковши; 10-рама рабочего органа; 11-место установки съемных бермоочистителей или дамбоформователей; 12- гидроцилиндр лыжи; 13 - опорная лыжа; 14- зачисткой отвал; 15- конический (поворотный) редуктор; 16- поперечная балка; 17 - карданно-телескопический вал; 18- рушитель; 19 -планетарный редуктор; 20, 21 -рычаги параллелограммнойнавески;22-винтовое устройство; 23-рама; 24 - карданный вал; 25-гидроцилиндр для регулирования ширины канала по дну.

Каналокопатели с копирующими фрезами выполняются также на базе одноковшовых экскаваторов повышенной проходимости.

За рубежом **применяют фрезерные каналокопатели с боковой навеской фрезы** (рис. 3, б), ось вращения которой повернута по отношению к оси канала на угол разворота и наклонена на угол наклона по отношению к горизонту. Установка двух роторов такого типа (рис. 3, г) с гравитационной или инерционной разгрузкой позволяет получить поперечный профиль канала, очерченный по кривой второго порядка.

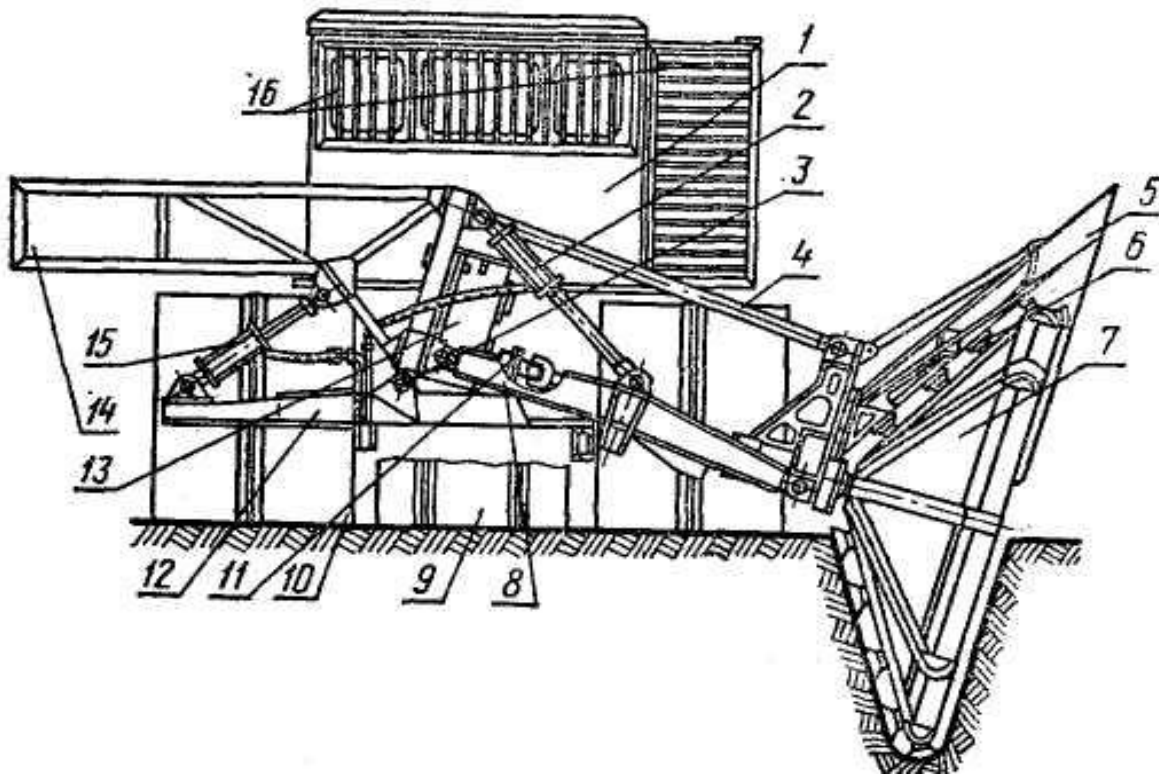


Рис. 8. Прицепной фрезерный каналокопатель с копирующей фрезой (вид сзади):

1 - трактор, 2, 15- гидроцилиндры; 3 - шарнир; 4- верхний рычаг навески; 5- направляющий козырек; 6 - чашечный нож; 7- фреза; 8- выносная рама (стрела); 9 - задний опорный каток; 10- передние опорные катки; 11- карданный вал; 12 - рама; 13- редуктор; 14- рама противовеса; 16- ограждение.

Для предварительного осушения торфяников применяют также каналокопатели с коническим шнеком.

### **Каналокопатели с комбинированными рабочими органами**

Комбинированный рабочий орган каналокопателя состоит из нескольких рабочих органов, каждый из которых разрабатывает определенную часть поперечного сечения канала.

Комбинированные рабочие органы (рис. 9) могут состоять из нескольких активных рабочих органов, имеющих привод от двигателя, комбинированные

активно-пассивные — разрабатывают часть сечения канала активным рабочим органом, а часть — пассивным, работающим от тягового усилия машины.

**Шнекороторные каналокопатели** (рис. 9, а) имеют рабочий орган, состоящий из ковшового ротора 3 с горизонтальной осью вращения и одним или двумя рядами ковшей, двух конических 5 или цилиндрических 4 наклонных шнеков и зачистных отвалов 1 — задних и боковых.

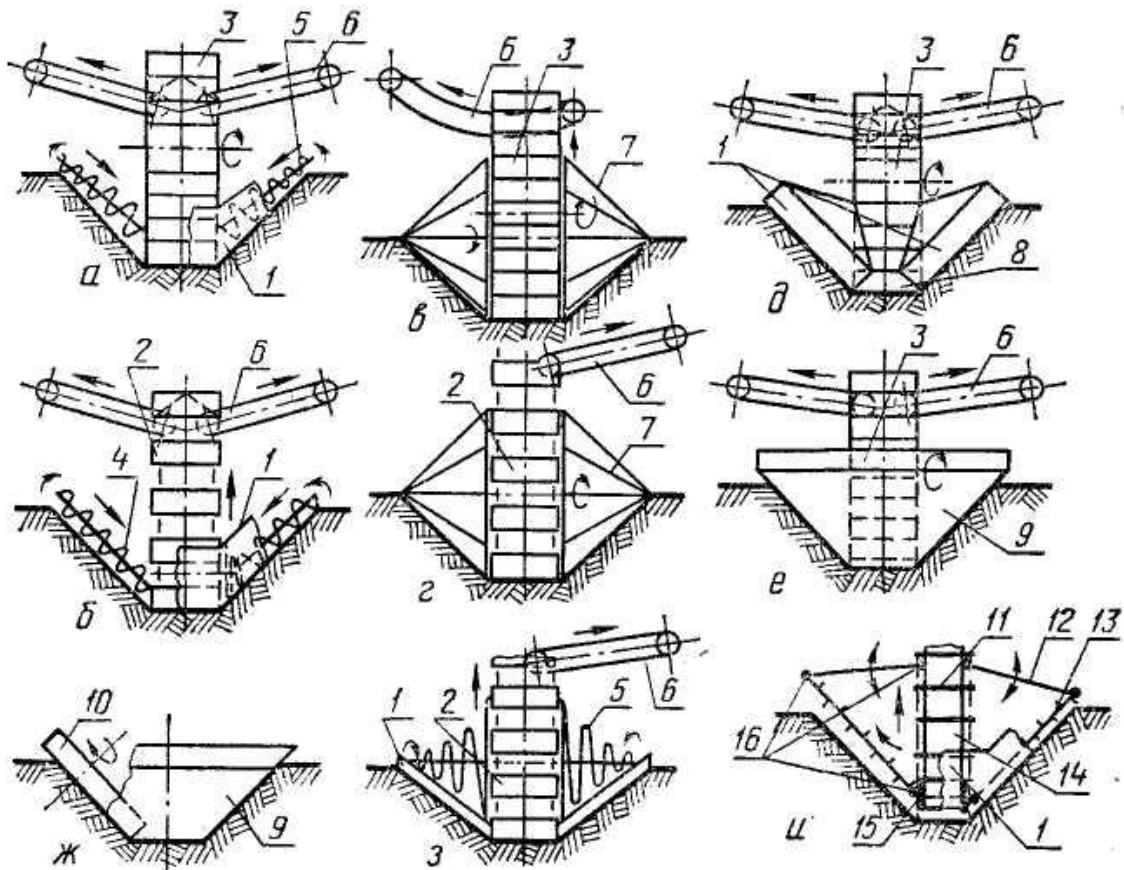


Рис. 9. Схемы основных комбинированных рабочих органов каналокопателей: а — шнекороторный; б—многоковшово-шнековый; в— роторно-ножевой; г— многоковшово-ножевой; д — роторно-отвальный; е — роторно-плужный; ж — плужно-фрезерный; з — многоковшово-шнеко-отвальный; и — скребково-ножевой; 1-отвал; 2- цепи с ковшами; 3 -ковшовый ротор; 4 -цилиндрический шнек; 5 - конический шнек; 6- транспортер; 7- нож; 8-лемех; 9 - плужный рабочий орган; 10- фреза; 11- цепи со скребками; 12- рычаги; 13 -трубы с ножами; 14 -рама рабочего органа; 15- натяжные колеса; 16- шарниры

Ковшовым ротором разрабатывают среднюю часть поперечного сечения канала на ширину дна. Коническими 5 или цилиндрическими шнеками 4 разрабатывают грунт вдоль откосов канала, профилируют их и перемещают грунт вниз к ковшам ротора.

Грунт, не захватываемый ротором и шнеками, обрушивается под действием силы тяжести и захватывается ковшами. Из ковшей ротора грунт поступает через бункер с помощью питателей или непосредственно на два ленточных транспортера 6, которые при помощи направляющих козырьков подают его в дамбы или кавальеры.

Задние и боковые отвалы 1 зачищают и окончательно планируют дно и откосы канала.

Применяют два вида шнекороторных каналокопателей: прицепной с многомоторным дизель-электрическим приводом и полунавесной с одномоторным механическим или гидрообъемным приводом.

У прицепного шнекороторного каналокопателя ковшовый ротор 15 (рис. 10), имеющий два ряда ковшей, устанавливается на опорно-направляющих роликах 16 рамы ротора 32, которая крепится к основной раме 20.

Конические шнеки 29 со стальной ленточной навивкой снабжены ножами, которые разрабатывают грунт, транспортируемый винтовой линией вниз к ковшам. Шнеки устанавливаются на рамах шнеков 26, которые шарнирно крепятся к раме снизу, а в средней части — подвесками 38. Шнеки и рамы имеют сменные удлинители для разработки каналов с различными заложениями откосов.

Ленточные питатели и транспортеры 18, регулируемые растяжками 2, расположены на раме 32 ротора. Рама 20 с рабочими органами опирается спереди через переднюю опорную раму 13, на переднюю ось 10 при посредстве шарнирно-рычажного механизма, который позволяет изменять боковой наклон каналокопателя. Специальный червячно-винтовой механизм обеспечивает поперечную стабилизацию. Сзади рама 20 через задний портал 24 опирается на заднюю опорную балансирную тележку 25 на пневмоходу.

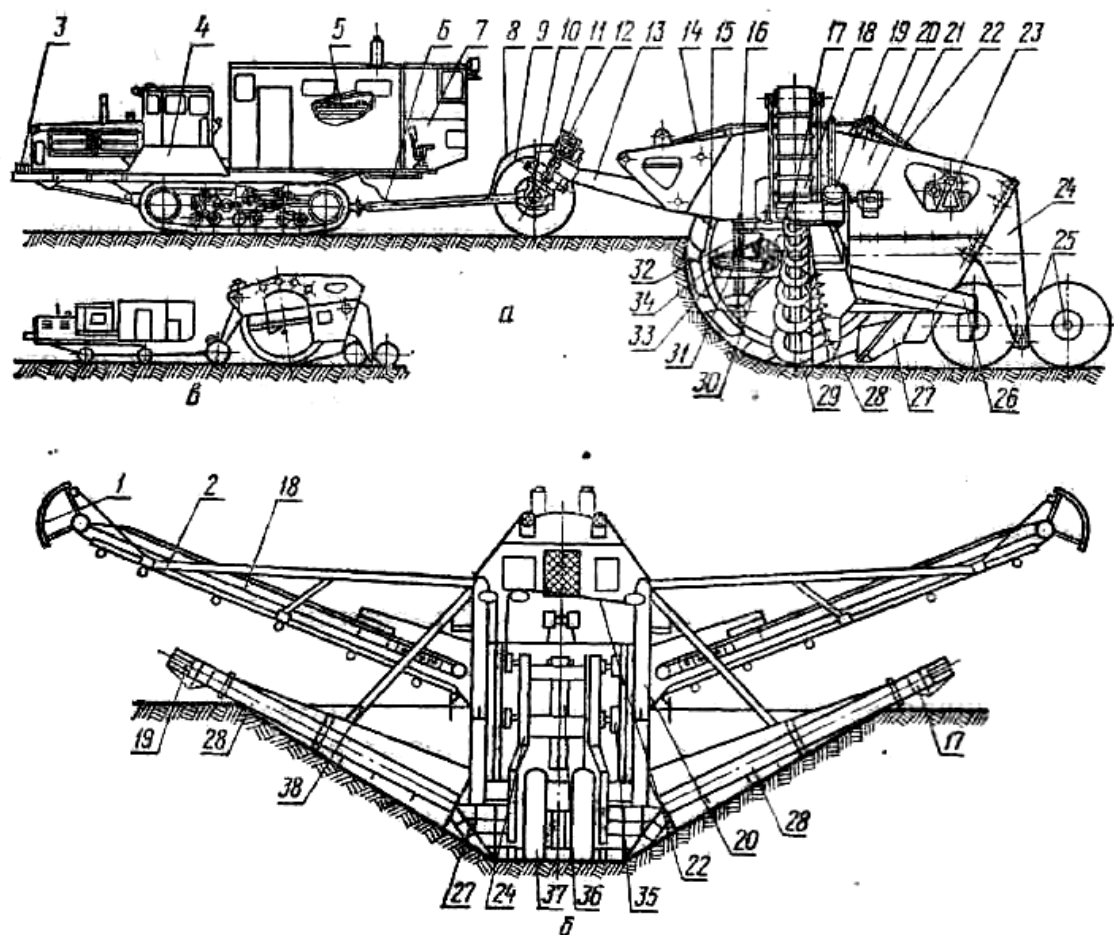


Рис. 10. Прицепной шнекороторный каналокопатель:

а — общий вид сбоку в рабочем положении; б — то же, вид сзади; в — схема в транспортном положении; 1- направляющий козырек для грунта; 2- растяжки подвески транспортера; 3- лебедка; 4- тягач; 5- дизель-генераторная станция; 6- тяговое дышло; 7- кабина; 8- проводка электропитания; 9- передние колеса; 10- передняя ось; 11- червячно-винтовой механизм поперечной стабилизации; 12- электродвигатель механизма изменения бокового наклона; 13- передняя опорная рама; 14- передний подъемный полиспаст; 15- ротор; 16- опорно-направляющие ролики ротора; 17- редуктор привода шнека; 18- транспортер; 19- электродвигатель привода шнека; 20- основная рама; 21 - электродвигатель привода транспортера и питателя; 22 - полиспаст; 23 - электродвигатели с редукторами привода полиспастов; 24 - задний портал; 25- задняя опорная балансирная тележка; 26- рама шнека; 27- задний отвал; 28 - боковой отвал; 29- шнек; 30 -рыхлитель (рушитель); 31- цепной привод рыхлителя; 32- рама рабочего органа; 33- редуктор привода ротора; 34- цепочное колесо привода ротора; 35- опорные катки заднего портала; 36- задний подъемный полиспаст; 37- задние колеса; 38- подвеска рамы шнека.

Рама 13 и портал 24 связаны с рамой 20 опорными катками 35, которые могут перемещаться по направляющим, и подъемными полиспастами 14 и 36, при помощи которых поднимают передний и задний концы основной рамы 20 с рабочими органами для изменения глубины канала. В рабочем положении (рис. 10) передние колеса 9 идут по поверхности грунта, задние 37 — по готовой поверхности дна канала. Ширину канала по дну изменяют при помощи уширителей или сменных ковшей, а заложение откосов — изменением наклона шнеков при помощи винтовых подвесок 38.

Рабочие органы (без рушителей) *шнекороторных полунавесных каналокопателей* расположены аналогично прицепным на раме 14 (рис. 11) рабочего органа. Рама 14 опирается на заднее опорное колесо 16, которое в рабочем положении движется по дну канала. Передний конец рамы 14 шарнирами 22 связан с ползунами 23, которые могут скользить по направляющим стоек 4 верхней рамы 2 и поднимаются гидроцилиндрами 3 через подъемные цепи 5. В модернизированных каналокопателях раму 14 рабочего органа навешивают на навесную пространственную раму 31, установленную на тракторе при помощи шарниров 30. Это повышает боковую устойчивость рабочего органа в транспортном положении.

Глубину канала и уклон, а также заглублиение при обоих типах навески регулируют гидроцилиндрами, ширину по дну — сменными кронштейнами на роторе, заложение откосов — подвеской рамы шнека и специальными вставками к шнекам.

Тягачи прицепных каналокопателей оборудуют дизель-электрической станцией, привод хода — гидромеханический бесступенчатый с насосом переменной подачи или электрический с генератором постоянного тока.

В полунавесных каналокопателях вводятся двухступенчатые цепные передачи, обеспечивающие передачу вращающегося момента при любом взаимном положении трактора и рабочего органа. Трансмиссия привода ходового оборудования — механическая, обеспечивающая ступенчатый ряд из 10—12 рабочих скоростей, гидромеханическая для бесступенчатого изменения рабочих скоростей в широком диапазоне или гидрообъемная.



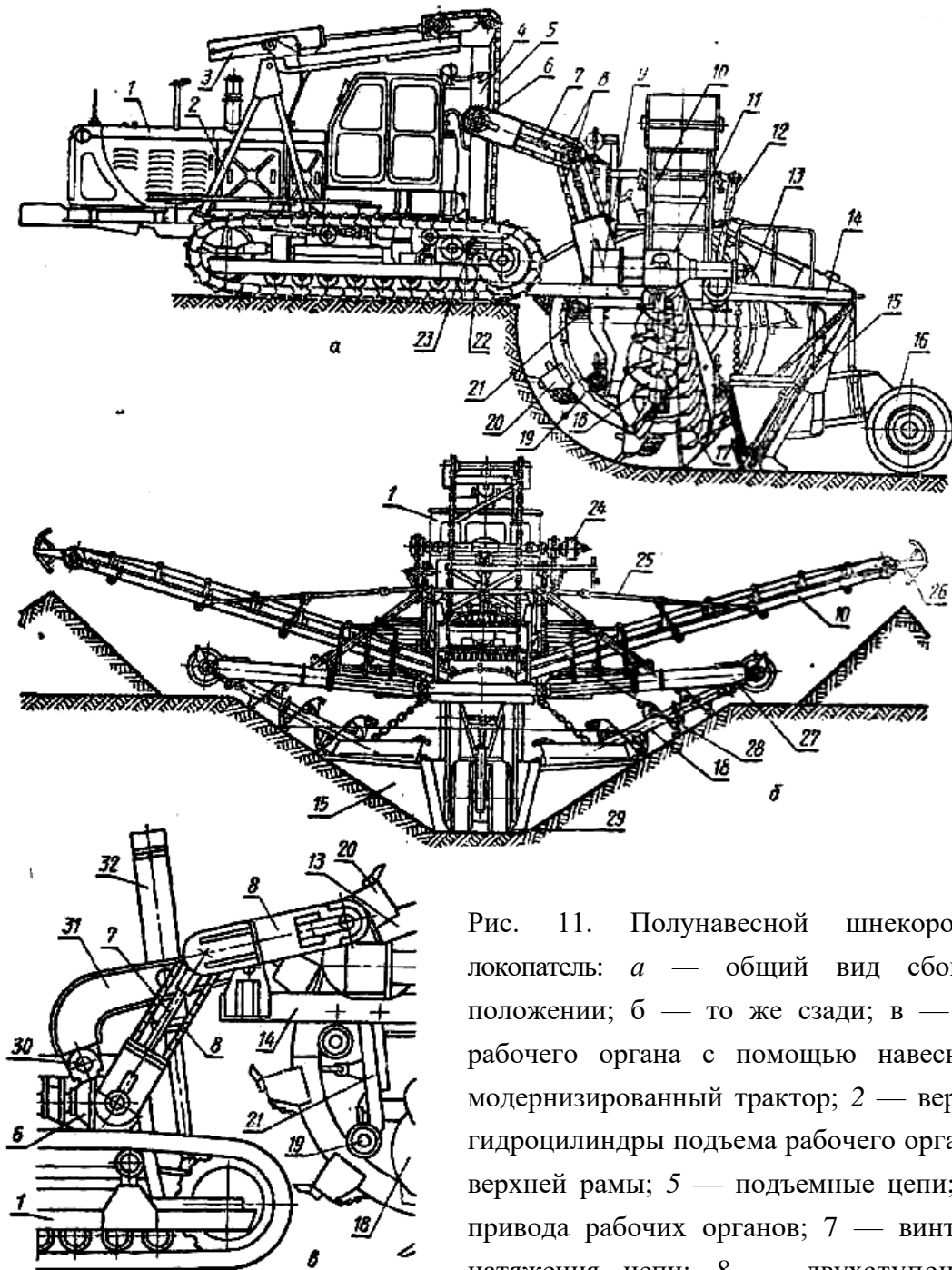


Рис. 11. Полунавесной шнекороторный каналокопатель: а — общий вид сбоку в рабочем положении; б — то же сзади; в — схема навески рабочего органа с помощью навесной рамы; 1— модернизированный трактор; 2 — верхняя рама; 3— гидроцилиндры подъема рабочего органа; 4 — стойки верхней рамы; 5 — подъемные цепи; 6 — редуктор привода рабочих органов; 7 — винтовой механизм натяжения цепи; 8 — двухступенчатая цепная передача привода рабочих органов; 9 — поперечный вал привода рабочих органов;

10— транспортер; 11— редуктор привода шнека; 12—подвеска рамы шнека; 13— ротор; 14 — рама рабочего органа; 15 — задний отвал; 16 — заднее опорное колесо; 17 — боковой отвал; 18 — шнек; 19 — опорно-направляющие ролики ротора; 20 —ковш с опорно-направляющие ролики ротора; 21—рама ротора; 22 — шарнир; 23 — ползун; 24 — муфта предельного момента; 25 — растяжки подвески транспортера; 26—направляющие козырек; 27 — рама шнека; 28 — карданно-телескопический вал привода шнека; 29 — лыжа; 30-шарнир навесной рамы; 31-навесная рама; 32-подъемный гидроцилиндр

**Многоковшово-шнековый каналокопатель** — это многоковшовый цепной экскаватор продольного копания со сменным шнековым оборудованием (рис. 9,б), работающий так же, как и шнекороторный каналокопатель. Им копают каналы глубиной до 2,5 м.

**Скребково-ножевой каналокопатель** — скребковый цепной экскаватор продольного копания со сменными рабочими органами в виде труб 13 (рис. 9,и) со вставными ножами. Трубы 13 крепятся шарнирами 16 эксцентрично к натяжным колесам 15 и рычагам 12, шарнирно установленным на раме 14. Ножевые рабочие органы совершают сложное движение — вращательное и возвратно-поступательное, срезая грунт с откосов и сбрасывая его вниз к скребкам.

**Многоковшово-ножевой** (рис. 9, г) и **роторно-ножевой** (рис. 9, в) каналокопатели представляют собой многоковшовый или роторный экскаватор продольного копания, у которого на валу нижних направляющих звездочек ковшовых цепей или на отдельной оси с каждой стороны закреплены ножевые конические роторы-откосообразователи. Роторы состоят из нескольких прямых ножей 7, расположенных по образующим конической поверхности. На ножах, в свою очередь, могут быть укреплены режущие клинья.

Роторы получают вращение от цепных передач. Сзади навешивается отвал для зачистки и планировки дна и откосов. Ковшами на цепях или роторе разрабатывают грунт на ширину дна канала, а коническими ножевыми роторами — остальную часть сечения канала. Грунт, срезанный ножами 7, под действием силы тяжести перемещается к ковшам и подается к ленточному транспортеру 6, которым перемещается в отвал или в транспортные средства.

Каналокопатели этого типа (рис. 12) можно использовать для копания каналов глубиной 0,65—1,8 м (чаще 1,2 м) и шириной по дну 0,6—1 м при коэффициенте заложения откосов 1 —1,25 в однородных минеральных и в насыпных уплотненных грунтах (подушках).

Глубина каналов ограничивается размерами ножевых роторов и высокой энергоемкостью процесса копания без обрушения, так как роторы работают в тяжелых условиях (большая ширина срезаемой стружки при лобовом резании).

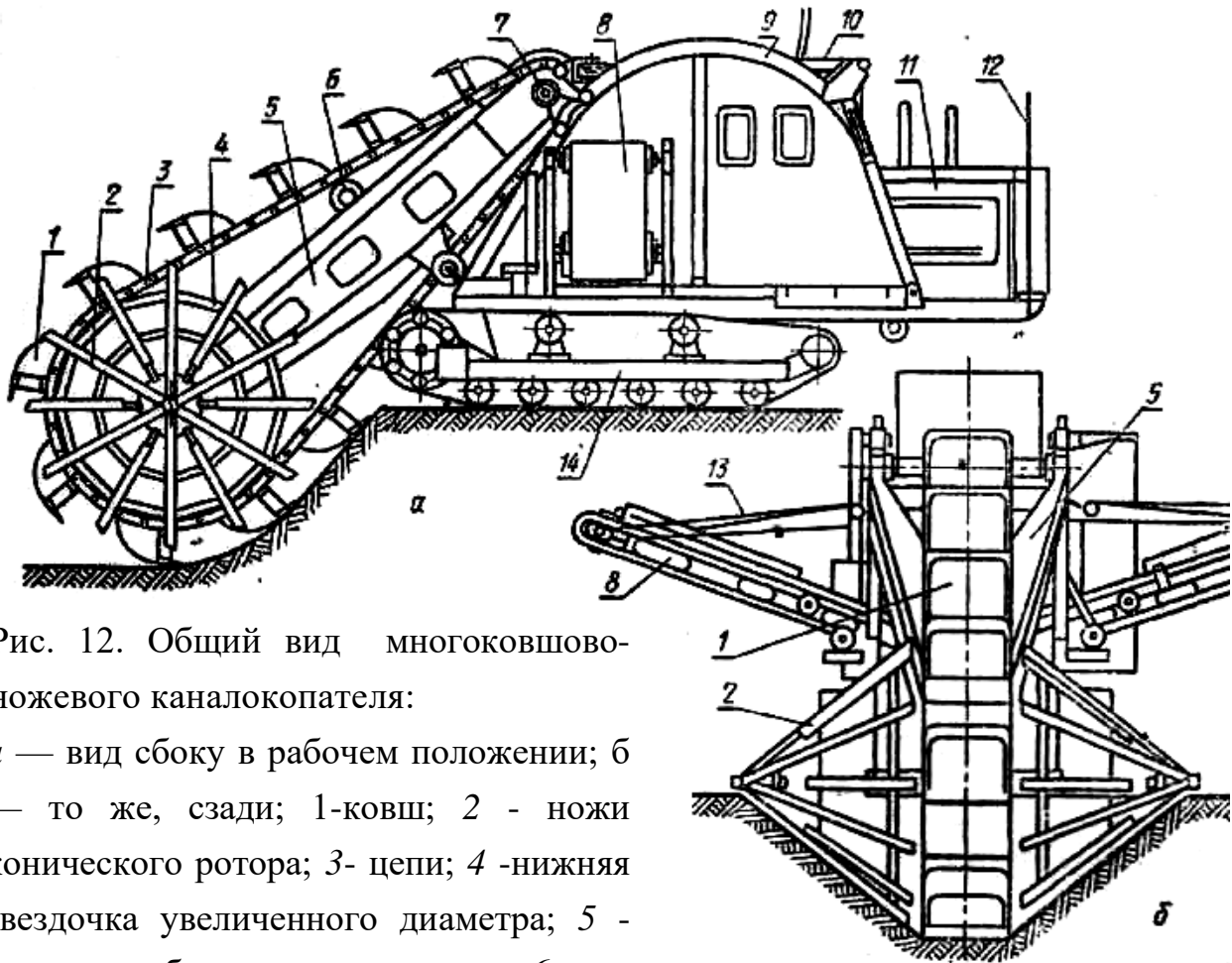


Рис. 12. Общий вид многоковшово-ножевого каналокопателя:

*a* — вид сбоку в рабочем положении; *б* — то же, сзади; 1-ковш; 2 - ножи конического ротора; 3- цепи; 4 -нижняя звездочка увеличенного диаметра; 5 - рама рабочих органов; 6 - направляющие ролики; 7- турасный вал; 8 -транспортеры; 9 - направляющие; 10- подъемные канаты; 11 -двигатель; 12- визирка для контроля направления движения; 13 - подвеска транспортера; 14 -гусеничный ход

Все каналокопатели с активными комбинированными рабочими органами, имеющими шнеки и ножевые роторы, не могут работать в крупнокаменистых и пнистых грунтах.

*Роторно-отвальный каналокопатель* (рис. 9, д), Рабочий орган каналокопателя состоит из ковшового ротора, навешиваемого на специальное шасси на гусеничном ходу, и двух пассивных отвалов-откосников 1, которые крепятся к специальной раме. Между отвалами-откосниками на нижнем конце их помещен лемех 8 для зачистки дна канала. Ниже лемеха установлена

опорная лыжа, которая в рабочем положении движется по готовому дну канала.

Ротор копает среднюю часть канала глубиной до 2 м на ширину дна канала 0,6—0,8 м, а установленные с наклоном впереди отвалы-откосники принудительно обрушают грунт к ковшам, которые перемещают его и весь обрушившийся грунт к транспортерам б. Не захваченный ковшами грунт зачищается лемехом 8. Каналокопатель может работать в торфяных и минеральных грунтах.

Роторно-плужный каналокопатель (рис. 9, е). Рабочий орган каналокопателя также состоит из ковшового ротора 3 и транспортеров б, обычно экскаватора продольного копания, сзади которого установлен плужный рабочий орган 9. Ротор копает среднюю часть канала глубиной до 1 —1,2 м, а плужный рабочий орган разрабатывает без обрушения боковые части поперечного сечения, отваливая грунт к ковшам ротора, которые и выносят их к ленточным транспортерам б. Прокладка канала глубиной до 1,5 м и такой же ширины по дну возможна в торфяных и минеральных грунтах.

Многоковшово-шнеко-отвальный канавокопатель (рис. 9, и) разрабатывает сечение канала тремя рабочими органами. Ковшами 2 вырезает грунт в средней части сечения канала и выгружает его вперед по ходу ковшей. На валу нижних звездочек с обоих концов установлены конические шнеки 5, которые разрабатывают боковые части профиля сечения на всю длину откосов и перемещают грунт к ковшам. За рабочими органами профилирует сечение трапецеидальный нож-отвал нижней части кожуха.

## **Плужные и отвальные каналокопатели**

Все эти машины имеют пассивные рабочие органы.

Рабочий орган каналокопателя (рис. 13) сварен из нескольких частей. Нижняя часть рабочего органа — плоский лемех 19, подрезающий грунт на дне и нижней части откосов. Плоскость лемеха сопрягается с криволинейными подъемно-отвальными поверхностями б, поднимающими пласт с поворотом его на обе бермы канала. В верхней части эти поверхности плавно переходят в плоскости верхних отвалов 5, образующих клин для раздвигания

грунта в стороны. Для очистки прилегающей к каналу части бермы осушительные каналокопатели оборудуют сменными бермоочистителями 3 различной высоты, а оросительные для формирования дамб — откылками 4.

Рабочий орган канатного каналокопателя с неповоротной ходовой рамой (рис. 13, а) копает каналы глубиной до 1,2 м и шириной по дну 0,2—0,4 м. Прикреплен он к заднему концу тяговой рамы 12. Полиспастом 7, 5 поднимают тяговую раму, соединенную шарнирно с ходовой рамой 9.

Каналокопатель с поворотной ходовой рамой (рис. 13,б) имеет сменные рабочие органы и лемехи для прокладки оросительных и осушительных каналов глубиной до 1 м и шириной по дну 0,2—1 м. Тяговую раму с рабочим органом поднимают, поворачивая вперед ходовую раму 9 полиспастом 7, 8 лебедкой 13 или передним трактором.

Гидравлический универсальный каналокопатель (рис. 13,в) предназначен для копания каналов глубиной до 1 м в выемке. Подъем рабочего органа осуществляют два гидроцилиндра 26, обеспечивающие более устойчивый ход рабочего органа.

Особенность каналокопателя— поворотный рабочий орган, который можно поворачивать на конце тяговой рамы 12 гидроцилиндром 30 в вертикальной плоскости при прокладке оросительных каналов. Это дает возможность регулировать угол резания в зависимости от грунта и параметров канала, получать минимальное тяговое сопротивление, изменять нагрузку на ходовое оборудование трактора для улучшения проходимости. Для разработки осушительных каналов на каналокопателях устанавливают лыжу 20, повышающую проходимость.

**Навесные плужные каналокопатели.** Рабочий орган навесного каналокопателя (рис. 13, г) устанавливают при помощи стойки на тяги 33 навесной системы или на поперечной трубчатой балке 35 задней навесной рамы. К раме рабочего органа навесных каналокопателей шарнирно присоединена лыжа 20, которую можно регулировать по высоте винтовым домкратом 21. В современных каналокопателях применена регулируемая навеска, позволяющая изменять наклон тяг в зависимости от грунтовых условий и глубины канала, а также винтовое устройство для изменения заложения откосов путем наклона рабочего органа.

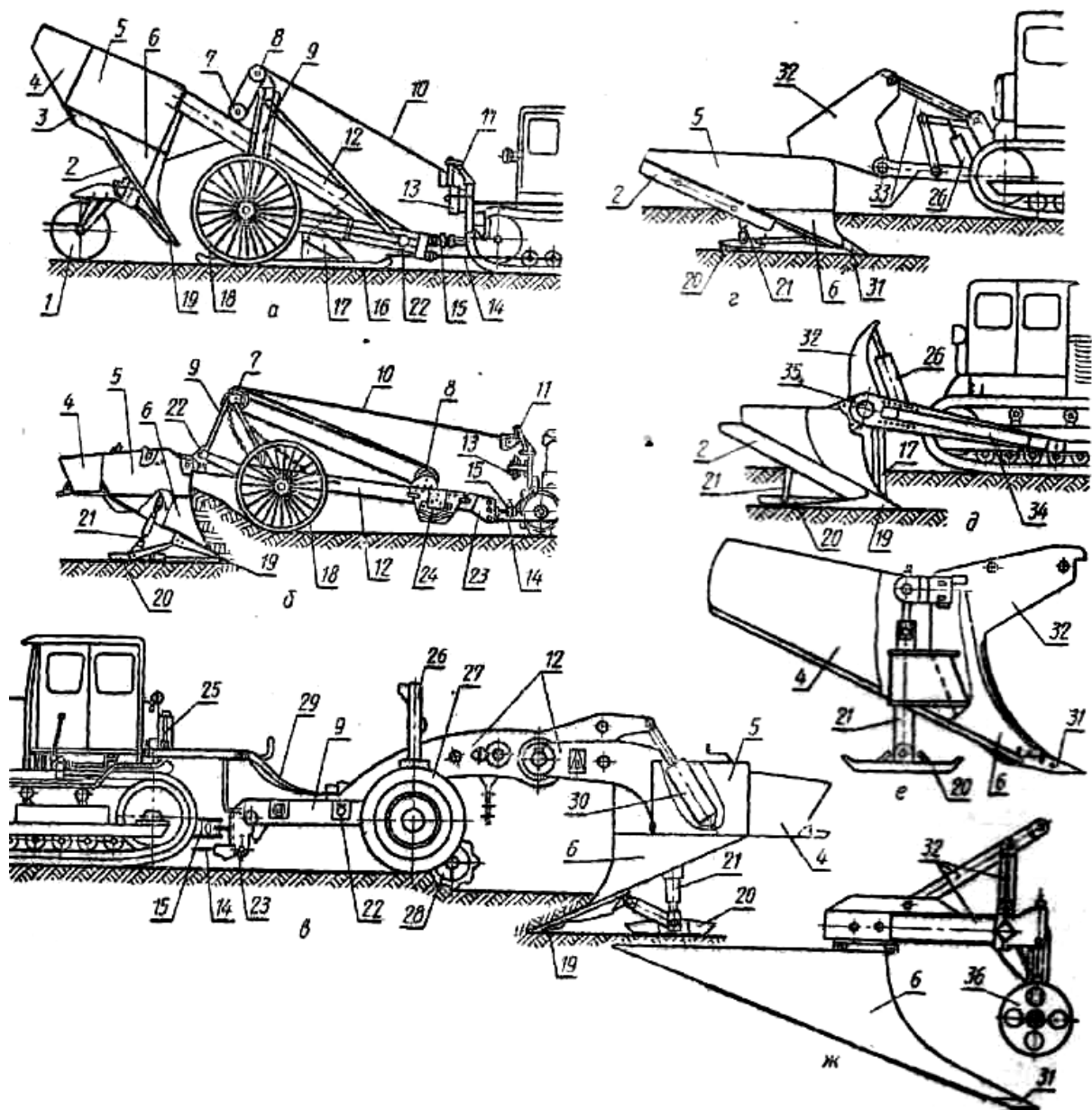


Рис. 13 Плужные каналокопатели и борзододелатели:

*a* — прицепной канатный с неповоротной ходовой рамой; *б* — прицепной канатный с поворотной ходовой рамой; *в* — прицепной гидравлический универсальный: *г* — на навесной система трактора; *д* — навесной на задней универсальной раме; *е* — навесной борзододелатель; *ж* — борзододелатель с опорным колесом; 1-заднее колесо; 2- опорные плоскости скольжения; 3- бермоочистители; 4-открылки; 5- верхние отвалы; 6- подъемно-отвальные поверхности; 7, 8- подвижное и неподвижные блоки полиспаста; 9- ходовая рама; 10-канат для выглубления рабочего органа; 11-флюгерная колонка; 12 -тяговая рама; 13-лебедка; 14-тяговый канат к переднему трактору; 15- прицепное устройство; 16- опорная лыжа; 17- черенковый кож; 18- ходовые металлические колеса; 19- плоский лемех; 20- задняя опорная лыжа; 21- винтовая стойка; 22- шарнир, соединяющий ходовую и тяговую рамы; 23-прицепная скоба; 24-запасные сменные ножи-лемехи; 25- гидропривод; 26 -гидроцилиндры для подъема и опускания рабочего органа; 27 -пневматические опорные колеса; 28-дисковый нож; 29- трубопроводы гидросистемы; 30-гидроцилиндр для поворота рабочего органа; 31 -клиновидный лемех; 32-стойка; 33- рычаги и тяги навесной гидросистемы трактора; 34- П-образная задняя навесная рама; 35-поперечная балка; 36- опорное колесо.

Несмотря на высокую производительность, минимальную энергоемкость, возможность применения на различных грунтах простоту конструкции и обслуживания, плужные каналокопатели являются несовершенными машинами. Основные их недостатки — большое тяговое сопротивление благодаря несовершенству рабочего органа, быстрый износ тяговых тракторов, неровная обработка дна и откосов канала, необходимость доделочных работ, плохое перерезание древесины, недостаточная ширина берм, отсутствие механизма, автоматически регулирующего уклон дна канала. Поэтому плужные каналокопатели при устройстве каналов глубиной более 0,5—0,6 м находят ограниченное применение. В гидравлическом универсальном каналокопателе (рис. 13, в) и у новых навесных каналокопателей усовершенствована конструкция рабочего органа.

**Бороздоделатели.** Для прокладки борозд трапецеидального сечения, отводящих поверхностные воды, а также временных оросителей и выводных борозд применяют бороздоделатели с пассивным рабочим органом. Навесные бороздоделатели более просты по конструкции, менее металлоемки, чем прицепные, удобны в управлении. Бороздоделатели без опорных колес (рис. 13, е) навешивают на тяги стандартной навесной системы трактора через посредство стойки 32, на которой закреплен рабочий орган, аналогичный рабочему органу плужного каналокопателя. Есть также трехкорпусные бороздоделатели-щелерезы.

Навесные каналокопатели-бороздоделатели с опорными колесами (рис. 13, ж) имеют рабочие органы-отвалы со сменными ножами. Рабочий орган у них прикреплен к раме, навешиваемой на рычаги навесной системы трактора и снабженной опорными колесами: Некоторые бороздоделатели оборудуют ротационными метателями, которые разбрасывают вынутый грунт равномерным слоем по обе стороны борозды.

**Отвальные каналокопатели.** Рабочий орган отвальных каналокопателей состоит из двух симметричных групп отвалов грейдерного типа (рис. 14, а, б), состоящих каждая из плужка 2, горизонтального отвала 3, наклонного отвала 4, бермоочистителя 6 или дамбообразователя 20. Плужками 2 и горизонтальными отвалами 3 послойно разрабатывают грунт на дне, а наклонными отвалами 4 — на откосах и перемещают грунт вверх по откосам. Бермоочистителями 6 одновременно разравнивают кавальеры и планируют



бермы или дамбообразователями 20 формируют дамбы с планировкой их внутреннего откоса и верха.

Рабочий орган установлен на задней части шарнирно-сочлененной рамы, опирающейся по оси колеса 10 на пневматических шинах. Заглубление и выглубление каналокопателя, а также регулирование толщины снимаемой стружки осуществляется подъемом или опусканием передней части рамы относительно задней с помощью гидроцилиндра 9.

Ложбиноделатели. Разновидность навесного отвального каналокопателя— ложбиноделатели, которые предназначены для нарезки ложбин. Рабочий орган ложбиноделателя (рис. 14, в) имеет два отвала 4 грейдерного типа с углом в плане  $70^\circ$ . Их крепят к стойке 13 и распоркам 14. Спереди на стойке 13 установлен вертикальный нож 17 для прорезания дернины, внизу лемех. К заднему концу отвалов шарнирно прикреплены два бермоочистителя 6, угол их установки регулируется задними распорками последних проходах машины, что требует нескольких тракторов.

## **1.3 МАШИНЫ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ И РЕМОНТА КАНАЛОВ (КАНАЛООЧИСТИТЕЛИ)**

### **Назначение, основные требования и классификация**

Каналоочистителями удаляют из каналов наносы и растительность, исправляют деформированные сечения каналов, распределяют или разбрасывают по площади, прилегающей к каналу, удаленные наносный грунт и растительность.

Основные требования к каналоочистителям: более высокая производительность по сравнению с машинами общего назначения при очистке каналов; достаточная проходимость по бермам или дну каналов; возможность восстановления проектных размеров поперечного сечения каналов с ровным дном и откосами; очистка каналов различной глубины, ширины по дну и с разным заложением откосов, возможность отдельной очистки дна и откосов или полного периметра поперечного сечения при наличии растительности с соблюдением уклона и без доделочных работ; удаление наносов от бровки канала, часто с

равномерным разбрасыванием; очистка каналов в торфяных и минеральных грунтах с водой и без воды и при наличии древесных остатков и каменистых включений; возможность быстрой переброски с одного канала на другой своим ходом.

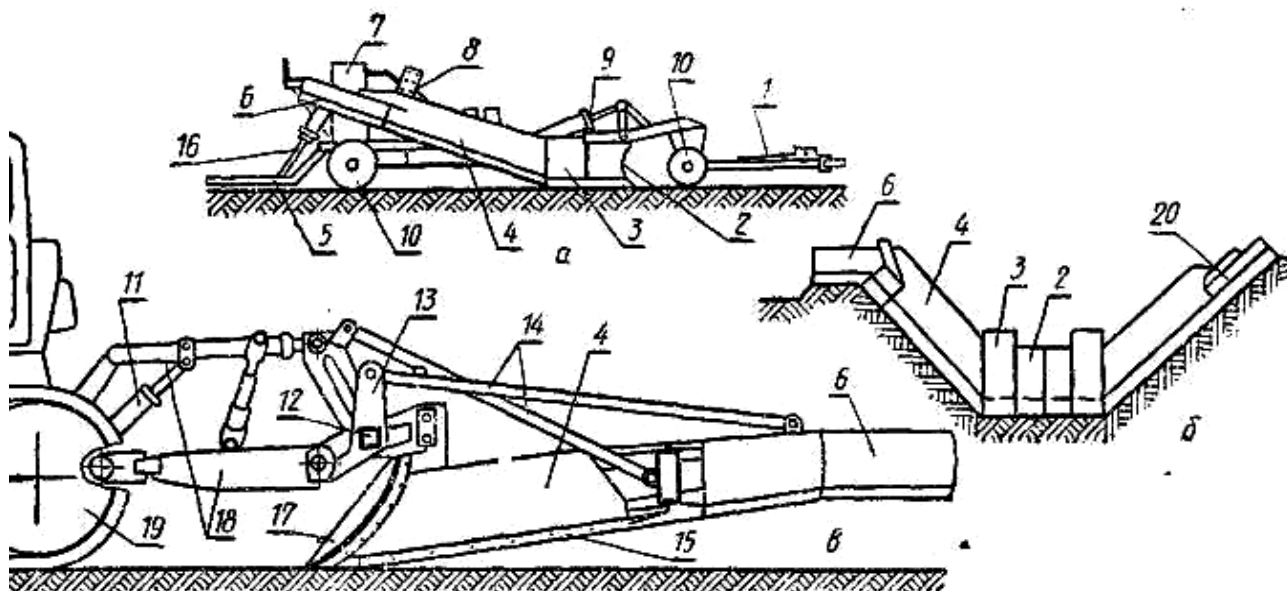


Рис. 14. Отвальные каналокопатели и ложбиноделатели;  
*а*—схема прицепного отвального каналокопателя; *б* — схема расположения отвалов прицепного отвального каналокопателя при прокладке канала; *в*—навесной ложбиноделатель; 1-дышло; 2-плужок; 3 -горизонтальные отвалы; 4-наклонные отвалы; 5 -опорная лыжа; 6-бермоочиститель; 7- пульт управления; 8-кронштейны для крепления наклонных отвалов; 9 -гидроцилиндр подъема и опускания передней части рамы; 10 - пневмоколеса; 11 -подъемные гидроцилиндры; 12 - поперечная балка рамы; 13 -стойка; 14 -распорки; 15-сменные ножи; 16-гидроцилиндр лыжи; 17- вертикальный нож; 18-рычаги и тяги навесной системы; 19-трактор; 20 -дамбообразователь.

К машинам для скашивания растительности в незаиленных каналах, кроме указанных выше условий, предъявляются следующие требования: срезание береговой, полупогруженной и полностью погруженной в воду растительности; срезание растительности без повреждения дна и откосов; равномерная высота среза; скашивание растительности отдельно на дне и откосах или по всему периоду поперечного сечения

канала при любом уровне воды; срезание всех видов влаголюбивой растительности, от мягкой травянистой до грубостебельчатой, кустарника и молодых побегов деревьев; удаление срезанной растительности из канала.

Очевидно, что всем этим требованиям не может удовлетворить один рабочий орган или машина. Нужны машины с рабочими органами различных типов.

Различают каналоочистители непрерывного действия, которые разрабатывают и транспортируют наносы и срезанную растительность во время движения вдоль очищаемого канала, и машины циклического действия, которые разрабатывают и транспортируют определенный объем наносов и растительности за каждый цикл. Почти все каналоочистители имеют активный рабочий орган.

Каналоочистители непрерывного действия бывают с многоковшовыми, ротационными, отвально-фрезерными, ножевыми, сегментными, огневыми и трубчатыми рабочими органами, а также с землесосными рабочими органами земснарядов.

Каналоочистители циклического действия всегда с одноковшовым рабочим органом. Выполняют их навесными на тракторы, прицепными, самоходными на гусеничном, пневмоколесном ходу, на лыжах и плавучие.

Перемещаются каналоочистители, двигаясь по берме или дамбе (береговые каналоочистители с консольным рабочим органом, опущенным в канал); в пределах площади поперечного сечения канала по дну, откосам или плавучие (внутриканальные); по обеим бермам или дамбам, над каналом (седлающие).

Береговые каналоочистители применяют при свободном проходе по ровной и широкой берме или дамбе, когда длина консольного рабочего органа достаточна для выполнения заданной операции; можно очищать канал при любом виде деформации и легко объезжать искусственные сооружения. Однако при консольной навеске рабочего органа неравномерно нагружается базовая машина, а неровная поверхность движения вызывает сильные колебания рабочего органа.

Внутриканальные каналочистители непрерывного действия используют, когда проезд по берме или дамбе невозможен, а также при очистке каналов больших размеров, отстойников, водохранилищ. Рабочий орган навешивают спереди, сзади или сбоку понтона или шасси на гусеничном, шагающем или лыжном ходу (в этом случае используют лебедочную тягу).

Седлающие машины (рис. 15, а, б) применяют при очистке мелких каналов, когда ширина канала поверху меньше, чем расстояние между гусеницами или колесами. Такие каналочистители устойчивы, могут перемещаться по узким дамбам и бермам, но возникают трудности при переходе через искусственные сооружения.

### **Многоковшовые каналочистители**

Многоковшовые каналочистители в большинстве случаев работают по принципу многоковшовых цепных экскаваторов поперечного копания. Ковши очищают от наносов и растительности один откос и часть дна или только дно. Ковшовая рама имеет раздвижную (телескопическую) конструкцию, что позволяет очищать каналы различной глубины.

Поворотное планирующее звено с направляющими роликами цепей 12 (рис. 15) на нижнем конце ковшовой рамы можно поворачивать червячной передачей. Для изменения угла между дном и откосами очищаемого канала и настройки на очистку дна и откоса или откоса или только дна различной ширины. Грунт отбрасывается транспортером 14 (рис. 15) или метателем 18. Ковш крепится к каждой ветви тяговой цепи двумя кронштейнами и четырьмя пальцами. Ковш снабжен поворотным днищем для принудительной разгрузки, укрепленным на оси.

Ковшовую раму 18 (рис. 15) поднимают и опускают лебедками или гидроцилиндрами 28,29, находящимися внутри пилона (стойки) 2, через полиспасты 3 и 16 и изменяют угол ее наклона в зависимости от глубины канала и заложения откосов.

Главная особенность многоковшового каналочистителя — раздвижной гусеничный ход. Глазная 11 и вспомогательная 7 гусеницы соединены двумя телескопическими трубами. Они образуют раздвижную телескопическую раму

6, соединяющую рамы обеих гусениц. Вспомогательная гусеница 7 имеет привод от двигателя машины через телескопический вал 33, и ее можно поворачивать по отношению к плоскости движения главной гусеницы на угол от 0 до 30°.

Изменяя ширину колеи гусеничного хода, можно очищать канал при движении гусениц по обеим бермам (рис. 15, *а, б*) либо по одной берме, то есть машина может работать как седлающая или как береговая. В последнем случае рабочий орган перевешивают на внешнюю сторону главной гусеницы.

Многоковшовые каналочистители бывают одноmotorные с механическим, гидравлическим и гидромеханическим приводами.

Преимущество скребковых каналочистителей — малая масса. Недостатки скребковых каналочистителей заключаются в следующем. Скребковый рабочий орган можно применять лишь в бескаменистых грунтах без плотного дернового покрова и кустарника, без крупных древесных включений, лучше всего в торфяных или рыхлых минеральных грунтах при слегка влажных наносах или с малым слоем воды в канале (150—250 мм). Сильно переувлажненные грунты стекают ее скребкой или налипают на них; в сухих грунтах цепь и скребки быстро изнашиваются. Скребки могут работать только с подпором грунта со стороны откоса, поэтому ими нельзя очищать каналы с укрепленными откосами или только дно. Скребки при копании и разгрузке работают в неблагоприятных условиях (угол резания близок к 90°); грунт укладывается у самой бровки какала, что требует очистки бермы.

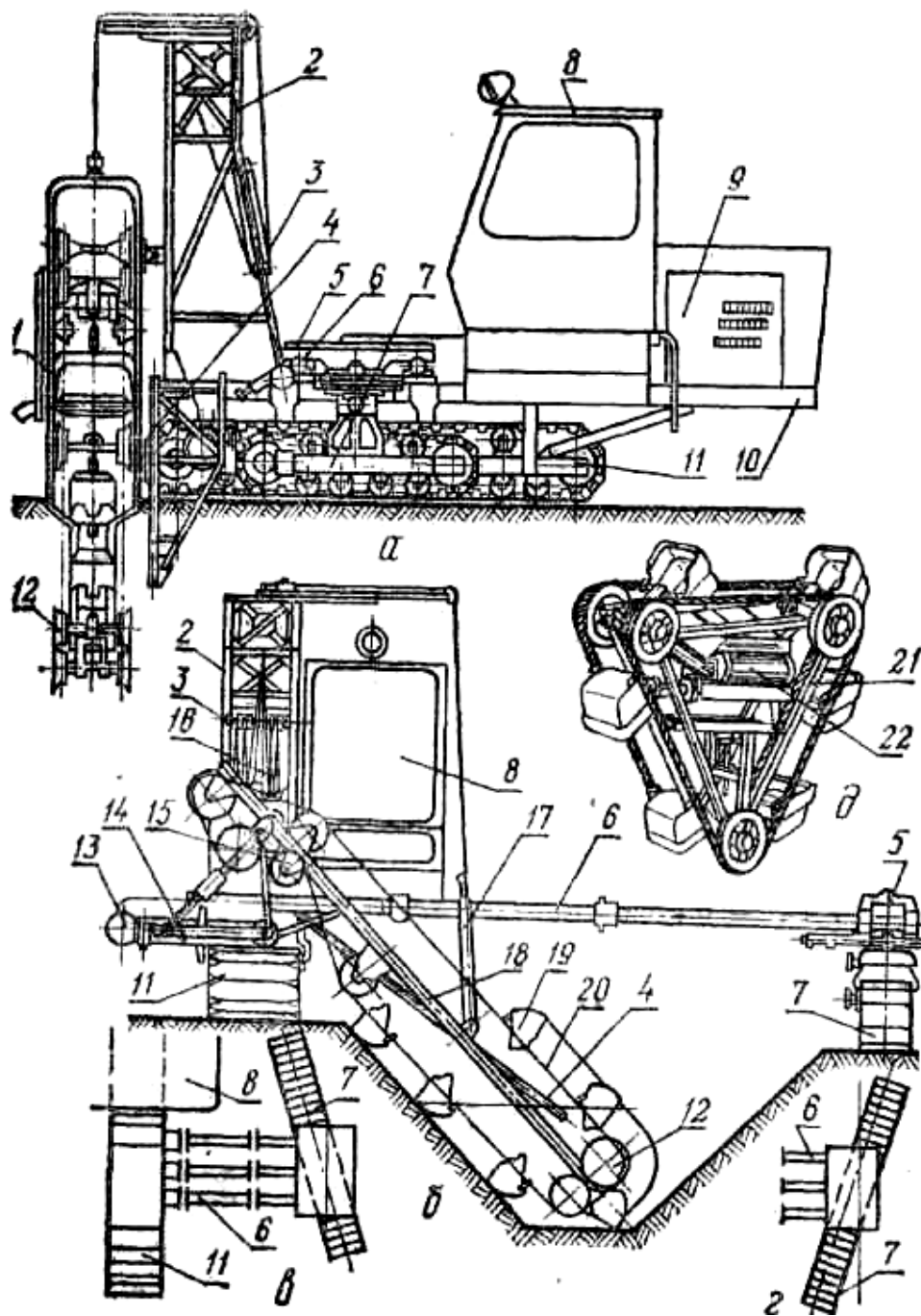


Рис. 15. Многоковшовый каналочиститель с цепным рабочим органом поперечного копания и раздвижным гусеничным ходом во время работы по седлающей схеме: а-вид сбоку, б-вид спереди. 1-рабочий орган, 2-пилон, 3,16-полиспасты верхней и нижней подвески ковшовой рамы, 4-упорная рама, 5-противовес вспомогательной гусеницы, 6-телескопическая рама, 7, 11 – вспомогательная и главная гусеницы, 8-кабина управления, 9-двигатель, 10-основная рама, 12-ролики планирующего звена, 13-метатель, 14-ленточный транспортер, 15-место разгрузки ковшей, 16-полиспаст нижней подвески ковшовой рамы, 17-нижняя подвеска ковшовой рамы, 18-ковшовая рама поперечного копания, 19-ковш, 20-цепи втулочно-роликовые, 21-ковшовая рама продольного копания, 22-удлиненный транспортер

## Шнековые каналочистители

Рабочим органом шнековых каналочистителей для вырезания и перемещения наносов и растительности служит шнек, который движется в плоскости, параллельной оси канала, но в отличие от ротационных рабочих органов перемещает разрабатываемый грунт не перпендикулярно, а параллельно оси вращения. Шнек перемещает грунт к метателю. Лопастной метатель — вращающийся диск, на котором закреплены лопасти, отбрасывает через направляющий раструб кожуха наносы, которые распределяются вдоль канала равномерным слоем. Применяют цилиндрические и конические шнеки.

В зависимости от расположения шнека по отношению к оси канала, откосам и горизонту, шнековые каналочистители делят на шесть основных видов: с наклонным шнеком, ось вращения которого лежит в плоскости, перпендикулярной оси канала, в плоскости оси канала или имеет переменное направление; с горизонтальным шнеком, ось вращения которого лежит в плоскости оси канала (рис. 16, б), или в плоскости, перпендикулярной оси канала (рис. 16, г, д); с вертикальным шнеком (рис. 16, в).

Каналочистители с наклонным цилиндрическим шнеком бывают береговые и плавучие.

**Береговой с навесным наклонным шнеком** имеет наклонный в плоскости, перпендикулярной оси канала, шнек 25 (рис. 18, а, б). Кожух 16 оставляет открытой часть шнека, которой разрабатывают грунт.

Длину открытой части регулируют съемными манжетами кожуха. Для профилирования и очистки канала с шириной дна более 0,4—0,5 м на конце шнека установлен плужок-отвал 18. Для уплотнения и выравнивания мокрого откоса на кронштейнах 19 ставят уплотнительную плиту 17.

Такие каналочистители предназначены главным образом для очистки оросительных каналов, где можно регулировать горизонт воды и влажность наносов, а число проходов машины по одному месту не ограничивается условиями проходимости.

**Каналочиститель береговой прицепной с наклонным шнеком** в плоскости оси канала на двух широких катках-барабанах 38 применяют для очистки осушительных каналов (рис. 18, в, г). Шнек 25 смонтирован на одном

валу с метателем 34. Шнек 25 свободно поворачивается гидроцилиндрами 12 и 40 и очищает только дно в средней части канала.

Такие машины очищают откосы каналов в торфяных грунтах с приспособлениями в виде профильных щитов или ножей для восстановления профиля осушительных каналов. Привод наклонных шнеков — от ВОМ 28 трактора 56 (рис. 18, б, г).

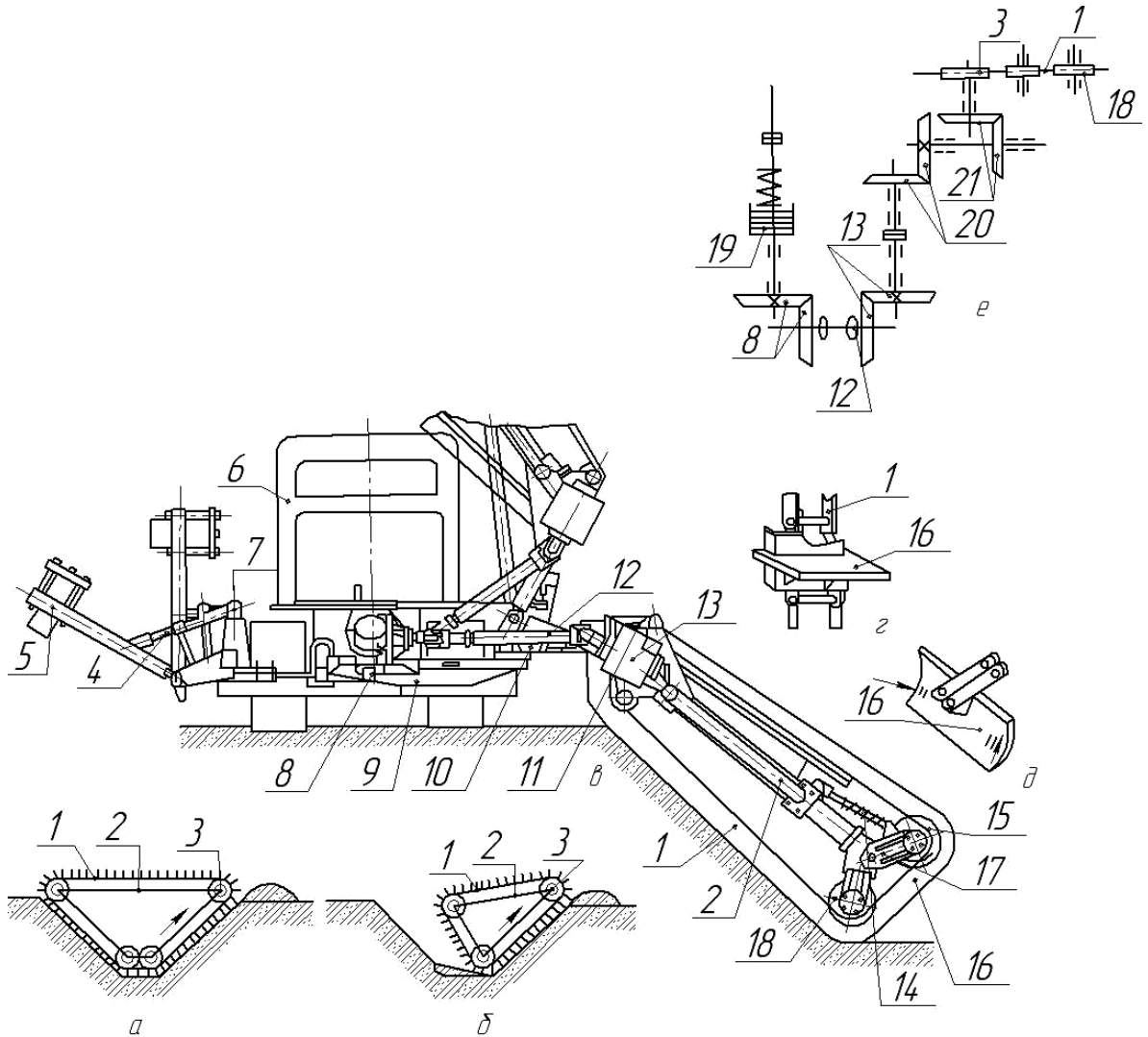


Рис. 16. Скребок каналочистители:

*а* — схема скребкового рабочего органа для очистки полного профиля поперечного сечения канала; *б* — то же, для очистки одного откоса и части дна; *в* — общий вид каналочистителя в рабочем положении; *г* — прямой скребок; *д* — дугообразный скребок; 1 - скребковая цепь; 2 — рама рабочего органа; 3, 13 — ведущая и направляющая звездочки; 4 — стяжка установки противовеса; 5 — противовес; 6 — базовый трактор; 7 — стойка противовеса; 8 — редуктор отбора мощности; 9 — основная рама; 10 — подвижная рама; 11 — гидроцилиндры установки рабочего органа; 12 — карданно-телескопический вал; 13 — редуктор; 14 — натяжная пружина; 15 — натяжная



звездочка; 16 — скребок; 17 — поворотный кронштейн; 19 — муфта предельного момента; 20 — поворотный редуктор; 21 — редуктор.

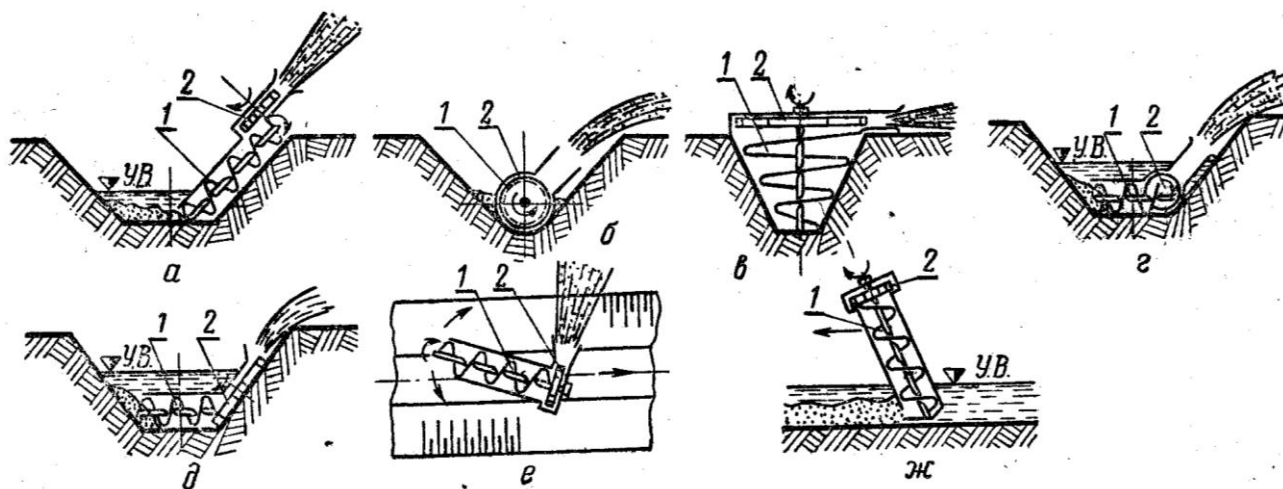


Рис. 17. Схемы рабочих органов шнековых каналочистителей с осью вращения шнека: а — наклонной в плоскости перпендикулярной оси канала; б — горизонтальной в плоскости оси канала; в — вертикальной; г, д — горизонтальной перпендикулярной оси канала; е — переменной; ж — наклонной в плоскости оси канала; 1 — шнек; 2 — лопастной метатель.

Достоинства береговых каналочистителей с наклонным шнеком: чистота обработки, очистка сравнительно глубоких каналов, разбрасывание продуктов очистки, обслуживание машины одним оператором. Недостатки: многопроходность, требующая движения трактора по своему следу, забивание шнека растительностью, сильный нагрев шнека и метателя при работе на сухих грунтах, недостаточная удельная производительность, низкий к. п. д. шнека (не более 0,4).

**Плавающий каналочиститель с наклонным шнеком** смонтирован на двух пустотелых сварных поплавках 51 (рис. 18, д). Поплавки соединены поперечными балками 45. На балках установлен двигатель 48 с передачей 31. На подmotorной раме 47 шарнирно подвешен рабочий орган из шнеков 52 и 25, установленных на валу 53. Рабочий шнек 25 разрабатывает наносы с водой и транспортирует к малому шнеку 52, которые их несколько уплотняют, отжимая воду, и передает на лопасти метателя 34 для отбрасывания через раструб кожуха 15 метателя. Перемещают каналочиститель вдоль канала лебедкой 4 с канатом 43, закрепленным на анкере в конце очищаемого участка.

Каналоочиститель и шнек можно передвигать ручными лебедками 55 и 57 (рис. 18, е). Каналоочистители этого типа не восстанавливают профиль поперечного сечения канала. Каналоочистители с горизонтальным шнеком бывают с коническим и цилиндрическим шнеками.

***Береговой каналоочиститель с осью вращения конического шнека параллельной оси канала*** имеет конический шнек 31 (рис. 19), ось которого параллельна оси канала.

Он установлен соосно с метателем 30 и, перемещаясь на лыже 18 параллельно оси канала, вырезает наносы на дне и перемещает их к лопастному метателю 30, 30, выбрасывающему массу через раструб кожуха 17. Козырек 13 предохраняет от попадания массы на откосы канала.

Рабочий орган при помощи рукояти 12 с шарниром 10-установлен на конце выдвижной части 7 телескопической стрелы 3 с направляющими катками 5. Вылет стрелы изменяют гидроцилиндром 4, наклон стрелы— гидроцилиндрами 21, а поворот стрелы в горизонтальной плоскости — гидроцилиндром 35 вокруг оси поворотной колонки 1, установленной на раме 2.

Совместным действием гидроцилиндров 35, 21, 4, 9 и 11 можно установить рабочий орган на дно канала и отрегулировать угол выброса лебедкой 20 с гидроприводом. При помощи каната 19 стрела удерживается под необходимым углом к оси трактора 6, движущегося по берме.

Шнек и метатель имеют привод от гидромотора 15 (рис. 19, в) через редуктор 16, который обеспечивает соосное вращение шнека и метателя с разными скоростями, так как вал 32 метателя приводится через шестерни 27, 28, а вал 33 шнека — через понижающие передачи 26—25 и 23—24.

***Береговой каналоочиститель с осью вращения цилиндрического шнека, перпендикулярной оси канала***, захватывает наносы со дна канала и транспортирует их к метателю (рис. 17, г) или фрезе-метателю (рис. 18, д). Фреза-метатель очищает откосы ножами-лопатками, поставленными на фрезе, и отбрасывает наносы. Угол наклона фрезы-метателя 2 можно изменять для очистки откосов разного заложения.

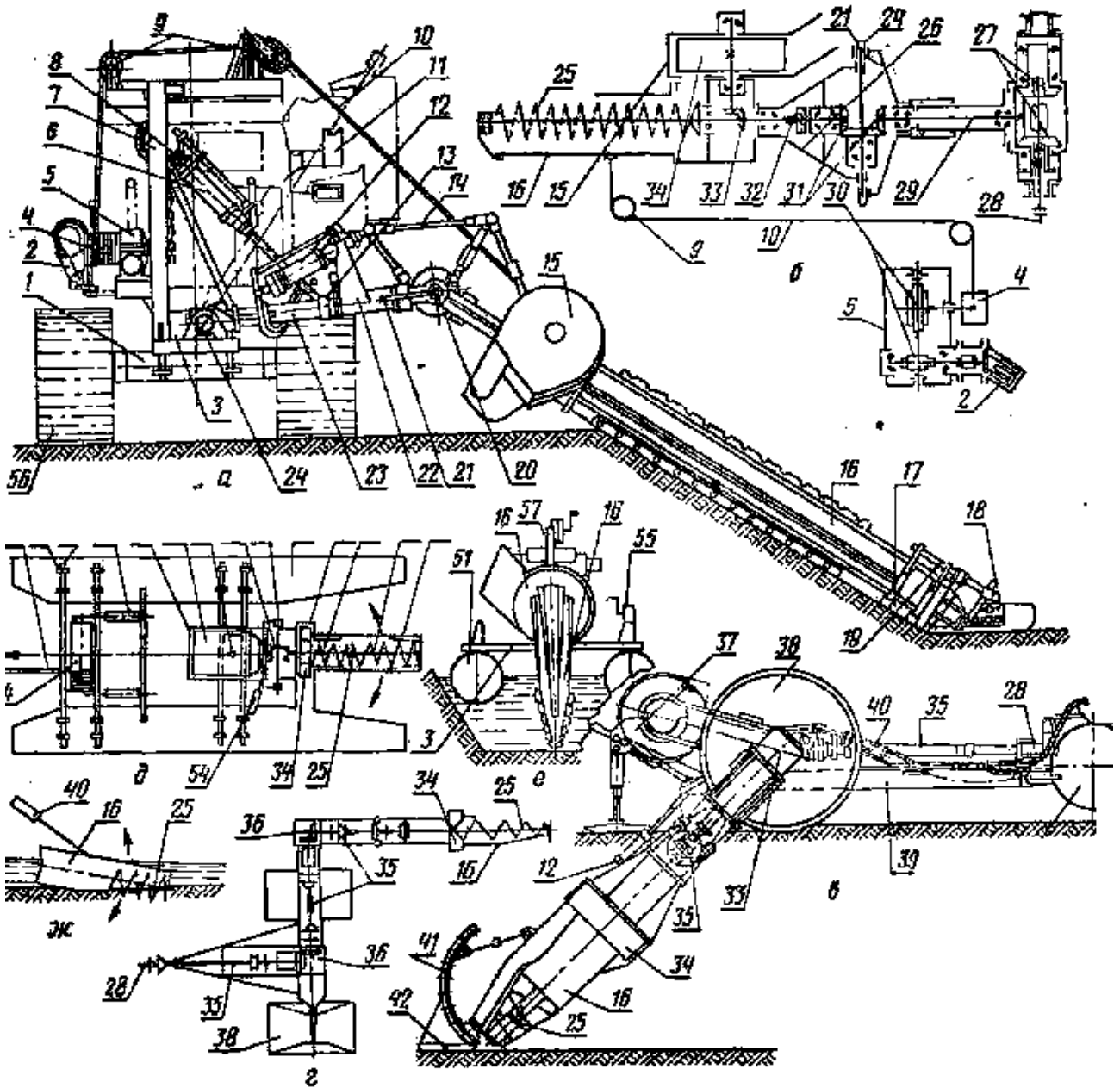


Рис. 18. Каналоочистители с наклонным цилиндрическим шнеком:

а-навесным в плоскости, перпендикулярной оси канала; б- то же, кинематическая схема; в- прицепной в плоскости оси канала; г-то же, кинематическая схема; д - плавучий с гидроуправлением (вид сверху); е -то же, с канатным управлением (вид со стороны шнека); ж—то же, шнек в рабочем положении; 1-крепление подрамника; 2- гидромотор лебедки; 3- коробка реверса; 4- барабан лебедки; 5- редуктор лебедки; 6 - гидроцилиндр управления стойкой; 1-задняя стойка рамы; 8- шарнир крепления гидроцилиндра; 9- кронштейны с блоками; 10- поддерживающий трос; 11- вилки для укладки в транспортное положение; 12- гидроцилиндр управления установкой шнека; 13- шарнир поворотной части стойки; 14 -рычаги и тяги установки шнека; 15- кожух ротора-метателя; 16- кожух шнека; 17- уплотнительная плита;

18- плужок-отвал; 19- кронштейны плиты; 20, 24-шарниры; 21- поворотная часть стойки; 22- кронштейн крепления цилиндра; 23- стойка; 25- шнек; 26- крестовина; 27- конический реверс; 28 - вал отбора мощности; 29- приводной вал; 30- червячная передача; 31- коническая передача; 32- муфта предельного момента; 33- коническая передача; 34- ротор-метатель; 35- карданный вал; 35 -конический редуктор; 37- рама для укладки шнека в транспортное положение; 38- опорные катки; 39- ходовая рама; 40- гидроцилиндр подъема шнека; 41- отвал зачистной; 42- опорная лыжа; 43-тяговый канат; 44 -хомуты крепления; 45- поперечные балки; 46 - гидроцилиндры привода лебедки; 47- подмоторная рама; 48- двигатель; 49 - поворотная цапфа; 50- ось поворота шнека в вертикальной плоскости; 51- поплавки; 52- малый транспортирующий шнек; 53- вал шнека; 54- гидроцилиндр поворота шнека; 55, 57- лебедки управления шнеком; 56- трактор.

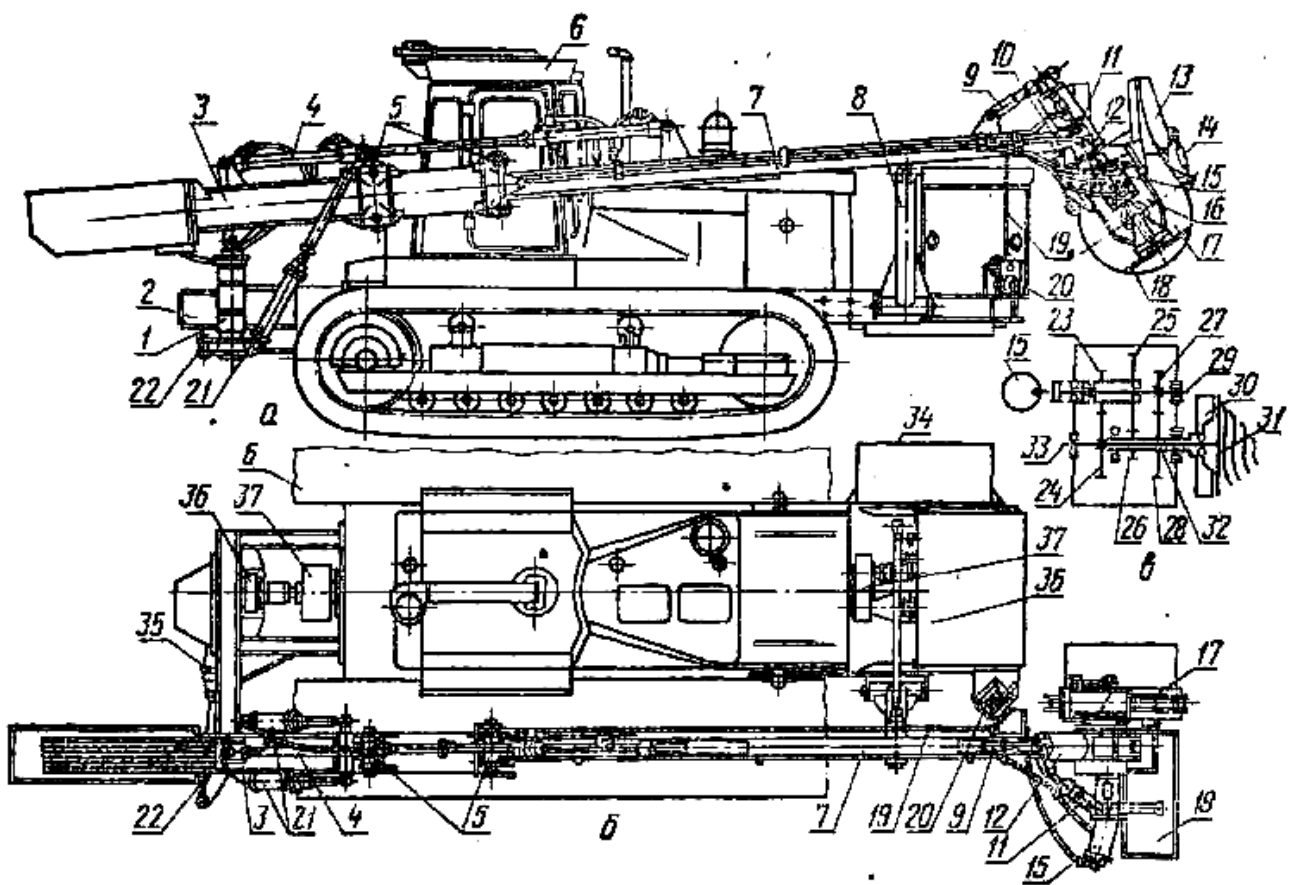


Рис. 19. Каналоочиститель береговой с горизонтальным коническим шнеком, с осью вращения параллельной оси канала:

а - общий вид в транспортном положении сбоку; б- то же сверху; в- кинематическая схема привода рабочего органа; 1- поворотная колонка; 2-рама; 3-стрела телескопическая; 4- гидроцилиндр выдвигания стрелы; 5 -направляющие катки телескопической стрелы; 6-трактор; 7-выдвижная часть стрелы; 8- стойка опорная; 9 - гидроцилиндр поворота рукояти; 10 - шарнир крепления рукояти к стреле; 11- гидроцилиндр поворота рабочего органа; 12- рукоять; 13- козырек; 14 - стяжка; 15 -

гидромотор привода рабочего органа; 16- редуктор; 17-кожух метателя и шнека; 18-лыжа опорная; 19- канат удерживающий; 20 -лебедка с гидроприводом; 21- гидроцилиндры подъема стрелы; 22- шток гидроцилиндра поворота стрелы; 23, 24,25, 26- шестерни привода шнека; 27, 28- шестерни привода метателя; 29- ведущий вал редуктора; 30- метатель; 31-конический шнек; 32- вал метателя; 33- вал шнека; 34- противовес; 35- гидроцилиндр поворота стрелы; 36- гидронасосная станция; 37 -редуктор.

## **1.4 МАШИНЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ЗЕМЕЛЬ К ОСВОЕНИЮ И КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ**

### **Назначение и классификация**

При подготовке земель к освоению выполняют следующие виды работ: очистку от кустарника, деревьев; корчевание и сбор пней; сбор, погрузку и транспортировку растительности; очистку от камней и корневых остатков; выравнивание полей; первичную вспашку; разделку пласта; обработку поверхности без оборота пласта; выравнивание вспаханной поверхности; прикатывание болотно-торфяных почв и т. д.

Машины для подготовки земель к освоению делят на следующие подгруппы: кусторезы; для валки и срезания леса корчевальные; для сплошного удаления растительности; для подборки, собирания, погрузки и транспортировки снятой растительности; универсальные рамы с набором сменных рабочих органов; камнеуборочные; специальные плуги; специальные бороны; почвообрабатывающие фрезы; сельскохозяйственные катки; выравниватели (планировщики) осушаемых земель.

### **Машины для срезания кустарника (кусторезы)**

Назначение кусторезов — срезание надземной части кустарниковых зарослей.

Общие требования к этим машинам: низкий срез кустарника (желательно у поверхности почвы с удалением корневой шейки), минимальное нарушение дернового покрова, удаление небольших пней и кочек,

возможность работы на поверхностях с неровным рельефом и на грунтах со слабой несущей способностью, достаточная боковая устойчивость.

Различают кусторезы с пассивными — ножевыми (рис. 20, а, б) и активными — сегментными (рис. 20, в) и ротационными (рис. 20, г, д, е, ж, з) рабочими органами. Кусторезы бывают навесные с механическим (канатным) и гидравлическим управлением.

Таблица 1 – Основные параметры кусторезов

Рабочие органы	Мощность трактора, кВт	Ширина захвата, м	Рабочая скорость, км/ч	Производительность, га/смену	Диаметр срезаемых стволов, см	Масса навесного оборудования, т
Ножевой с горизонтальными ножами	36,8-118,0	2,5-3,6	2,5-6,0	3,0-7,0	3,0-12,0	1,2-4,5
Сегментный	36,8-55,0	До 2,5	-	1,0-1,5	До 5,0	1,0-1,8
Ротационный	20,0-55,0	1,2-4,0	0,5-4,0	До 0,5-3,0	До 10-30,0	0,4-1,2
Барабанный	70,0-100,0	1,5-2,0	0,5-0,8	0,8-1,5	До 8,0	0,7-2,0

Ножевые (пассивные) рабочие органы кусторезов бывают с горизонтальными ножами и в виде ножевого барабана. Наиболее распространены кусторезы с горизонтальными ножами. Рабочий орган такого кустореза представляет собой двухсторонний клин с плоскими горизонтальными ножами 1, которые устанавливают под углом 60-65° к направлению движения. Ножи имеют гладкую или волнообразную режущую кромку.

При движении кустореза ножи 13 срезают надземную часть растительности, рабочий орган клином врезается между стволами. Упавшая растительность сползает с поверхностей 2, а поверхности 14 раздвигают ее в обе стороны.

Пассивный рабочий орган навешивают впереди трактора при помощи переднего шарового пальца 11 (рис. 21), установленного на переднем конце специальной навесной рамы 10. (рис. 21, а) и входящего в шаровую пяту 12 рабочего органа. В последнее время рабочий орган навешивают на универсальную раму 17 (рис. 21, б, в) с помощью кронштейна 18 и шарового пальца 11.

Кронштейн 18 крепится к двум проушинам универсальной рамы. Отвал с ножами самоустанавливается по рельефу почвы и равномерно срезает кустарник. В рабочем положении отвал скользит на лыжах 8 и сохраняет свое положение по отношению к раме при помощи пружин 9. Рама 10 или 17 шарнирно соединена с трактором внутренними или наружными цапфами 6, прикрепленными к балкам гусеничных тележек трактора 7 или к задней поперечной балке.

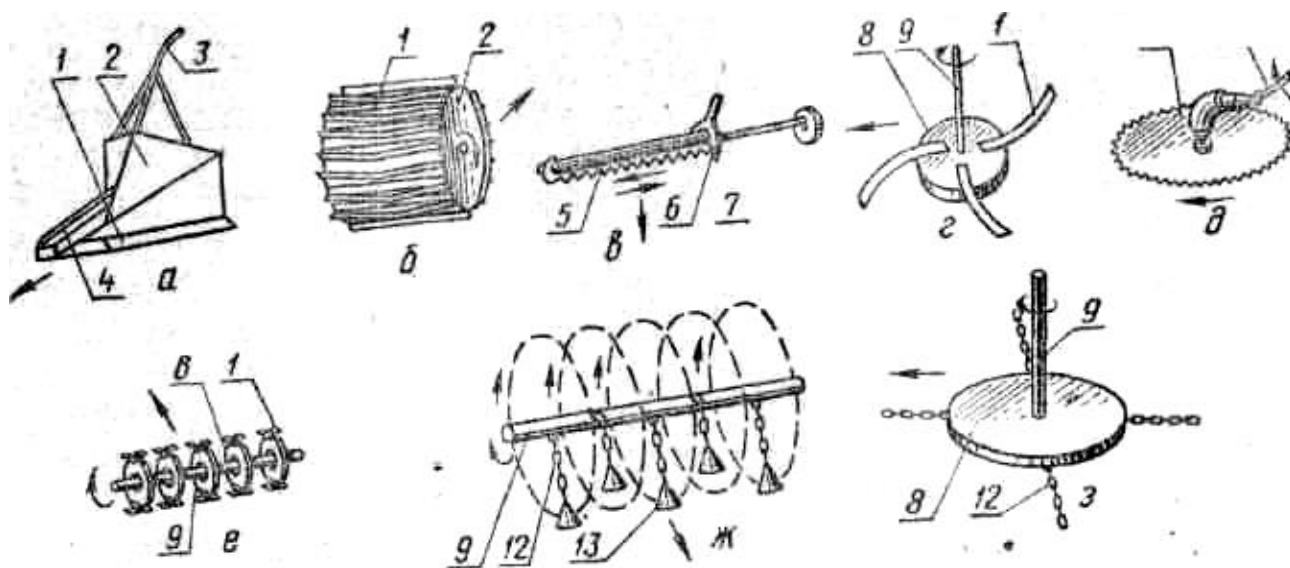


Рис. 20. Схема рабочих органов кусторезов.

Ножевые: а — с горизонтальными ножами; б — ножевой барабан; в — сегментный. Ротационные: г — вращающиеся ножи; д — дисковая пила; е — ротационный барабан; ж — рубящие (дробящие) молотки; з — рубящие (дробящие) цепи); 1—нож; 2 — корпус (отвал); 3 — ограждение; 4 — клин-колун; 5 — сегментные ножи; 6 — шатун; 7—эксцентрик; 8—диск; 9 — вал (ось вращения); 10 — дисковая пила; 11— рукоять; 12 — цепь рубящая; 13 — молотки рубящие.

Поднимают и опускают раму 10 или 17 с рабочим органом кустореза с гидравлическим управлением одним или двумя гидроцилиндрами 4, работающими от гидропривода 16 трактора. Во время работы гидроцилиндры находятся в запертом положении. Подъему рабочего органа препятствует часть веса трактора, что обеспечивает ровный низкий срез кустарника, кочек

и мелких пеньков. Поднимают раму кустореза с канатным управлением полиспастом от задней или передней тракторной лебедки, а опускают под действием веса рамы и рабочего органа.

Кусторезы с гидравлическим управлением обеспечивают лучшее качество, ровный, более низкий срез и более высокую производительность, чем кусторезы с канатным управлением, особенно на увлажненных почвах.

В последнее время применение кусторезов все более ограничивается, так как после срезки кустарника требуется удаление из почвы корней и корневых остатков, и сдвигается значительная часть плодородного слоя почвы.

**Сегментный** рабочий орган шарнирно подвешивают сзади или сбоку трактора. Подвижные сегменты с приводом от ВОМ трактора, совершая возвратно-поступательное перемещение по отношению к неподвижным, срезают кустарник с диаметром стволов не более 5 см. Они работают на высоком срезе, многократно перерезают стволы из-за поперечного отгиба, неполного захвата сегментами кустарника и отсутствия отваливающего приспособления. Сегменты заклиниваются и изгибаются при работе ствола. По этим причинам сегментный рабочий орган в кусторезах не нашел широкого применения.

**Ротационный** (дисковый) рабочий орган представляет собой дисковую пилу (фрезу) 10 (рис. 20, д) с режущими зубьями. Диск устанавливается на конце рукояти 11 или спереди на охватывающей трактор раме. Фреза имеет привод от ВОМ трактора или гидромотора; фрезу на рукояти можно установить для резания в нужной плоскости и поворачивать при помощи двух гидроцилиндров. Горизонтальная фреза, расположенная спереди, закрывается сверху горизонтальным листом, а перед рамой ставится под углом к оси машины вертикальный лист для отваливания в сторону срезанного кустарника. Рабочий орган опирается на лыжи или короткие гусеницы и устанавливается гидроцилиндрами.

**Вращающиеся ножи** (рис. 20, г) работают так же, как дисковая пила.

Кусторезами с дисковым (ротационным) рабочим органом можно срезать кустарник с диаметром ствола менее 3 см и более крупный. Однако возможно заклинивание диска из-за неровностей грунта. Ротационный орган часто беспорядочно разбрасывает растительность, недостаточно производителен.



Кусторезами с дисковым (ротационным) рабочим органом можно срезать кустарник с диаметром ствола менее 3 см и более крупный. Однако возможно заклинивание диска из-за неровностей грунта. Ротационный орган часто беспорядочно разбрасывает растительность, недостаточно производителен.

*Кусторезы-измельчители* имеют ротационный рабочий орган. Для очистки земель от кустарника с диаметром стволов до 5—8 см и его измельчения применяют ротационные барабаны с горизонтальной осью вращения и шарнирно установленными ножами (рис. 20, е).

Кусторез с ротационным барабаном 13 (рис. 22) срезает и измельчает стволы кустарника при движении вращающимся барабаном, на котором по спирали установлены 30—40 плоских ножей 11. Измельчение достигается благодаря высокой частоте вращения барабана (более 1000 об/мин) диаметром 700—800 мм.

Ротационный барабан 13 на валу 12 навешивают при помощи рамы рабочего органа 8 на рычаги 4 навески, у которой верхняя тяга заменена гидроцилиндром 5. Измельченный кустарник с поверхностным слоем грунта прикатывается катком 14, который одновременно служит задней опорой.

За рубежом применяют кусторезы-измельчители рубящего действия (рис. 20, ж, з) с цепями 12, иногда с молотками 13, совершающими вращательное движение вокруг горизонтальной или вертикальной оси. Такие машины рубят кустарник высотой до 3-5,5 м, оставляя измельченную массу, но плохо работают на торфяных и слабых минеральных грунтах, а также на кустарнике с вязкой и прочной древесиной.

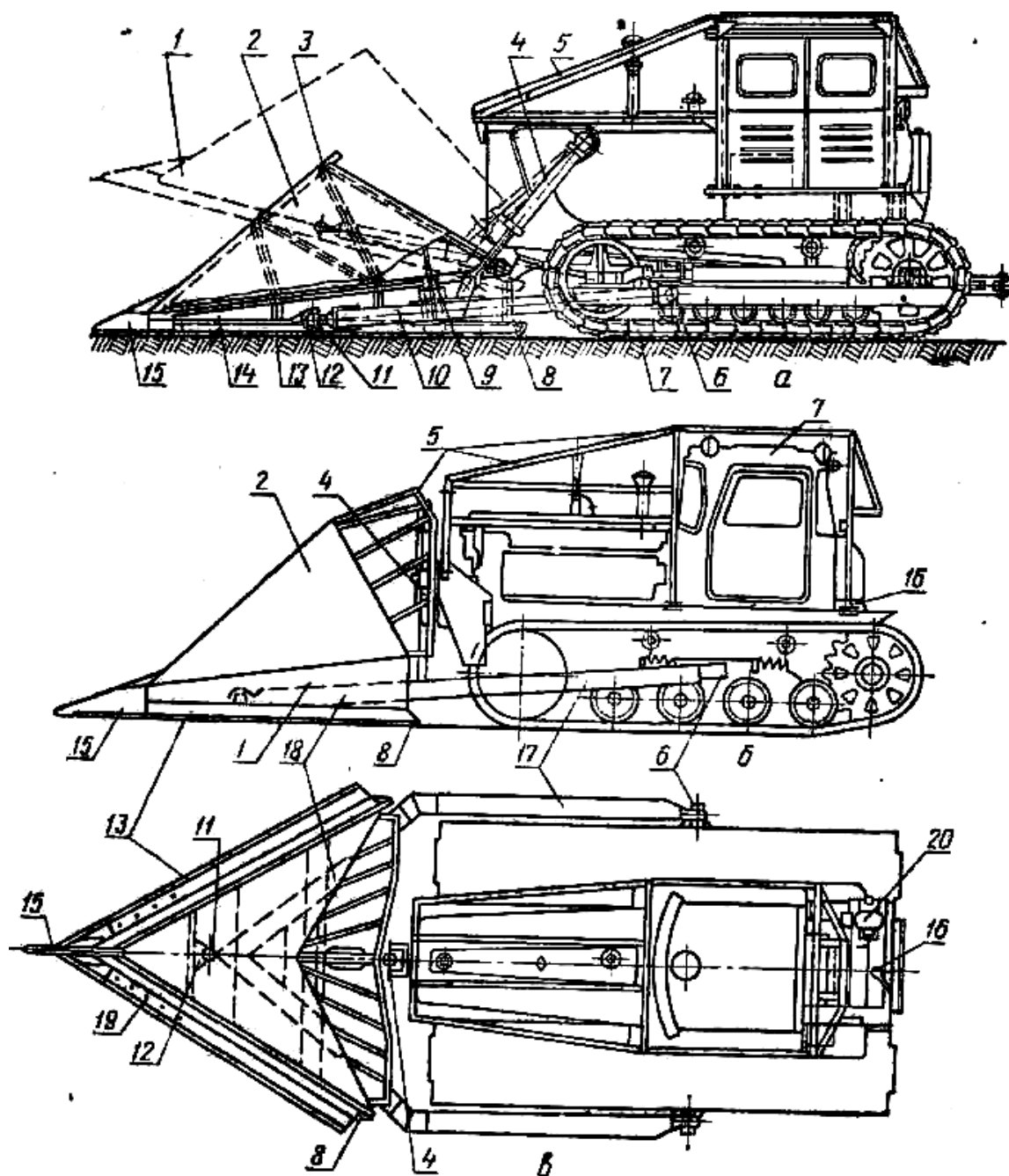


Рис. 21. Кусторезы с ножевым (пассивным) рабочим органом (горизонтальными ножами) и гидравлическим управлением:

*а* — на специальной раме; *б* — на универсальной раме (вид сбоку); *в* — то же, вид сверху; 1 — рабочий орган в транспортном положении; 2 — наклонные поверхности рабочего органа; 3 — рама рабочего органа; 4 — подъемные гидроцилиндры; 5 — ограждение; 6 — боковые цапфы; 7 — базовый трактор; 8 — лыжи; 9 — пружинная подвеска; 10 — специальная рама; 11 — шаровой палец; 12 — шаровая пята; 13 — ножи; 14 — вертикальные поверхности рабочего органа; 15 — клин-колун; 16 — гидропривод; 17 — универсальная рама; 18 — кронштейн; 19 — болты крепления ножей; 20 — заточное устройство.

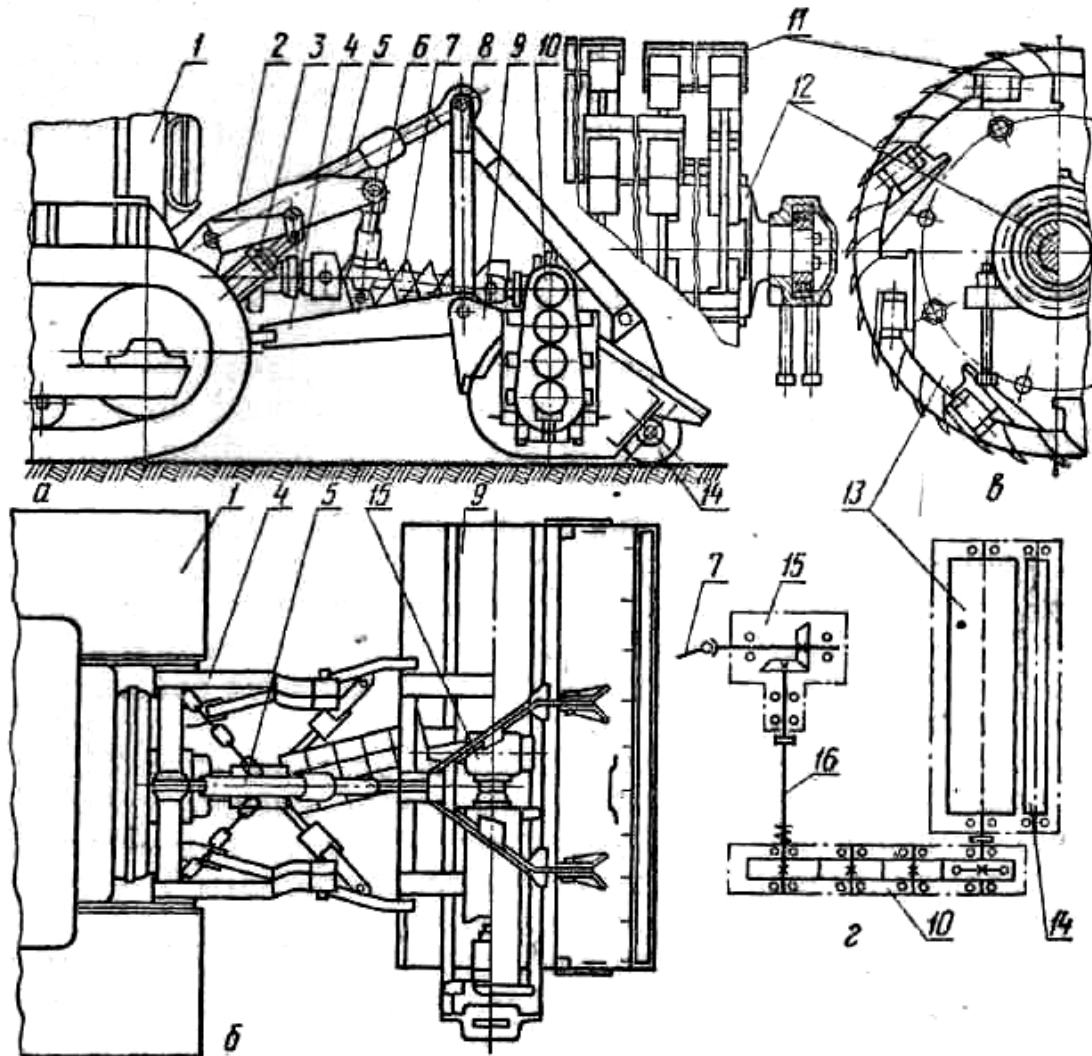


Рис.22. Кусторез с активным ротационным барабаном:

*а*—вид сбоку; *б* — вид сверху; *в* — рабочий орган; *г* — кинематическая схема привода; 1— базовый трактор; 2— верхние рычаги навески; 3—подъемные гидроцилиндры; 4—нижние рычаги навески; 5 — верхний гидроцилиндр; 6 — винтовые тяги навески; 7 — карданно-телескопический вал; 8— рама рабочего органа; 9 — кожух; 10 — бортовой редуктор; 11— ножи; 12—вал рабочего органа в сборе; 13 — ротационный барабан; 14 — каток; 15 — конический редуктор; 16 — вал приводной.

## Корчевальные машины

Корчевальные машины удаляют пни и растительность вместе с корневой системой. По способу корчевания машины и орудия можно разделить на следующие подгруппы: с канатной тягой, машины, корчующие пни и другую растительность зубьями или рычагами с комбинированным движением — поступательным перемещением и подъемом (рис. 23, г, д, е, ж, з, и) машины, корчующие пни зубьями или крюками с поступательным перемещением (рис. 23, к, л); машины для виброкорчевания пней (рис. 23, м); комбинированные корчевальные машины (рис. 23, н, о); машины, подрезающие корни и измельчающие мелкие пни (рис. 23, п).

Машины с канатной тягой. Сзади трактора установлена корчевальная тракторная лебедка 2 (рис. 23, а) с приводом от вала отбора мощности трактора 1. Лебедки имеют два 1 и 11 (рис. 23, а), а иногда и три барабана. Барабаны 1, 11 закреплены на раме 5 так, что их оси вращения перпендикулярны оси трактора.

Корчуют пни канатом основного барабана и, обеспечивающего наибольшее тяговое усилие. Барабан 1 вспомогательный и служит для трелевки деревьев и пней. Оба барабана с независимым управлением при помощи рычагов 3, управляющих фрикционными 7, 8 и тормозами. Для изменения тягового усилия в широких пределах барабаны имеют две-три реверсивные передачи.

**Канатные устройства для корчевания прямой тягой** (рис. 23, б) собраны из стального троса с коушем и крюком. Трос 3 закрепляют петлей вокруг пня и коушем на прицепной серьге трактора 1. Этот способ удобен для корчевания отдельных пней.

**Корчевальные клещи на одноковшовом, экскаваторе** (рис. 23, в) используют со стандартной стрелой драглайна. Во время опускания на подъемном канате 8 (тросе) клещи 12 раскрывают и ставят на пень.

При натяжении тягового троса 11 рычаги захватывают пень зубьями и выкорчевывают совместными усилиями тягового и подъемного канатов, отряхивают от земли и перемещают в штабель. Применяют также корчевальный захват 10 на рукояти 9 обратной лопаты, выкорчевывая пень также канатами 8 и 11.

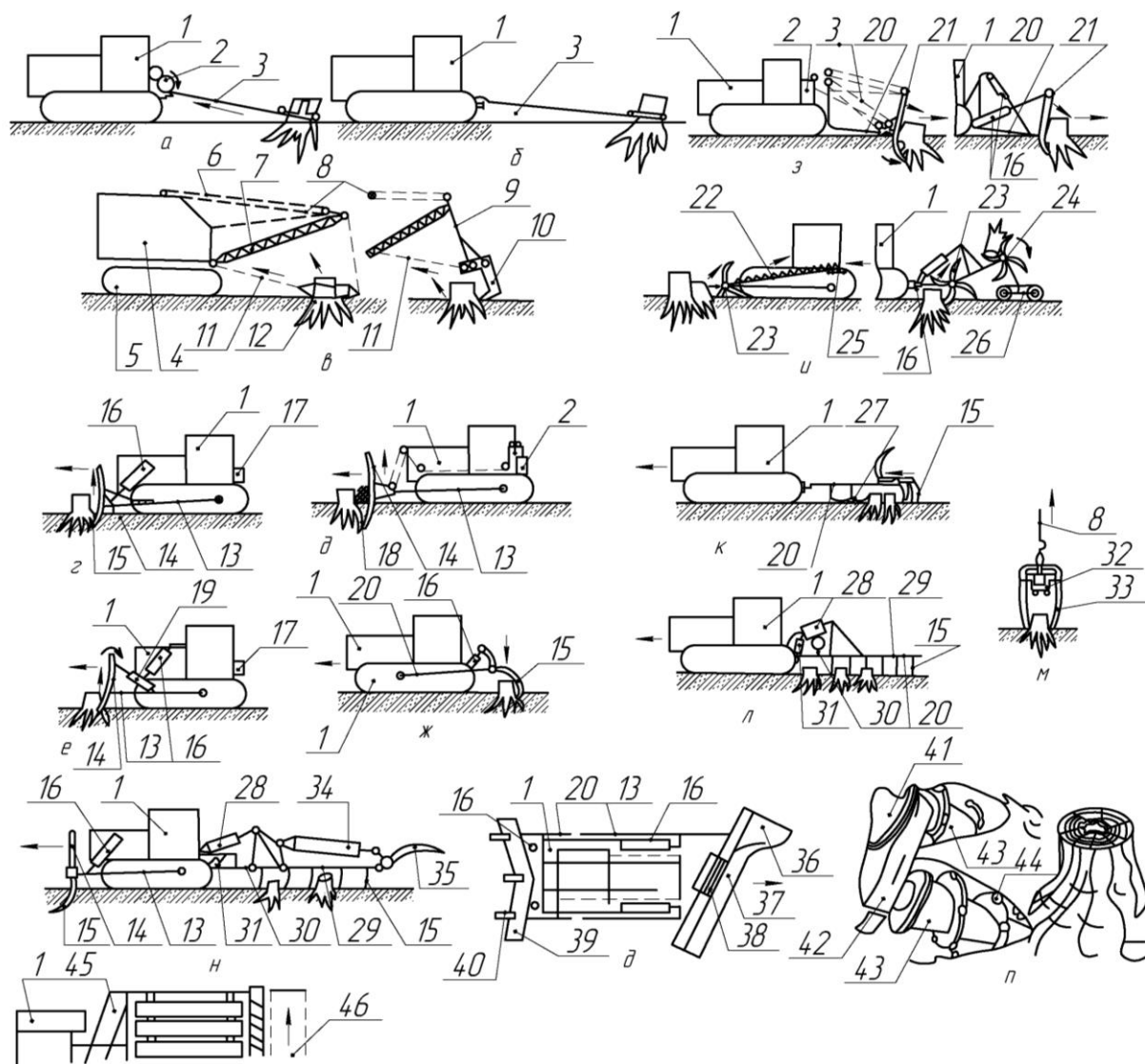


Рис. 23. Схемы корчевальных машин и орудий и машин для сплошного удаления растительности:

а- трактор с корчевальной лебедкой; б- трактор с канатом для корчевания; в- экскаватор с корчевальными клещами (захватом); г- корчеватель и корчеватель-собиратель с гидравлическим управлением; д- бульдозер с канатным управлением с корчевальной лопатой; е- корчеватель и корчеватель-собиратель с поворотным рабочим органом и гидравлическим управлением; ж- корчеватель на задней навесной раме; з -рычажный корчеватель; и- машины для сплошного корчевания с ротационным рабочим органом и очистителями; к- роторный корчеватель; л -навесная корчевальная борона; м- виброкорчеватель; н- комбинированная корчевальная машина (корчевальный агрегат); о- машина с комбинированным рабочим органом; п - машина, подрезающая корни и измельчающая пень; р- ножевая-плоскорезная;

1- трактор; 2- лебедка тракторная; 3-канат; 4- экскаватор; 5-гусеничный ход; 6- стреловой канат; 7-стрела; 8-подъемный канат; 9-рукоять; 10- корчевальный захват; 11- тяговый канат; 12- корчевальные клещи; 13-толкающая рама; 14- отвал; 15- зуб; 16 - гидроцилиндры подъема; 17- гидропривод; 18- корчевальная лопата; 19- гидроцилиндры поворота; 20- рама; 21- двуплечие рычаги; 22- клавишный сепаратор; 23- корчевальный ротор; 24- очистные роторы; 25- транспортер; 26 -гусеничная тележка; 27- лыжа; 28-верхний гид роцилиндр навесной системы; 29- навесная корчевальная борона; 30-нижние рычаги навесной системы; 31-гидроцилиндры навесной системы; 32- вибромолот;-33-захваты;34- гидроцилиндры установки грабель; 35-поворотные грабли; 36 -клиновой корчеватель; 37- кусторез-корчеватель; 38 -древовал; 39- корнерез плоский; 40-наклонные штыри; 41- гидромотор; 42-редуктор; 43-наклонные конические шнеки; 44- режущие ножи; 45- нож-плоскорез; 46-транспортер; 47- шнек; 48-кулачковый вал; 49-вертикальные стенки; 50- навесная система

Все машины с канатной (тросовой) тягой обслуживают не менее двух-трех человек, так как переноска тросов, закрепление их на пне и снятие требуют значительных затрат ручного труда.

Машины с комбинированным движением рабочего органа. К таким машинам относятся корчеватели и корчеватели-собиратели с передней навеской рабочего органа. В качестве рабочего органа таких корчевателей применяют раму или щит-отвал (рис. 25). На раме или щите установлены зубья или в нижней части делают гнезда, в которых закрепляют 3—10 сменных зубьев (клыков) 15 (рис. 23).

Основные параметры и размеры корчевателей с передним расположением рабочего органа на гусеничных тракторах с номинальным тяговым усилием до 250 кН (кроме корчевателей специального назначения) регламентированы ГОСТ 8970—64, а зубья-клыки ГОСТ 14277—69.

Щит-отвал или рама рабочего органа крепится к толкающей раме 13 (рис. 23) жестко или шарниры. В первом случае рабочий орган фиксируется наклонными толкателями, во втором — гидроцилиндрами поворота 19.

Для подъема отвала используют канатный полиспаст (рис. 23, д) или гидравлический привод (рис. 23, г е). Корчевателями или корчевателями-собирателями, заглубляя зубья (клыки), выкорчевывают пень комбинированным движением — тяговым усилием трактора и подъемным

механизмом, а у некоторых машин (рис. 23, *e*) и поворотом рабочего органа. Корчеватели-собиратели транспортируют пни тем же рабочим органом.

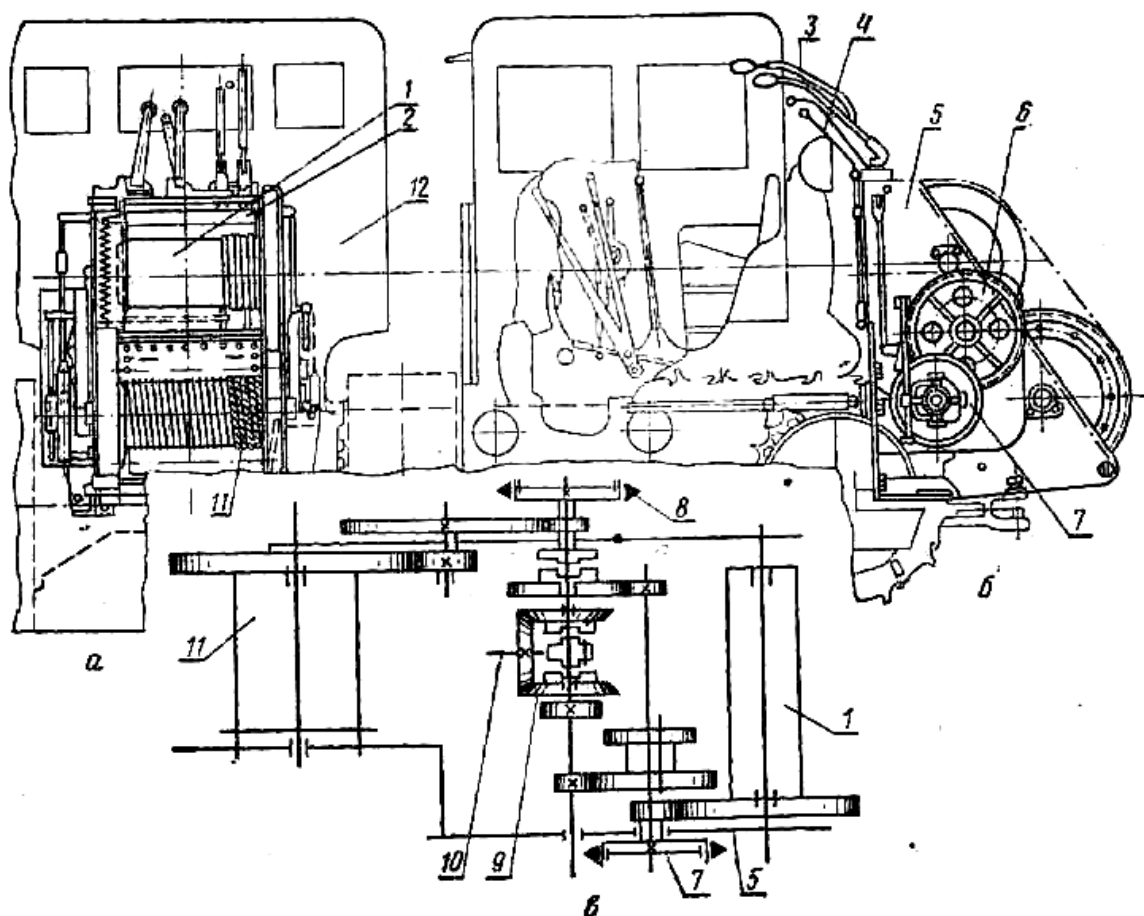


Рис. 24. Навесная двухбарабанная корчевально-трелевочная лебедка:  
*a* — общий вид; *б* — вид сбоку; *в* — кинематическая схема; 1 — вспомогательный барабан; 2—прижимной ролик; 3—рычаг управления фрикционами и тормозами; 4 — рычаги переключения скорости и реверса; 5 — рама; 6 — шестерня; 7,8 — фрикционная муфта с тормозом; 9—реверс; 10 — вал отбора мощности; 11 — основной барабан; 12 — трактор

Отвалы корчевателей и корчевателей-собирателей в зависимости от их основного назначения бывают различных конструкций (рис. 25,*a—к*), так же, как и формы зубьев-клыков.

Отвалы корчевателей и корчевателей-собирателей навешивают на передние охватывающие (толкающие) рамы — специальные 10 (рис. 26) или универсальные 13. Эти рамы навешиваются на трактор 7 при помощи боковых

поворотных цапф 8. Отвалы по способу крепления к рамам бывают неповоротные (рис. 25, а) и поворотные (рис. 25, б, в, г).

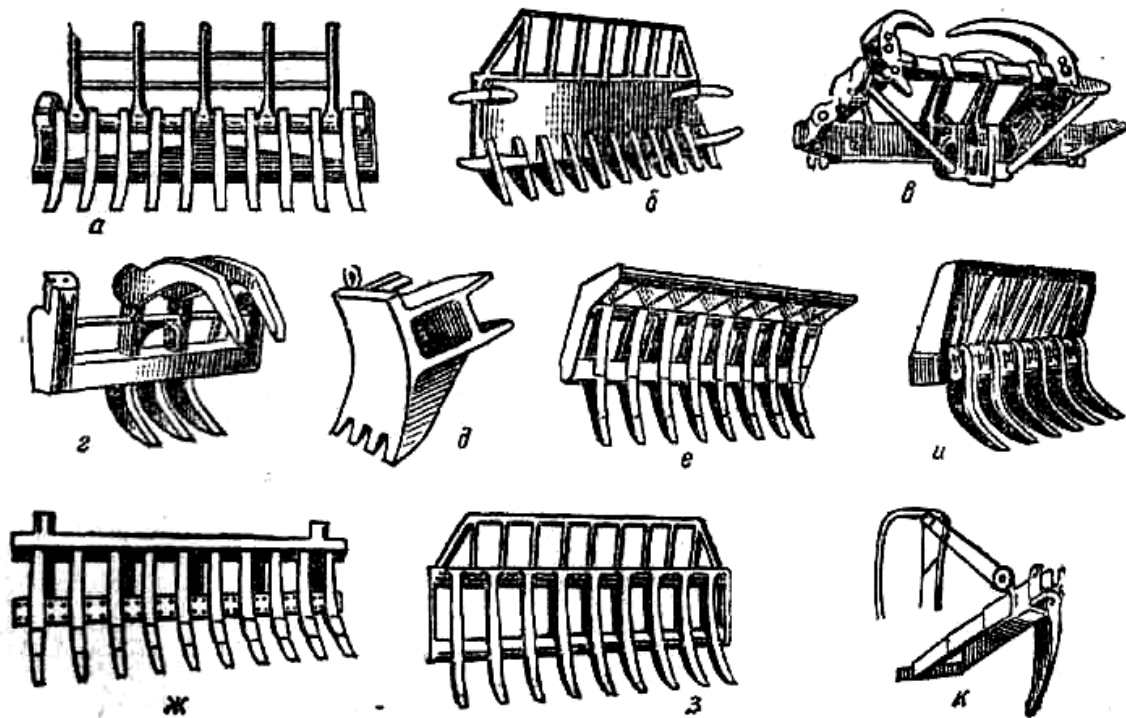


Рис. 25. Типы отвалов корчевателей и корчевателей-сборителей:

*а, б, ж* — для корчевания и сгребания кустарника; *в, г* — универсальный рабочий орган с захватами (корчеватель погрузчик); *д* — цельнолитой отвал для корчевания крупных пней; *е* — корчевальный отвал «Флеко» для одноковшового экскаватора с обратной лопатой; *з* — отвал «Флеко» для корчевания пней, камней и кустарника; *и* — отвал корчевателя-сборителя ДП-8; *к* — корчевальный зуб-крюк заднего корчевателя; *л* — клыки (зубья) корчевальных отвалов;

Последние сейчас находят наиболее широкое применение, так как возможность поворота отвала облегчает и ускоряет процесс корчевания и дает возможность поднимать, транспортировать и погружать пни и растительность в транспортные средства. Механизмы управления сейчас применяют почти исключительно гидравлические с подъемными 5 и поворотными 12 гидроцилиндрами двойного действия, что позволяет принудительно заглублять зубья под пень или корневую систему кустарника и поворачивать зубья-клыки вперед и назад по ходу. Поднимают и опускают отвал гидроцилиндрами 5 при посредстве рычагов 4 и тяг 11 (рис. 26, *а, б*) или



непосредственно штоками гидроцилиндров 5 (рис. 26, в, з). По отношению к раме отвал поворачивают непосредственно штоками наклонных гидроцилиндров поворота 12 (рис. 26, б, з) либо гидроцилиндрами 12, установленными шарнирно на неповоротных уширителях 14 отвала (рис. 26, в), штоки которых соединены с кронштейнами на поворотном отвале 2, помещенном между уширителями.

**Корчеватель-собиратель с поворотным отвалом** (рис. 26, г) имеет основной отвал 2, к которому справа и слева крепятся два уширителя. Отвал навешивается на толкающую раму 10 и крепится к ней шарнирно осями, проходящими в наклонных овальных пазах 18 кронштейнов 3. Такая конструкция позволяет заглублять зубья-клыки 1 под пень (камень) и корчевать его поворотом отвала при стоянке трактора 7, пользуясь для этого гидроцилиндрами 12 поворота отвала при запертом положении подъемных гидроцилиндров 5 и опоре рамы 10 на специальные опорные плиты 17.

Применяют также гидравлические толкатели телескопической рамы, что позволяет корчевать пень на месте с опущенным задним упором-якорем.

**Корчеватели с задней навеской рабочего органа** бывают зубовые (крюковые) и рычажные.

Зубовые корчеватели на задней навесной раме 20 (рис. 23, ж) имеют один—три зуба-крюка, подъем и заглубление которых осуществляется гидроцилиндром 16.

Для корчевания подъезжают задним ходом к пню, заглубляют крюки под пень или корневую систему и корчуют тяговым усилием трактора с одновременным подъемом зубьев-крюков.

Рычажные корчеватели (рис. 23, з) корчуют пни сдвоенными двуплечими рычагами 21, установленными на задней раме 20 корчевателя, где помещены также два зуба (клыка) собирателя для обрыва корней, раскалывания крупных корней, упора в грунт и собирания растительности. Корчеватели бывают с канатным и гидравлическим приводом.

Корчеватель с канатным приводом имеет двухбарабанную лебедку 2. Канаты 3 образуют полиспады, с помощью которых рычаги 21 верхними концами наклоняются вперед к трактору, выкорчевывая нижними концами пень, и поворачиваются назад.

У рычажных корчевателей с гидроприводом поднимают и опускают раму 9 (рис. 29) двумя гидроцилиндрами 7 двойного действия, а привод двуплечих рычагов осуществляется главным гидроцилиндром двойного действия 3. С обеих сторон двуплечих рычагов на раме установлены клыки-собиратели 8.

Машины циклического действия с комбинированным движением рабочего органа используют вертикальное и горизонтальное усилия корчевания. Они не требуют ручного труда.

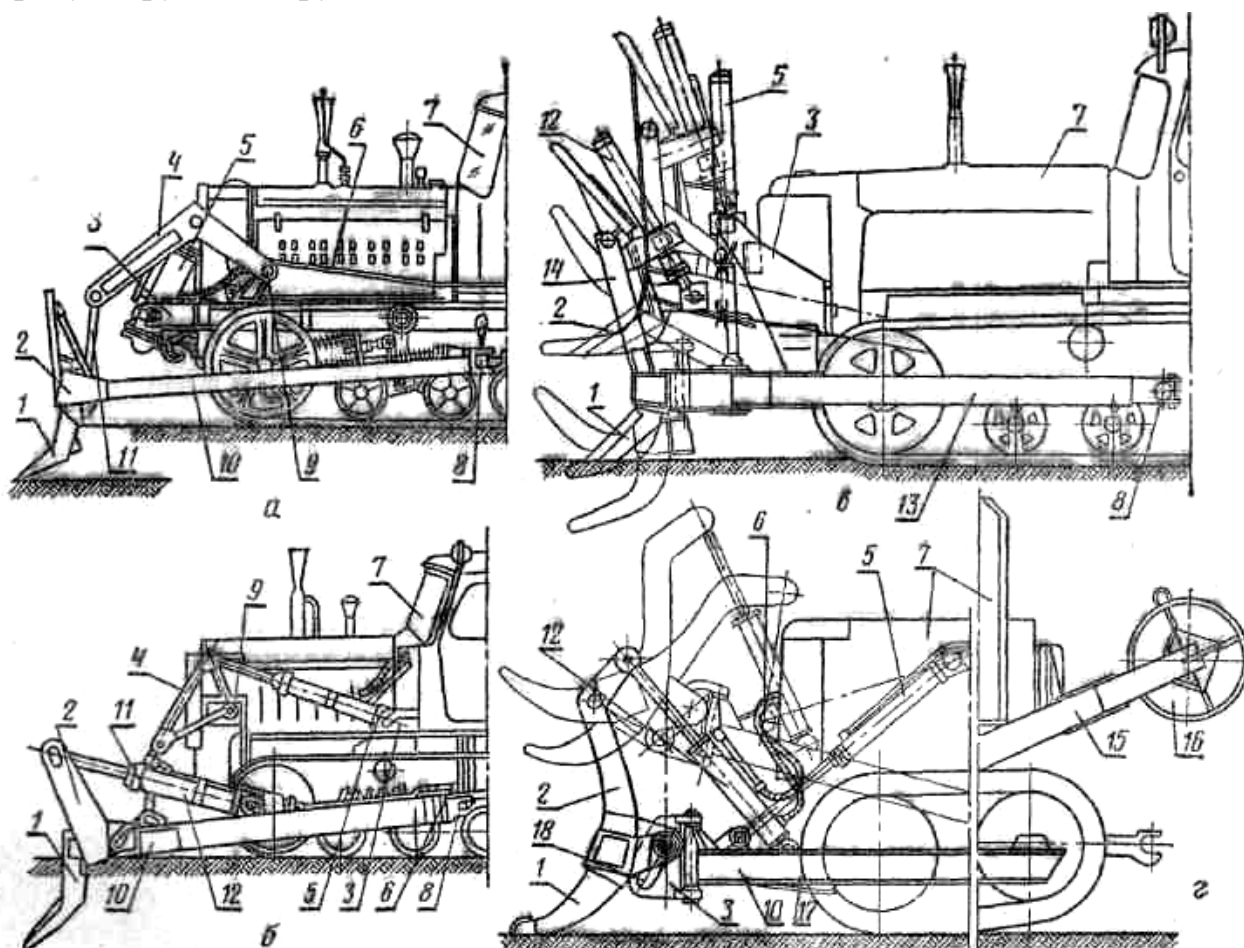


Рис. 26. Различные конструкции корчевателей и» корчевателей-собирателей с передней навеской рабочего органа и гидравлическим управлением:

*а* - корчеватель с неповоротным рабочим органом и угловыми рычагами; *б* - корчеватель-собиратель с поворотным рабочим органом и угловыми рычагами; *в* - то же, на универсальной раме с неподвижными уширителями и поворотным отвалом; *г* - то же, на специальной раме с поворотным отвалом; 1 - зубья (клыки); 2 -отвал; 3- кронштейн рамы; 4 -угловой рычаг; 5 -подъемный гидроцилиндр; 6 -маслопровод; 7 -трактор; 8 - поворотные цапфы; 9- ось поворота рычага; 10-специальная толкающая рама; 11- тяга; 12- гидроцилиндры поворота отвала; 13- универсальная рама; 14- уширители; 15 -рама противовеса; 16 -противовес; 17- опорные плиты; 18- овальные пазы кронштейнов.

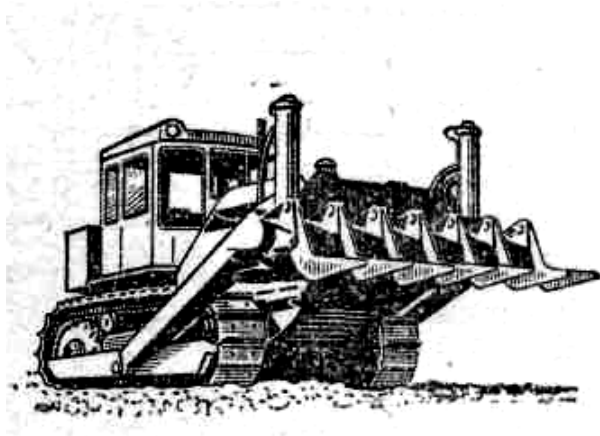


Рис. 27 Общий вид корчевателя-собирателя с передними подъемными гидроцилиндрами

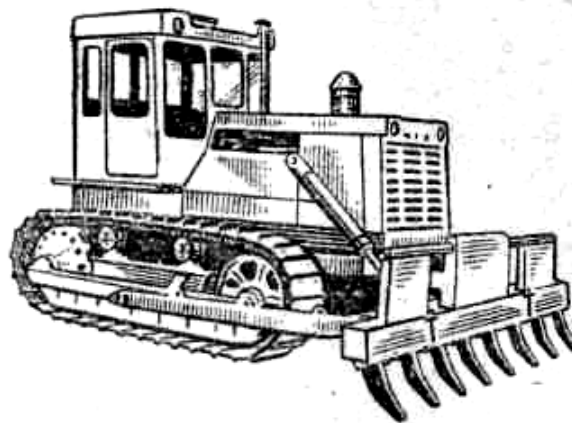


Рис. 28 Общий вид корчевателя – собирателя с наклонными подъемными гидроцилиндрами

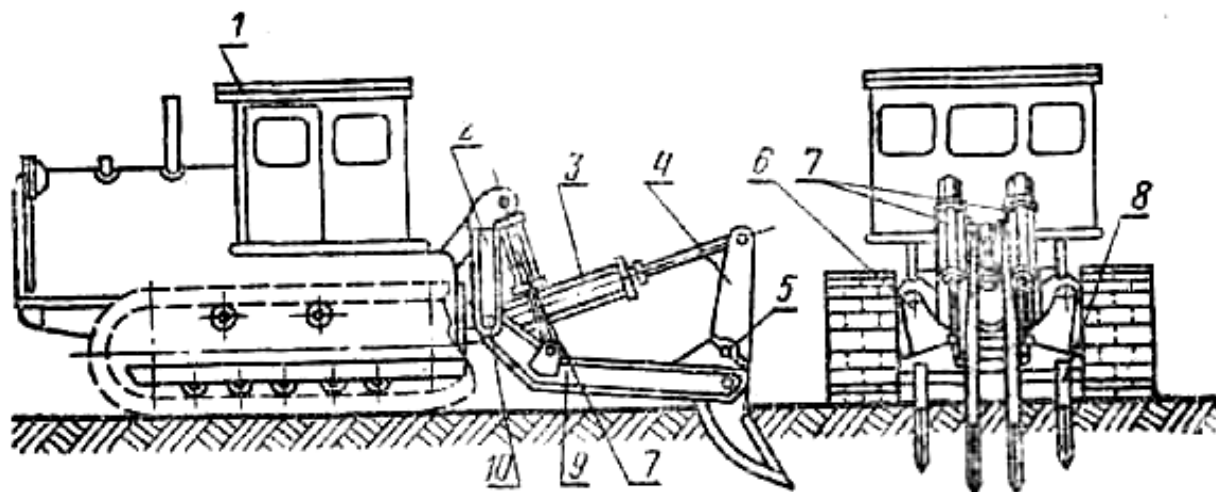


Рис. 29. Схема рычажного- корчевателя:

1—трактор; 2 — стойки; 3—главный гидроцилиндр; 4 — двуплечие рычаги; 5 — ось двуплечих рычагов; 6 — прицепное устройство; 7 — гидроцилиндры подъема рамы; 8 — клык-собиратель; 9 — рама; 10 — ось рамы и гидроцилиндра рабочего органа

К недостаткам этих машин относятся: большие динамические нагрузки в отвале, раме и тракторе, слабая видимость рабочего органа из кабины, порча дернины и растительного покрова, сгребание плодородного слоя почвы.

Машины с поступательным перемещением рабочего органа. У роторных корчевателей (рис. 23, к) на прицепной раме 20, перемещающейся на колесах или лыжах 27, установлены 3—5 роторов. Каждый ротор снабжен

крюками-зубьями 15, закрепленными под углом 120— 180°. Во время движения трактора с прицепным корчевателем один ряд зубьев каждого ротора погружается в грунт, рыхлит почву и выкорчевывает пни и корни.

Выкорчеванные пни и растительность вместе - с моховым очесом подаются вперед и образуют вал. Когда вал поднимается до рамы, оператор или специальный автомат освобождает стопорное устройство, и роторы под действием тягового сопротивления и. грунтозацепов поворачиваются на 120— 180°. Собранный вал растительности освобождается зубьями и остается на месте. Вместо вышедших из грунта погружаются другие зубья.

**Корчевательные бороны** прицепные (рис. 23, л) и навесные (рис. 23, н) корчуют зубьями 15, вставленными в балки плоской треугольной рамы 20 из деревянных брусьев или стальных балок. Борона производит зубьями сплошное рыхление почвы, корчует пни, корни, кустарник. Навесная борона легче и маневреннее прицепной,

Все машины с поступательным перемещением рабочего органа корчуют вместе с рыхлением всей поверхности почвы. Перемещение сгруженного грунта требует непроизводительной затраты энергии. Верхний плодородный слой почвы снимается вместе с корнями, перемешивается с грунтом.

Машины для виброкорчевания пней. Вибромолот 32 направленного действия (рис. 23, ж) связан с захватами 33, которые имеют гидравлический привод. Применяется также вибратор с гидродомкратами для выдергивания пня. Виброкорчеватель устанавливают на трактор или самоходную тележку или подвешивают к стреле самоходного крана. После включения гидрозахватов корчуют пень с одновременной вибрацией и постепенным подъемом корчевателя.

Комбинированные корчевальные машины. Они имеют комплекс корчевальных рабочих органов, предназначенных для корчевания отдельных видов растительности, или комбинированный рабочий орган, выполняющий различные виды корчевальных работ.

**Корчевальный агрегат** — это комплекс корчевальных рабочих органов с гидравлическим управлением (рис. 23,я), которые навешивают на трактор 1. Спереди навешивают корчеватель с передним отвалом 14 на толкающей раме 13, а сзади на рычагах 30 навесной системы — корчевальную борону 29 и грабли.

Грабли навешивают в качестве сменного оборудования на рычаги навесной системы вместо бороны или устанавливают поворотные грабли 35 (рис. 23, н) на самой бороны. Грабли поднимают или опускают поворотом при помощи гидроцилиндра 34. Комбинированная корчевальная машина на 30—40% легче комплекта отдельных машин (корчеватель, кустарниковые грабли, корчевальная бороны), которые она заменяет. Значительно увеличивается использование по времени базовой машины — трактора 1 с гидросистемой.

**Машина с комбинированным рабочим органом** (рис. 23, о) состоит из отвального кустореза-корчевателя 37 с гладкой режущей кромкой— поставленного под углом к направлению движения. Это обеспечивает перемещение срезанной растительности в валок: На переднем конце отвала находится клиновый корчеватель 36 для раскалывания крупных пней и деревьев, а сверху — толкающий древовал 38 для сваливания отдельных деревьев. Это позволяет удалять одним рабочим органом все виды растительности. Комбинированный рабочий орган навешивают впереди трактора, а сзади — на задней тяговой раме 20 плоский угловой нож-корнерез 39, который во время работы движется под поверхностью почвы, извлекая корневые остатки и подрезая мелкие пни. Производительность 5—10 га в смену, корнереза 4—6 га в смену. Ширина захвата оборудования 2,5—4,5 м, масса 18—19 т.

Недостаток машин этого типа — сгуживание плодородного слоя почвы.

**Машины подрезающие корни и измельчающие пень**, имеют рабочий орган в виде двух наклонных конических шнеков 43 с режущими ножами 44 па витках (рис.23, п). Шнеки навешиваются на трактор и имеют привод от двух гидромоторов 41 через редукторы 42. Шнеки, заглубляясь, подрезают и измельчают корни и целиком мелкие пни. Расстояние между шнеками регулируется в зависимости от диаметра пня.

## **2 МАШИНЫ И УСТАНОВКИ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

### **2.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИНАХ И УСТАНОВКАХ**

#### **Общая классификация, назначение, основные требования**

По способу орошения различают дождевальные, поливные (для поверхностного полива) машины и установки и машины для подпочвенного орошения. Машины и установки бывают стационарные, позиционного действия (машина периодически перемещается и орошает с каждой позиции определенную площадь) и работающие в движении.

Машины и установки для орошения должны обеспечивать подачу воды в определенные сроки и в необходимом количестве к растениям при минимальных потерях воды. Поливы должны быть механизированы, то есть подготовительные и вспомогательные ручные операции должны быть ограничены присоединением машин к гидрантам или установкой всасывающих устройств. Машины должны обеспечивать минимальные энергоемкость и трудоемкость поливов.

Все эти машины и установки комплектуются дождевальными насадками или аппаратами.

Дождевальные аппараты подразделяются на среднеструйные и дальнеструйные. К среднеструйным относятся аппараты при дальности полета струи до 35 м, работающие при давлении воды в 0,15—0,5 МПа с расходом 78 л/с.

Дальнеструйные аппараты работают при давлении 0,4—1,0 МПа и дальности до 60 м и более.

По типу привода дождевальные аппараты делятся на коромысловые с качающейся лопаткой или подвижным дефлектором, реактивные или турбинные с шестеренными и червячными редукторами. При агрегатировании дождевальных аппаратов с самоходными, машинами (тракторами) поворот ствола может осуществляться от механической трансмиссии.

Дождевальные машины и установки бывают позиционного действия и работающие в движении. Первые выдают поливную норму с одной позиции,

а затем перемещаются на следующую. Вторые проводят дождевание непрерывно во время движения с постоянной скоростью.

**Дальне- и среднеструйные дождевальные аппараты**, короткоструйные насадки. Применяют их нескольких основных типов.

*Дальнеструйный дождевальный аппарат с механическим приводом* (рис. 30, а) выбрасывает две струи через большое 19 и малое 25 конические сопла. Для уничтожения турбулентности водяного потока и увеличения дальности выброса струи в большом стволе имеется выпрямитель 16, составленный из радиальных перегородок, параллельных оси ствола, и иногда в колене 14 ставятся два направляющих ножа.

Большой ствол 39 орошает внешнюю часть круга или сектора, а малое сопло 25 — внутреннюю часть. Для разбивания малой струи на капли ставится рассекатель (лопатка) 23.

Привод поворота ствола осуществляется от вала отбора мощности трактора через карданный вал 43, шестеренный и червячный редукторы или через червячный редуктор и храповой механизм, состоящий из храпового колеса 33, надетого на корпус, и собачки 11 на рычаге, совершающем качательные движения от эксцентрика.

Для полива по сектору на корпус 8 надет диск с отверстиями. В отверстия диска вставляют сменные упоры, которые переключают муфту или храповую собачку, реверсируя вращение ствола в пределах угла сектора, определяемого установкой пальцев.

В разборных переносных установках и широкозахватных машинах используют для вращения ствола поворотные механизмы, работа которых основана на использовании энергии струи. Они бывают с турбинкой (рис. 30, к) и реактивной лопаткой (рис. 30, в, г, д, е, ж, и).

*Дальнеструйный дождевальный аппарат с турбинкой* (рис. 30, к) совершает поворот за счет энергии, выбрасываемой из сопла 19 струи, которая вращает турбинку 56. Вращение турбинки 56 через кривошипно-шатунный механизм 54, 57 и храповое устройство обеспечивает поворот ствола.

*Среднеструйный дождевальный аппарат с реактивной лопаткой* кругового действия имеет одну или две насадки-сопла (рис. 30 в, г, д). Одна из струй ударяет в криволинейную реактивную лопатку 47, вставленную в коромысло 46, надетое на ось 45. Боковое усилие на лопатку, создаваемое

энергией струи, заставляет коромысло 46 повернуться вокруг оси 45, закручивая пружину 44.

Под действием закрученной пружины коромысло повернется обратно и ударит по корпусу, повернув его на небольшой угол вокруг оси. В этот момент реактивная лопатка вновь попадает в струю и цикл повторится. Для лучшего разбрызгивания в некоторых аппаратах ставятся винты-рассекатели струи с пружинами.

Штуцером 48 аппарат присоединяется к водосточнику. Есть также механизмы для секторного вращения (рис. 30, ж). Некоторые среднеструйные аппараты (рис. 30, з) снабжают качающимся клиновидным дефлектором 53, схема работы которого показана на рисунке 30, г.

**Дефлекторные короткоструйные насадки** (рис. 30, л) имеют корпус 8. Вода проходит сквозь отверстие 62 диафрагмы корпуса в часть насадки, имеющей форму воронки 64. Здесь на диаметральной планке 61 укреплен дефлектор 63 в виде конуса. Дефлектор, рассекая струю, придает ей коническую форму с углом наклона образующей к горизонту около  $30^\circ$  и заставляет распадаться на капли.

Стационарные дождевальное системы. Это сеть постоянных трубопроводов с короткоструйными насадками или средне и дальнеструйными аппаратами. Подача воды — насосом или самотеком.

Установки и машины позиционного действия. Они бывают нескольких типов.

**Переносные дождевальные установки с ручным перемещением** (рис. 31) состоят из разборного трубопровода. Они имеют гидранты с колонками (рис. 31, а) и трубопроводы 10, 12 из алюминиевых, пластмассовых или стальных тонкостенных труб, которые соединяют муфтами 17 с резиновыми уплотнительными манжетами 8. Каждая рабочая труба имеет стойку 18 с короткоструйной дефлекторной насадкой или с дальне- или среднеструйными дождевальными аппаратами (рис. 31).

**Карусельные дождеватели** (рис. 31, з, д) устанавливают на стойки переносных трубопроводов для увеличения радиуса действия дождевальных аппаратов, что позволяет значительно уменьшить их число, увеличить расстояние между позициями переносного дождевального трубопровода, снизить трудоемкость сборочно-разборочных работ и повысить производительность дождевания.



На стояке основания 26 устанавливают под углом стволы 22, укрепляемые растяжками 23; на стволах установлены дождевальные аппараты, обеспечивающие вращение за счет энергии струй.

*Самоходные многоопорные машины фронтального периодического действия* бывают с двигателем внутреннего сгорания и электроприводом (рис. 31, д). Первые имеют трубопровод (рис. 31, а, б), собранный из отдельных секций, который является осью жестко закрепленных на нем опорных колес 10. На каждой секции трубопровода установлен дождевальный аппарат 7 (рис. 30) через механизм самоустановки, который при вращении трубопровода 1 обеспечивает постоянное вертикальное положение дождевального аппарата 21 благодаря свободному вращению гайки 14 под действием противовеса 19 на колене 18.

В средней части трубопровода 1 расположена приводная тележка 4 (рис. 31, б), на раме которой установлен двигатель 5 с реверс-редуктором 23. Через цепной привод 27 (рис. 31, г) приводятся во вращение ведущие колеса 9 и вал-труба, с которой фланцами соединен трубопровод 1.

Машина с электроприводом (рис. 31, д) для увеличения ширины захвата имеет открышки 26, на концах которых находятся дождевальные аппараты 21.

Оросительный трубопровод 1 при передвижении не вращается, а перемещается на самоходных тележках-опорах 24 с электрическими мотор-редукторами, которые имеют привод от дизель-генераторной установки на тракторе через силовые кабели.

Трубопровод 1 (рис. 31, а, д) присоединяют к гидранту 11 напорного трубопровода через узел присоединения 2 и проводят дождевание.

После выдачи поливной нормы закрывают гидрант, отсоединяют трубопровод.

Широко применяют дождевальные машины навесные на трактор (рис. 34). На гусеничном (рис. 34, а) или колесном (рис. 34, б) тракторе смонтирован центробежный насос 11 с редуктором 32 и приводом от вала отбора мощности трактора через карданный вал 13.

Насос имеет трубопровод 10 с всасывающим клапаном и подает воду под давлением в стволы аппарата, которые вращаются по кругу или сектору от механического привода. Машина оборудована баком 3 (рис. 34), который служит для заполнения всасывающей линии перед пуском и подкормки

удобрениями. В баке удобрения, загружаемые через верхнюю горловину, перемешиваются с водой.

Для этого на нем установлена рукоятка, которой вращают шнек. В некоторых машинах для заполнения насоса и всасывающей линии используют газоструйный вакуум-аппарат (эжектор), работающий от выхлопных газов двигателя (рис. 34,б).

Прицепная дальнеструйная машина устроена так же, как и навесная, но на одноосном прицепе к трактору. От вала отбора мощности через карданный вал приводятся в действие насос и механизм поворот дождевального аппарата.

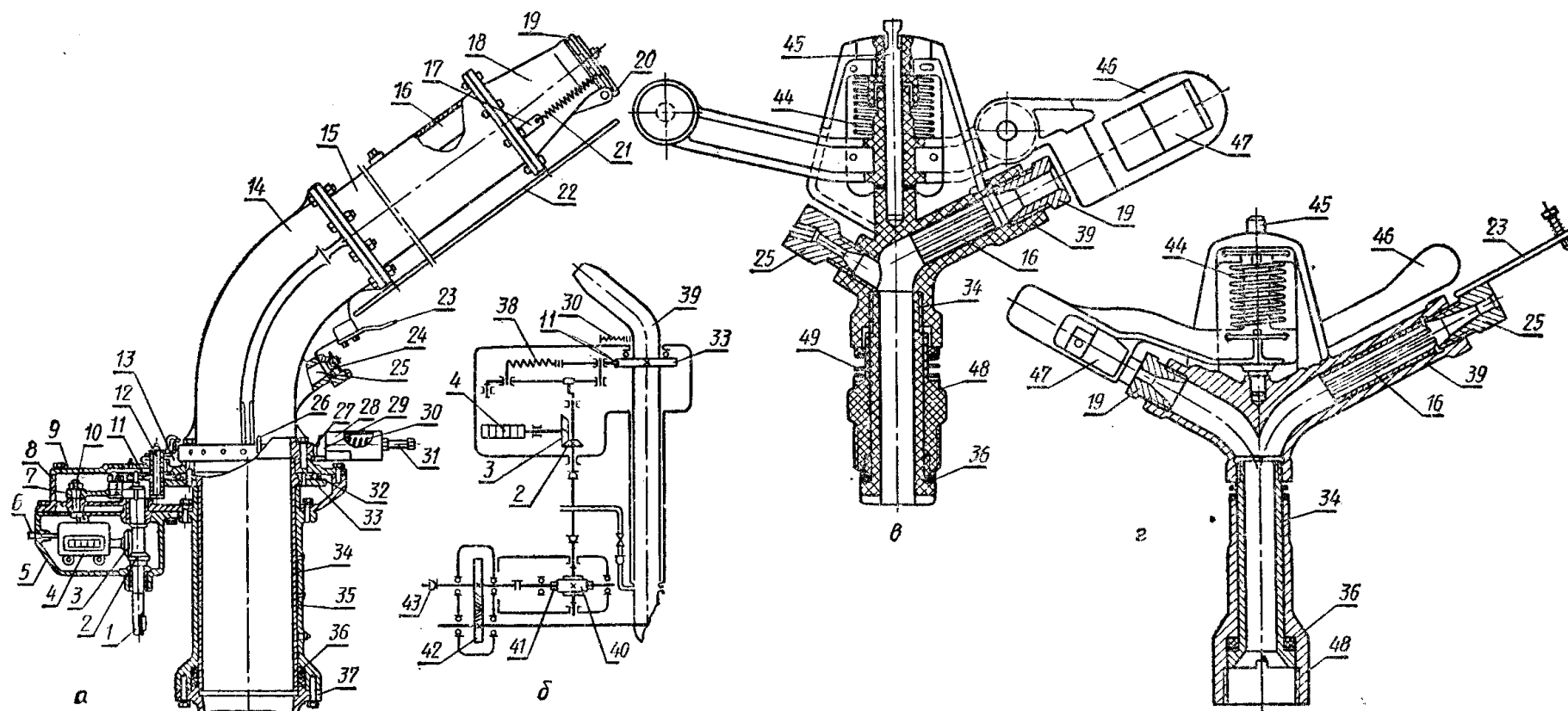


Рис. 30. Дальне- и среднеструйные дождевальные аппараты, короткоструйные насадки — дальнеструйный аппарат с механическим приводом поворота; б — то же, кинематическая схема; в, г, д — среднеструйные аппараты с реактивной лопаткой; е — схема работы дефлекторного устройства механизма вращения с рассекателем и реактивной лопаткой; ж — то же, схема работы механизма секторного вращения; з — среднеструйный аппарат с реактивной лопаткой и качающимся клиновидным дефлектором; и — то же, схема работы (вверху — вход в струю, внизу — выход); к — дальнеструйный аппарат с турбинкой; л — коротко-струйная дефлекторная насадка; 1 — вал; 2 — коническая шестерня; 3 — коническое колесо

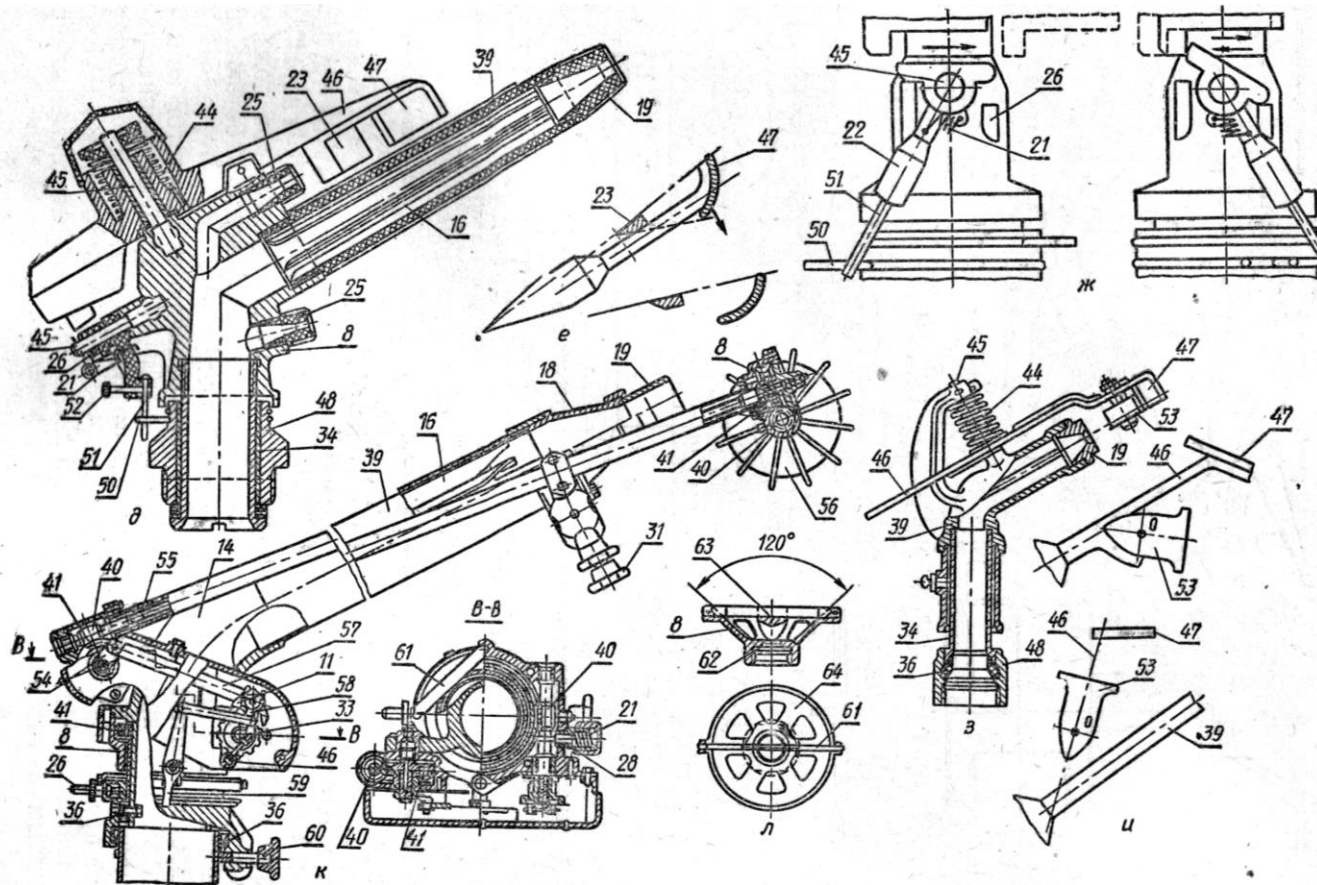


Рис. 31. Дальне- и среднеструйные дождевальные аппараты, короткоструйные насадки 4 — водомерное устройство; 5 — коробка; 6 — ручка; 7 — рычаг; 8 — корпус; 9 — крышка; 10 — палец; 11 — храповая собачка; 12 — ось; 13 — переключатель; 14 — колено; 15 — труба; 16 — выпрямитель; 17 — кронштейн; 18 — конфузор; 19 — большое сопло; 20 — большой клапан; 21 — пружина; 22 — рычаг; 23 — лопатка (рассекатель); 24 — малый клапан; 25 — малое сопло; 26 — упор; 27 — накладка; 28 — корпус тормоза; 29 — упор; 30 — пружина; 31 — регулировочный болт; 32 — упорный подшипник; 34 — стакан; 35 — корпус стакана; 36 — манжета; 37 — переходный патрубок; 38 — кулисный механизм; 39 — ствол; 40 — червяк; 41 — червячное колесо; 42 — шестерни; 43 — карданный вал; 44 — возвратная пружина; 45 — ось; 46 — коромысло; 47 — реактивная лопатка; 48 — штуцер; 49 — уплотнительная пружина; 50 — упорное кольцо; 51 — стержень; 52 — винт; 53 — качающийся клиновидный дефлектор; 54 — кривошип; 55 — соединительная трубка; 56 — турбинка; 57 — шатун; 58 — реверс-толкатель; 60 — фиксатор; 61 — планка; 62 — отверстие в диафрагме; 63 — дефлектор; 64 — воронка.

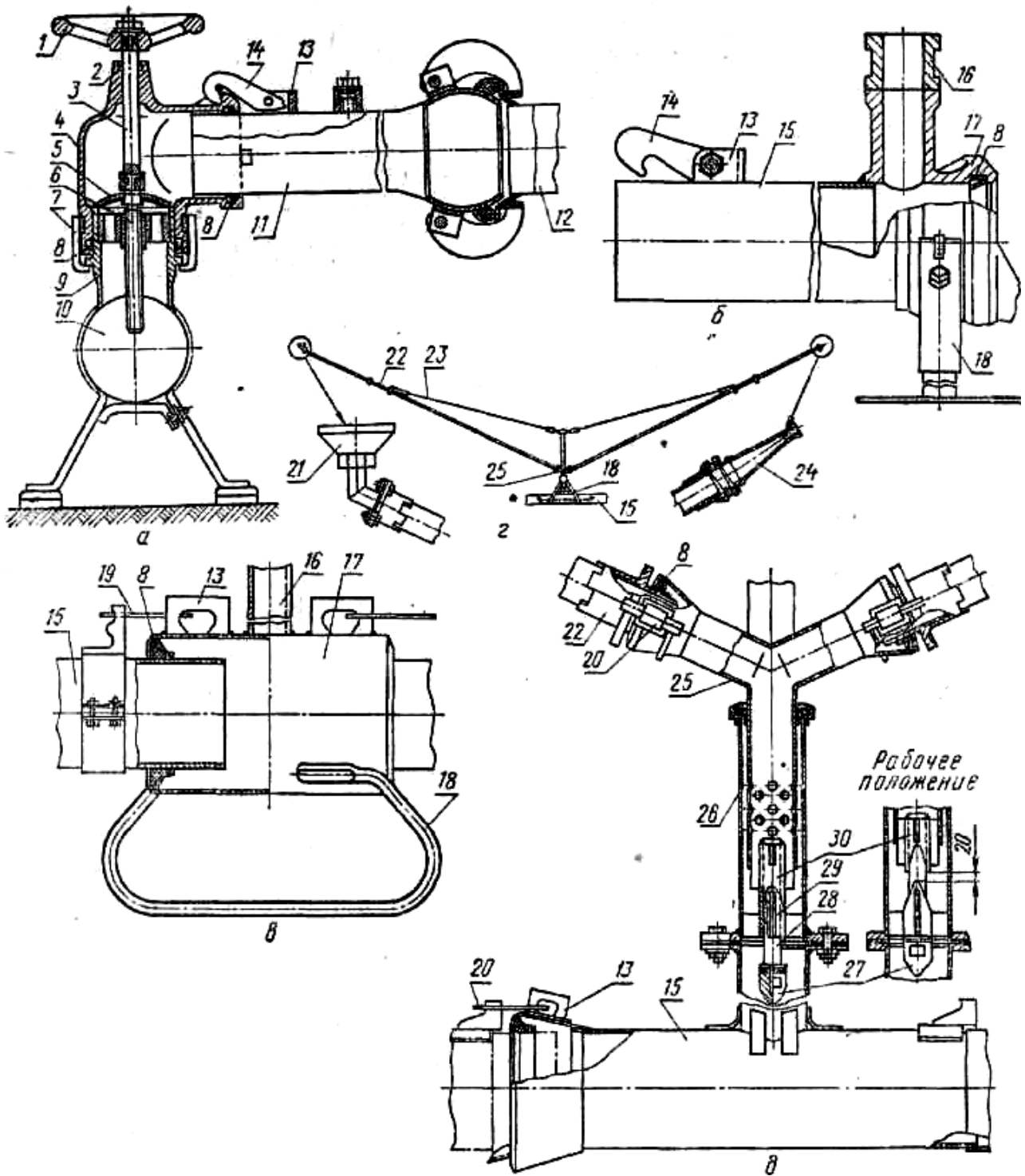


Рис. 32. Переносные дождевальные установки и карусельные дождеватели:

*a* — гидрант с колонкой; *u* — секция трубопровода со стойкой; *б* — соединение полиэтиленовых труб муфтой; *г* — карусельный дождеватель; *д* — то же, в разрезе; 1 — маховичок; 2 — манжета; 3 — шток; 4 — корпус переносной колонки; 5 — клапан; 6 — винт; 7 — замок; 8 — манжета; 9 — корпус гидранта; 10 — распределительный трубопровод; 11 — присоединительный патрубок; 12 — рабочий трубопровод; 13 — скоба; 14 — крючок; 15 — труба; 16 — патрубок для присоединения дождевального аппарата; 17 — муфта; 18 — стопка; 19 — хомут с крючком; 20 — соединительная петля; 21 — короткоструйная насадка; 22 — стол; 23 — растяжка; 24 — сопло; 25 — корпус; 26 — стояк основания; 27 — упорная гайка; 28 — направляющий палец; 29 — трубка стояка; 30 — направляющая трубка.

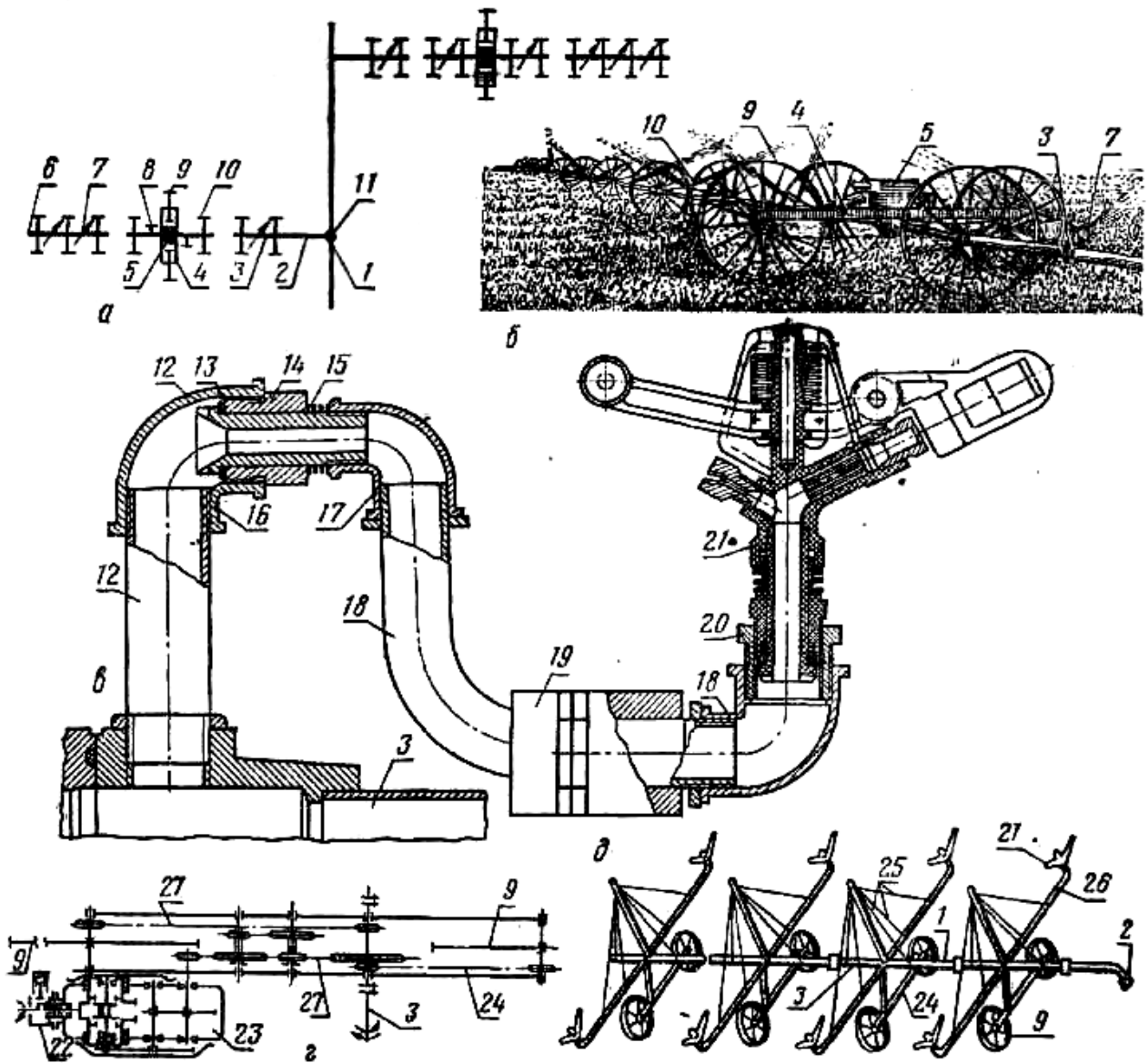


Рис. 33. Самоходные многоопорные дождевальные машины фронтального действия: с двигателем внутреннего сгорания: *а* — схема; *б* — общий вид; *в* — механизм самоустановки дождевального аппарата; *г* — кинематическая схема приводной тележки; *д* — с электроприводом (общая схема); 1-оросительный трубопровод; 2-узел присоединения; 3 -секция; 4 -приводная тележка; 5-двигатель; 6 -концевая заглушка; 7 -дождевальный аппарат с механизмом самоустановки; 8- тормозной упор; 9 -ведущее колесо; 10 -опорное колесо; 11-гидрант с колонкой; 12-стояк; 13 -уплотнительное кольцо; 14 - гайка; 15-пружина; 16, 17 - угольник; 18 - колено; 19 -противовес; 20 - футорка; 21- дождевальный аппарат ; 22 -двигатель; 23-реверс-редуктор; 24- тележки-опоры; 25 - раскосы и расчалки; 26 -открылки; 27- цепные передачи.

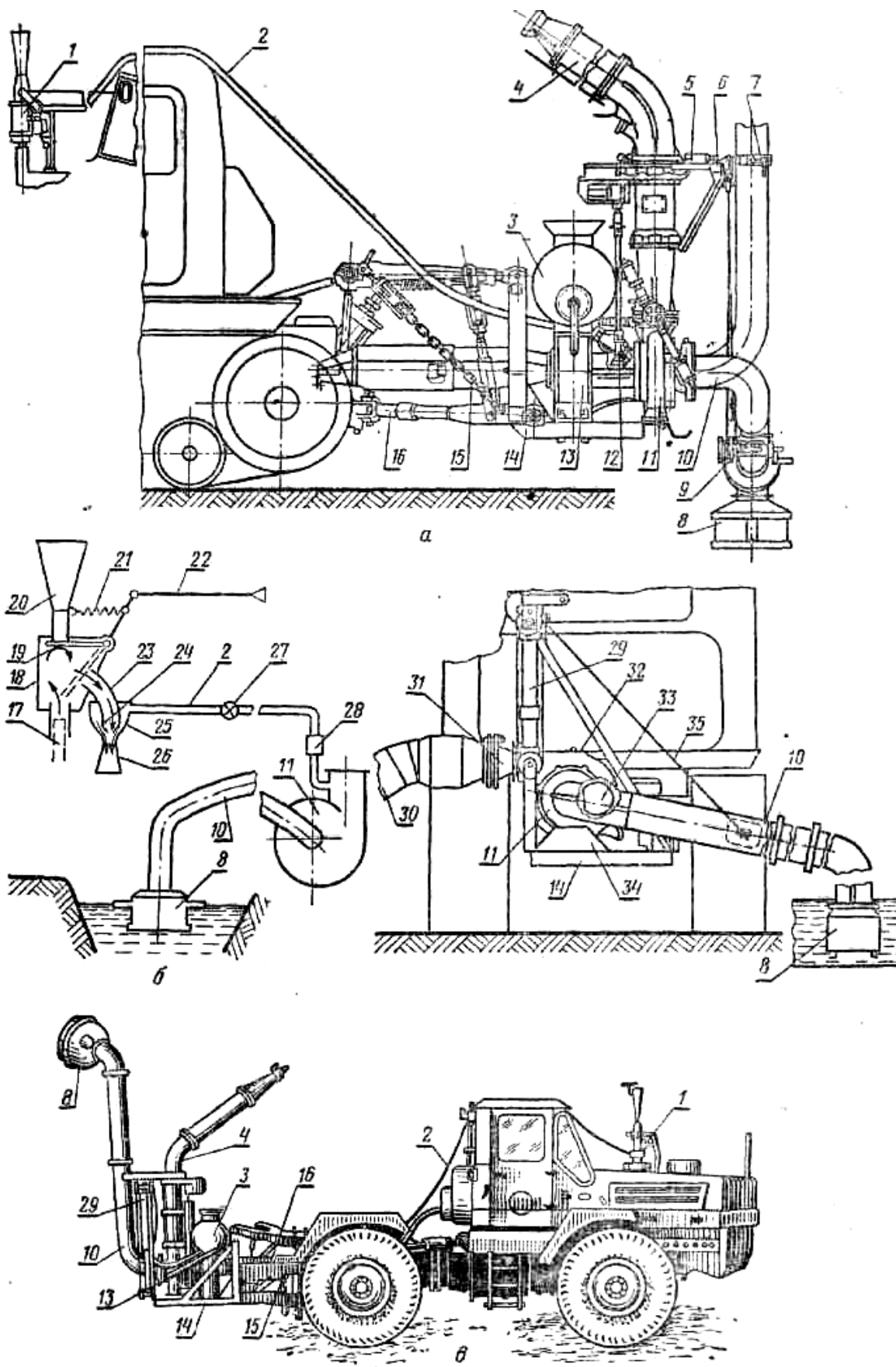


Рис. 34. Дальнеструйные навесные дождевальные машины:

а—на гусеничном тракторе (общий вид); б — то же, гидросхема с газоструйным вакуум-аппаратом; в — на колесном тракторе (общий вид); г — гидросистема с разборным трубопроводом; 1-вакуум-аппарат; 2- вакуумный трубопровод (шланг); 3 -бак для внесения удобрений; 4- дождевальная машина; 5- тормоз; 6-раскос; 7 -хомут; 8-водозаборник; 9 - лебедка; 10-всасывающий трубопровод; 11- насос; 12-червячный редуктор; 13- карданный вал с кожухом; 14 - рама; 15 -цепь; 16- рычаги навесной системы; 17 - выхлопная труба двигателя; 18 -корпус; 19- заслонка; 20 - выхлопной патрубков; 21 -пружина; 22- тяга; 23 - колено; 24 - сопло; 25- камера разрезания; 26- диффузор; 27- кран; 28- клапан; 29- гидроцилиндр; 30 - разборный трубопровод; 31 -переходник; 32- редуктор; 33 - заглушка; 34 - кронштейн; 35 - подъемный канат всасывающего трубопровода.

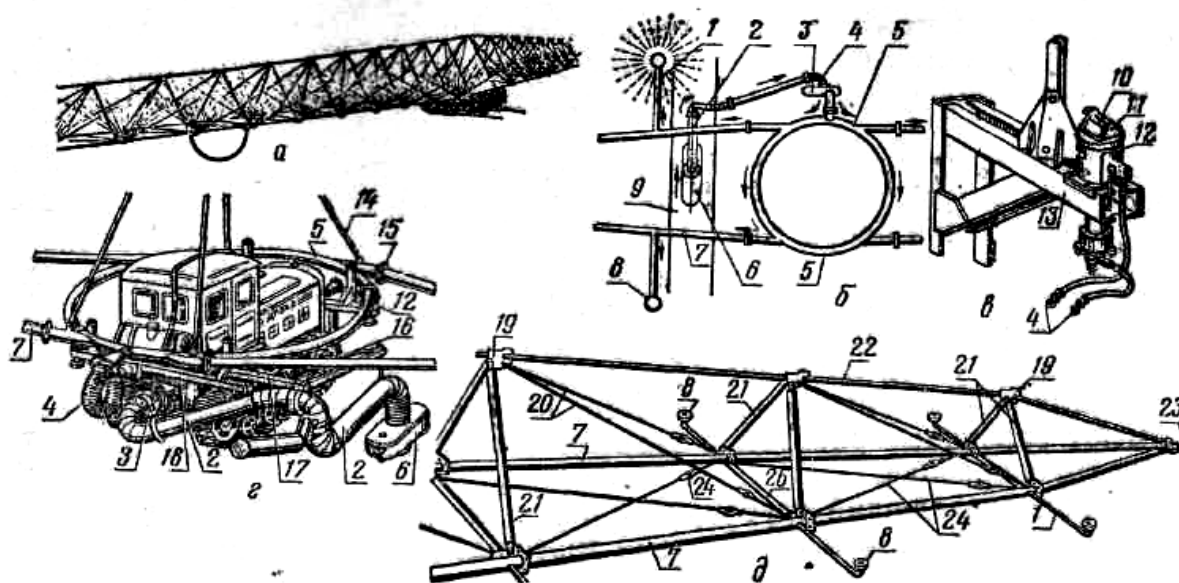


Рис. 35. Двухконсольная короткоструйная дождевальная машина:

а — общий вид в работе; б — схема движения воды в машине; в — рама с гидродомкратом; г — центральная часть; д — ферма; 1- открьлки; 2 - всасывающая труба; 3 -центробежный насос; 4 - шланги; 5 -поворотный круг; 6 - приемный клапан; 7 -водопроводящие трубы нижнего пояса; 8- боковые дефлекторные насадки; 9- ороситель; 10-ролики; 11-скобы; 12-гидродомкрат; 13 -рама центральной части; 14 -центральные стойки; 15- фланец; 16 -стрела; 17 - консольная балка; 18 -задняя балка; 19 - фасонка; 20 -раскосы; 21- стойки; 22- стержни верхнего пояса; 23- концевая насадка; 24 -растяжки; 25 - распоры.



Дальнеструйные машины с расходами воды более 100 л/с бывают на самоходных шасси или прицепные.

Машины, работающие в движении. Основа двухконсольной машины— двухконсольная ферма (рис. 35, *д*), установленная на гусеничный трактор (рис. 35, *а*). Ферма имеет два нижних водопроводящих пояса 7 и один верхний трубчатый пояс 22, связанные раскосами 20. На нижних водопроводящих поясах 7 установлены трубчатые открьлки 1 с дефлекторными насадками 8.

Для опоры на трактор и поворота ферма имеет поворотный круг 5 (рис. 35, *б*, *в*) из труб. Ферма поворотным кругом опирается на ролики 10 четырех гидравлических цилиндров-домкратов 12, установленных на раме центральной части машины. Раздельное управление домкратами каждой стороны позволяет выравнивать положение консолей при поперечных наклонах трактора и продольных наклонах при транспортировании. Во время транспортировки машины по дорогам ферму поворачивают на роликах 10 домкратов.

Воду забирают из оросителя 9 через плавучий приемный клапан 6 центробежным насосом 3, смонтированным на машине. Вода по трубе, образующей поворотный круг 5, поступает в трубы 7 нижних поясов фермы, открьлки 1 и разбрызгивается короткоструйными насадками 8 и концевыми насадками 23.

Для заливки воды во всасывающую трубу применяют эжекционную систему, работающую от выхлопных газов двигателя трактора.

В комплект двухконсольных машин входят подкормщики и опрыскиватели. Гидроподкормщик устанавливают на отдельной платформе с приводом от ведущего вала трактора. Из бункера подкормщика удобрения поступают на вращающийся тарельчатый дозатор, откуда сбрасываются в смесительный бак с водой. В баке игольчатый клапан с поплавком поддерживает определенный уровень воды. Удобрения, перемешанные с водой, поступают в водопроводящие трубы и разбрызгиваются насадками вместе с оросительной водой.

Для того чтобы использовать дождевальные двухконсольные машины как опрыскиватели, на машине устанавливают систему опрыскивания, состоящую из бака для ядохимикатов и насоса для подачи их к насадкам.

*Самоходные многоопорные машины кругового действия* имеют трубопровод 3 (рис. 36), движущийся по кругу, центром которого является

неподвижная опора (рис. 36, г) с гидрантом сборного трубопровода. На секциях трубопровода 3 расположены среднеструйные дождевальные аппараты кругового действия, а на внешнем консольном конце трубопровода— дальнеструйный аппарат секторного действия для полива углов поля вне сферы действия среднеструйных аппаратов.

Для обеспечения равномерного полива среднеструйные аппараты имеют различные расходы в зависимости от расстояния до оси вращения трубопровода.

Водопроводящий трубопровод 3 установлен на самоходных опорах-тележках (рис. 36, б, в). Система тросовых растяжек в горизонтальной и вертикальных плоскостях обеспечивает жесткость конструкции. Рама 23 каждой тележки (рис. 36, в) опирается на два колеса 14 с зацепами 10. На поперечине рамы крепится фланцами основной трубопровод 3. Вода из трубопровода под напором поступает через шланг 5 в регулятор скорости, пропускающий регулируемый расход воды в шланг, и через клапан-распределитель 18 в гидроцилиндр 1.

Под давлением воды, направляемой и сливаемой клапаном-распределителем гидроцилиндр 1 совершает возвратно-поступательные движения по шарнирно-закрепленному штоку 21. При движении цилиндра вверх соединенный с ним силовой рычаг 16, поворачиваясь, перемещает толкатели 13 вперед, а последние зацепы 10 поворачивают колеса 14 на небольшой угол. При движении цилиндра вниз толкатели отходят назад, переходя на следующий зацеп. Непрерывное повторение циклов обеспечивает прерывистое движение опорной тележки.

Настройка регуляторов скорости на нужные расходы воды обеспечивает разные скорости тележек, находящихся на различном удалении от центра вращения. Регуляторы скорости всех тележек связаны тросами-тягами 9 с основным трубопроводом и в случае его изгиба скорости тележек автоматически регулируются в зависимости от скорости концевой опоры-тележки, а также может изменяться скорость движения концевой тележки. Для транспортировки машины трактором колеса всех тележек поворачиваются на 90°.

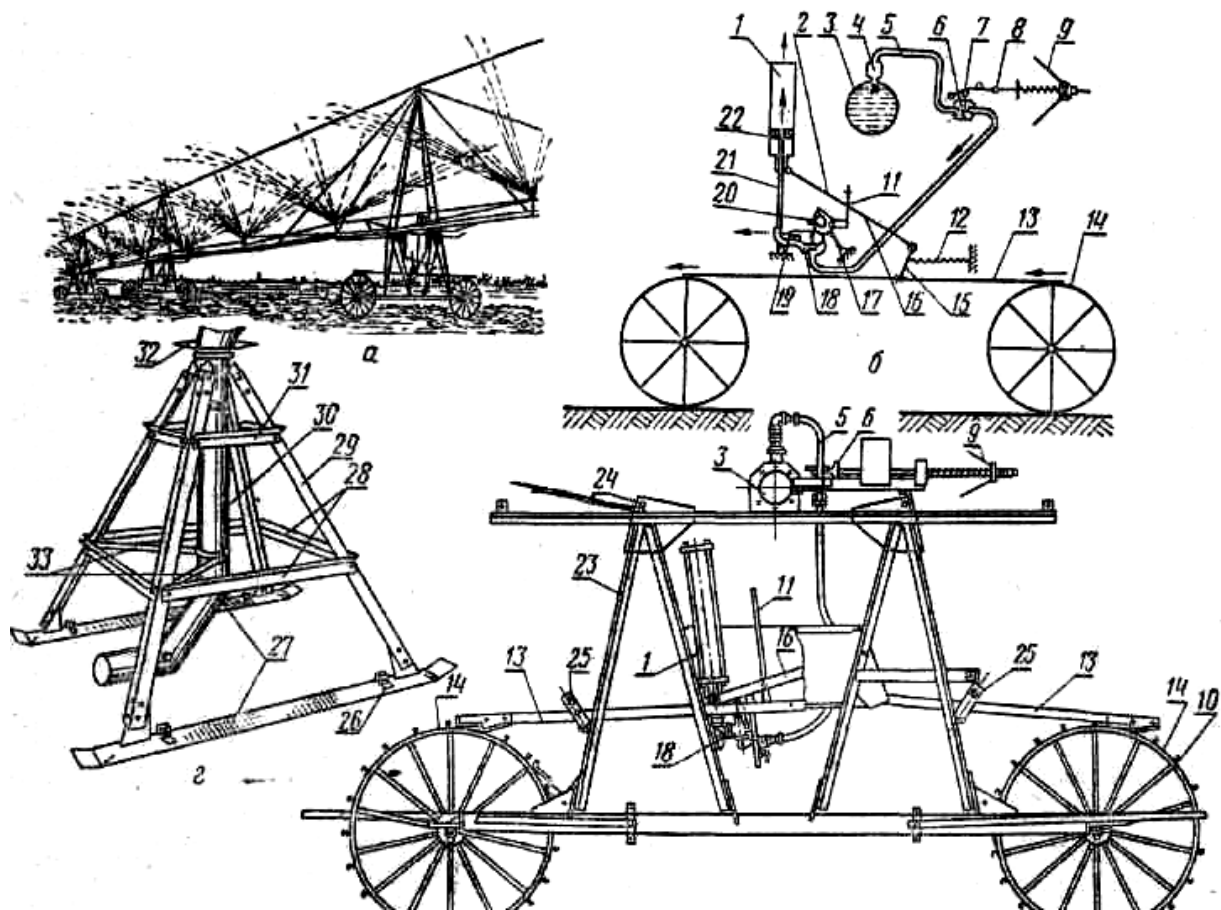


Рис. 36. Самоходная многоопорная дождевальная машина кругового действия:

*а*—общий вид; *б* — схема гидропривода самоходной опоры-тележки; *в* — общий вид опоры-тележки; *г* — центральная неподвижная опора; 1—гидроцилиндр; 2 — силовой рычаг; 3 — трубопровод машины; 4 — фильтр; 5 — армированный шланг; 6 — дроссельный клапан; 7 — шток дроссельного клапана; 8— стержень; 9— тяга механизма синхронизации движения; 10 — зацеп; 11 — тяга; 12 — пружина; 13 — толкатель; 14 — колесо; 15 — двуплечий рычаг; 16 — силовой рычаг; 17 — курковая пружина; 18 — распределительный клапан; 19 — сливное отверстие; 20 — шток клапана распределителя; 21 — шток цилиндра; 22 — поршень; 23 — рама тележки; 24 — точка крепления тросов; 25—направляющая толкателя; 26 — кронштейны цепи; 27 — полоз; 28 — нижняя поперечная балка; 29 — стойка; 30—патрубок; 31 — верхняя балка; 32 — лоток; 33—кронштейн.

Многоопорные машины кругового действия отличаются высокой производительностью, обслуживают большие площади (табл. 29), могут работать на больших уклонах и орошают любые культуры, что обеспечивает им самое широкое применение.

Для орошения овощей и некоторых других культур иногда применяют дождевальные аппараты импульсного действия с периодическим выбросом струи и поворотом ствола на небольшой угол за время каждого выброса. Такие аппараты имеют малую интенсивность полива и требуют подводящих труб меньшего диаметра.

Технологии распределения воды при поливе дождеванием в зависимости от технических средств могут быть следующими (табл. 2).

Техника орошения при поливе дождеванием должна обеспечивать:

- исключение потерь воды на сброс и глубинную фильтрацию с повышением КПД техники орошения до максимально возможного значения (0,98);

- высокое качество технологического процесса полива за счет равномерного распределения воды по всей орошаемой площади, исключения лужеобразования от стока воды по поверхности, а также нарушения структуры и ухудшения водно-физических и физико-механических свойств почвы;

- малоинтенсивное длительное и положительное воздействие на растения, почву и приземный слой воздуха за счет снижения интенсивности водоподачи в соответствии с водопотреблением;

- высокую надежность технологического процесса полива и доведение коэффициента готовности дождевальной техники до 0,98...1, исключение аварийных сбросов воды;

- дозированное внесение вместе с поливной водой минеральных и органических удобрений, микроэлементов и химмелиорантов для восстановления и повышения естественного плодородия почв;

- оперативное управление поливом, оптимизацию и строгое выдерживание сроков и норм полива с учетом складывающихся погодных условий на основе использования современных средств автоматизации и микропроцессорной техники.

Таблица 2- Технологии распределения воды при орошении сельскохозяйственных культур дождеванием

Технология дождевания	Расход водораспределяющего устройства	
	постоянный	циклический
1	2	3
Позиционное дождевание насадками (щелевыми, дефлекторными) с истинной интенсивностью		
С фронтальным одноразовым или многократным перемещением дождевого облака (ДМ «Кубань», ДДА-100МА)		
С угловым перемещением непрерывного или прерывисто формируемого дождевого облака (струйный аппарат)		
С фронтально-угловым перемещением дождевого облака (фронтально-перемещаемый струйный дождевальная аппарат)		

1	2	3
С двойным угловым перемещением непрерывно формируемого дождевого облака (ДМ «Фрегат»)		

Примечание:  $Q_a$  – интенсивность водоподачи, м/с;  $Q_m$  – расход водораспределяющего устройства, м<sup>3</sup>/с;  $\tau_{sp}$  – продолжительность полива, с;  $h_a$ ,  $h_{sp}$  – слой дождя, увлажняющий почву и воздух, м;  $R$  – радиус действия дождевального аппарата (насадки), машины кругового действия, м;  $L_a$  – длина участка в направлении движения водораспределяющего устройства, м;  $\alpha$  – угол сектора дождевания насадки (аппарата), град;  $\eta$  – безразмерный коэффициент, учитывающий цикличность работы водораспределяющего устройства.

## Основные элементы дождевальных систем

### Состав и классификация дождевальных систем

Дождевальная система, как правило, состоит из трех основных элементов: насосной станции (насоса с двигателем), забирающей воду из источника орошения и создающей напор, необходимый для ее разбрызгивания; трубопроводов, распределяющих воду по орошаемой территории; дождевальных машин или аппаратов, преобразующих водный поток в дождевые капли и распределяющих их по поверхности полива.

Все дождевальные системы (по А. Н. Костякову) подразделяют на три типа: стационарные, полустационарные и передвижные.

**Насосные станции** бывают стационарными и передвижными.

Стационарные обычно представляют собой капитальные сооружения и обслуживают крупные оросительные системы, выполняя роль головного водозаборного узла. В колхозах и совхозах нашей страны широкое распространение находят передвижные насосные станции, которые, в свою очередь, подразделяются на сухопутные и плавучие. Отечественная промышленность выпускает широкий ассортимент сухопутных передвижных насосных станций; плавучие станции находят ограниченное применение: их

используют в тех случаях, когда невозможно или нецелесообразно применять сухопутные, например, при подаче воды из водоисточников с топкими, высокообрывистыми берегами и резко изменяющимся уровнем воды.

Выпускаемые промышленностью сухопутные передвижные наносные станции отличаются по производительности (подаче), напору и типу привода. Подача воды увязана с ее расходом дождевальными машинами, а напор—с часто встречающимися геодезическими высотами расположения орошаемых участков над водоисточниками. Диапазон изменения подачи—от 25 до 705 л/с, напора—от 0, 1 до 1, 1 МПа, привод от ВОМ трактора или от собственного двигателя.

В зависимости от напора (высоты подъема воды) насосные станции подразделяются на три группы: низконапорные — при напоре до 0, 25 МПа, средненапорные — при напоре от 0, 25 до 0, 5 МПа, высоконапорные — при напоре выше 0, 5 МПа.

Насосные станции с приводом от ВОМ трактора монтируют на раме, навешиваемой на трактор, а насосные станции с собственным двигателем—на раме-салазках или на одно- и двухосном прицепе с пневматическими шинами.

Навесные насосные станции (типа СНН) с приводом от ВОМ трактора наиболее мобильны. Однако они должны быть относительно легкими и компактными, поэтому их выпускают с подачей не более 75 л/с. Обязательное наличие повышающего редуктора и использование в работе трактора удорожает стоимость установки, поэтому и стоимость поданной воды оказывается выше, чем для насосных станций с собственным двигателем. Их целесообразно применять для полива небольших участков с частой сменой позиций, при подаче воды непосредственно в дождевальные машины или установки.

Передвижные насосные станции с собственным двигателем (типа СНП) менее мобильны и зачастую работают на одном месте в течение всего оросительного сезона, но стоимость подаваемой ими воды ниже. Их выпускают

с двигателями внутреннего сгорания и с электродвигателями (подача от 25 до 705 л/с); они получили наибольшее распространение.

Для привода насосной станции используют, как правило, дизельные двигатели внутреннего сгорания. Мощность двигателя насосной станции рассчитывают с учетом ее работы при полном открытии заслонки.

Насосы преобразуют энергию двигателя в энергию напора воды. Насосные станции снабжают, как правило, центробежными насосами, в редких случаях—осевыми пропеллерными. Находят применение центробежные насосы двух разновидностей: с односторонним подводом воды — консольные (марки К) и с двухсторонним подводом воды (марки Д).

Находят применение одно- и двухколесные насосы. Последние могут работать в двух режимах: параллельном (двухпоточном) и последовательном (двухступенчатом). При параллельном режиме полость каждого колеса снабжена отдельным всасывающим и напорным трубопроводами, подача возрастает вдвое по сравнению с одноколесным насосом. При настройке на последовательный режим полости колес соединяют переводным коленом, в результате подача уменьшается, а напор возрастает вдвое. Осевые пропеллерные насосы обеспечивают высокую производительность, но с малым напором (от 2 до 10 м), поэтому находят применение в низконапорных насосных станциях. По сравнению с центробежными они имеют более высокий к. п. д. (0, 90...0, 95), их рабочие колеса меньше истираются частицами песка и ила, содержащимися в воде. Для подъема и опускания всасывающего трубопровода служит, как правило, ручная лебедка со стрелой, блоками и тросом. Всасывающую линию при пуске заполняют водой с помощью специального вакуумнасоса, эжектора или вручную. Насосные станции с собственным двигателем, как правило, оборудованы системой автоматической защиты двигателя и реле времени. Автоматическая защита контролирует режим работы систем охлаждения и смазки двигателя и давление в напорной линии насоса и отключает двигатель при нарушении нормального режима работы. Реле времени отключает двигатель по истечении определенного, заранее



заданного, времени работы. Это позволяет одному машинисту обслуживать несколько насосных станций, работающих одновременно на разных участках. Плавающие насосные станции отличаются более высокой материалоемкостью, так как их монтируют на понтонах, связанных между собой рамой, или металлическом судне. Наиболее распространенные плавающие насосные станции типа СНПЛ имеют ряд унифицированных узлов с сухопутными передвижными насосными станциями типа СНП соответствующей подачи. По водоему станция перемещается за счет работы водометного движителя. Воду от насоса можно направлять в напорный трубопровод или в сопло водометного движителя. В последнем случае реактивная сила, развиваемая струей, приводит станцию в движение. Для изменения направления движения сопло с помощью штурвала поворачивают вокруг вертикальной оси.

**Рабочий процесс.** Перед пуском насосной станции закрывают задвижку напорной линии, а рабочую камеру насоса и всасывающую трубу заполняют водой. Включают двигатель и, дав ему отработать 0, 5...1 мин, медленно открывают задвижку напорной трубы. По показаниям вакуумметра и манометра убеждаются в том, что насос работает в нужном режиме.

Подачу и напор регулируют двумя способами: изменением положения задвижки и изменением частоты вращения вала насоса. Первый наиболее прост, но приводит к значительному снижению к.п.д. насоса. В конструкциях современных передвижных насосных станций находят применение оба способа.

**Быстроразборные трубопроводы и арматура.** Быстроразборные трубопроводы предназначены для подачи воды от передвижных насосных станций к дождевальным машинам и установкам или в открытые оросительные каналы. Такой трубопровод состоит из отдельных труб (секций) длиной 5...6 м, соединяемых быстроразъемными муфтами. При соединении конец одной трубы входит в раструб другой (смежной). По форме раструбных концов различают разборные трубопроводы с шаровыми (типа РТШ), конусными и цилиндрическими (типа РТ) соединениями. Во всех конструкциях раструб снабжен резиновой манжетой, которая создает уплотнение автоматически под

действием напора воды в трубопроводе. После выключения насосной станции напор исчезает, и трубопровод выпускает воду через муфты автоматически. Это исключает местное затопление растений, неизбежное при опорожнении трубопровода в одном месте. За счет эластичности манжет и зазоров между трубами их можно соединять не только соосно, но и под углом до 10... 15° одна к другой, чем достигается необходимая приспособляемость в условиях сложного рельефа местности. Для предотвращения повреждений растений каждая труба (секция) снабжена опорой высотой 0, 1...0, 4 м.

## **2.2 ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА «ФРЕГАТ»**

### **Основные характеристики и особенности конструкции**

В Российской Федерации широкое распространение получил полив сельскохозяйственных культур многоопорными дождевальными машинами «Фрегат», «Днепр», «Кубань» и дождевальными установками «Волжанка». В Саратовской области, в настоящее время, используется около 1492 дождевальных машины «Фрегат», что составляет 72,6 % всего парка техники полива. Опыт эксплуатации показывает, что дождевальная машина «Фрегат» имеет ряд преимуществ перед другими типами машин, а именно, позволяет полностью механизировать и автоматизировать технологический процесс полива, сократить число операторов и повысить производительность труда за счет обслуживания одним оператором до 4 машин, а также производить полив в большом диапазоне поливных норм (190...1200 м<sup>3</sup>/га) в зависимости от скорости движения.

Дождевальная машина «Фрегат» выполнена в виде движущегося по кругу многоопорного трубопровода с размещенными на нем среднеструйными дождевальными аппаратами и предназначена для полива сельскохозяйственных культур, лугов и пастбищ. Водопроводящий пояс машины высотой 2,2 м над поверхностью земли опирается на самоходные опоры, имеющие двухколесные тележки с гидроприводом, работающим от энергии поливной воды. Звено (тележка) машины состоит из колесной самоходной опоры с механизмом

гидропривода, трубы водопроводящего пояса с дождевальным аппаратом, А-образной фермы с системой тросового крепления водопроводящего пояса, узлов автоматической системы синхронизации движения и аварийной остановки.

Вода подается от гидрантов закрытой оросительной сети или из скважин погружным насосом. Над гидрантом размещена неподвижная опора – металлическая конструкция, закрепленная на бетонном фундаменте со стояком, вокруг которого вращается машина.



Рис. 37- Дождевальная машина «Фрегат».

Поливную норму регулируют, изменяя скорость движения машины. Для обеспечения равномерного полива площади машина оборудована среднеструйными дождевальными аппаратами кругового действия четырех типоразмеров и одним концевым аппаратом, работающим по сектору для полива площади углов участка.

На орошаемом участке машину «Фрегат» можно использовать для полива с одной или двух позиций. Перевозит машину в осевом направлении трактор-буксировщик.

В зависимости от конкретных условий землепользования применяют машины различных модификаций (ДМУ-А и ДМУ-Б), отличающиеся длиной и расходом ; базовая модель имеет 16 опор.

Технологические схемы работы дождевальных машин «Фрегат» при орошении сельскохозяйственных культур могут быть следующими (табл. 3).

Таблица 3- Техническая характеристика дождевальной машины «Фрегат»

Наименование	Показатели	Единицы измерения
Привод передвижения машины	Гидравлический	-
Количество самоходных опор	16(и более)	шт.
Длина машины	454	м
Расстояние между самодвижущимися опорами с 1 по 7 опору	24,7	м
с 7 по последнюю 16	29,6	м
Напор воды на входе в машину при максимально допустимом продолжительном уклоне	7; (0,7)	кгс/см <sup>2</sup> (МПа)
Максимальная площадь полива при работе на одной позиции	72	га
Радиус полива при отключенном концевом дождевальном аппарате	468	м
Радиус струи концевой дождевальной аппаратуры	25	м
Минимальное время полного оборота машины	51	час
Минимальная поливная норма	240	м <sup>3</sup> /га
Количество дождевальных аппаратов	50	шт.
Расстояние от поверхности земли до трубопровода	2,2	м

Таблица 4- Технические характеристики модификаций ДМ «Фрегат»

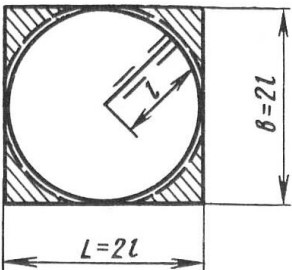
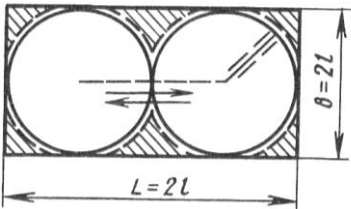
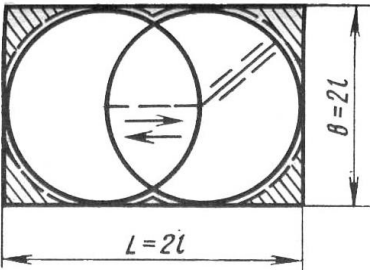
Модификация машины «Фрегат»	Число опорных тележек	Длина, м	Расход воды, л/с (числитель), требуемое давление на входе в машину при нулевом общем уклоне, МПа (знаменатель)	Средняя интенсивность дождя по длине машины, мм/мин	Максимальная площадь полива при работе с одной позиции и постоянно включенном концевом дождевальном аппарате га	Радиус полива при отключенном концевом дождевальном аппарате, м	Расход воды через концевой аппарат, л/с	Минимальная норма полива за один оборот машины (при числе ходов гидроцилиндра последней тележки 5,5 в 1 мин), м <sup>3</sup> /га	Масса, т	
									без воды	в рабочем состоянии (с водой)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ДМУ-А199-28	7	199,0	28/0,47 20/0,47	0,22 0,17	15,8	211 209	5,7 4,1	137 98	6,5	10,1
ДМУ-А229-32	8	228,7	32/0,48 25/0,47	0,22 0,18	20,2	241 238	5,9 4,6	142 111	7,4	11,5
ДМУ-А253-38	9	253,4	38/0,50 28/0,47	0,24 0,19	24,4	267 265	6,4 4,7	156 114	8,2	12,7
ДМУ-А283-45	10	283,0	45/0,51 30/0,48	0,25 0,18	29,8	297 295	6,9 4,6	170 113	9,2	14,3
ДМУ-А308-30	11	307,8	30/0,48	0,16	34,8	317	4,3	106	10,0	15,5
ДМУ-А308-55	11	307,8	55/0,54 45/0,52	0,27 0,23	34,8	322 321	7,9 6,4	195 159	10,0	15,5
ДМУ-А337-45	12	337,4	45/0,52 34/0,50	0,21 0,17	41,3	350 349	5,9 4,6	147 114	10,9	16,5
ДМУ-А337-65	12	337,4	60/0,59 55/0,55	0,29 0,25	41,3	351 351	8,5 7,2	213 180	10,9	16,9
ДМУ-А362-50	13	362,2	50/0,54 40/0,51	0,21 0,18	47,1	375 374	6,2 5,0	155 124	11,7	18,2

Продолжение таблицы 4

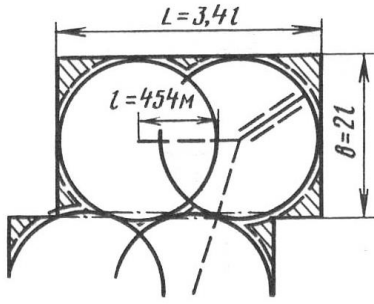
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ДМУ- А392- 50	14	391 ,8	50/0,55 40/0,52	0,20 0,17	54,6	404 402	5,8 4,6	145 116	12, 6	19,6
ДМУ- А417- 55	15	416 ,5	55/0,57 45/0,54	0,21 0,17	61,2	429 428	6,0 4,9	152 124	13, 4	20,8
ДМУ- Б379-75	13	379 ,2	75/0,57 68/0,55 60/0,53	0,29 0,27 0,24	51,3	392 390 390	8,6 7,8 6,9	222 202 178	12, 2	20,2
ДМУ- Б409-80	14	408 ,8	80/0,58 72/0,56 65/0,54	0,29 0,26 0,24	59,1	420 420 419	8,7 7,8 7,1	223 200 181	13, 2	21,9
ДМУ- Б434-90	15	433 ,6	90/0,62 80/0,59 70/0,56	0,31 0,28 0,24	66,1	447 445 444	9,2 8,2 7,2	238 212 185	14	23,3
ДМУ- Б463-60	16	463 ,2	60/0,54 50/0,51	0,2 0,18	74,9	474 473	5,8 4,8	150 125	15	25
ДМУ- Б463-90	16	463 ,2	90/0,63 80/0,59 72/0,57	0,29 0,26 0,23	74,9	476 474 474	8,7 7,8 7	225 200 180	15	25
ДМУ- Б488-65	17	487 ,9	65/0,55 55/0,53	0,21 0,18	82,6	498 497	6 5,1	156 132	15, 8	26,4
ДМУ- Б488-90	17	487 ,9	90/0,64 80/0,60	0,27 0,25	82,6	499 498	8,2 7,3	216 192	15, 8	26,4
ДМУ- Б518-90	18	517 ,6	90/0,64 80/0,61 72/0,58	0,26 0,23 0,21	92,5	528 528 528	7,9 7 6,3	205 182 164	16, 8	28,2
ДМУ- Б542-90	19	542 ,3	90/0,65 80/0,61 72/0,58	0,25 0,23 0,21	102,2	553 553 552	7,6 6,7 6,1	194 173 155	17, 6	29,5
ДМУ- Б572-90	20	571 ,9	90/0,66 80/0,62 72/0,59	0,24 0,22 0,20	111,3	583 582 582	7,2 6,4 5,8	189 168 151	18, 6	31,3

Таблица 5- Технологические схемы работы дождевальных машин

«Фрегат» при орошении полей севооборота

Технологическая схема	Особенности работы	Преимущества	Недостатки
1	2	3	4
	<p>Машина работает на одной позиции, орошаемая площадь зависит от конструктивных параметров машины, неорошаемые углы при работе концевых аппаратов составляют 16...18%, КЗИ – 0,82...0,84</p>	<p>Машина работает независимо от других, отсутствуют затраты труда и времени на перебазировки в течение вегетационного периода</p>	<p>Низкий КЗИ, минимальная сезонная нагрузка на машину, значительные капиталовложения и срок окупаемости</p>
	<p>Машина работает на двух позициях в пределах одного поля или же на смежных полях, КЗИ – 0,82...0,84</p>	<p>Увеличивается сезонная нагрузка на машину, снижаются капиталовложения и срок окупаемости. При обслуживании двумя машинами двух смежных полей сокращается время полива поля</p>	<p>Низкий КЗИ, необходимость перебазировки машины, не решена проблема полива углов</p>
	<p>Машина работает на двух позициях в пределах одного поля. Гидранты расположены на расстоянии, равном конструктивной длине машины, КЗИ – 0,91...0,93</p>	<p>КЗИ повышается до 0,91...0,93. Увеличивается загрузка машины по сравнению со схемой I, сокращается расстояние транспортировки машины</p>	<p>Перекрытие поливом части площади поля, подача на площади перекрытия поливной нормы в два приема. Необходимость изменения скорости движения машины в процессе полива</p>

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
	<p>Машина работает на двух позициях на гидрантах, которые в пределах поля расположены на расстоянии, равном 1,4 конструктивной длины машины. Расстояние между гидрантами на смежных полях составляет 1,925 длины машины, КЗИ – 0,91...0,93</p>	<p>На 7...8% повышается КЗИ, увеличивается по сравнению со схемой I загрузка машины, для полива углов не требуется другая поливная техника</p>	<p>Перекрытие поливом части площади поля, на 6...7% наблюдается перерасход воды, консольная часть машины проходит над соседним полем, ухудшается возможность посадки лесополос между смежными полями</p>

Примечание:  $L$  – длина поля;  $b$  – ширина поля;  $l$  – геометрическая длина машины

К машинам «Фрегат» дополнительно поставляют гидроподкормщик для внесения с поливной водой растворимых удобрений, комплекты щитов для ограждения гидроприводов и колес тележек при орошении высокостебельных культур, механические тормоза промежуточных тележек на полях с продольным уклоном более 0,05, гибкую вставку у неподвижной опоры, оборудование для отключения концевого дождевального аппарата и для транспортирования машины со стороны неподвижной опоры или консольной части, приспособления для замены коротких труб и прокладок в модификациях ДМУ-А и ДМУ-Б, фильтр, систему внешней аварийной защиты.



## Устройство неподвижной опоры

Жёсткая рама неподвижной опоры (рис. 38) образована 4-мя стойками 1, скреплённых между собой поперечными балками 2 и 3.

Верхние концы стоек крепятся к лапам, которые приварены к обойме. Нижние концы стоек прикреплены к косынкам полозьев.

Полозья выполнены из труб со сплюснутыми и загнутыми концами.

В верхней части неподвижной опоры установлено кольцо, предназначенное для установки упоров, которые обеспечивают отключение концевого аппарата. К кольцу также крепятся кронштейн с планкой, устанавливаемый в любом месте в зависимости от условий эксплуатации и предназначен для остановки машины стоп-устройством. В верхней части неподвижной опоры крепится поддон 5, который предназначен для укладки трубки гидравлической защиты и сливной трубки от гидроподкормщика.

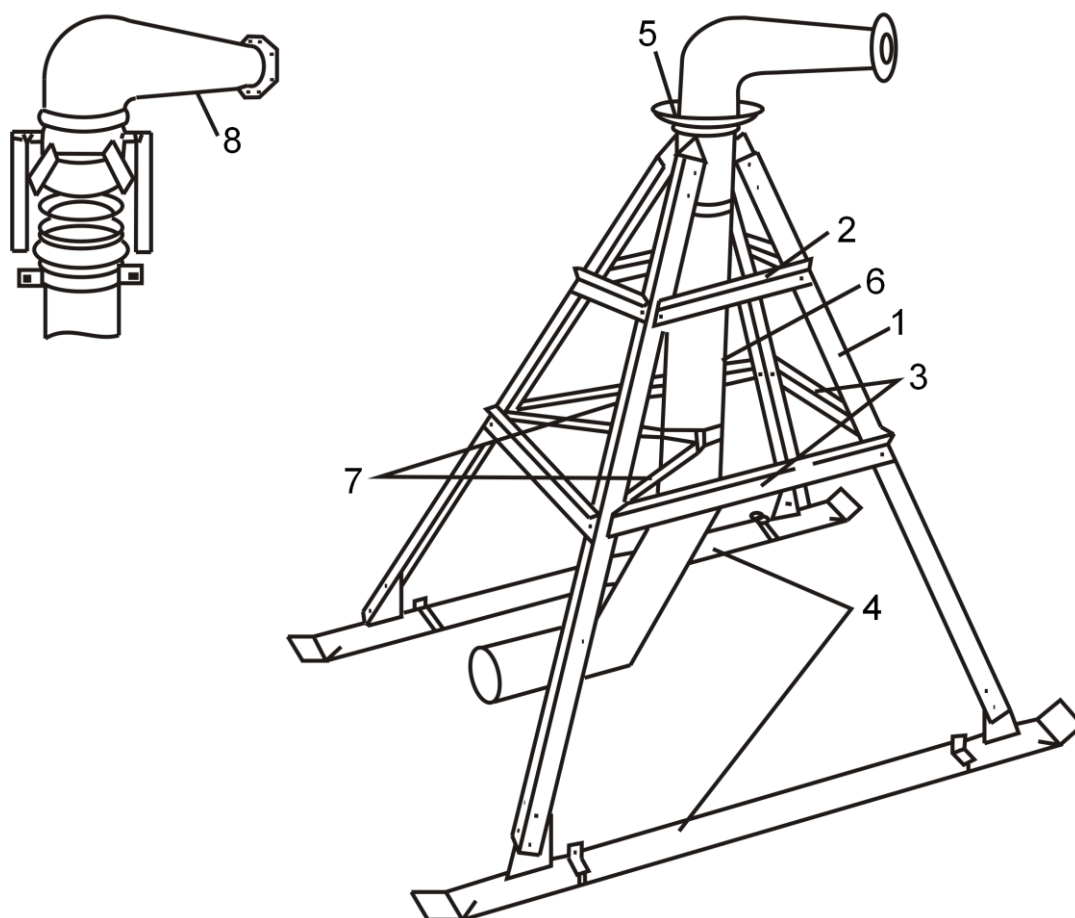


Рис.38 - Неподвижная опора с поворотным коленом

Неподвижная труба 6 крепится к обойме двумя планками и хомутом. В средней части она зафиксирована хомутом и кронштейнами 7. В нижней части трубы имеется фланец, который служит для присоединения к внешней оросительной системе.

Соединение неподвижной трубы с цилиндрическим патрубком поворотного колена 8 уплотняется резиновым кольцом. Цилиндрический патрубок с обоймой образуют подшипник поворотного колена в вертикальной плоскости ограниченного полукольцами приваренными к цилиндрическому патрубку. К фланцу поворотного колена подсоединяется поливной трубопровод.

### **Устройство водопроводящего трубопровода**

Полливной трубопровод (рис. 39) закрепляется на каждой тележке. Состоит из коротких – 1, крайних – 2, промежуточных – 3.

Короткие трубы крепятся на тележки, крайние трубы примыкают с обеих сторон к тележке. Промежуточные трубы расположены в средней части пролёта.

Пролёты между двумя соседними тележками состоят из 3-х труб. Каждый из пролётов присоединяется к коротким трубам.

Соединение труб фланцев, которое уплотняется резиновыми прокладками.

Пролёты трубопроводов от 1 до 7 тележки состоят из двух крайних труб – 2 диаметром 177,8 мм с толщиной стенки 1,9 мм и длиной 9754 мм и одной промежуточной 3 диаметром 177,8 мм толщиной 1,9 мм и длиной 4876мм.

Пролёты трубопровода от 7-й до последней тележки состоят из двух крайних труб диаметром 152,4 мм с толщиной стенки 1,9 мм и одной промежуточной 3 диаметром 152,4 мм с толщиной стенок 2,65 мм и имеют одинаковую длину 9754 мм.

На тележках от 1-й до 6-й включительно устанавливаются короткие 1 трубы диаметром 177,8 мм, а на тележках от 8-й до последней включительно – короткие трубы диаметром 152,4 мм.

Кроме указанных участков трубопровода повторяющихся по длине машины в пролётах между 1-й и последней тележками, а в состав трубопровода входят следующие участки:

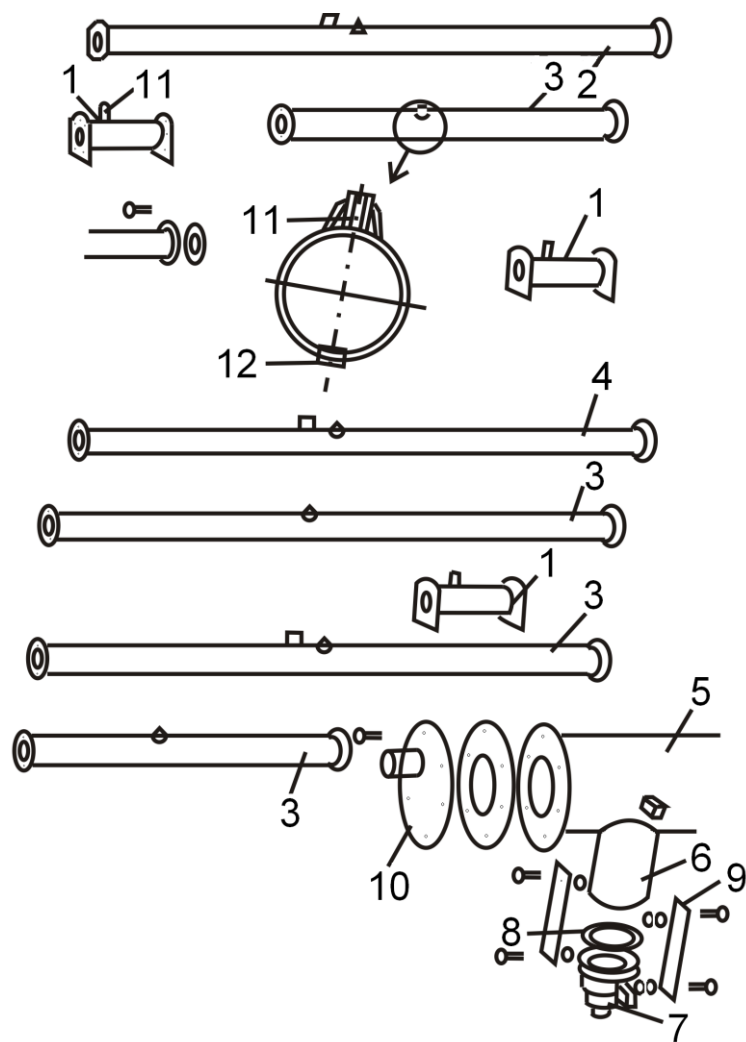


Рис. 39 Сборочные единицы трубопровода ДМ «Фрегат»

— участок от неподвижной опоры до 1-й тележки состоит из двух крайних труб диаметром 177,8 мм и длиной 9754 мм.

— на 7-й тележке устанавливается короткая, конусной формы труба обеспечивающая переход от труб диаметром 177,8 мм к трубам диаметром 152,4 мм.

— пролёт между предпоследней и последней тележками состоит из двух крайних труб диаметром 152,4 мм с толщиной стенки 1,9 мм и одной промежуточной трубы диаметром 152,4 мм с толщиной стенки 2,65 мм. Промежуточная труба в отличие от всех имеет в верхней части проушину.

— консольный участок состоит из крайней трубы длиной 4876 мм, концевой трубы длиной 2440 мм и диаметром 152,4 мм. К концевой трубе 5 приварен патрубок 6 для слива воды из трубопровода во время его промывки.

Патрубок закрывается стаканом 7 с резиновым кольцом 8 и крепится к трубе планками 9.

К торцу трубы присоединяется заглушка 10 с патрубком для установки концевой дождевальной аппаратуры.

Трубы поливного трубопровода при изготовлении подвергаются гидравлическим испытаниям давлением 1,0 МПа.

В середине каждой трубы приварен сверху штуцер 11 для установки дождевальной аппаратуры, а снизу – штуцер 12 для установки сливного клапана.

Сливные клапаны (рис. 40) предназначены для обеспечения автоматического слива воды из поливного трубопровода при прекращении её подачи.

Клапан состоит из корпуса 1, уплотнения 2, крышки 3.

Уплотнение выполнено из литой резины. По его периметру имеются пазы полукруглой формы для прохода воды при сливе. При наличии давления воды в трубопроводе уплотнение прижимается к конусной части крышки.

При снятии давления воды под действием упругих сил резины уплотнение выпрямляется, и вода проходит через пазы в нижнюю часть крышки, в которой имеется сливное отверстие и отражатель 4.

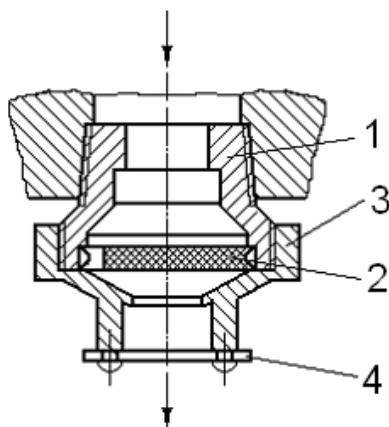


Рис. 40- Сливной клапан

## Дождевальные аппараты

Дождевальные машины «Фрегат» оснащены 49 струйными дождевальными аппаратами четырёх типоразмеров и одним дальнеструйным концевым работающим по кругу или сектору.

Аппараты с 1 по 4 – кругового вращения, различаются по расходу воды и размерам, вращаясь вокруг вертикальной оси под действием струи воды, осуществляют полив по кругу.

Для равномерности полива необходимо устанавливать дождеватели согласно специальной схемы, которая поступает вместе с машиной.

К каждому дождевателю прикреплена бирка с номером, обозначающим место расположения аппарата по длине водопроводящего трубопровода, нумеруют эти места от неподвижной опоры.

Концевой аппарат устанавливается на консольной части трубопровода, работой которого управляют диафрагменный клапан, упоры на центральной неподвижной опоре и трёхходовой клапан.

Концевой дальнеструйный аппарат может осуществлять полив, как по сектору, так и по кругу.

## **Гидропривод машины**

### *Устройство распределительных клапанов гидропривода*

Клапан-распределитель предназначен для периодического подвода и слива воды из гидроцилиндра при его рабочем и холостом ходу.

Клапаны-распределители двойного действия с принудительным открытием и закрытием (рис. 41).

Клапаны состоят из: корпуса 1, штока 2, основания 3.

Существует два типа клапанов-распределителей: низкоскоростной, высокоскоростной.

У низкоскоростного клапана-распределителя (рис. 41.а) шток клапана состоит из стержня 2, на конце которого установлен пластмассовый конус 4 с уплотнительными поясками. Вместо поршня в нём применяется пружина 6, которая обеспечивает прижатие штока клапана к нижнему седлу.

У высокоскоростного клапана (рис. 41.б) шток состоит из стержня 2 с пластмассовым конусом 4. На торцах конуса имеются уплотнительные пояски.

На нижнем конце штока установлен поршень с манжетой 5, а на верхнем упорная гайка 6. Диаметр расточки основания, по которой работает манжета больше диаметра нижнего седла клапана и меньше диаметра верхнего седла.

Соединение основания с корпусом уплотняется резиновым кольцом 7. При верхнем положении штока вода от регулирующего клапана под давлением поступает к гидроцилиндру.

В нижнем положении штока вода из гидроцилиндра поступает на слив.

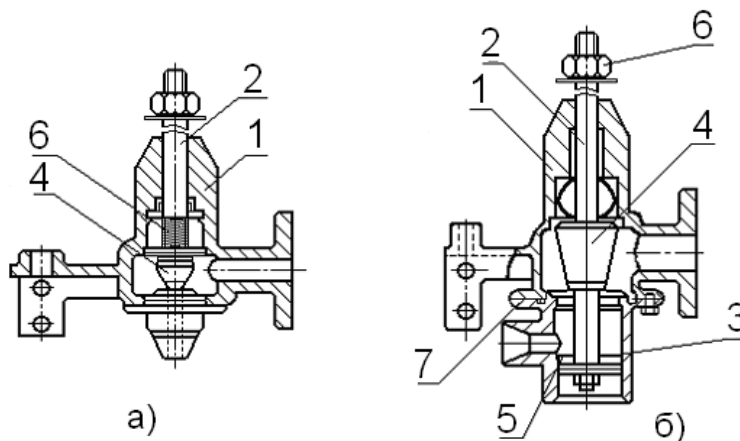


Рис. 41. Клапаны-распределители гидропривода машины «Фрегат»

### Устройство гидроцилиндра и механизма привода тележек

Гидроцилиндр (рис. 42) состоит из стального тонкостенного цилиндра 1 диаметром 122,8 мм, уплотнительной манжеты 2 и поршня 3, изготовленного из пластмассы, и полого стального оцинкованного штока 4.

В нижней части имеется два технологических отверстия. Цилиндр закрыт с обоих торцов крышками 5.

В нижней чугунной крышке 6 имеется отверстие для прохода штока и два прилива 7 с резьбовыми отверстиями для соединения с силовым рычагом. Во фланце крышки расположено отверстие для отвода протечек воды. Крышки закрепляются на цилиндр четырьмя шпильками 8.

Поршень и манжета затягиваются на штоке через стальную шайбу гайкой, обеспечивая уплотнение рабочей полости по упорному бурту штока и между собой.

Шток крепится с основанием 9, в котором имеется прилив с отверстиями для присоединения к раме тележки и фланец 10 для крепления клапана-распределителя.

Силовой рычаг сварной конструкции закрепляется на раме болтом через стальную распорную втулку.

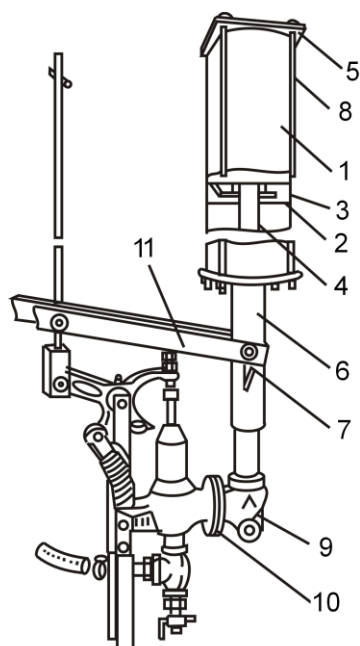


Рис. 42- Гидроцилиндр (Гидропривод самоходной тележки)

Плечи силового рычага *11* соединяются шарнирно с нижней крышкой гидроцилиндра болтами.

В средней части щёк силового рычага имеются отверстия для установки муфты возвратной пружины.

Направляющие толкателей колёс закреплены на стойках рамы.

Толкатели колёс крепятся к силовому рычагу шарнирно и служат для привода колёс.

За один ход цилиндра толкатель через зацепы поворачивает колесо на 160 мм. За счёт поворота колёс машина приходит в движение.

## **Назначение регулятора скорости, его устройство и работа**

Регулятор скорости предназначен для автоматического регулирования скорости движения тележек в зависимости от скорости движения последней тележки, а также для поддержания заданной при настройке машины общей линии трубопровода путём изменения скорости движения тележек, отклоняющихся от этой линии.

Система состоит из регуляторов скорости 1 (рис. 43), устанавливаемых на всех тележках, кроме последней и тяг 2, соединяющих регулирующие стержни 3 с крайними трубами водопроводящего трубопровода 4.

Принцип регулирования заключается в изменении количества воды, подаваемой в гидроцилиндр тележки из водопроводящего трубопровода через регулирующий клапан 7 в зависимости от изгиба трубопровода относительно его заданной общей линии.

Забегание или отставание какой-либо тележки тяги 2 воздействуют на стержень 3 регулятора скорости, перемещая его в ту или иную сторону. Стержень 3 с изогнутым участком воздействует на нажимной рычаг 4, последний, поворачиваясь вокруг оси, регулировочным болтом 5 нажимает на шток 6 регулирующего клапана, изменяя проходное сечение в клапане и тем самым, увеличивая количество воды в гидроцилиндре. Скорость тележки увеличивается.

Максимальному открытию клапана соответствует положение стержня 3, когда его длинный участок находит на шток регулирующего клапана 6. Когда тележка выравнивается в общую линию, тяга 2 ослабнет, за счёт пружины стержень 3 вернётся в прежнее положение.

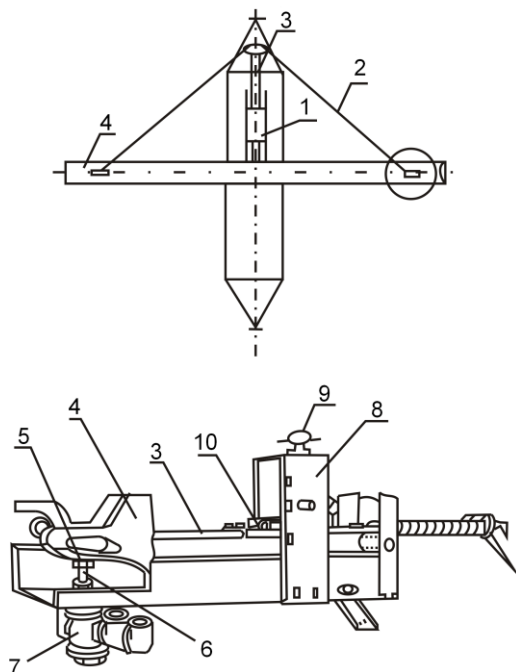


Рис. 43- Система автоматической синхронизации движения тележек

На кожухе 8 установлен исполнительный клапан с копиром. Маятник находится в вертикальном положении. Для обеспечения срабатывания



исполнительного клапана на стержне закреплены два упора 10 с обеих сторон маятника.

В регуляторе скорости производится регулировка установки клапана 7 и его открытия. Регулировочный шток 6 устанавливается так, чтобы при положении длинного прямого участка стержня 3 на ролике 4 шток имел дополнительный ход вниз до упора равный 1,4...1,7 мм.

## **Устройство системы механической защиты**

Дождевальная машина «Фрегат» комплектуется заводами изготовителями механической и электрической, механической и электрогидравлической или гидравлической системами защиты. Системы защиты предназначены для аварийной остановки машины при опасном для прочности конструкции изгибе трубопровода. Защитной функцией обладает также и система автоматической синхронизации движения самоходных тележек, которая следит за изгибом водопроводящего трубопровода и, изменяя скорость самоходных тележек, предотвращает недопустимый изгиб трубопровода.

Система механической защиты (рис. 44) предназначена для защиты машины от поломок при недопустимом общем изгибе трубопровода путём уменьшения скорости движения последней тележки, вплоть до её остановки, без отключения водоподачи.

Система состоит из регулирующего крана с приводом 1, смонтированного на последней тележке, и проволоки управления 2, протянутой по всей длине трубопровода и закреплённой одним концом на фланце поворотного колена неподвижной опоры, а другим концом через талреп 3 с регулирующим стержнем 4, двух пружин 6.

Регулирующий кран состоит из корпуса и крышки, уплотнённых по стыку кольцом.

Внутри корпуса между двумя резиновыми кольцами расположен шар с отверстиями. В паз шара входит шлиц штока. Шток уплотняется двумя манжетами, изготовленными из фторопласта.

На свободном конце штока закреплена планка с двумя роликами, при горизонтальном положении которых кран полностью открыт. Вращение штока

осуществляется перекрытием крана. Регулирующий кран закрепляется на плите переходником через набор шайб.

Под корпус регулирующего крана устанавливают регулирующие шайбы для обеспечения необходимого зазора 0,4 мм между роликами и копирами.

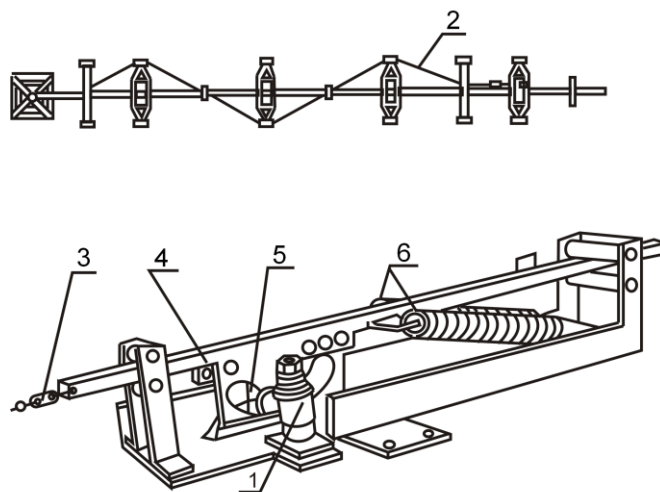


Рис. 44-Система механической защиты

На плите между направляющими роликами расположен стержень привода, к которому приварен копир 5. К копиру стержня крепится двумя болтами второй подвижной копир. Оба копира образуют профильный контур с прямым участком в середине и двумя криволинейными участками по краям. На плите закрепляется исполнительный клапан гидрозащиты, который поворачивается одновременно со штоком. Исполнительный клапан срабатывает практически одновременно с закрытием регулирующего крана.

Система работает следующим образом. Когда ролик крана не работает по криволинейной части копира, кран 1 полностью открыт и обеспечивается скорость последней тележки, заданная краном-задатчиком. При изгибах трубопровода, вызывающих перемещение стержня 4 в положение, когда профильный контур одного из копиров находит на ролик регистрирующего крана, заставляя его перемещаться по своей поверхности, происходит поворот планки и связанного с ней штока регулирующего крана. При этом уменьшается проходное сечение крана и замедляется скорость движения тележки. Когда ролик находится в верхней части профиля копира, кран закрывается и тележка останавливается.

Уменьшение скорости движения или остановка последней тележки приводит к уменьшению скорости движения остальных тележек или к их остановке системой автоматического регулирования скорости движения тележек.

При восстановлении заданной линии трубопровода регулирующий кран откроется полностью или необходимо вмешательство оператора, и машина начнёт движение с установленной скоростью. После монтажа необходимо проверить механическую защиту. Для этого необходимо снять проволоку с ролика предпоследней тележки и медленно отпустить в сторону тросовой опоры. До того, как проволока коснётся угольников стойки тросовой опоры, копир стержня должен повернуть плиту с роликами регулирующего крана в крайнее положение.

Таблица 6 - Основные неисправности при работе ДМ «Фрегат»

Внешние проявления и вероятная причина	Метод устранения
<b><i>Остановка тележки</i></b>	
1. Сломан рычаг-переключатель клапана распределителя или курковая пружина	Установить новые детали
2. Поломка поршня гидроцилиндра. Остановка тележки из-за того, что гидроцилиндр медленно или совсем не возвращается вниз после окончания рабочего хода: - искривление штока гидроцилиндра; - перекося штока в крышке гидроцилиндра; - нецилиндричность или конусность цилиндра (возможна при неравномерной затяжке гаек); - задиры на внутренней поверхности цилиндра или выкрашивание эмали	Заменить поршень  заменить шток произвести регулировку равномерно обжать гайки «крест накрест» заменить цилиндр  заменить цилиндр
3. Гидроцилиндр заедает в верхнем положении из-за неправильной установки штифта стержня тяги-рычага-переключателя (или его поломка)	Установить штифт в нижнее отверстие. Заменить штифт.
4. Гидроцилиндр заедает в нижнем положении из-за неправильного натяжения возвратной пружины	Провести регулировку натяжения пружины, установив зазор между муфтой пружины и втулкой равным 25 мм.
5. Гидроцилиндр заедает в нижнем положении  Колебания штока клапана вдоль его оси  Колебания штока клапана вдоль его оси из-за повышенного давления воды в водопроводящем трубопроводе.	Установить скобу тяги в нижнее отверстие Уменьшить зазор между торцом штока и торцом регулируемого болта до величины 1,2 мм. Установить давление воды по штатному манометру

## Система электрогидравлической защиты

Системы электрогидравлической и электрической защиты служат для остановки машины при возникновении аварийной ситуации. Если на дождевальная машина установлена электрическая система защиты, то при возникновении аварийной ситуации отключается электродвигатель насосного агрегата, если установлена электрогидравлическая защита – то закрывается гидрозадвижка на напорном трубопроводе.

Рассмотрим систему электрогидравлической защиты, как более сложную, принцип действия электрической защиты аналогичен, за исключением того, что при возникновении недопустимого изгиба водопроводящего трубопровода электрическое реле подает сигнал на отключение электродвигателя.

Система электрогидравлической защиты состоит из задвижки с гидроприводом, электрогидрореле и аккумуляторной батареи (рис. 45).

Задвижка с гидроприводом 4 устанавливается на подводящем трубопроводе перед неподвижной опорой.

Электрогидрореле 1 является гидравлическим реверсивным переключателем с электромагнитным приводом. Устанавливается электрогидрореле плитой 2 непосредственно на верхний фланец гидроцилиндра задвижки.

Вода для привода гидроцилиндра задвижки отбирается через клапан 6 и фильтр 5 из подводящего трубопровода перед гидрозадвижкой через фланец 7. Обмотка электрогидрореле включается в цепь электрогидрозащиты при помощи соединительного провода 9 с вилкой, которая включается в соответствующую розетку на ящике с аккумуляторными батареями 10, являющимися источником питания системы электрогидрозащиты дождевальной машины. Аккумуляторная батарея устанавливается в закрытом ящике на поперечных уголках неподвижной опоры.

Схема внешней системы электрогидрозащиты машины и схема соединения представлены на рисунке 14.

При соединении элементов системы защиты электрогидрореле включается в цепь ртутных выключателей последовательно. В этом случае при нормальной работе машины обмотка электрогидрореле находится под током и гидрозадвижка открыта. На каждой тележке ДМ «Фрегат» установлены

ртутные выключатели, соединенные между собой последовательно. В случае отставания или забегания какой-либо тележки трубопровод машины изгибается, что вызывает срабатывание системы синхронизации движения тележек, а затем (при дальнейшем искривлении) и размыкание ртутных выключателей. Цепь обесточивается, электрогидрореле переключает гидрозадвижку на закрытие и машина останавливается.

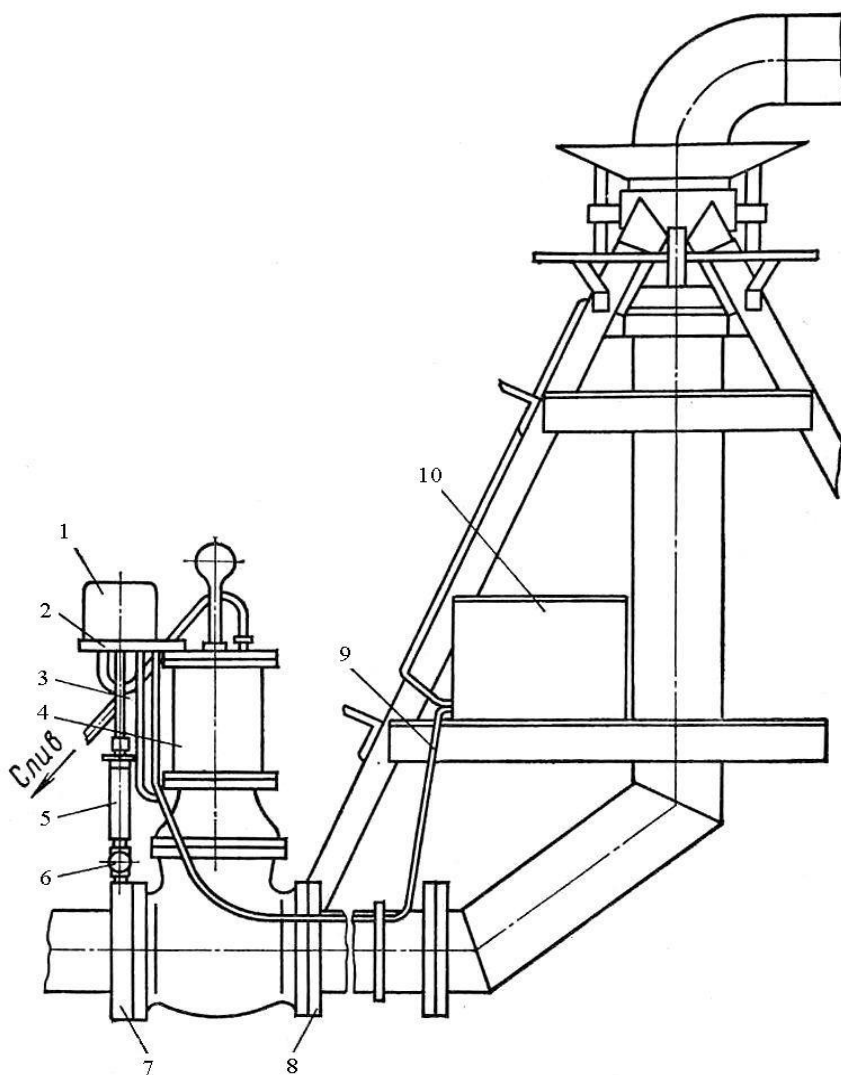


Рис. 45- Система электрогидравлической защиты ДМ «Фрегат».

1 – электрореле; 2 – плита; 3 – труба; 4 – задвижка с гидроприводом; 5 – фильтр; 6 – клапан запорный; 7, 8 – фланцы; 9 – провод соединительный; 10 – аккумуляторная батарея.

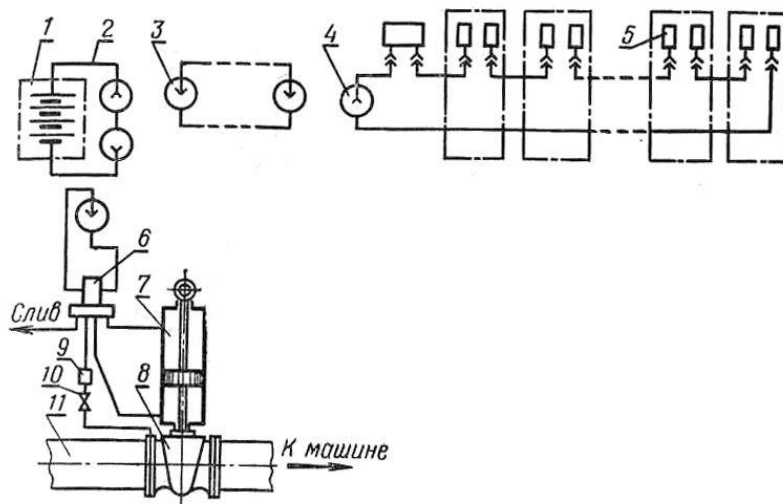


Рис.46- Электрогидравлическая схема системы защиты ДМ «Фрегат».

1 – аккумуляторы; 2 – провода соединительные; 3 – вилка; 4 – розетка;  
 5 – ртутные переключатели; 6 – электрогидрореле; 7 – гидроцилиндр; 8 –  
 задвижка; 9 – фильтр; 10 – клапан запорный; 11 – трубопровод.

### Серийная система гидравлической аварийной защиты

Система гидравлической аварийной защиты ДМ «Фрегат» предназначена для выработки сигнала на остановку машины при аварийном изгибе водопроводящего трубопровода в горизонтальной плоскости.

Система гидравлической аварийной защиты (рис. 47) состоит из исполнительных клапанов и механических приводов, устанавливаемых на каждой тележке и взаимодействующих со стоп-устройством; обратного клапана и фильтра, устанавливаемых на входе в систему гидравлической защиты; соединительной трубки, обеспечивающей коммуникацию элементов системы.

Исполнительный клапан (рис. 48) (в системе электрической и электрогидравлической защиты функцию исполнительных клапанов выполняют ртутные переключатели) состоит из тарелки 1, седла 5 и стакана 3. Седло 5 соединено со стаканом 3 через уплотнительное кольцо 4 круглого сечения.

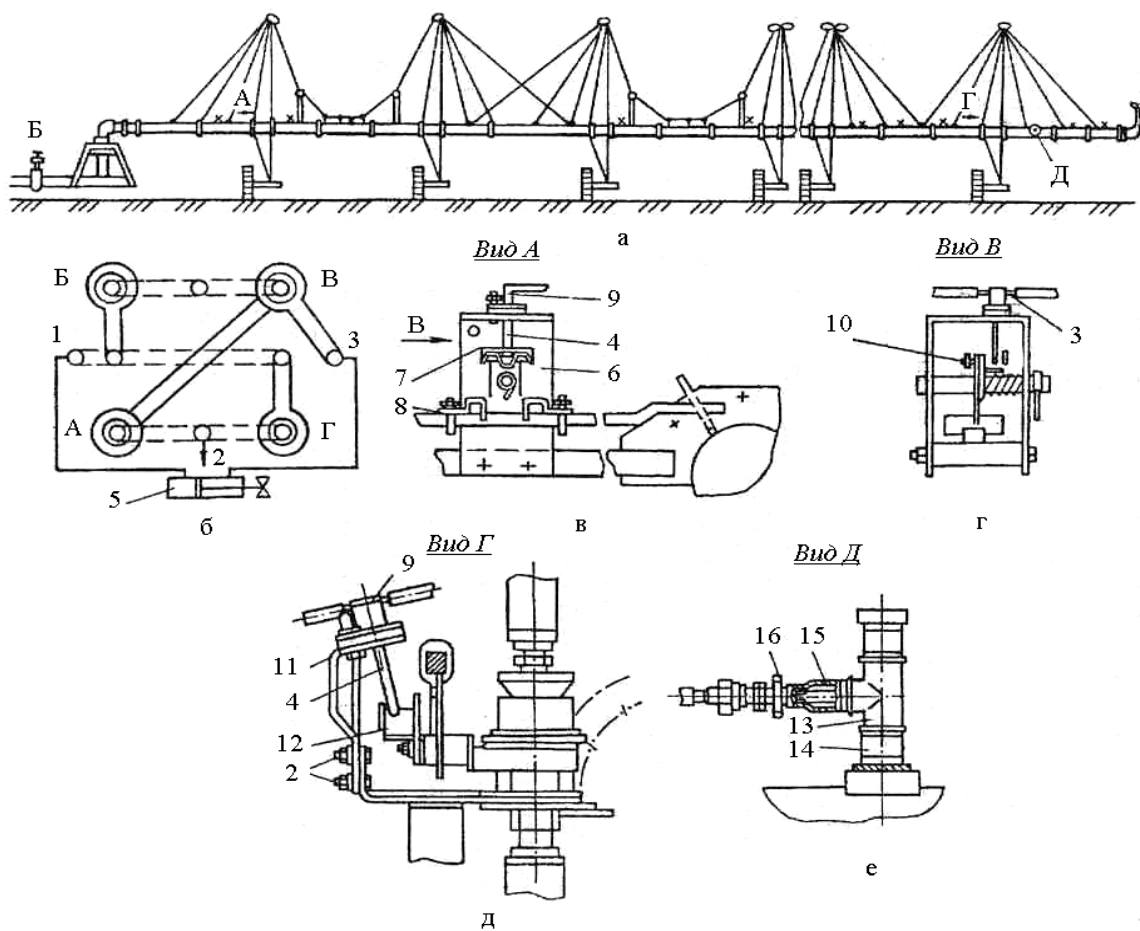


Рис. 47- Система гидравлической аварийной защиты ДМ «Фрегат».

а- общий вид машины с системой гидравлической защиты; б- схема расположения клапанов гидрореле; в- регулятор скорости с исполнительным клапаном; г- исполнительный клапан на кожухе регулятора скорости; д- исполнительный клапан на последней тележке; е- установка обратного клапана; 1, 3-штуцера; 2, 10-болты крепления; 4- шток исполнительного клапана; 5- гидрозадвижка; 6- кожух регулятора скорости; 7- механический привод исполнительного клапана; 8- упор; 9- исполнительный клапан; 11- кронштейн крепления; 12- упор; 13- тройник; 14 - переходной штуцер; 15- фильтр; 16- обратный клапан.

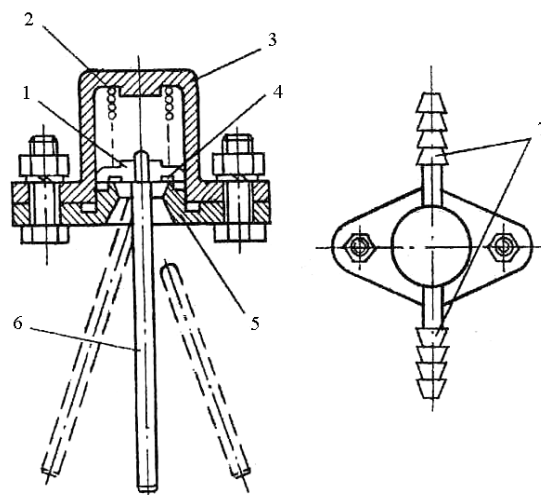


Рис. 48- Исполнительный клапан

1 – тарелка; 2 – пружина; 3 – стакан; 4 – уплотнительное кольцо; 5 – седло;  
6 – шток; 7 – штуцера.

### **Система гидравлической аварийной защиты, разработанной в ВолжНИИГиМ**

Принцип работы системы гидравлической аварийной защиты конструкции ВолжНИИГиМ следующий: при аварийном искривлении трубопровода 17 дождевальной машины (рис. 49) стержень 12 механизма синхронизации, перемещаясь, воздействует упором 11 на шток 10, открывая исполнительный клапан 9.

Вода из трубки управления 6 вытекает наружу, в результате снижения давления гидроуправляемые клапаны 13 закрываются, прекращая подачу воды по линиям питания в гидроприводы опор 16. Машина останавливается, дальнейшее искривление трубопровода 17 прекращается. Снижение давления в управляющей трубке 6 воспринимает управляющий блок 5 гидрореле 4, которое производит закрытие задвижки 2 с помощью гидропривода 3. Следует отметить, что данная конструкция системы аварийной защиты обеспечивает закрытие гидрозадвижки за время, при котором не возникают опасные для трубопроводов гидравлические удары. В случае остановки подачи воды насосной станцией, в период повторного пуска включение исправных дождевальных машин происходит автоматически.



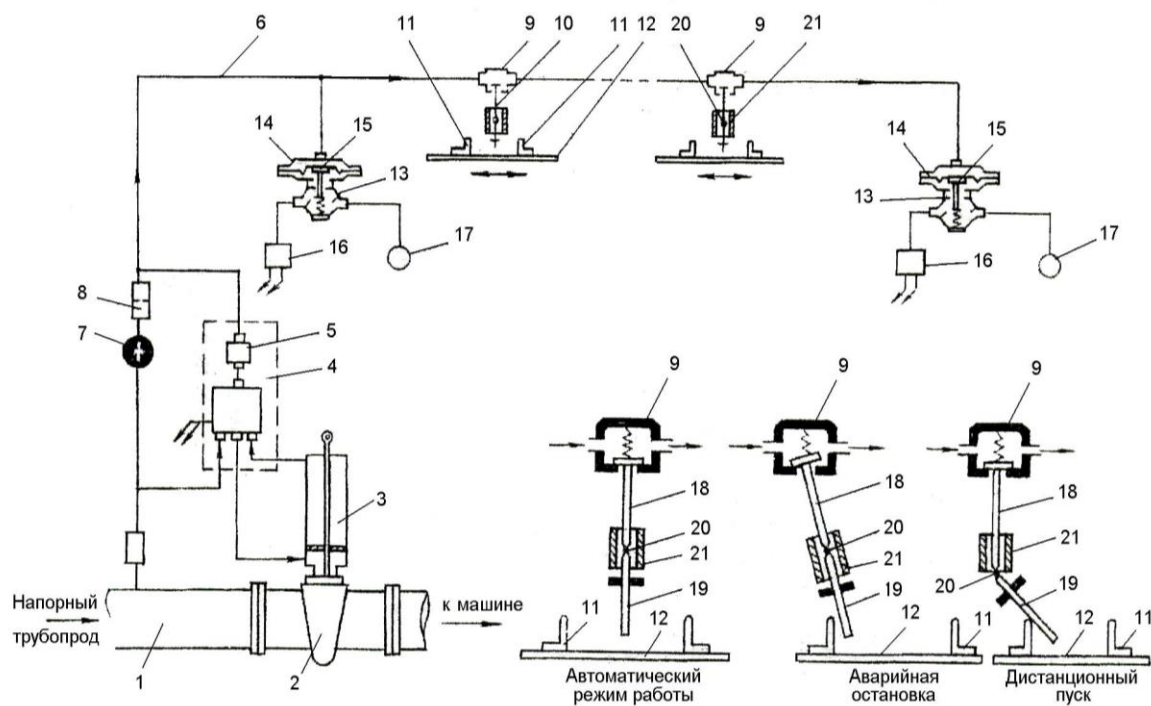


Рис. 49 Система гидравлической аварийной защиты

ДМ «Фрегат» конструкции ВолжНИИГиМ

1- трубопровод; 2 – задвижка; 3 – гидропривод; 4 – гидрореле; 5 – управляющий блок; 6 – трубка управления; 7 – кран; 8 – сужающее устройство; 9 – исполнительный клапан; 10 – шток; 11 – упор; 12 – стержень; 13 – гидроуправляемый клапан; 14 – привод; 15 – мембрана; 16 – гидропривод опор; 17 – напорный трубопровод; 18 – верхнее звено штока; 19 – нижнее звено штока; 20 – шарнир; 21 – блокирующая втулка

### Система автоматической синхронизации движения самоходных тележек

Система синхронизации движения предназначена для автоматического регулирования скорости движения тележек в зависимости от скорости движения последней тележки, а также для поддержания заданной общей линии водопроводящего трубопровода.

Система представляет собой регулирующий дроссельный клапан с приводом и тягами, которые прикрепляются к водопроводящей трубе с обеих сторон тележек (рис. 50). Привод к регулируемому клапану состоит из стержня с изогнутым участком, которым стержень при осевом перемещении

воздействует на нажимной рычаг. Нажимной рычаг, поворачиваясь вокруг оси, регулировочным болтом, ввернутым в рычаг, нажимает на шток регулировочного клапана и открывает проход воды в гидроцилиндр. Количество поступающей воды зависит от степени перемещения рычага, а перемещение, в свою очередь, зависит от изгиба водопроводящего трубопровода, который передается через тяги на стержень.

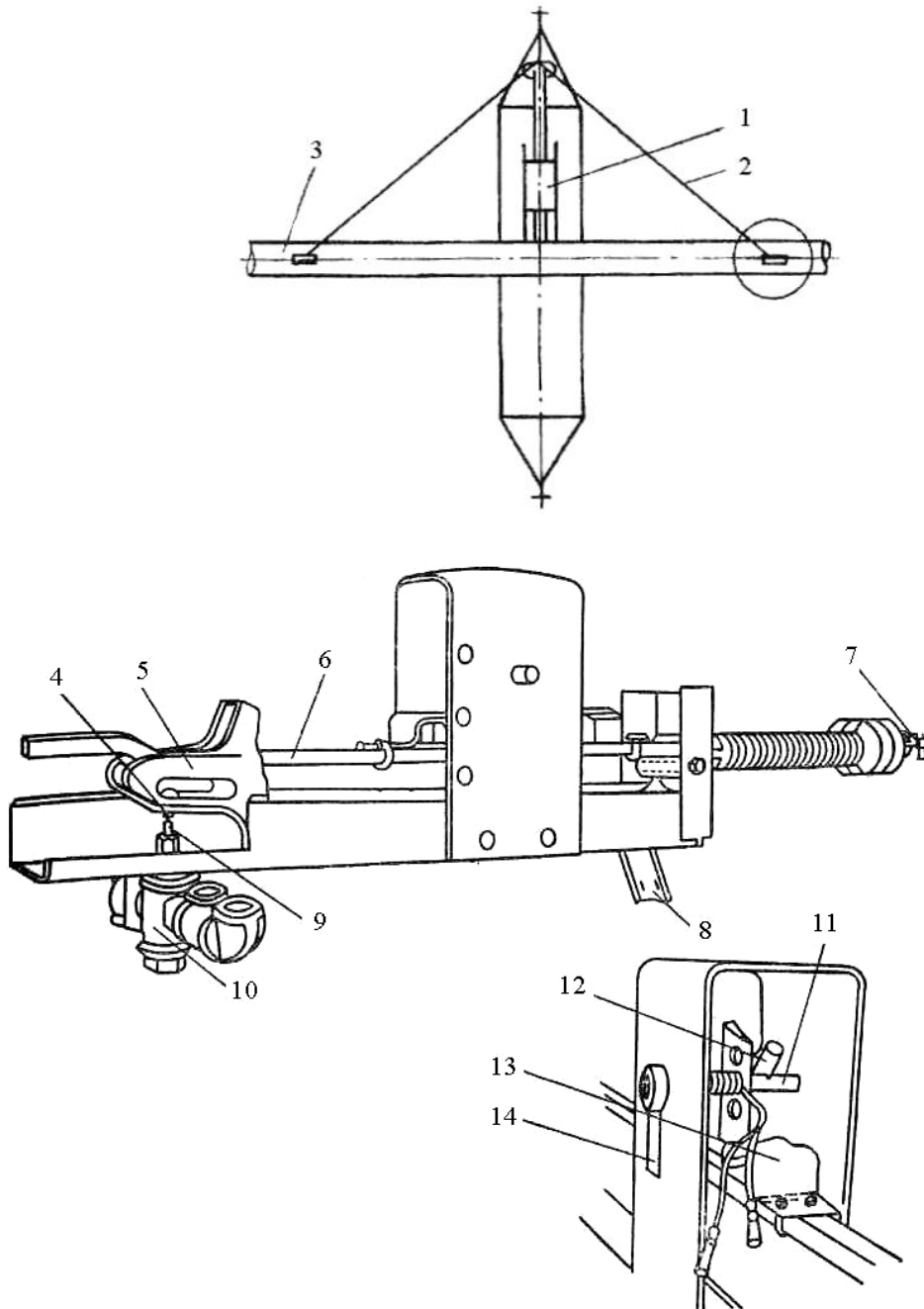


Рис.50- Система автоматической синхронизации движения тележек.

1 – регулятор скорости; 2 – тяги; 3 – водопроводящий трубопровод; 4 - регулирующий винт; 5 – нажимной рычаг; 6 – стержень; 7 – хомут; 8 – кронштейн; 9 – шток клапана; 10 – дроссельный клапан; 11 – ртутный переключатель; 12 – маятник с ртутным выключателем; 13 – скоба; 14 – указатель маятника

Анализируя рассмотренные нами системы аварийной защиты ДМ «Фрегат» от поломок при работе в автоматическом режиме, следует отметить, что они характеризуются надежностью в работе, о чем свидетельствует богатый опыт эксплуатации машин данного типа в Саратовской, Волгоградской, Самарской и других областях России.

Однако основным недостатком представленных выше конструкций является то, что при остановке ведущей последней опорной тележки, связанной с выходом из строя гидропривода, пробуксовкой и т.д., происходит остановка всей машины, при этом отключение машины от питающей сети не происходит, т.к. все опорные тележки находятся в исправном состоянии в заданной конфигурации по ее фронту.

В связи с чем, сигнал на отключение дождевальной машины от питающей сети не вырабатывается. Это приводит к серьезным негативным последствиям, а именно: происходит переполив части орошаемой площади поля, что осложняет дальнейшую эксплуатацию машины на переувлажненном участке; размыв почвы (водная эрозия), а в отдельных случаях появляются признаки заболачивания переувлажненных участков.

Кроме этого происходит нерациональное использование оросительной воды и увеличение затрат электроэнергии на проведение полива орошаемого поля. В качестве примера можно рассмотреть такой случай. Допустим, при проведении ночного полива произошел выход из строя последней тележки в 21<sup>00</sup> ч., т.е. когда обслуживающий персонал (операторы) находятся дома, и до 6<sup>00</sup> ч., в лучшем случае, когда операторы приступают к работе, машина осуществляет полив на месте.

Общее время простоя 9 часов. Учитывая средний расход машины 80 л/с за 9 часов, происходит вылив воды около машины объемом 2,6 тыс. м<sup>3</sup>. Необходимо подчеркнуть, что в отдельных случаях продолжительность остановки машины в 1,5-2 раза больше.

Таким образом, совершенствование системы аварийной защиты ДМ «Фрегат» является актуальной задачей, требующей безотлагательного решения.

### **Сливная система гидроприводов**

Для отвода отработанной воды из гидроцилиндров дождевальных машин «Фрегат» служит сливная система. Сливная система серийных ДМ «Фрегат»

имеет следующую конструкцию (рис. 51). Конструктивное исполнение сливных магистралей представлено на рисунке 20.

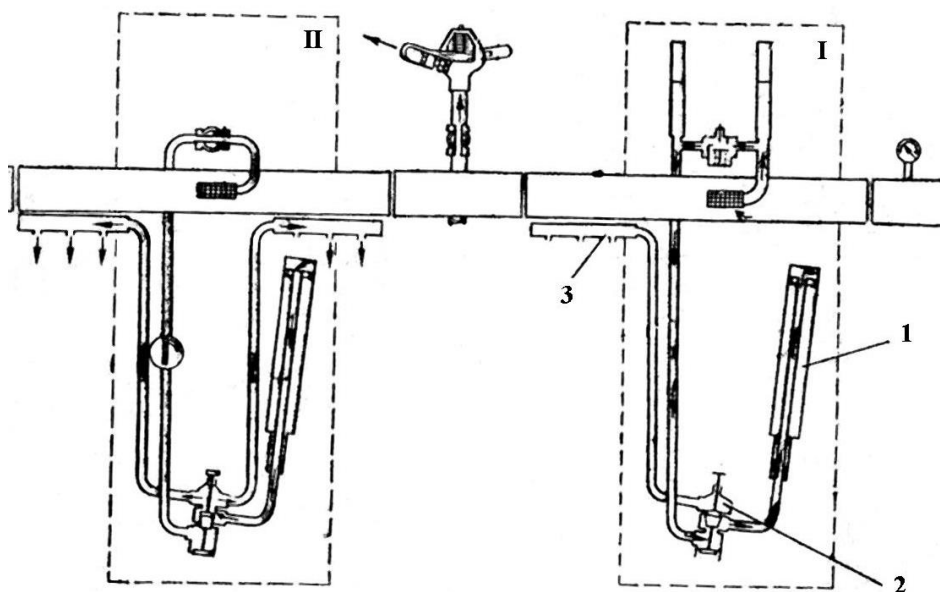


Рис. 51- Серийная конструкция сливной системы гидроприводов ДМ «Фрегат» I – гидравлический привод промежуточной тележки; II – гидравлический привод последней тележки. 1 – гидроцилиндр; 2 – клапан-распределитель; 3 – сливная магистраль

К основным недостаткам серийной сливной системы гидроприводов ДМ «Фрегат» можно отнести то, что сливная система имеет неоптимизированные параметры и недостаточно надежна, поэтому распределение сливной воды происходит не рационально, что приводит к возникновению поверхностного стока и соответствующим ему негативным последствиям.

Есть конструкция сливной системы, в которой используется дождевальная насадка, устанавливаемая на короткой трубке соединенной с клапаном-распределителем. Конструкция такой сливной системы проста, однако в данном случае не обеспечивается полный отвод сливаемой воды на достаточное расстояние, и ее большая часть попадает в колею.

Существует сливная система гидроприводов ДМ «Фрегат», которая специально разработана для уменьшения эрозии почвы путем повышения равномерности распределения, сливаемой из гидропривода воды в виде воздушно-капельной суспензии. Сливная система (рис. 53) состоит из трубы-стояка 6 с дождевальной насадкой 7. Имеется инжектор 8, вход которого

сообщен с атмосферой, а выход – с дождевальным аппаратом 10, и водовоздушной емкостью 9.

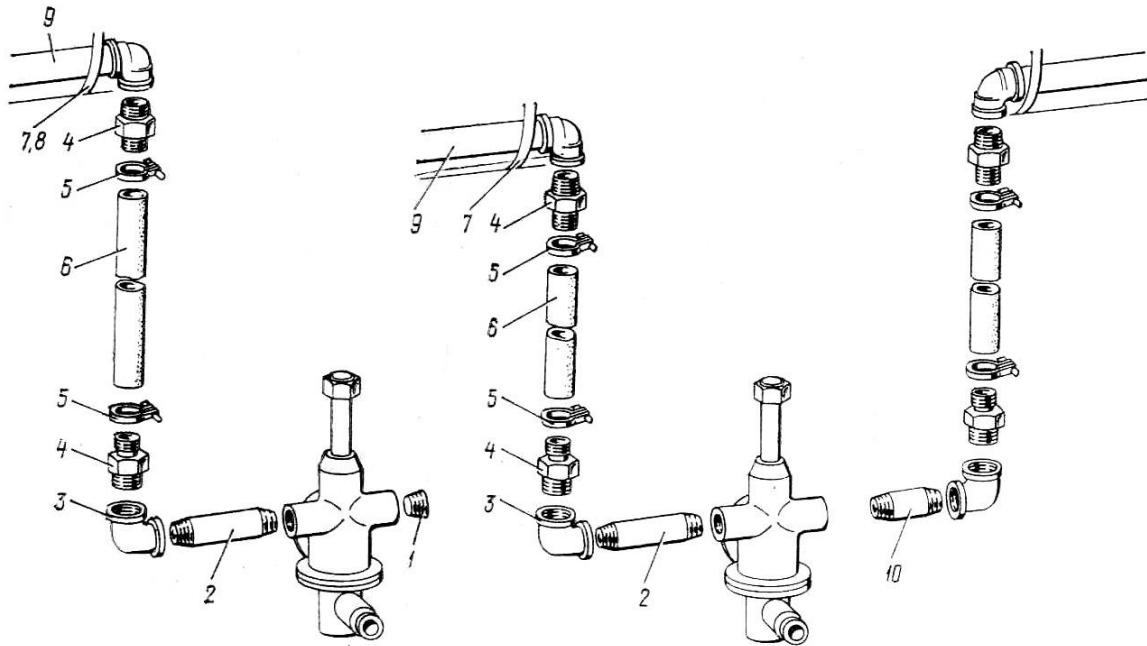


Рис.52-Сливные магистрали тележек

1 – пробка; 2 – переходник; 3 – угольник; 4 – штуцер; 5 – хомутик; 6 – рукав; 7, 8 – планка; 9 – труба сливная; 10 – переходник

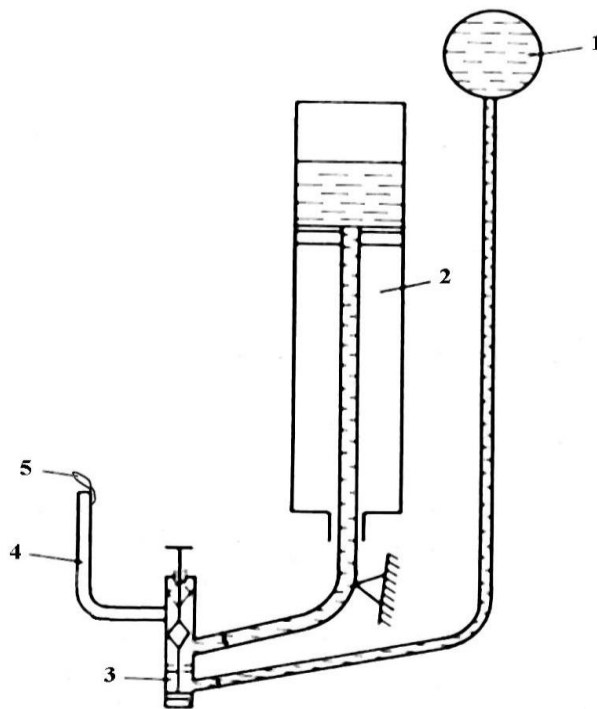


Рис. 53- Сливная система с дождевальной насадкой.

1 – водопроводящий трубопровод; 2 – гидроцилиндр; 3 – клапан-распределитель; 4 – сливная трубка; 5 – дождевальная насадка.

Есть конструкция сливной системы, в которой используется дождевальная насадка, устанавливаемая на короткой трубке соединенной с клапаном-распределителем. Конструкция такой сливной системы проста, однако в данном случае не обеспечивается полный отвод сливаемой воды на достаточное расстояние, и ее большая часть попадает в колею.

Существует сливная система гидроприводов ДМ «Фрегат», которая специально разработана для уменьшения эрозии почвы путем повышения равномерности распределения, сливаемой из гидропривода воды в виде воздушно-капельной суспензии. Сливная система (рис. 53) состоит из трубы-стояка 6 с дождевальной насадкой 7. Имеется инжектор 8, вход которого сообщен с атмосферой, а выход – с дождевальным аппаратом 10, и водовоздушной емкостью 9.

Верхняя полость емкости связана трубопроводом с другими емкостями 12, 13, установленными вдоль водопроводящего трубопровода машины, и трубкой 14 через клапан-распределитель с трубой стояком 6. Дождевальная машина, снабженная такой сливной системой работает следующим образом. Вода под давлением поступает в водопроводящий трубопровод 1 к дождевальным аппаратам 2 и в гидропривод. Одновременно вода из трубопровода 1 поступает в инжектор 8, выход которого соединен с дождевальным аппаратом 10.

При этом благодаря инжекции происходят подсос воздуха атмосферы и его накопление, сжатие в верхней части емкости 9 и далее по трубке 11 перемещение в емкости 12 и 13. Под действием гидропривода в период рабочего хода происходит передвижение дождевальной машины.

В это время клапан распределитель 5 отсекает трубу-стояк 6 сливной системы от трубопровода 1, а краном 15 – от трубок 11 и 14, соединенных с емкостями 9, 12 и 13. При окончании рабочего хода гидропривода срабатывает механизм переключения и кран 15 и клапан-распределитель 5 перемещаются в положение, после чего гидроцилиндр опускается.

Следовательно, вода из полости гидроцилиндра через клапан-распределитель 5 поступает в трубу стояк 6 и разбрызгивается через насадку 7. При этом воздух, поступающий из трубок 11 и 14 через кран 15 в трубу стояк 6, способствует распылению сливаемой воды на более мелкие капли и более равномерному ее распылению по площади. После окончания холостого хода

цикл повторяется. Недостатком данной сливной системы является сложность ее конструкции и большая материалоемкость.

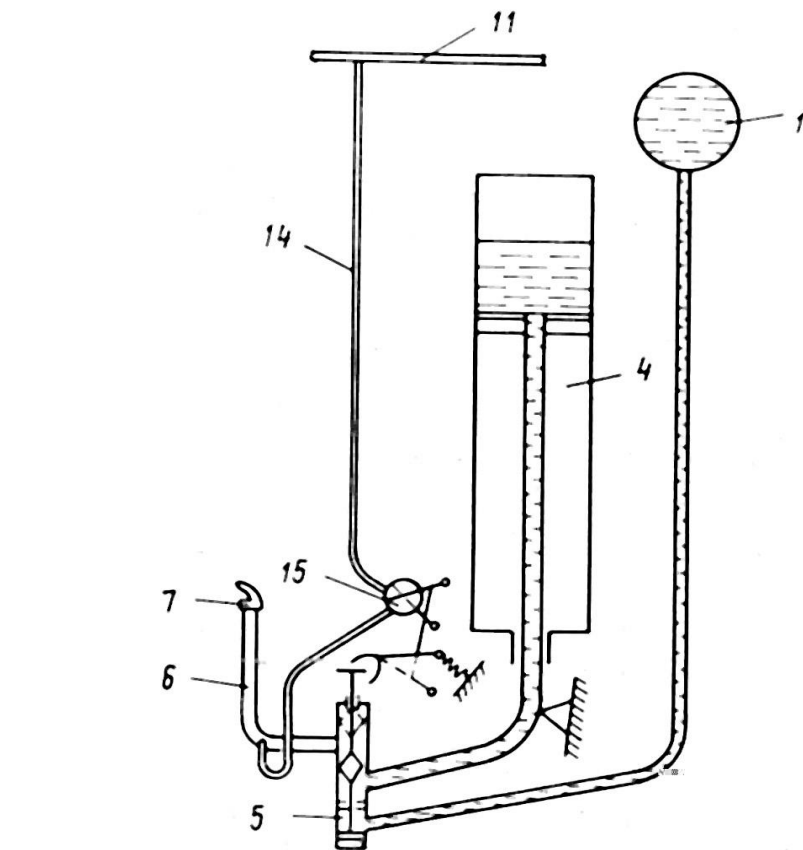
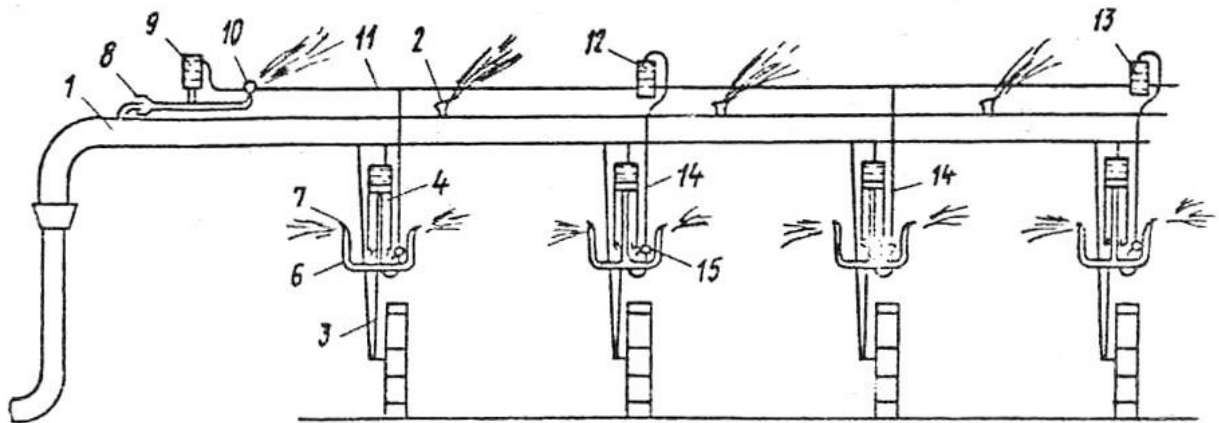


Рис.54- Сливная система ДМ «Фрегат» инжекторного типа

1 – водопроводящий трубопровод; 2 – дождевальная насадка; 3 – опорная тележка; 4 – гидроцилиндр; 5 – клапан-распределитель; 6 – труба-стояк; 7- дождевальная насадка; 8 – инжектор; 9, 12, 13 – емкости; 10 – дождевальная насадка; 11, 14 – трубки; 15 – кран

Известна сливная система такой конструкции, где сливные трубопроводы гидроприводов самоходных опор каждого предыдущего пролета соединены с водопроводящим трубопроводом в начале последующего пролета.

Как показал опыт эксплуатации применение такой сливной системы экономически невыгодно из-за высоких затрат на монтаж, демонтаж и обслуживание конструкции.

### Запуск машины, оборудованной гидрозащитой

Для запуска машины необходимо переключить ручку гидрореле в положение «ручное управление». После этого надо следить за показаниями манометров машины и гидрореле.

С наполнением трубопровода водой будет расти давление, как в самой машине, так и в системе гидрозащиты. Как только эти давления возрастут до рабочих величин надо открыть краник гидропривода реле, и держать его в таком положении до тех пор, пока вода не потечёт сплошной струйкой.

После того, как вода пошла сплошной струйкой, т.е. мы прокачаем гидросистему от воздуха, закрываем краник (стрелка манометра должна показывать значение давления не колеблясь).

Затем переводим ручку в положение «Автоматическое управление».

Таблица 7 - Характерные неисправности в работе системы гидрозащиты и методы их устранения.

Неисправность, внешнее проявление	Причины	Метод устранения
При пуске давление воды по манометру внешней системы гидрозащиты не поднимается при рабочем давлении в трубопроводе машины	– протечки воды через неплотности соединений элементов внешней системы защиты; – негерметичность исполнительного клапана: а) протечка по седлу из-за износа уплотнения тарелки б) протечка воды в соединении корпуса с седлом.	Устранить неплотности: – удалить посторонний предмет; – заменить уплотнение тарелки; – обжечь болтовое соединение; – заменить уплотнительные кольца; – прокачать систему от воздуха (добиться сплошности струйки из краника гидропривода реле)
При пуске давление внешней системы гидрозащиты растёт	– воздух в системе	Прокачать систему



очень медленно (более 10 секунд после пуска)		
При срабатывании исполнительного клапана последней тележки система срабатывает более чем через 10 секунд	– воздух в системе	Прокачать систему
Машина не останавливается при отставании или выбеге промежуточных тележек более чем на 0,6 м.	– неправильно установлены упоры на стержне регуляторов скорости	Установить упоры правильно

## Техническое обслуживание

Через 100 часов работы, т.е. не менее одного раза в месяц производить проверку времени срабатывания системы, для чего надо:

- остановить машину краном-задатчиком скорости;
- открыть краник на гидроприводе реле, тем самым сбросить давление в системе гидрозащиты;
- следить за показаниями манометра внешней системы гидрозащиты, как только он покажет давление  $1 \dots 3 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,1 \dots 0,3 \text{ МПа}$ ) закрыть краник.
- время подъёма давления в системе гидрозащиты от этой величины до рабочей не должно быть более 10 с.
- один раз (середина сезона) проверить чистоту фильтра на входе в систему. Если засорено более 50% поверхности сетки, необходимо прочистить её.

## Правила хранения

1. Перед постановкой машины на кратковременное хранение в холодное время года удалить воду из исполнительных клапанов, для чего следует отклонить штоки.

2. Перед постановкой на длительное хранение (более 2 мес.)

- удалить воду из системы;
- прочистить фильтр системы;
- смазать резьбовые соединения;

- проверить уплотнения.

При снятии с хранения необходимо осмотреть всю систему, прокачать её от воздуха, провести контрольную проверку на срабатывание реле.

## **Устройство и работа агрегата для ввода удобрений дождевальной машины «Фрегат»**

Агрегат для ввода удобрений предназначен для ввода жидких и растворённых минеральных удобрений в трубопровод дождевальной машины «Фрегат» при подкормке сельскохозяйственных культур одновременно поливом. Для приготовления раствора минеральных удобрений и подвода его к гидроподкормщику, оросительную сеть оборудуют специальной ёмкостью или подвозят автоцистернами.

Таблица 8- Технические данные

Тип насоса агрегата	Мембранный с гидроприводом
Забор воды на гидропривод	Из трубопровода ДМ «Фрегат»
Давление рабочей среды гидропривода	0,47 – 0,75 МПа
Производительность агрегата	25 – 450 л/час
Допустимая вакуумметрическая высота всасывания насоса агрегата	2 м вод. ст.
Регулирование производительности	Бесступенчатое, вручную, поворотом рукоятки крана-задатчика производительности, устанавливается по числу циклов насоса
Тип системы блокировки	Гидравлический, подключается к гидрозащите ДМ «Фрегат»

Агрегат для ввода удобрений (рис. 56) содержит мембранный насос, состоящий из корпуса 1 и крышки 2, разделённых гибкой мембраной 3 на камеру нагнетания и подмембранную гидропроводную камеру, сообщённую резиноканевым рукавом 4 с рабочей полостью силового гидроцилиндра 5, через распределительное устройство сообщается резиноканевым рукавом с трубопроводом ДМ «Фрегат».

Распределительное устройство состоит из клапана-распределителя 6, рычага переключателя 7, курковой пружины 16 и тяги 8.

Мембрана насоса 3 соединена штоком 9 с качающимся силовым рычагом 10, на концах которого шарнирно закреплены силовой 5 и возвратный 11 гидроцилиндры. Возвратный гидроцилиндр резинотканевым рукавом постоянно сообщён с трубопроводом ДМ «Фрегат». В магистрали подсоединения возвратного гидроцилиндра к трубопроводу ДМ «Фрегат» установлены параллельно включённые обратный клапан 12 и дроссельная шайба 13. Силовой рычаг 10 соединён подвижно с тягой 8 распределительного устройства. Слив отработанной воды из гидропривода агрегата осуществляется через переформированный полиэтиленовый трубопровод, соединённый с гидроприводом агрегата.

Камера нагнетания насоса через всасывающий клапан 14 и подсоединительный трубопровод сообщается с расходной ёмкостью жидких или растворённых удобрений, а через нагнетательный клапан 15 задатчик производительности и рукав 17 с трубопроводом ДМ «Фрегат».

Во время хода нагнетания вода от трубопровода ДМ «Фрегат» через клапан-распределитель 6 поступает в рабочую полость силового гидроцилиндра 5 и в подмембранную полость насоса.

Усилием силового гидроцилиндра 5 качающийся рычаг 10 приводится в движение и через шток 9 перемещает мембрану в верхнее положение, на мембрану также воздействует давление воды в подмембранной полости. В конце хода нагнетания силовой рычаг 10 через тягу 8 переключает распределительное устройство, в результате чего перекрывается доступ воды в силовой гидроцилиндр и подмембранную полость насоса, и эти полости насоса сообщаются со сливным трубопроводом.

Под действием возвратного цилиндра 11, качающийся рычаг 10 вместе со штоком насоса 9 перемещается в обратном направлении, в результате чего в камере нагнетания происходит разрежение и осуществляется всасывание растворов в мембранном насосе.

Для снижения скорости движения мембраны 3 при ходе всасывания с целью уменьшения потерь на всасывание мембранного насоса, на подводе воды в возвратный гидроцилиндр 11 установлены параллельно подключённые обратный клапан 12 и дроссельная шайба 13. При ходе нагнетания насоса возвратный цилиндр 11 сообщается с трубопроводом ДМ «Фрегат» через

дроссельную шайбу 13 и обратный клапан 12, а при ходе всасывания только через дроссельную шайбу 13. Растворённые минеральные удобрения всасываются мембранным насосом из расходной ёмкости по присоединительному трубопроводу через фильтр, и нагнетаются в трубопровод ДМ «Фрегата» через кран-задатчик производительности и присоединительный рукав 17.

## **Конструкция блокирующего устройства**

Забор воды для привода агрегата для ввода удобрений происходит от трубопровода ДМ «Фрегат», забор растворённых удобрений из специальной ёмкости.

Для автоматической остановки ДМ «Фрегат» при остановке агрегата для внесения удобрений, с целью исключения полива без внесения удобрений, агрегат оборудован автоматической системой остановки ДМ. Она состоит из ёмкости с поплавковым гидропереключателем (рис.57), который смонтирован на трубопроводе ДМ «Фрегат» у неподвижной опоры.

Ёмкость поплавкового переключателя 1 соединена рукавом со сливным трубопроводом 5, через запорный клапан 3, который при остановках ДМ «Фрегат» запирает воду в ёмкости выключателя, и тем самым поддерживает исполнительный клапан системы гидрозащиты в рабочем положении для следующего пуска машины.

При нормальной работе агрегата происходит подпитка ёмкости поплавкового выключателя 1 через открытый запорный клапан и поплавок 2, находясь в верхнем положении, поддерживает систему защиты загерметизированной.

При остановке агрегата прекращается подача воды, поплавок 2 опускается, происходит разгерметизация системы, то есть открытие клапана гидрозащиты и машина останавливается. Величина открытия клапана гидрозащиты, в нижнем положении поплавок регулируется перемещением клапана по кронштейну 6.

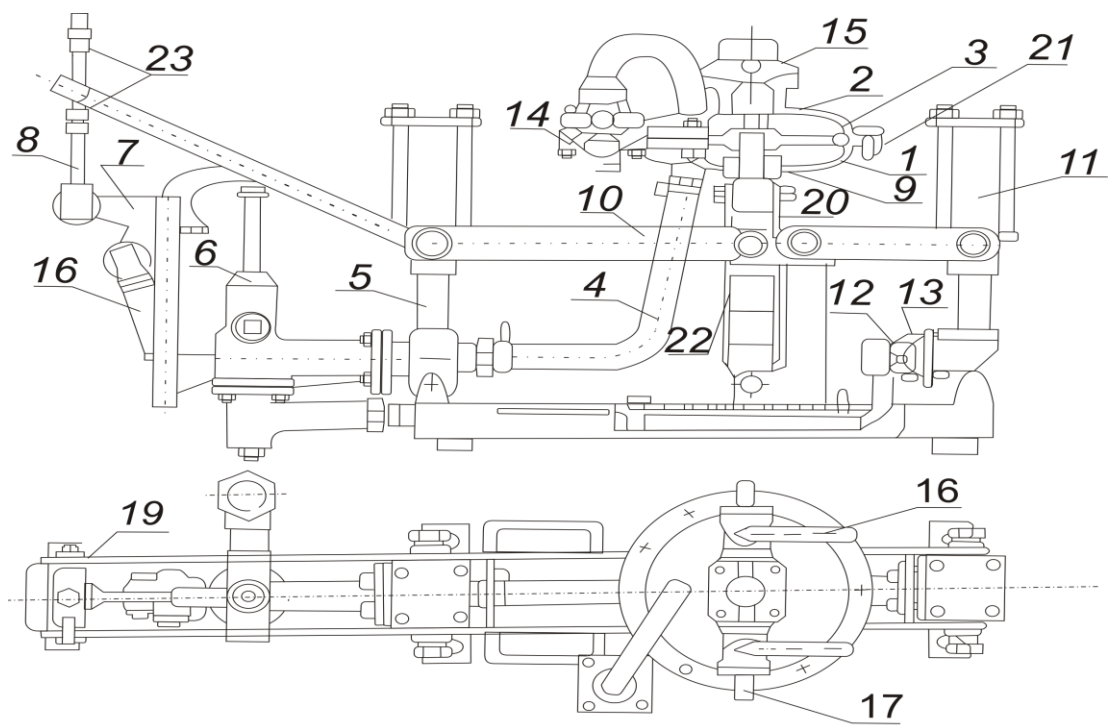


Рис.56 - Гидроподкормщик

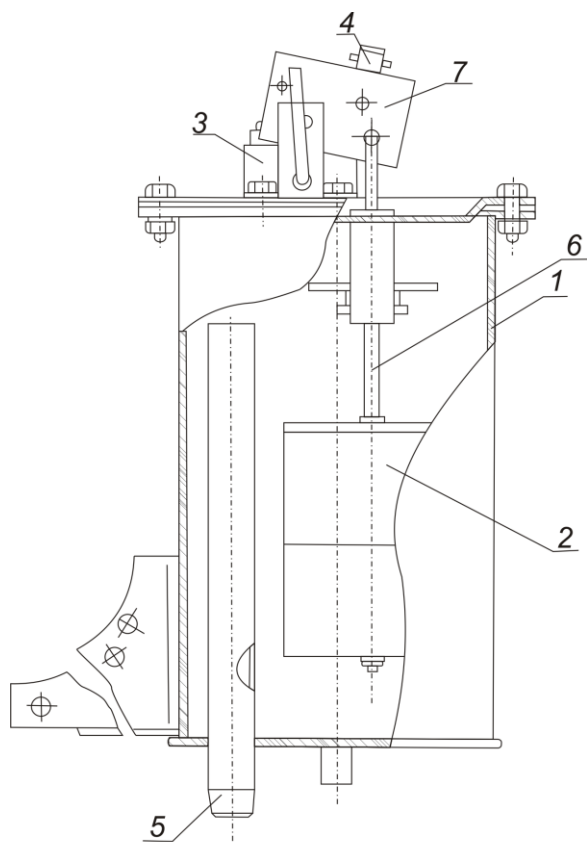


Рис. 57. Автоматическая система остановки ДМ «Фрегат»

Для отключения подачи воды в машину «Фрегат» при её остановке (останавливается последняя тележка), во избежание «сжигания» растений удобрениями (машина производит полив на месте) на 3-й тележке от консоли машины предусмотрена такая же, как и на опоре, система блокирования. Ёмкость поплавкового выключателя 1 через запорный клапан сообщается рукавом со сливным трубопроводом гидропривода тележки. При остановке машины, а, следовательно, и тележки, прекращается подача воды в поплавковую камеру, поплавок опускается, срабатывает исполнительный клапан, задвижка закрывается, прекращая подачу воды в машину.

Поплавковый переключатель устанавливаемый у тележки 3 от консоли может работать только при числе циклов гидропривода последней тележки более 1,2 цикл-мин, для работы машины с меньшим числом циклов последней тележки, поплавок выключателя у 3-й тележки от консоли необходимо поставить на механический фиксатор.

## **Регулировка основных узлов насоса агрегата**

При установке гидропривода силового рычага 10 на раме, обеспечить их взаимное расположение и перемещение без заеданий с помощью регулировочных колец. Заедание стержня тяги 8 рычага переключателя в отверстии направляющей втулки 19 устранять разворотом клапана распределителя по флангу за счёт зазоров в болтовом соединении. При установке крышки насоса 2 затяжку болтов 1 производить только при совмещении указателя 20 со средней риской штока 22. Отрегулировать работу переключающего устройства гидропривода перемещением и закреплением цанговых упоров 23 с помощью гаек 23 таким образом, чтобы переключение клапана-распределителя происходило в момент совмещения указателя 20 с крайними рисками на штоке 22, что соответствует ходу штока мембраны.

### **Запуск машины оборудованной гидроподкормщиком**

- Зафиксировать пружинным штифтом в верхнем положении поплавок 2 поплавкового переключателя 1 смонтированного у неподвижной опоры.
- Проверить отсутствие фиксации в верхнем положении поплавок поплавкового выключателя 1 на 3-й тележке. Запустить машину «Фрегат» с

подключённой системой блокирования, для чего гидрореле поставить в режим ручного управления, поднять таким образом задвижку, заполнить систему гидрозащиты и убедиться, что в системе нет воздуха, а затем перевести гидрореле в работу на автоматический режим.

- Перевести краны агрегата в следующее положение:

«Закрето» – кран-задатчик 10 связывающий нагнетательную полость насоса со стояком неподвижной опоры. Кран, сообщающий гидропривод агрегата с трубопроводом ДМ «Фрегат».

«Открыто» – дренажный кран-задатчик 16 сообщающий нагнетательную полость насоса с атмосферой.

- Запустить агрегат, для чего:

- кран 16 открыть;
- после появления жидкости из дренажной трубки, закрыть дренажный кран-задатчик и открыть кран-задатчик 16 нагнетательной магистрали.

- Снять с механического фиксатора поплавков выключателя у неподвижной опоры для чего переместить вверх на 45...60 мм

Для возможного пуска и работы ДМ «Фрегат» без системы блокирования агрегата, необходимо поплавки обоих поплавковых выключателей 1 поставить на механические фиксаторы.

### **При ежедневных осмотрах проверять:**

- затяжку крепежа всех соединений насоса агрегата,
- на работающем агрегате проверить целостность напорного и всасывающего рукавов, а также наличие подачи удобрений закрытием нагнетательного и открытием дренажа кранов задатчиков. Непрерывная струя жидкости из дренажа рукава свидетельствует о нагнетании удобрений в трубопровод машины «Фрегат».

После каждого оборота машины производить укладку сливного резинового рукава в поддон неподвижной опоры.

Через 50 часов работы агрегата, при проведении смазки подшипниковых узлов на машине.

Производить смазку подшипниковых узлов агрегатов через маслѐнки.

Один раз в середине поливного сезона контролировать по указателю 20 ход мембраны насоса и при необходимости отрегулировать.

Один раз в конце поливного сезона проверить состояние антифрикционных втулок подшипниковых узлов.

Таблица 9- Характерные неисправности в работе агрегата для ввода удобрений.

Вероятная причина	Способ устранения
Самопроизвольная остановка агрегата	
Засорился фильтр магистрали подачи воды в гидропривод	Очистить фильтр
Обрыв соединительных резиновых рукавов	Надёжно закрепить хомутом, при необходимости заменить рукав
Нарушение герметичности гидроцилиндров	Гидроцилиндр разобрать и заменить дефектные детали
Нарушение герметичности клапана-распределителя	Клапан разобрать, заменить неисправную деталь
Выбран запас сливного шланга из поддона неподвижной опоры, вследствие чего шланг либо пережат, либо сорван со штуцера	Уложить в поддон 1 – 2 витка шланга и подсоединить его к сливу из клапана-распределителя
Самопроизвольное прекращение подачи удобрений в трубопровод ДМ «Фрегат»	
Нет удобрительного раствора в растворо-накопительной ёмкости	Агрегат остановить до заполнения расходной ёмкости раствором удобрений
Забился фильтр во всасывающей магистрали и подсос воздуха в этой магистрали	Фильтр отчистить, при необходимости надёжно закрепить хомутами резиновые рукава
Нарушение целостности мембраны	Разорванную мембрану заменить, после чего отрегулировать

Через 500 часов работы агрегата работающей машины проверять:

- герметичность мембраны 3 закрытием задатчиков 16, при исправной мембране агрегат должен остановиться;



- герметичность самодействующих клапанов.

Для проверки всасывающего клапана остановить агрегат закрытием кранов-задатчиков, отсоединить всасывающий резиновый рукав. Протечки по всасывающему патрубку не допускаются. Для проверки нагнетательного клапана вынуть шарик 15 из всасывающего клапана. После открытия крана-задатчика в нагнетательной магистрали вести наблюдения за протечками через всасывающий патрубок (всасывающий рукав отсоединить). Протечки не допускаются.

## **Правила хранения**

Кратковременное хранение. Агрегат устанавливается на хранение комплектно без снятия узлов и деталей, перед постановкой его очищают от грязи. Всасывающий патрубок агрегата присоединяют к подводящему трубопроводу машины и запускают агрегат на 10 – 15 минут.

В холодное время удалить воду из полостей агрегата.

Длительное хранение.

Перед установкой на хранение делают техосмотр:

- промывают агрегат;
- останавливают машину «Фрегат» системой блокирования агрегата;
- после слива воды осмотреть все узлы и снять насос агрегата, незащищённые от коррозии части агрегата смазать смазкой, рукава просушить;
- снять с машины рукава, краны запорные сливные и другие легкосъёмные узлы и сдать их на склад. Свободные отверстия заглушить заглушками.

## **Общие указания, по техническому обслуживанию дождевальная машины "Фрегат"**

Постоянная готовность дождевальная машины к проведению поливов зависит как от качества ее изготовления, так и от качества технического обслуживания. Техническое обслуживание основное мероприятие по поддержанию машины в работоспособном состоянии в процессе ее эксплуатации и хранения в неполивной период. Без правильного технического

обслуживания невозможно выполнить полив сельскохозяйственных культур в установленные агротехнические сроки.

Обнаруженные во время работы машины дефекты должны устраняться незамедлительно - задержки в исправлении незначительных поломок могут привести к серьезным повреждениям узлов машины.

Точное соблюдение периодичности и выполнение в полном объёме операций технического обслуживания позволит значительно повысить готовность дождевальной машины и увеличить ее сезонную выработку.

### **Виды технического обслуживания и периодичность их проведения.**

В состав системы технического обслуживания входят: ежемесячное техническое обслуживание (ЕТО), три вида периодического технического обслуживания (ТО – 1, ТО – 2, ТО – 3) и два плановых сезонных технических обслуживания (ТО – О, ТО – В).

— При ежемесячном техническом (ЕТО) осмотре работающей машины проверяют: положение общей линии трубопровода в горизонтальной и вертикальной плоскостях, работу дождевальных аппаратов на равномерность вращения, работу гидропривода, герметичность соединений водопроводящего трубопровода, совпадение колеи задних колёс тележек с колеей передних.

— При первом периодическом обслуживании (ТО – 1), которое проводится через каждый оборот, но не более чем через 60 часов машину смазывают. Карта смазки представлена в таблице.

Таблица 10- Карта смазки ДМ «Фрегат»

Точки смазки	Наименование узла детали	Смазочный материал	Периодичность смазки
1 и 2	Втулки переднего и заднего колёс	Масло моторное М – 10В <sub>2</sub> или М – 12В <sub>2</sub>	Проверка перед началом работы и один раз в середине сезона, т.е. через три оборота машины.
3	Втулка приводного рычага	Универсальная смазка солидол УС – 2	Через один оборот машины. Перед постановкой машины на сезонное хранение
4 и 5	Втулки толкателей	—	—
6	Втулка рычага переключателя клапана-распределителя	—	—

7	Втулка оси подъёмной тяги	—	—
8	Втулка оси переключения клапана-распределителя	—	—
9	Втулка соединения силового рычага с гидроцилиндром	—	—
10	Подшипник поворотного колена неподвижной опоры	—	—

— После 100 часов работы (ТО - 2), но не реже одного раза в неделю проверяют работу механической защиты, а так же зазор между торцом клапана распределителя и регулировочным болтом рычага переключателя гидропривода самоходных тележек.

— При третьем периодическом техническом обслуживании (ТО –3 через 900 часов) выполняются операции ТО - 2, проверяется система автоматического регулирования скорости движения тележек, крепление основных сборочных единиц, осматриваются и прочищаются фильтры на коротких трубах расположенных на тележках, проводится переукладка запаса капиллярной трубки гидрозащиты в поддоне неподвижной опоры, выполняется регулировка натяжения тросов.

— В конце поливного сезона проводят техническое обслуживание (ТО-О), постановка машины на длительное хранение. Перед постановкой необходимо провести следующие мероприятия:

- очистить наружные поверхности узлов от грязи;
- промыть водопроводящий трубопровод необходимо закрыть кран-задатчик скорости, снять заглушку консольной части, поднять толкатели колёс тележек и подать воду в трубопровод;
- слить воду из водопроводящего трубопровода через сливные клапаны, гидроцилиндров и клапанов-распределителей, регулирующих клапанов диафрагменного и трёхходового клапанов;
- смазать машину согласно карте смазки;
- разгрузить от напряженного состояния систему защиты, пружины силовых рычагов, горизонтальные тросы;

- снять и пронумеровать дождевальные аппараты, мономеры, сливные клапаны, а также напорные рукава, свободные отверстия заглушить паклей или деревянными пробками;

- снять детали гидрозащиты.

Для предохранения резьбовых и незащищённых мест произвести смазку солидолом УС-2 в подогретом состоянии.

Составить дефектовочную ведомость для выполнения ремонтных работ узлов и деталей.

- Техническое обслуживание при снятии с длительного хранения (ТО – В) проводят весной перед началом поливного сезона и выполняют при этом следующие мероприятия.

- Снятые с машины при постановке на хранение узлы и детали получить со склада, очистить от смазки и установить на свои (дождеватели согласно нумерации).

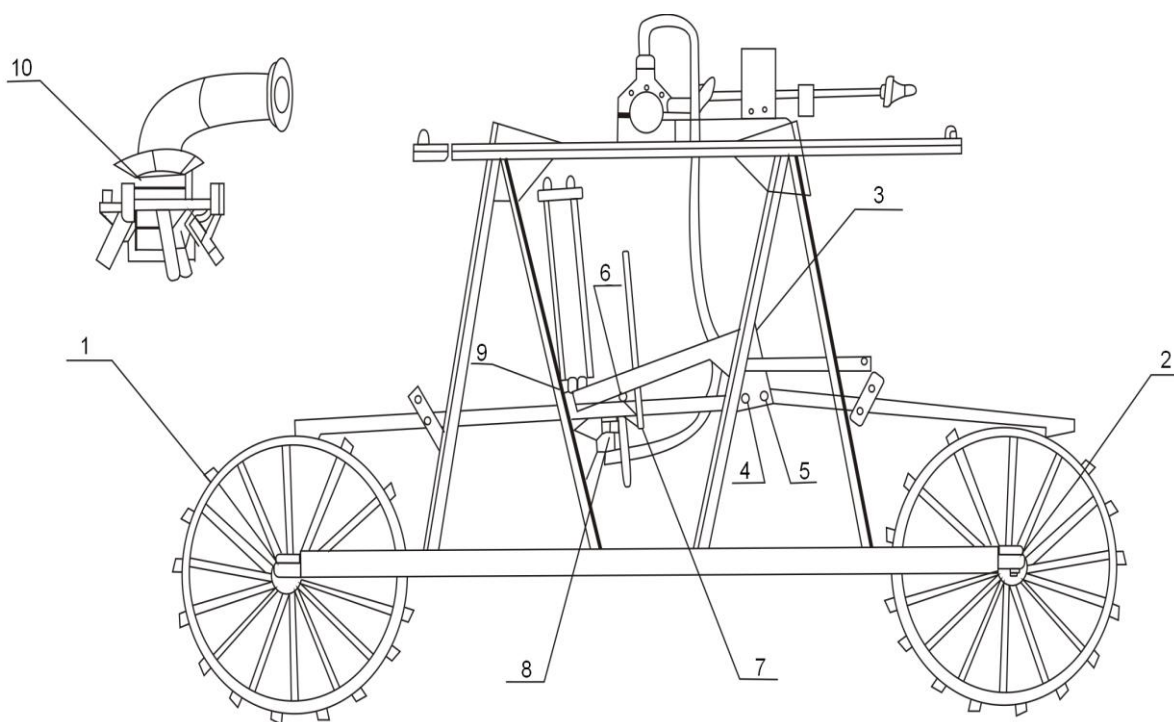


Рис. 58- Места смазки ДМ «Фрегат»

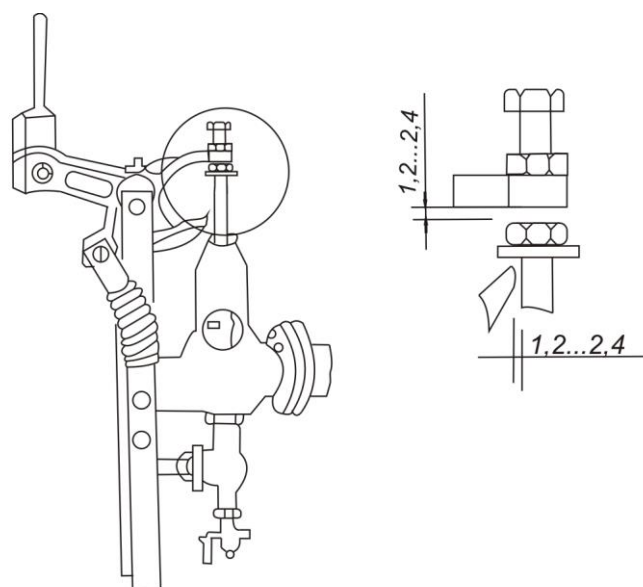


Рис. 59 -Проверка зазора между штоком клапана-распределителя и носком рычага переключателя

- Отрегулировать натяжение пружин силового рычага, горизонтальных тросов.
- Выполнить операции второго технического обслуживания (ТО-2).

## **Техника безопасности при эксплуатации дождевальнoй машины «Фрегат»**

Несоблюдение правил техники безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании машины может привести к травмированию обслуживающего персонала.

К работе на дождевальнoй машине допускаются лица, 18-летнего возраста, прошедшие предварительное медицинское освидетельствование и специальное обучение с аттестацией.

Перед началом работ проводят первичный инструктаж непосредственно на рабочем месте по безопасным правилам эксплуатации машины.

При работах, связанных с внесением минеральных удобрений с поливной водой, обслуживающий персонал должен быть проинструктирован относительно физико-механических свойств применяемых удобрений, их действия на организм, способов и приемов безопасного обращения с ними.

Машина должна находиться в исправном состоянии с установленными ограждениями гидропривода. Обслуживающий персонал должен быть обеспечен спецодеждой (резиновыми сапогами и плащом). Регулировку и смазку узлов машины выполнять только после остановки машины.

Во время работы машины запрещается находиться на тележках и трубопроводе, а так же в непосредственной близости перед тележками.

Не допускается работа машины при сильном ветре или грозе.

При обнаружении неисправности машину немедленно останавливают. Запуск в работу разрешается только после устранения неисправности.

## **2.3 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ ДКШ-64 «ВОЛЖАНКА»**

### **Основные характеристики и особенности конструкции**

Дождевальная машина ДКШ-64 "Волжанка" (рис.60) предназначена для полива дождеванием низкостебельных зерновых, некоторых видов овощебахчевых и технических культур, многолетних трав, лугов и пастбищ.

Применяют ДКШ-64 во всех зонах орошаемого земледелия, где почвенно-климатические условия позволяют проводить дождевания сельскохозяйственных культур размещенных рельефом с общим уклоном до 0,02 м со средним ветровым режимом не более 5 м/с.

В зависимости от размеров орошаемых полей, условий организации полива, конфигурации орошаемых участков и севооборотов машину поставляют 6-ти модификаций, отличающихся длиной и расходом воды.

Дождевальная машина работает от закрытой оросительной сети или передвижных насосных станций. Полив ведется позитивно.

### **Техническая характеристика дождевальной машины ДКШ-64 "Волжанка"**

Марка машины - ДКШ-64 дождеватель колёсный широкозахватный с  
расходом воды 64 л/с

Тип установки – самоходный дождевальнй трубопровод позиционного действия

Источник воды - от гидрантов закрытой стационарной или разборной оросительной сети с водоподачей стационарными или передвижными насосными станциями

Ширина захвата (двух крыльев), м	- 800
Расход воды, л/с	- 64
Напор на гидранте, МПа .	- 0,4
Интенсивность дождя, мм/мин	- 0,25...0,3
Расстояние между гидрантами, м	- 18
Площадь обслуживания за сезон, га	- 70
Площадь, поливаемая с одной позиции, га	- 1,45
Привод - двигатель внутреннего сгорания "Дружба-4"	- 3 кВт
Допустимый уклон	- 0,02
Обслуживаемый персонал	- 1 человек на 2-3 установки.

### **Устройство узлов и механизмов дождевальной машины ДКШ-64 "Волжанка"**

Дождевальная машина "Волжанка" (рис. 60) имеет два поливных крыла, расположенных по обе стороны оросительной сети. Каждое крыло состоит из поливного трубопровода 1, опорных колес 3, дождевальных аппаратов 4, узла присоединения 5, приводной тележки с двигателем 2, концевой заглушки 6.

В комплект машины входят 45 гидрантов, монтируемых на стояки оросительной сети и две колонки для подключения поливных крыльев к гидрантам.

- Дождевальный поливной трубопровод диаметром 130 мм. состоит из 32 алюминиевых труб с фланцами длиной по 12,6 м, из которых 30 труб имеют в одном фланце дополнительные отверстия для присоединении механизма самоустановки дождевального аппарата и для установки сливного клапана. Две трубы длиной 5,6 м, расположенные по бокам передвижной тележки таких отверстий не имеют.

Фланцы через резиновые кольца, которые необходимы для герметизации. Крепят 4-мя болтами. Собранный поливной трубопровод является осью опорных колес.

В комплект машины входят 45 гидрантов, монтируемых на стояки оросительной сети и две колонки для подключения поливных крыльев к гидрантам.

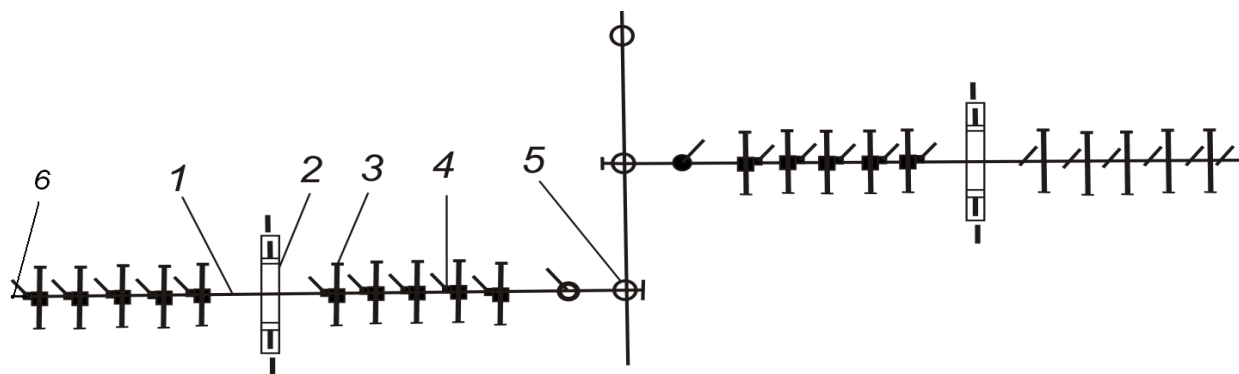


Рис.60- Дождевальная машина “Волжанка” (ДКШ-64)

- Дождевальная поливная труба диаметром 130 мм. состоит из 32 алюминиевых труб с фланцами длиной по 12,6 м, из которых 30 труб имеют в одном фланце дополнительные отверстия для присоединения механизма самоустановки дождевального аппарата. Две трубы длиной 5,6 м, расположенные по бокам передвижной тележки таких отверстий не имеют. Фланцы через резиновые кольца, которые необходимы для герметизации. Крепят 4-мя болтами. Собранный поливной трубопровод является осью опорных колес.

- Опорные колеса 6 диаметром 190 см, разборные состоят из двух половин, соединенных между собой болтами. По окружности колес, расположено 8 грунтозацепов. Колеса устанавливают посередине каждой секции трубы.

Исключение составляет крайние трубы, на которых размещаются по два колеса на расстоянии 2,8 м от каждого конца трубы.

При сборе колес необходимо следить, чтобы опоры были равномерно расположены по окружности, а разборные ступицы стянуты болтами так, чтобы колесо не поворачивалось на трубе.



На каждом крыле поливного трубопровода размещены 32 средне-струйных аппарата с радиусом действия 11-12 м, расходом воды 1 л/с и диаметром сопла 7 мм.

- Дождевальный аппарат (рис.61) состоит из корпуса 1, поворотного механизма втулки 2 и штуцера 3.

В пластмассовый корпус запрессована стальная ось 4, на которой размещено резиновое кольцо 5, пластмассовое коромысло 6, пружина 7, колпак 8.

Поворотное коромысло вращается вокруг оси 4. В стволе аппарата запрессован полиэтиленовый стабилизатор, ствол заканчивается седлом 9. Уплотнение между втулкой 2 и штуцером 3 обеспечивается грунд-буксой 10 и шайбой 11. Плотное прилегание уплотнения создается пружиной 12.

Дождевальные аппараты присоединяют к поливному трубопроводу с помощью механизма самоустановки (рис. 62), который обеспечивает постоянно вертикальное положение аппарата.

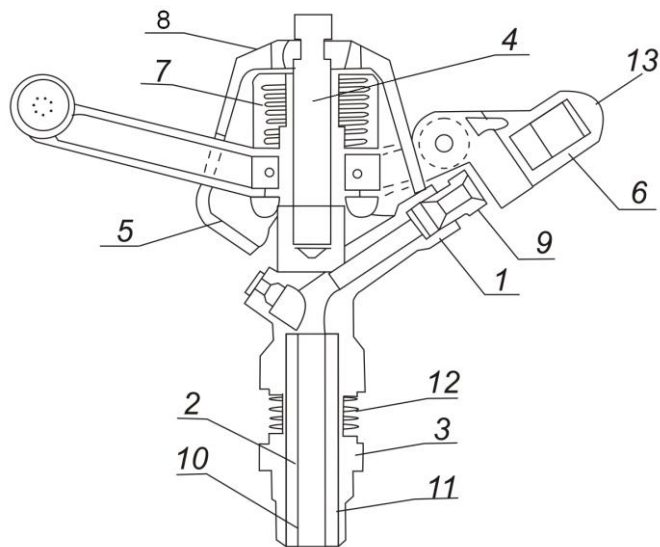


Рис. 61- Схема дождевального аппарата машины “Волжанка”

- Механизм самоустановки (рис. 62) состоит из стояка 1, угольников 2, 6, втулки 3, колена 4 с противовесом 5 и футорки 7. Втулка свободно проворачивается в гайке 8. Уплотнение между гайкой и втулкой создает кольцо 9, поджимаемое пружиной 10. В футорку вворачивается среднеструйный аппарат “Роса-1”.

При сборке механизма самоустановки необходимо следить за тем, чтобы оси стояка, колена, футорки и контргайки находились в одной плоскости.

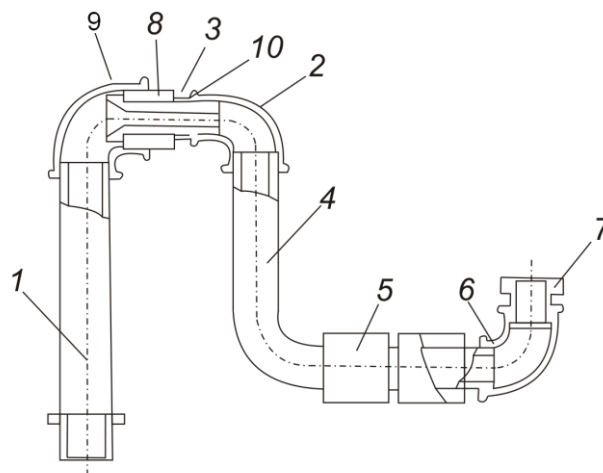


Рис.62- Механизм самоустановки дождевальных аппаратов

- Сливной клапан (рис. 63) предназначен для слива вода из трубопровода перед переездом машины на новую позицию.

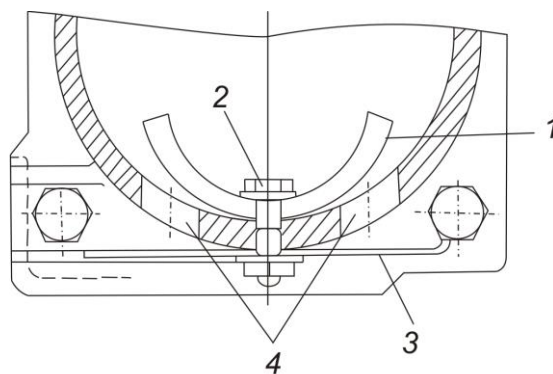


Рис. 63- Сливной клапан

Он состоит из резиновой пластины 1 овальной формы, устанавливаемой во фланце каждого звена поливного трубопровода при помощи болта 2, гайки и металлической планки 3. Нормальное положение клапана открытое.

При повышении давления в трубопроводе клапан прижимается водой к внутренним стенкам фланца и плотно закрывает сливные отверстия 4.

После закрытия гидранта давление в трубопроводе падает, клапан открывает отверстия, вода сливается. Планка 3, является одновременно рассекателем струи, там самым предотвращает уплотнение почвы.

- Приводная тележка (рис. 64.) служит для перемещения дождевального трубопровода (крыла) на новую позицию. Она устанавливается в центре поливного трубопровода.

Тележка состоит из сварной рамы 1, на которой смонтированы ведущие колеса 2, цепной передачи 3, реверса-редуктора 4, бензинового двигателя 5 и ограждения 6. К фланцам ведомого вала 7 присоединяют трубопровод. Крутящий момент от двигателя через редуктор и два шкива передается на вал реверсивного механизма, а затем через цепную передачу - на два ведущих колеса тележки и приливной трубопровод.

- Реверс-редуктор предназначен для изменения движения дождевального крыла (вперед-назад) и снижения оборотов выходного вала, передающего вращение конечной передачи приводной тележки. Реверс-редуктор устанавливается на площадке приводной тележки и крепится болтами.

Передача крутящего момента отвала двигателя реверс-редуктору осуществляется автоматической центробежной муфтой, размещенной между ними.

При повышении частоты вращения двигателя свыше 2000 мин<sup>-1</sup> благодаря расхождению фрикционных колец, под действием центробежной силы происходит автоматическое включение муфты.

Управление движением приводной тележки осуществляется при помощи реверс-редуктора, который представляет собой 3-х ступенчатый редуктор с двумя цилиндрическими и одной конической шестеренчатыми палачами (см. кинематическую схему реверс-редуктора на плакате и натуральный образец).

- Для перемещения дождевальных крыльев от гидранта к гидранту машина снабжена двигателем внутреннего сгорания типа "Дружба-4" одноцилиндрового карбюраторного двухтактного с принудительным охлаждением частотой вращения 5400 мин<sup>-1</sup>.

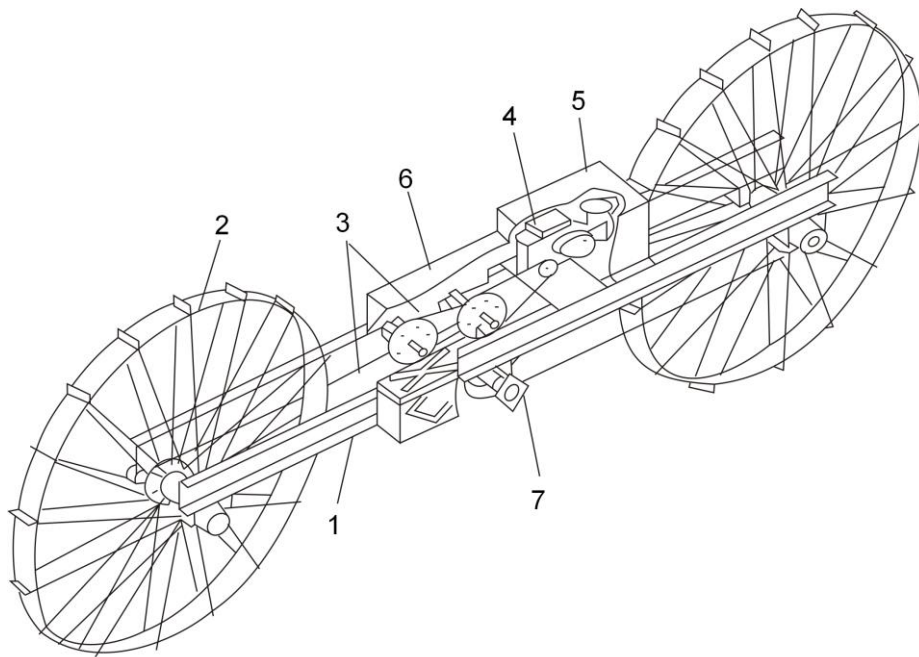


Рис. 64- Приводная тележка

### **Запуск и перегон на позицию дождевальную машины ДКШ-64 "Волжанка"**

Включив рукоятку реверса для движения в нужном направлении, запускают двигатель. После прогрева двигателя на холостых оборотах увеличивают число его оборотов до рабочего. Центробежная муфта двигателя при этом автоматически включается, и крыло перекачивается на новую позицию. При перекачивании, отдельные колеса отстают из-за неравномерности рельефа.

Искривление трубопровода свыше 1,5 м недопустимо, поэтому периодически нужно выравнивать трубопровод. Плавным уменьшением оборотов двигателя устанавливают крыло на новую позицию против следующего гидранта и заглушают двигатель. Подключив узел присоединения к гидранту, открывают задвижку. Затем пускают в работу второе крыло, подключив его к первому гидранту. После выдачи поливной нормы крылья поочередно перемещают на новую позицию.

Таблица 11- Возможные неисправности и способы их устранения дождевальной машины ДКШ-64 "Волжанка"

Дождевальный аппарат не работает или работает плохо: недостаточен напор на гидранте, засорено сопло насадки, засорен трубопровод	увеличить напор вода до рабочего прочистить сопло снять концевую заглушку и промыть трубопровод водой.
Сливной клапан пропускает воду, не открывается при закрытой задвижке	заменить клапан
Быстрое искривление трубопровода из-за ослабления крепления колес	подтянуть болта на ступицах колес
Двигатель не запускается: излишек масла в топливе неисправна свеча зажигания	заменить смесь (1:15) очистить свечу, проверить зазор, изолировать или заменить провод.
Двигатель работает с перебоями попала вода в топливо	слить и полностью заменить топливо
Не плотное соединение в разъемах картера и карбюратора с цилиндром	подтянуть детали крепления узлов или заменить прокладки
двигатель не дает необходимой мощности: подгорают поршневые кольца или сломаны	снять нагар с колеи и из поршневых канавок, смазать поршень. сломанное кольцо заменить.
Плохое соединение или уплотнение коленчатого вала	подтянуть соединения, заменить резиновые уплотнения (манжеты)
Двигатель останавливается: недостаточен прогрев	прогреть двигатель на холостых оборотах в 1-2 мин
Мало горючего в баке	заполнить бензобак смесью
Разрыв цепи высокого напряжения от сотрясения во время работы	проверить и укрепить соединения контактов с проводом высокого напряжения, (у свечи и магнето). Проверить крепление двигателя и реверс редуктора.

### Техническое обслуживание ДКШ-64

Техническое обслуживание включает в себя комплекс профилактических мероприятий. В зависимости от сезонной нагрузки предусматривается проведение первого планового технического обслуживания перед началом поливного сезона (СТО-1), ежесменного технического обслуживания (ЕТО), периодического технического обслуживания (ПТО) после 240 часов работы

машины или после полива 50-70 позиций и второе техническое обслуживание после окончания поливного сезона (СТО-2).

Таблица 12- Ежегодное техническое обслуживание (ЕТО)

Трос стартера	Смазать тонким слоем смазки
Узел привода тележки	Смазать ровным слоем
Узел присоединения и гидранту	Проверить надежность крепления на фланце редуктора
Двигатель	Проверить надежность крепления на фланце редуктора
Короткие трубы	Проверить надежность крепления фланцев труб
Реверс редуктора	Проверить надежность крепления
Бензобак	Проверить уровень и долить горючее
Дождевальные аппараты	Проверить состояние при необходимости прочистить сопла
Трубопровод машины	Проверить и выровнять трубопровод (допустимые отклонения пределах 3-х опорных колес не более 10 см). Очистить дождеватель от грязи.
Приводные цепи	Проверить и отрегулировать натяжение (провисание не более 20 мм на 1 м)
Двигатель	Очистить межреберное пространство; удалить нагар с поршня цилиндра, свечи. Проверить и отрегулировать зазор между электродами СВЕЧИ зажигания (0,6-0,7 мм) и между контактами прерывателя (0,3-0,4 мм). Проверить и подтянуть гайку крепления маховика и дисков муфты сцепления. Смазать тонким слоем солидола рабочие поверхности колец и ведомой ступицы муфты.
Дождевальные аппараты	Проверить и отрегулировать частоту

	вращения (1 мин) заменить изношенные детали. Смазать
Трубопровод машины	Проверить, установить перпендикулярно линии гидрантов.
Войлочный маслоудерживатель основания магнето	- Смазать 2-3 каплями масла
Подшипники цепной передачи	Смазать
Ступицы колёс тележки	Смазать
Ступицы опорных колёс	Проверить и подтянуть болты ступиц (проворачивание колес на трубопроводе не допускается)
Спицы колёс	Проверить и подтянуть болты ступиц (допускается торцевое биение ободом частиц спиц не более 10мм)
Механизм самоустановки	Проверить легкость вращения
Сливные клапаны	Проворить и при необходимости прочистить

### **1-е плановое техническое обслуживание (СТО-1)**

Узлы машины	Выполнить операции ЕТО и ПТО
Цепи привода тележки	Установить, отрегулировать натяжение
Узел присоединения к гидранту	Собрать, установить на крыло машины
Двигатель	Расконсервировать, установить на тележку
Реверс-редуктор	Сменить масло, установить на тележку
Трубопровод машины	Освободить от растяжек или распорок, убрать подкладки и пробки, сдать на хранение
Манжеты	Установить на место

### **2-е плановое техническое обслуживание (СТО-2)**

Цепи привода тележки	Законсервировать, сдать на хранение.
Узел присоединения к гидранту	Снять, законсервировать гибкий шланг, сдать на хранение
Двигатель	Законсервировать, сдать на хранение
Реверс-редуктор	Заменить масло, сдать на хранение
Дождевальные аппараты	Проверить, снять и сдать на хранение
Трубопровод	Осмотреть, прокрыть при рабочем напоре

	воды. Установить деревянные прокладки под колеса, закрепить трубопровод растяжками (допускается ослабить ступиц опорных колес). Заглушить отверстия деревянными пробками.
Узлы машины	Выполнить операции ПТО
Механизм самоустановки	Снять и сдать на хранение
Валы цепной передачи	Покрыть густым слоем масла (смазки)
Звёздочки	То же
Открытие резьбовые соединения	То же
Рамы тележки	Осмотреть, покрасить, нарушенный слой краски
Манжеты	Снять, сдать на хранение

## **2.4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН**

### **ДДА-100 МА, ДДН-70, ДДН-100**

#### **Основные характеристики и особенности конструкции**

Машины предназначены, для полива дождеванием всех сельскохозяйственных культур включая высокостебельные (кукурузы, сорго, овощей, подсолнечника и др.), а так же лугов и пастбищ.

Дождевальный двухконсольный агрегат ДДА-100МА поливает в движении, забирая воду из открытых оросителей, нарезаемых на орошаемой площади через каждые 120 метров.

Дальнеструйные дождевальные машины ДДН-70, ДДН-100 имеют принципиально одинаковую конструктивную схему, работают позиционно по кругу или сектору с забором воды из временных оросителей или реже от гидрантов закрытой сети. Обслуживают агрегаты два человека - тракторист и поливальщик.



Таблица 13-Техническая характеристика ДДА-100МА, ДДН-70,  
ДДН-100

Показатели	ДДА-100МА	ДДН-70	ДДН-100
Расход воды, л/с	130	65	115
Давление, мПа	0,37	0,52	0,65
Марка насоса	8К-14	6К-12	
Марка агрегируемого трактора	ДТ-75МХ04	ДТ-75, ДТ-75М	Т-150К, Т-150
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	3,12	0,22-0,32	0,31-0,38
Ширина захвата, радиус полива, м	120	69,5	85,0
Частота вращения вала насоса, м <sup>-1</sup>	1687	2100	
Производительность при поливной норме 300 м <sup>3</sup> /га, га/ч	1,4	0,79	1,5
Масса агрегата без трактора, кг	4240	700	800

### **Устройство узлов и механизмов дождевальнoй машины ДДА-100МА**

Форма агрегата (рис. 65) сделан в виде пространственной конструкции, включающей включающую центральную часть и две симметрично расположенные консоли. Поперечное их сечение имеет форму равностороннего треугольника, расположенного вершиной кверху. Консоли собираются из 13 промежуточных и одной концевой панелей (детали которых отличаются размерами). Каждая промежуточная панель собрана из двух стоек 1, одной распорки 2, двух водопроводящих труб 3 нижнего пояса, верхнего пояса 4 и двух пар раскосов 5 и растяжек. К каждой водопроводной трубе 3 приварена муфта, в которую ввернут открьлок 6 с короткоструйной насадкой 7.

Необходимое положение открьлка фиксируется контргайкой. На концах труб приварены соединительные фланцы, а на наружной поверхности – фасонная деталь. К отогнутым полкам, которой крепят элементы фермы (стойка 1, распорка 2, вилки раскосов и растяжек).

С целью ускорения слива воды из консолей на трубах панелей устанавливаются сливные клапаны, закрывающиеся под давлением воды при работе агрегата и открывающиеся при остановке, когда давление воды падает.

Концевая панель имеет специальную струйную насадку 8. Стержень 4 верхнего пояса крепят к ушке, приваренному к трубам этой панели. Всего на ферме агрегата ДДА-100МА - 54 дождевальные насадки, 52 – короткоструйные с расходом 2,3 л/с и две концевые струйные – с расходом 5 л/с.

Давление воды в трубах нижнего пояса падает по мере удаления от центра агрегата. Для получения постоянного одинакового расхода воды диаметр сопел короткоструйных насадок изменяется от 12 мм на первых пяти панелях до 15 мм на крайних. На 4-х панелях диаметр сопел 13 мм и на трех 14 мм. Диаметр сопла концевой струйной насадки 22 мм, дальность полета струи, и степень распыла регулируют изменением положения рассекателя.

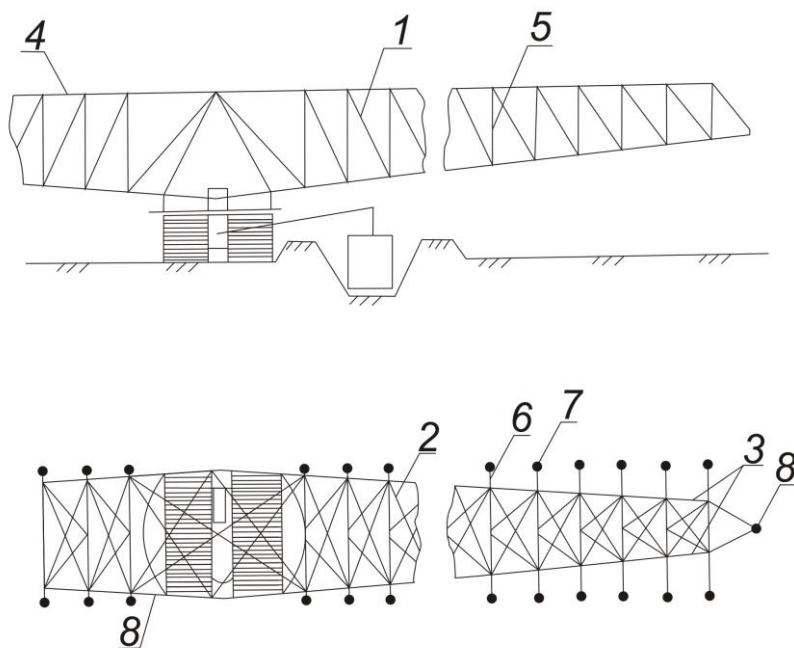


Рис.65- Дождевальная машина ДДА-100МА.

К трубам нижнего пояса 5-й панели посредством скоб подкреплены 4-е амортизатора с установленными пружинами, на которые опирается опорная дуга, предохраняющая консоль от поломки при наклоне фермы. В нижней части опорной дуги укреплен полозок, который при работе агрегата устанавливают вдоль дуги.

Центральная часть фермы, связывающая между собой обе консоли, состоит из круга 8 и 4-х наклонных стоек 1, они соединены вверху и образуют пирамиду. Круг, представляющий собой согнутую в кольцо трубу, служит также элементом, по которому вода от насоса поступает в консоли. Соединяют горловину с насосом резиновым рукавом.

Вся ферма своим центральным кругом опирается на роликовые опоры 4-х гидравлических цилиндров, смонтированных попарно на балках впереди и сзади трактора.

На дождевальном агрегате ДДА-100МА устанавливается центробежный насос 8К-14. Он монтируется на кронштейне стенки заднего моста. Приводится насос от ведущего вала ходоуменьшителя через понижающий редуктор, установленный вместо корпуса ВОМ. Насос и редуктор соединены промежуточным кронштейном.

Всасывающая линия (рис.66) служит для забора воды насосом из оросителя. Трубы, примыкающие к патрубку насоса двумя стремянками, подвешиваются к консольной балке 1, закрепленной на раме агрегата. Всасывающая труба 2 соединяется с горловиной плавучего клапана 3 резиновым рукавом 4, обжатого хомутами. Корпус клапана поддерживают специальные цепочки. На всасывающей линии монтируется приспособление для учета расхода воды 5. Приспособление для внесения минеральных удобрений вместе с поливной водой предназначено для работы только с растворимыми удобрениями. Вода для растворения удобрений подается из напорной линии.

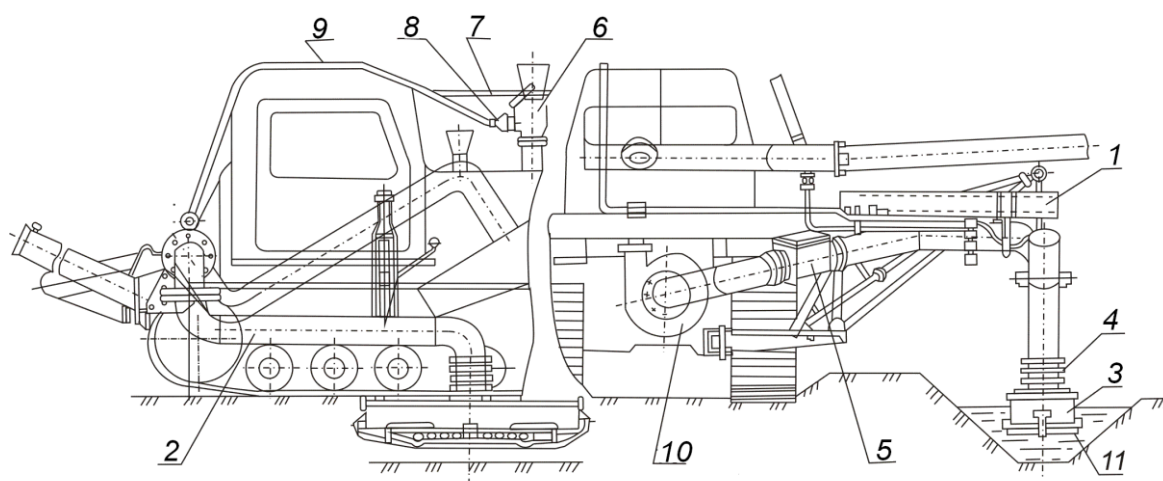


Рис.66- Всасывающая линия дождевальной машины ДДА-100МА

Гидроподкормщик (рис.67) состоит из верхнего бака 1, в который через загрузочное окно засыпают удобрения, сетки 2, дозатора 3 с дозирующим краном 4, нижнего смешительного бака 5, подводящих патрубков 6, 7, отводящего патрубка 8 и указателя уровня удобрений 9 в баке.

Из напорной линии агрегата через проводящий трубопровод и дозирующий кран 4 вода подается в дозатор. В нем установлены 4-ре насадки 10, расположенные таким образом, что выходящие из них струи воды направляются в прорезы сетки 2, на которой находятся удобрения.

Удобрения растворяясь, накапливаются в дозаторе виде раствора большой концентрации и через отверстия в дозаторе сливаются в нижний смешительный бак 5. Там раствор перемешивается с водой, поступившей непосредственно из напорной линии через подводящий патрубок 7, образуя раствор меньшей концентрации. Количество воды в нижнем баке автоматически регулируется поплавком 11 и запорным клапаном 12. Из нижнего бака по отводному патрубку 8 вода с растворенными в ней удобрениями поступает во всасывающую линию агрегата.

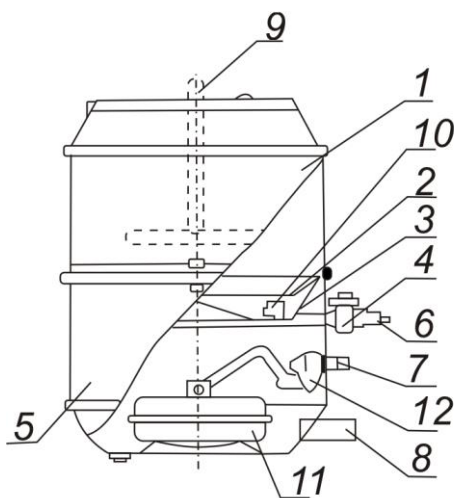


Рис.67- Гидроподкормщик

## Устройство узлов и механизмов ДДН-70

Дождеватель дальнеструйный навесной (рис. 68) состоит из рамы 1, на которой монтируется насос-редуктор 2, механизма поворота дождевательного аппарата 3, всасывающей линии 4 с подъемным механизмом газоструйного

вакуум-аппарата (эжектора), гидropодкормщика 5, вакуумного трубопровода 6, карданной передачи 7.

Рама 1 сварной конструкции предназначена для присоединения дождевателя к навесной системе трактора.

Карданный вал предназначен для передачи крутящего момента от вала отбора мощности трактора к ведущему валу насоса-редуктора 2.

Червячный редуктор передает вращение от ведущего вала насоса-редуктора к входному валу механизма поворота ствола дождевателя.

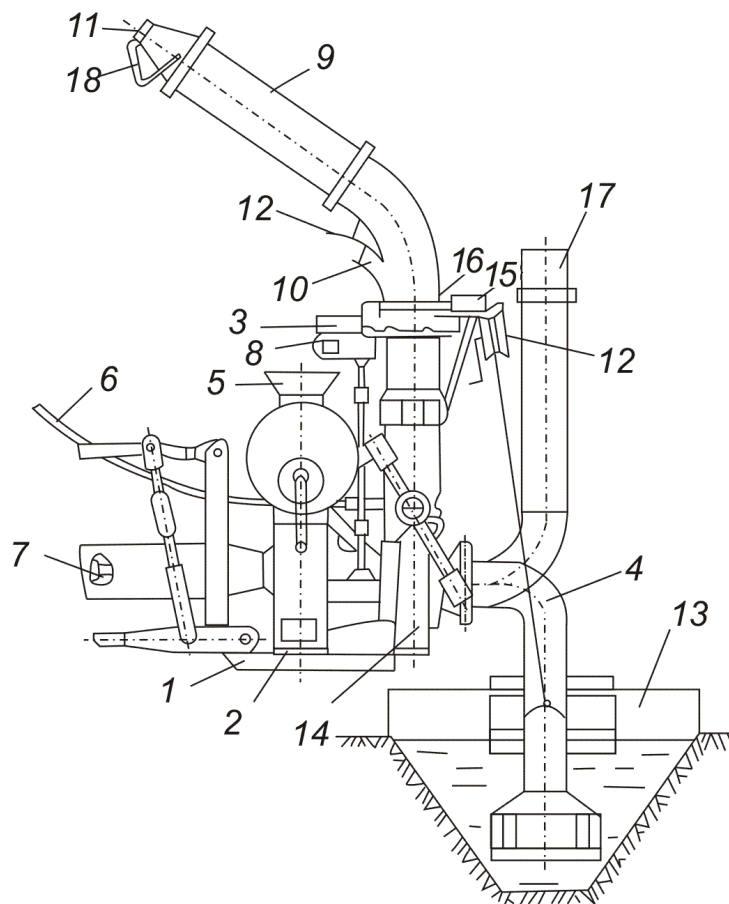


Рис. 68- Дождеватель дальнеструйный навесной

Механизм поворота дождевательного аппарата (рис. 69) состоит из эксцентрика 1, планки 2 с «собачкой» 3, шестерни 4, напрессованной на стакан аппарата, к которому жестко крепится ствол дождевателя. Он получает вращение от входного вала червячного редуктора через карданную передачу.

На свободном конце рычага закреплена ось 5, несущая храповую «собачку» 3 с переключателем 6.

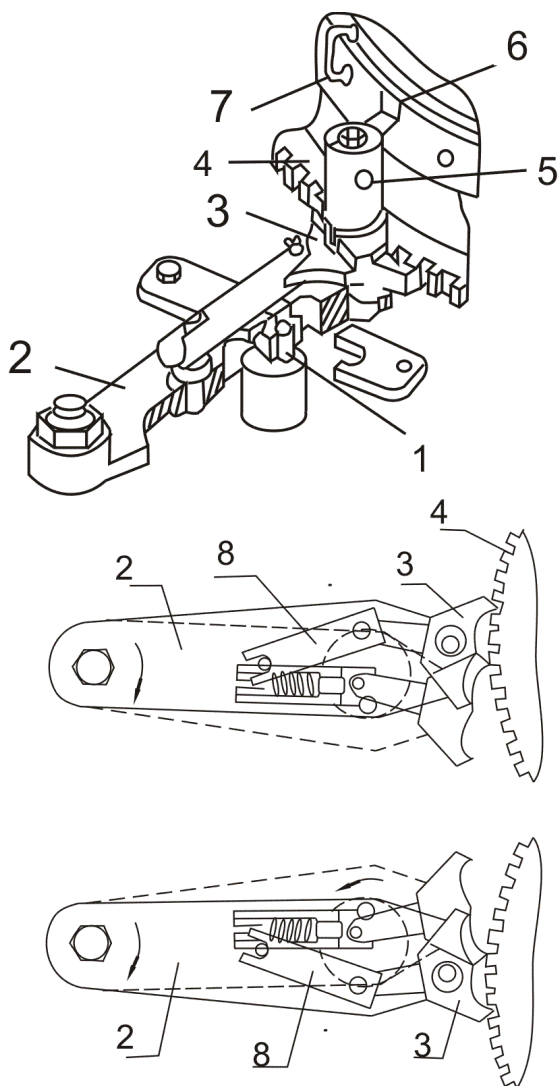


Рис.69- Механизм поворота дождевателя ДДН-70

При качении рычага «собачка» входит в зацепление с храповиком, заставляя его, а также жестко сваренный с ним стакан и ствол прерывателя вращаться по кругу. Упорный шарикоподшипник воспринимает осевые усилия, возникающие от потока воды и облегчает вращение ствола.

Кроме кругового вращения ствол может вращаться по сектору. Переключение «собачки» при секторном поливе выполняется автоматически двумя упорами 7 в радиальных отверстиях на фланце. Величина угла орошаемого сектора изменяется перестановкой упоров.

Для фиксации ствола при холостом ходе «собачки» на захват следующего зуба храпового колеса сделан тормозной упор. В коробку механизма привода вмонтировано водомерное устройство 8, работающее по принципу изменения частоты вращения вала насоса.

Цена одного деления счетчика при диаметре сопла: 55 мм – 0,25 м<sup>3</sup>, 45 мм – 0,19 м<sup>3</sup>, 35 мм – 0,14 м<sup>3</sup>.

Дальнеструйные дождевальные аппараты имеют два ствола 9, 10. Большой ствол 9 имеет три сменных сопла диаметром 55 мм, 45 мм, 35 мм. Сопла снабжены большим и малым 12 клапанами для перекрытия доступа воздуха в дождеватель при заполнении насоса водой.

Насос-редуктор состоит из двух механизмов центробежного насоса с частотой вращения рабочего колеса 2100 мин<sup>-1</sup> и одноступенчатого повышающего редуктора. Его вращение осуществляется от вала отбора мощности трактора через карданную передачу.

Всасывающая линия, служащая для забора воды из временных оросителей и вакуумная система идентичны дождевателю ДДА-100МА.

Гидроподкормщик (рис.70) служит для внесения удобрений вместе с поливной водой. Он выполнен в виде бака цилиндрической формы.

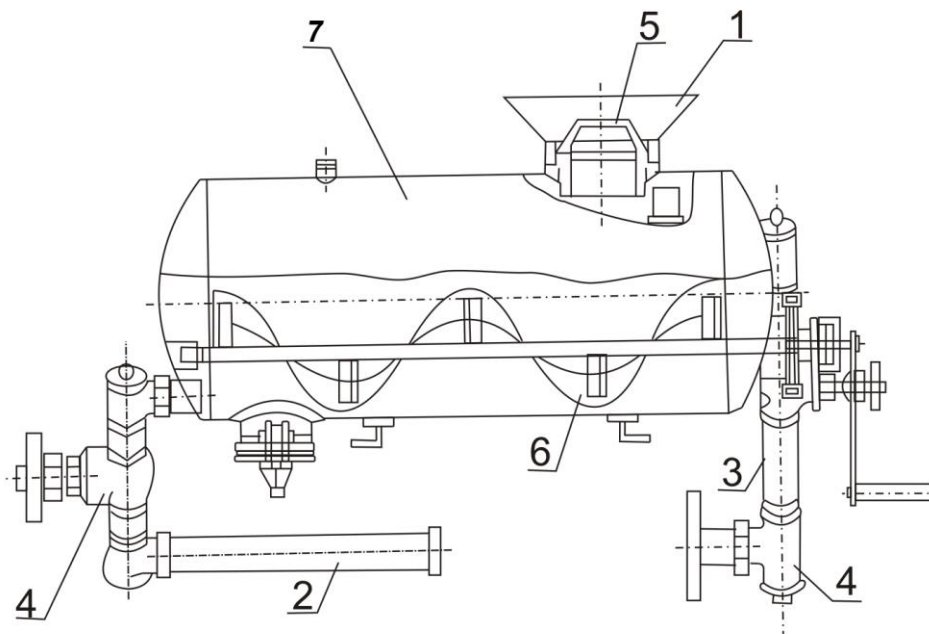


Рис. 70- Гидроподкормщик навесного дальнеструйного дождевателя ДДН-70.

В верхней части имеется горловина 1 для засыпки удобрений. Бак сообщается с напорной 2 и всасывающей 3 линиями насоса при помощи трубопроводов с вентилями 4, предназначенными для регулирования расхода воды, подаваемой в бак и отсасываемой из него.

Во время работы горловина закрывается заглушкой 5. После перемешивания удобрений шнеком 6 и их полного растворения, открывают вентиль на всасывающей линии, раствор удобрений проходит через центробежный насос, перемешивается с водой и распределяется по площади захвата дождем.

### **Подготовка к работе и запуск ДДА-100МА И ДДН-70**

Во время пуска агрегата необходимо ферму отключить на период заправки его водой. Это обеспечивается посредством обратного клапана в горловине поворотного круга. Заполняется всасывающий трубопровод и насос водой при помощи эжектора включение и выключение, которого тягой из кабины трактора. Во время включения эжектора заслонка перекрывает выхлопную трубу трактора и поток выхлопных газов через сопло и диффузор направляется в атмосферу увлекая воздух из всасывающего трубопровода, с которым эжектор связан вакуумприводом. В результате отсоса воздуха во всасывающем трубопроводе и в насосе образуется разреженное пространство, которое через сетку действием атмосферного давления заполняется водой из канала. После чего включается насос в работу.

### **Подготовка к работе и запуск дождевателя ДДН-70**

Перед запуском машины устанавливают трактор в исходное положение и ручной лебедкой опускают в канал всасывающий трубопровод так, чтобы сетка водозаборника была полностью под водой. Проверяют, плотно ли закрыты клапаны основного и малого сопел ствола дождевателя. Заполнение насоса водой производят с помощью газоструйного вакуум-аппарата (эжектора), который работает также как и у ДДА-100МА. Тягой включают в работу вакуум-аппарат и отсасывают воздух из всасывающей линии до тех пор, пока водная пыль не покажется из его сопла. Для перекрытия доступа воды в вакуум-



аппарат установлен специальный клапан, который под давлением воды закрывает отверстие в корпусе.

Включением вала отбора мощности и муфты сцепления приводят в действие водяной насос дождевателя. Убедившись в его нормальной работе, увеличивают подачу топлива в двигатель.

## Техническое обслуживание ДДА-100МА, ДДН-70

Хранение в неполивной период.

При эксплуатации дождевательных машин ДДА-100МА, ДДН-70, ДДН-100 выполняются ежесменные (ЕТО), периодические (ПТО) и сезонные технические обслуживания (СТО).

ЕТО – перед началом работы нужно убедиться в отсутствии ненормальных шумов, стуков и подтеков в водяном насосе, редукторах и механизмах поворота. Проверить уровень масла в приводе насоса.

Периодическое ТО совмещают со сроком для трактора. Смазывают отдельные сборочные единицы по карте смазки. Проверяют и регулируют соосность вала отбора мощности и выходного вала насоса-редуктора, где допускается смещение не более 0,5 мм. При зазоре между уплотнительными кольцами и рабочем колесе более 0,5 мм их следует заменить.

Таблица 14- Возможные неисправности в работе дождевательных машин ДДА-100МА и ДДН-70

Неисправности	Причина их возникновения
Всасывающая линия и насос не заливаются водой	Неисправен газоструйный вакуумный аппарат. Всасывающая линия или обратный клапан фермы пропускает воздух. Створки плавучего клапана прикрыты не плотно.
Насос заметно уменьшает или прекращает подачу воды в	Всасывающий клапан подсасывает воздух.

консоли.	Сетка всасывающего клапана засорена. Занижены обороты насоса, засорилось рабочее колесо насоса. Велик зазор в уплотнительных кольцах насоса.
Сильно греется вал насоса.	Чрезмерно затянут сальник. Перекос.
Насадки работают ненормально	Засорились серединные насадки.
Шарнирные муфты всасывающей линии вращаются с трудом.	В полость муфты попал песок. Туго затянуты болты муфты.
Одна из консолей постепенно перетягивает.	Сильно затянуты раскосы растяжки панели. В перетягивающей консоли скопился ил.
Остановка движения ствола ДДН-70 при поливе по кругу или по сектору	Собачка встала в нейтральное положение. Не отрегулирован тормоз механизма привода вала.
Сократилась дальность полета основной струи.	Выпрямитель потока забит мусором.

Проверяют герметичность всасывающего трубопровода и состояние сетки водозаборника.

Первое сезонное ТО проводят перед началом поливного сезона. При этом необходимо все детали и узлы, снятые на хранение, установить на места. Произвести регулировку агрегатов и узлов.

Второе сезонное ТО проводят по окончании поливного сезона.

При подготовке к зимнему хранению необходимо провести следующие работы:

- очистить от пыли и грязи дождеватели, слить воду из насосов и гидроподкормщиков.

Насосы промывают водой и заливают в них нигрол и прокручивают рабочее колесо. Из редукторов сливают отработанное масло, промывают дизельным топливом и заливают свежее масло. Все резиновые элементы сдают на склад.

При необходимости дождеватели снимают и устанавливают на деревянные брусья. Обильно смазывают солидолом и обматывают промасленной бумагой всех открытых частей дождевателей.

Детали и узлы, снятые с дождевателей сдаются на хранение согласно ведомости, кроме того составляется дефектная ведомость в 2-х экземплярах.

## **Охрана труда и техника безопасности**

При работе с дождевальными машинами следует соблюдать «Правила техники безопасности при работе на тракторах, сельскохозяйственных и специальных машинах».

Кроме того необходимо соблюдать следующее правило: ремонтировать, осматривать, смазывать и очищать машину только при остановленном двигателе трактора, не допускается работа машины без установки на карданный вал защитного кожуха.

К работе на агрегате следует допускать только лиц, имеющих необходимые знания по устройству и эксплуатации агрегатов и уходу за ними, прошедших инструктаж по технике безопасности, охране труда и пожарной безопасности.

Перед началом работы необходимо убедиться в полной исправности агрегатов. Во время работы запрещается вести слесарно-монтажные работы, а также смазывать агрегаты.

Запрещается находиться посторонним лицам в зоне дождевания во время работы, оставлять без присмотра работающие машины.

Запрещается поливать на транспортной скорости, вблизи линии электропередач при расстоянии менее 90 м.

## 2.5 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ДОЖДЕВАТЕЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ДФ-120 «ДНЕПР»

### Основные характеристики и особенности конструкции

Дождевальная машина ДФ-120 «Днепр» с электроприводом предназначена для полива всех сельскохозяйственных культур включая и высокостебельные. Полив осуществляется позиционно от гидрантов закрытой оросительной сети.

Перемещение между рабочими позициями машины выполняется при помощи электропривода.

Техническую характеристику базовой модели дождевателя ДФ-120 «Днепр» приводим в табл. 16.

### Устройство узлов и механизмов ДФ-120 «ДНЕПР»

Водопроводящий пояс 1 (рис. 38) дождевателя собран из алюминиевых труб диаметром 180 мм, опорные секции которых смонтированы на самоходных тележках 2.

Таблица 15 -Техническая характеристика дождевателя ДФ-120 «Днепр»

Расстояние гидрантов оросительной сети друг от друга, м	54
Расход воды, л/с	120
Рабочее давление, МПа	0,46
Средняя интенсивность дождя ,мм/мин	до 0,3
Число дождевальных аппаратов "Роса-3" с механизмом секторного полива и соплами Ø7; 7; 4	4
без механизма секторного полива и соплами Ø 7; 11; 4	30
Скорость передвижения с позиции на позицию, м/мин	8,166
Ширина захвата,	460

Расстояние между позициями, м	54
Производительность за 1 час чистой работы (при норме полива 600 м <sup>3</sup> /га), га	0,72
Высота расположения водопроводящего пояса по оси, мм	2100
Число самоходных тележек	17
Привод самоходных тележек	электрический
Источник электроэнергии	Передвижная электрическая станция-трактор ЮМЗ-6Л с ходоуменьшителем СН-5А с навешенным на него генератором
Напряжения цепи электропривода, В	220 (трехфазный)
Напряжение цепи управления, В	127
Мощность электродвигателя самоходной тележки, кВт	1,1
Управление электроприводом дождевателя	Дистанционное из кабины трактора
Генератор передвижной электрической станции: марка мощность, кВт напряжение, В частота, Гц	ЕСС5-82-42 37,5 230 50
Рабочая скорость передвижения электрической станции, м/мин	8,666 (2-я передача трактора при включенном ходоуменьшителе)
Масса машины (без передвижной электрической станции), кг	13350

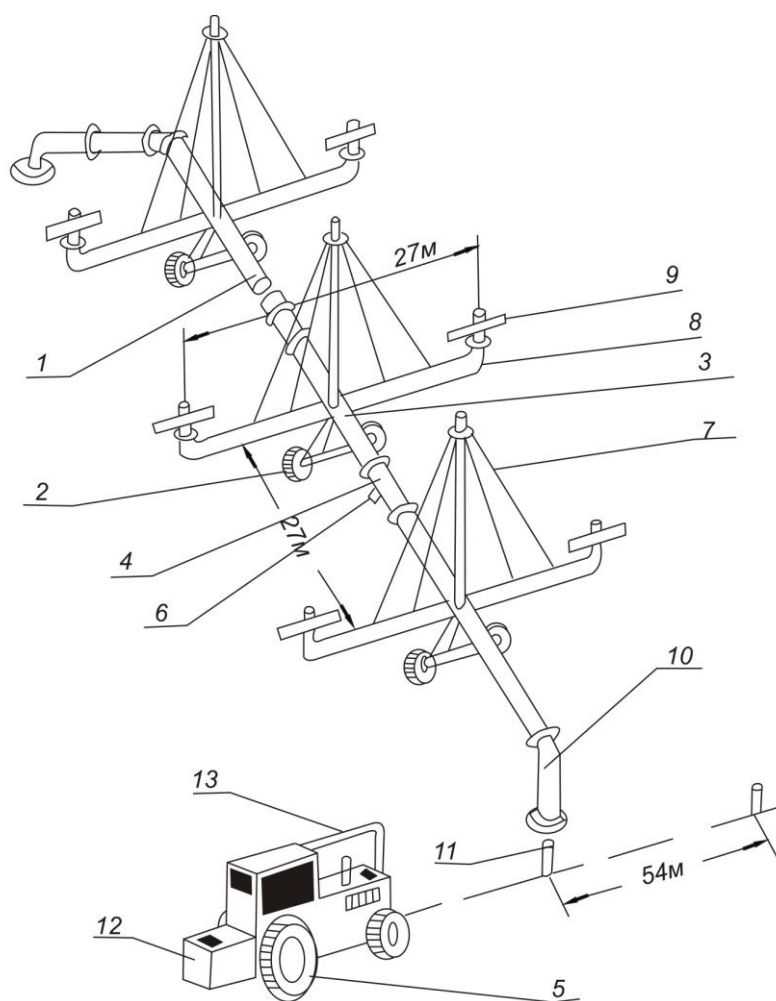


Рис. 71- Конструктивная схема дождевальной машины ДФ-120 «Днепр»

У каждой опорной трубы 3 с двух сторон на фланцах установлены по две соединительные трубы 4, оборудованные сливными клапанами 6. Для обеспечения жесткости трубопровода 1 дождеватель снабжен системой тросов 7 и уголков.

На опорной трубе 3 водопроводящего пояса 1 при помощи фланца стояка смонтирована ферма-открылка 8. По ней из основного водовода вода поступает к дождевальным аппаратам 9.

Аппараты 9 крайних ферм дождевателя имеют механизмы секторного полива, а все остальные - кругового действия. Достоинством дождевателя ДФ-120 "Днепр" является то, что он имеет на обоих концах водо-проводящего пояса подсоединительные трубопроводы 10, которые позволяют забирать воду с любой стороны дождевателя (рис. 72).

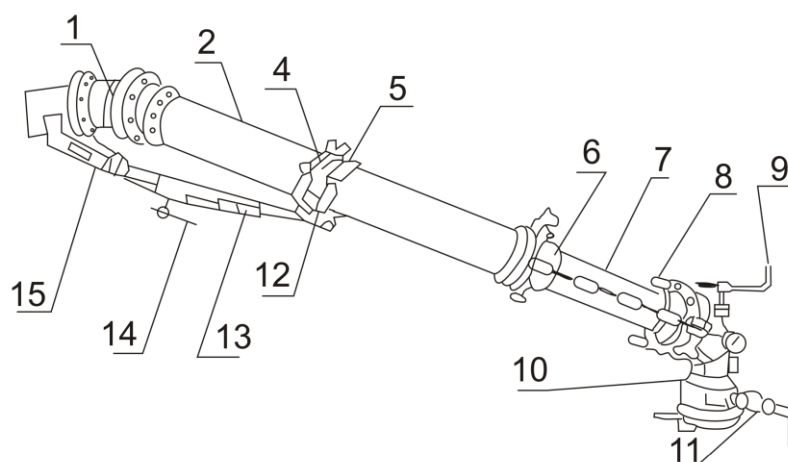


Рис. 72- Подсоединительный трубопровод дождевальной машины ДФ-120 «Днепр»

Подсоединительное устройство состоит из вставки 1, неподвижной трубы 2, хомутов 4 и 5, фиксатора (тормоза) 6, подвижной трубы 7, петли 8, штурвала 9, подсоединительного колена 10, вентиля со сливной трубкой 11, направляющей 12, рессоры 13, регулировочного винта 14, кронштейна 15. Открывают и закрывают гидрант штурвалом 9, имеющим специальный ключ, при этом перед открытием гидранта подвижную трубу 7 крепят тормозом 6.

### Устройство самоходной тележки

Самоходная тележка дождевателя (рис.73) состоит из стеблеотвода 1, колес 2, осей 3, мотор редуктора 4 (редуктор планетарного типа), рамы 5, желоба 6, натяжной звездочки 7, цепной передачи 8, зубчатой цилиндрической передачи 9. Желоб 6 с проушинами предназначен для крепления опорной трубы и механизма управления.

Колеса 2 самоходной тележки приводятся во вращение мотор-редуктором 4 через цепную 8 и зубчатую 9 передачи и смонтированы на специальных осях, которые позволяют устанавливать их как перпендикулярно оси трубопровода (рабочее положение), так и параллельно ей (транспортное положение).

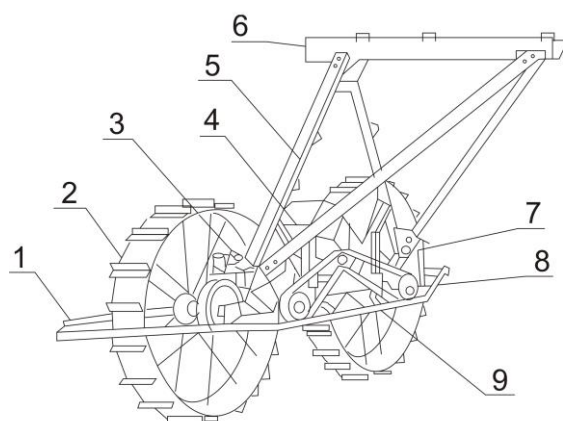


Рис.73- Самоходная тележка дождевателя ДФ-120 «Днепр»

### Механизмы управления ДФ-120" Днепр"

Для выравнивания промежуточных тележек при движении дождевателя предназначен механизм управления (рис.74).

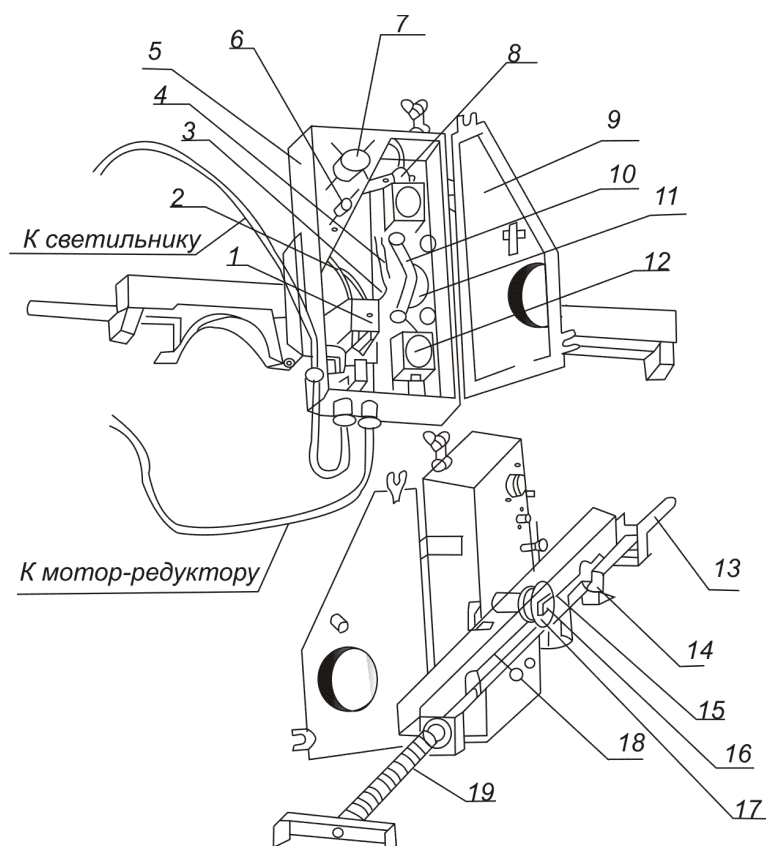


Рис. 74- Механизм управления дождевальной машины ДФ-120 «Днепр»



Механизм управления дождевателя состоит из магнитного пускателя 1, проводов сигнализации 2, ртутного переключателя 3, рычага 4, коробки 5, подсоединительных колодок 6 и 7, конечных выключателей 8 и 12, дверки 9, кулачкового вала 10, кулачка привода ртутного прерывателя 11, штанги 13, подвески 14, стопорного болта 15, поводка 16, барабана 17, троса 18, пружины 19.

## **Взаимодействие основных частей механизма управления при перегоне машины**

Для перегона дождевателя с одной позиции на другую, или с одного конца участка на другой используют передвижную электростанцию, состоящую из трактора 5 и генератора 12 навешенного на него (рис.75).

Генератор 12 приводится в движение от вала отбора мощности трактора через карданный вал и одноступенчатый редуктор. Он закрыт брызгозащитным кожухом и заземлен в четырех точках. Трактор 6 оснащен специальной поворотной стрелой 13, поддерживающий провода и присоединительные кабели при перегоне машины. В случае изгиба водопроводящего трубопровода дождевателя при перегоне штанга 1 механизма управления, удерживаемая тросом 2, смещается в сторону, противоположную направлению движения машины и трос 3 поворачивает барабан 4 и кулачковый вал 5, который нажимает на ролик конечного выключателя 6 или 7 (в зависимости от направления движения машины), в результате этого выключается магнитный пускатель мотор-редуктора и тележка останавливается, тогда постепенно трубопровод выравнивается, а штанга 1 под воздействием пружины 8 перемещается в сторону направления машины - мотор-редуктор включается.

Когда нарушается работа привода тележки, механизма управления или происходит буксование колес и изгиб трубопровода достигает предельно допустимой величины, то вследствие смещения штанги 1 кулачок 9 включает ртутный прерыватель 10, и силовая цепь размыкается. Одновременно на пульте управления (в кабине трактора) гаснет контрольная лампочка и включается звуковой сигнал. Установленная на машине сигнализация и светильники обеспечивают наблюдение за положением тележек при ее движении в ночное

время. Светильники горят только во время движения дождевателя, на первой и последней тележках установлены красные светильники, на промежуточных - белые. В ночное время путь движения дождевателя освещается фарами, размещенными на стойках ферм крайних тележек. Фары подключены к электрической сети трактора напряжением 12 В.

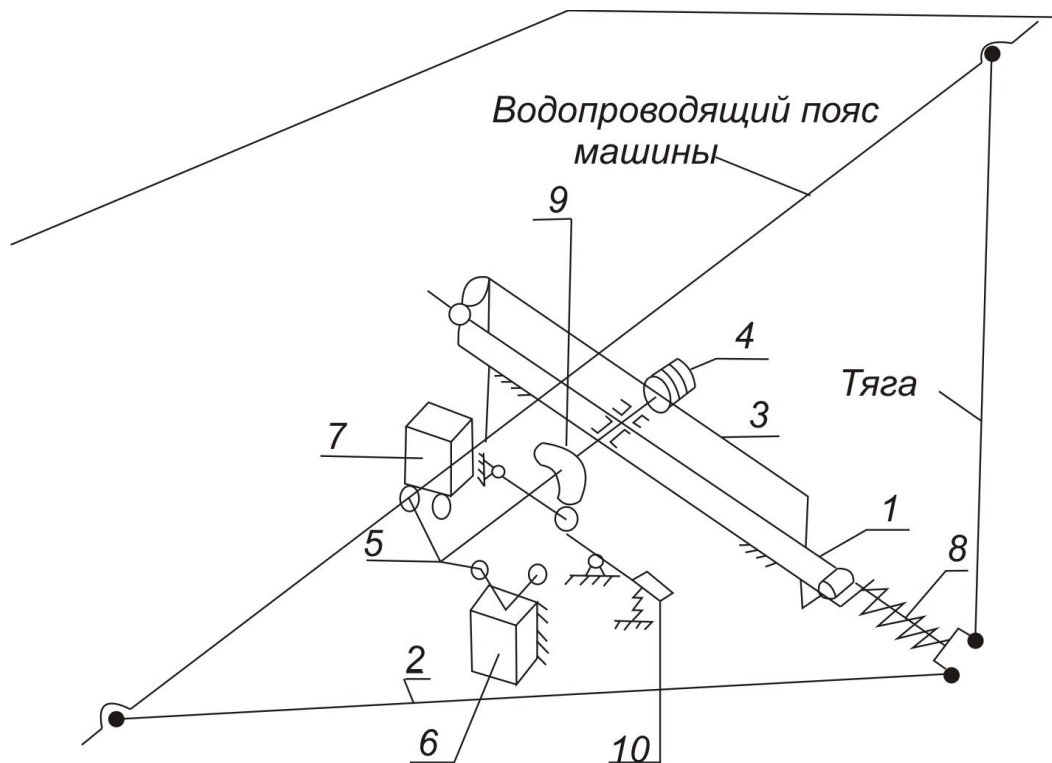


Рис. 75- Схема механизма управления дождевальной машины ДФ-120 «Днепр»

### Обеспечение нормы и равномерности полива дождевателем

Поливная норма машины может регулироваться от 100 до 1000 м<sup>3</sup>/га и зависит от времени стоянки дождевателя на одной позиции, которое в свою очередь зависит от сельскохозяйственной культуры, поливаемой машиной. Зависимость нормы полива и производительности дождевателя от времени стоянки машины приведена в табл. 17.

Таблица 16 -Производительность дождевателя ДФ-120"Днепр" в зависимости от нормы полива.

Норма полива, м <sup>3</sup> /га	Продолжительность полива на позиции, мин	Производительность за час чистой работы, га
200	67	2,16
300	100	1,44
400	133	1,08
500	167	0,86
600	200	0,72
800	267	0,54
1200	333	0,42

Равномерность полива по длине водопроводящего трубопровода обеспечивается сменными соплами, которые устанавливаются в определенной последовательности.

### **Возможные неисправности в работе дождевателя и способы их устранения**

У дождевателя ДФ-120"Днепр" во время его эксплуатации возникают различные неисправности, которые снижают надежность его работы.

В табл. 17. приведены возможные неисправности и способы их устранения.

Таблица 17 - Возможные неисправности дождевателя ДФ-120"Днепр" и способы их устранения

Неисправность	Причина	Способ устранения
Течь во фланцевых соединениях секций трубопровода или ферм.	Ослабли болты фланцевого соединения.	Затянуть болты
	Изношена или разорвана прокладка	Заменить прокладку
Течь во фланцевом соединении стояка	Не затянуты болты фланцевого соединения,	Затянуть болты. Правильно установить

фермы с опорной трубой.	не правильно установлен стояк. Изношена или разорвана прокладка.	стояк и прокладку. Заменить прокладку
Сливные клапаны не закрываются при наличии давления в трубопроводе.	Засорение клапана, заклинивание штока клапана.	Очистить корпус, клапан и шток.
При прекращении подачи воды сливные клапаны не выпускают воду из трубопровода.	Заклинивание штока клапана, засорение клапана, поломка пружины.	Очистить сливной клапан, заменить пружину.
Установка колена присоединительного трубопровода на гидрант затруднена.	Не смазано или сильно заткнуто сферическое соединение	Смазать сферическое соединение, отрегулировать затяжку болтов.
При соединении дождевателя с электрической станцией включается звуковой сигнал на тракторе и не горит сигнальная лампа на пульте управления.	Обрыв в цепи, сигнализации или нарушение контакта в соединениях. Поврежден ртутный прерыватель.	Выяснить место неисправности и устранить ее.
Нарушается прямолинейность движения дождевателя	Не управляется группа тележек	Проверить наличие обрыва цепи в штепсельных разъемах и кабель управления, устранить обрыв
Первая или последняя тележка не управляется.	Обрыв в цепи их управления или неисправности электромагнитного реле	Проверить наличие обрыва цепи управления и работу реле, устранить обрыв цепи, при

		необходимости заменить реле.
Не включается реверсивный магнитный пускатель в щите управления электростанцией и не подается напряжение на машину	Отсутствует напряжение 12В постоянного тока от электрооборудования трактора.	Проверить наличие напряжения I2В постоянного тока включением магнитного пускателя, при отсутствии обеспечить его подачу.
Ритмичный шум в генераторе.	Увеличение одностороннего притяжения ротора из-за износа подшипников.	Заменить подшипники новыми.
В режиме холостого хода возбуждение генератора не происходит.	Обрыв или плохой контакт в цепи соединения дополнительной обмотки генератора со стабилизирующим устройством. Поверхность контактных колеи загрязнена.	Убедиться в отсутствии обрывов и надежности контактов, при необходимости затянуть резьбовые соединения в цепях. Очистить поверхность контактных колеи.
Отсутствие напряжения на вольтметре.	Неисправность вольтметра или его электрической цепи.	Проверить вольтметр, при необходимости заменить. Устранить обрывы проводов, затянуть крепеж слабых контактных соединений.
При включении машины первая тележка не движется.	Западание кнопки «Стоп первая»	Вскрыть пульт, кнопку очистить от пыли, контакты вернуть в исходное положение.

## 2.6. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «КУБАНЬ»

### Основные характеристики и особенности конструкции

Электрическая дождевальная машина "Кубань" ЭДМФ с забором воды из открытого облицованного канала предназначена для полива различных сельскохозяйственных культур, включая высокостебельные и может быть использована на любых почвах со спокойным рельефом.

Полив выполняется дождеванием с помощью короткоструйных, низконапорных насадок секторного действия. Машина оборудована электрической системой автоматического управления и защиты.

Одна машина может полить площадь от 120 до 200 га в зависимости от зоны применения. Полив осуществляется в режиме прерывистого движения вдоль открытого оросительного канала. Поливная норма регулируется за счет изменения средней скорости перемещения машины. Максимальная норма полива за один проход 600 м<sup>3</sup>/га.

Дождевальную машину "Кубань" рекомендуется использовать при следующих условиях: глубина залегания пресных грунтовых вод не менее 1,5 м. Наличие твердых частиц в оросительной воде размером более 0,5 мм, при обнаружении взвешенных частиц более 0,5 воду необходимо очищать, скорость ветра не должна превышать 7 м/с, а потери воды на испарение - не более 15%.

#### Техническая характеристика ДМ "КУБАНЬ".

Марка	ЭДМФ "Кубань"
Тип машины	электрическая, колесная, много- опорная, фронтального переме- щения.
Водозабор	из открытого облицованного канала
Тип дождевальных насадок	короткоструйные, низконапорные, секторного действия
Число насадок	294
Число опорных тележек	16
Расход воды, л/с	165...170

Номинальный напор на входе в машину, МПа	0,34...0,31
Длина машины, м	790
Скорость перемещений машины, м/мин	0,19...2,0
Расстояние между опорами, м	52,5
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	до 1,2
Напряжение в силовой сети, В	380
Напряжение на управление, В	220
Частота, Гц	59
Тип электродвигателя	Асинхронный, 3-х фазный, переменного тока
Потребляемая мощность электродвигателя, кВт	2,2

Дождевальная машина "Кубань" представляет собой движущийся фронтально водопроводящий трубопровод, состоящий из двух дождевальных крыльев, которые опираются на 16 опорных тележек.

Подача воды в трубопровод осуществляется дизель-насосной или электродвигатель - насосной установкой из открытого облицованного канала.

Поливная норма регулируется за счет изменения средней скорости движения опорных тележек при постоянной производительности водяного насоса.

### **Водопроводящий трубопровод**

Главный трубопровод состоит из шарнирно сочлененных между собой пролетов, оцинкованных труб, что обеспечивает машине определенную гибкость в вертикальной плоскости.

Гидравлическое соединение стыков между пролетами осуществляется муфтами с уплотняющими резиновыми рукавами.

В состав водопроводящего пояса входят: центральный пролет, два головных пролета I-I, десять промежуточных, два предконсольных пролета и две консоли, вантовых подвесок, консольных труб, двух отстойников, низконапорных дождевателей.

- центральный пролет представляет собой сваренную из двух труб банку, нижняя является частью главного трубопровода, а верхняя служит для усиления конструкции.

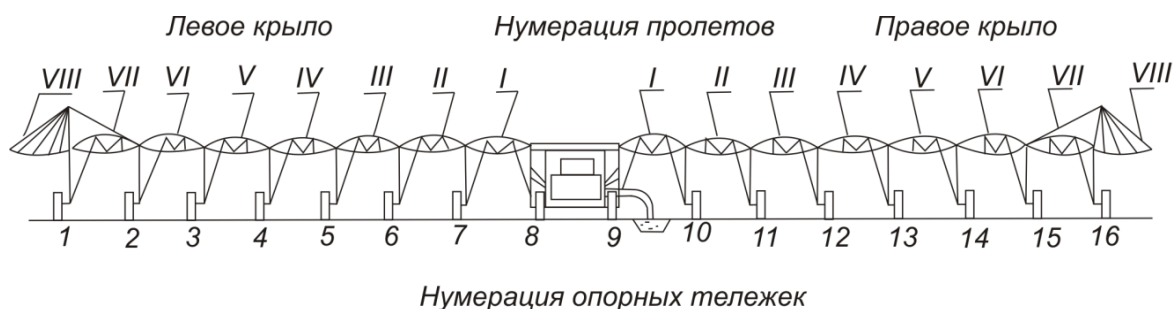


Рис. 76- Водопроводящий трубопровод дождевальная машины «Кубань»

Центральный пролет (рис. 76) состоит из силового агрегата, в который входят дизель-насосная станция и генератор 9, топливных баков 5, всасывающего и нагнетательного трубопровода 11, прибора стабилизации курса (ПСК) 4, центральной опорной тележки 10, шарнира 7, водопроводящего трубопровода 6.

Силовой агрегат расположен сбоку от канала. Генератор предназначен для подачи электроэнергии на двигатели мотор-ретукторов опорных тележек и приборы системы управления машины.

Головной пролет (рис. 77) состоит из 4 труб, комплекта раскосов и стяжек. К флангам труб болтами крепятся раскосы из угольников, образующих равнобедренные треугольники, к которым крепятся стяжки.

Трубы пролета соединяются между собой через прокладки. Головной пролет опирается одним концом на центральную опорную тележку, другим - на промежуточную.

Промежуточный пролет состоит из 4 труб диаметром 168 мм и толщиной стенки 3,2 мм. Пролеты длиной 52,5 м соединены муфтами, имеют некоторую свободу перемещения относительно друг друга.

В нижней части трубы в районе крепления хомута предусмотрено отверстие, которое служит для слива воды из труб пролета при остановке машины.

Предконсольный пролет состоит из 4 труб аналогичных головному пролету, но имеет переходник, к которому подсоединяется консоль длиной 25 м, состоящий из трех труб. Переходник и торцевая часть консоли имеют



отстойники, которые периодически в процессе эксплуатации открываются для промывки трубопровода.

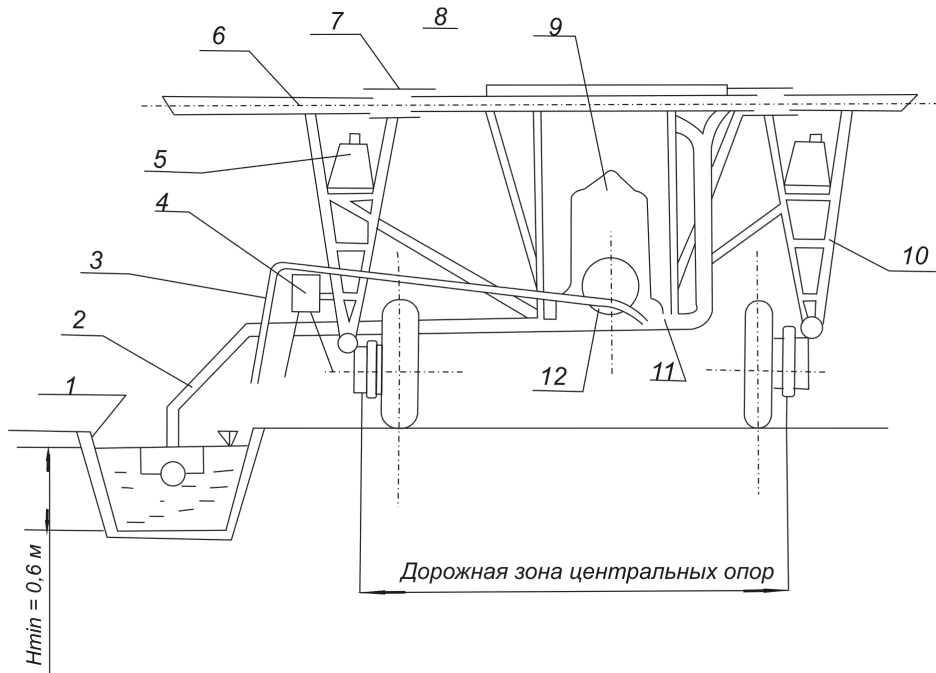


Рис. 77- Центральный пролет дождевальной машины "Кубань"

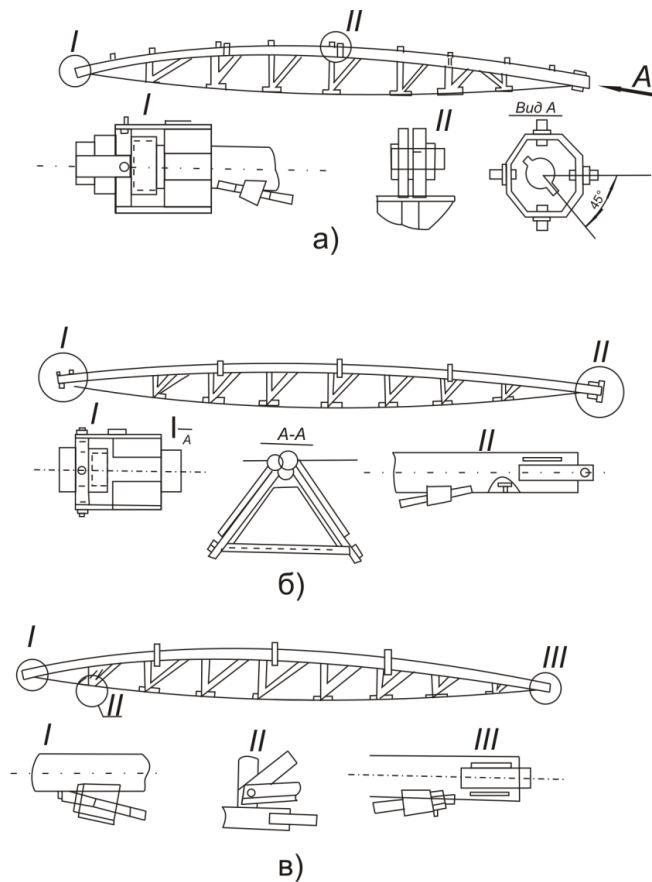


Рис. 78- Элементы водопроводящего трубопровода

Водопроводящий трубопровод всех пролетов выгнут дугой вверх и напряжённость его сохраняется нижней фермой жесткости из угольников и стержней-стяжек.

Короткоструйные низконапорные дождеватели секторного действия устанавливаются на переходные патрубки, изогнутые под углом  $45^\circ$  к горизонту. Факел дождя наладок направлен в сторону от трубопровода. Расстановка насадок на левом, и правом крыльях машины симметрична. Насадки, установленные в штуцера с четными номерами, ориентированы соплом вперед, а с нечетными - соплом назад от оси главного трубопровода. На головном пролете устанавливается 18 насадок, на остальных пролетах по 20 насадок, на консоли - 9 насадок.

Всего на машине 294 насадки шести типоразмеров, диаметром от 5,5 до 8,0 мм.

### Опорная тележка

Пролеты машин опираются на промежуточные и нейтральные тележки, предназначенные для укрепления главного трубопровода и перемещения его по линии полива.

Самоходная опорная тележка (рис. 79) опирается на два пневматических колеса 1 и состоит из балки 2 круглого сечения, на которой установлены колесные редукторы 3 и мотор-редуктор 4. Колесные редукторы приводятся в движение от мотор-редуктора через два карданных вала 5. Водопроводящий трубопровод опирается на две балки 6, изготовленные из уголков.

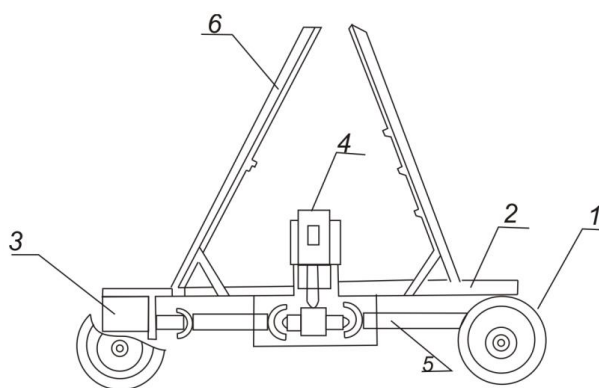


Рис. 79- Опорная тележка дождевальной машины "Кубань"

Промежуточные и крайние опорные тележки различаются приводами. Привод крайних тележек имеет большее передаточное число редуктора ( $i = 1:50$ ), чем привод промежуточных ( $i = 1:40$ ), что обеспечивает большую скорость перемещения промежуточных тележек по отношению к крайним.

Опорная тележка приводится в движение электродвигателем, который получает питание электроэнергией от генератора или электросети переменного тока.

Дождевальная машина "Кубань" снабжена системой управления электроприводом с синхронизацией движения в линию и стабилизацией движения по курсу и предназначена для обеспечения выбора направления движения, пуска и остановки машины, задания средней скорости хода машины для обеспечения необходимой нормы полива, автоматической остановки машины при достижении его края поля, а также автоматической остановки машины при критических углах излома ферм в шарнирных соединениях и автоматической остановке машины при уходе с курса.

Машина движется по курсу благодаря слежению по тросу, натянутому на специальных столбиках вдоль канала. Приборы стабилизации курса (ПСК) смонтированы на центральной опорной тележке (ближней к каналу).

На каждом пролете (кроме двух предконсольных) установлена тросовая система, которая воздействует на приборы синхронизации в линию (ПСЛ) при перемещении одного конца пролета относительно другого.

## **Техническое обслуживание и хранение машины "КУБАНЬ"**

Надежная и бесперебойная работа машины в большой степени зависит от правильной ее эксплуатации и своевременного проведения профилактических мероприятий.

Ежесменное техническое обслуживание осуществляет машинист-оператор; периодическое (номерное) техническое - бригада в составе мастера-наладчика, слесаря-электрика и двух слесарей; сезонное техническое – та же бригада совместно с машинистом-оператором.

Таблица 18-Техническое обслуживание ЭДМФ "Кубань"

Вид	Периодичность
Сезонное техническое обслуживание перед поливным сезоном, после снятия с зимнего хранения (СТО)	Перед началом поливных работ
Ежесменное техническое обслуживание (ЕТО)	Ежесменно
Первое техническое обслуживание (ТО-1)	Через 60 часов
Второе техническое обслуживание (ТО-2)	Через 240 часов
Третье техническое обслуживание (ТО-3)	Через 960 часов
Сезонное техническое обслуживание после окончания поливного сезона для постановки на зимнее хранение	После окончания поливных работ

Сезонное техническое обслуживание машины при подготовке к длительному хранению проводят после окончания полива. Снимают фланцы с отстойников, промывают под давлением трубопровод. Устанавливают машину на место, отведенное для зимнего хранения.

Сливают воду из водяных систем, продувают их сжатым воздухом. Проводят наружную консервацию, очищают от пыли и грязи насос, удаляют из него воду.

Снимают дождевальные насадки и манометр, мотор-редукторы. Ставят машину на колодки, снижают давление в шинах и окрашивают их в белый

### **Конструкция дождевальной машины и ее основных сборочных узлов**

Дождевальная машина "Кубань" представляет собой движущийся фронтально водопроводящий трубопровод, состоящий из двух дождевальных крыльев, которые опираются на 16 опорных тележек.

Подача воды в трубопровод осуществляется дизель-насосной или электродвигатель - насосной установкой из открытого облицованного канала.

Поливная норма регулируется за счет изменения средней скорости движения опорных тележек при постоянной производительности водяного насоса.

### **Водопроводящий трубопровод (рис .80).**

Главный трубопровод состоит из шарнирно сочлененных между собой пролетов, оцинкованных труб, что обеспечивает машине определенную гибкость в вертикальной плоскости.

Гидравлическое соединение стыков между пролетами осуществляется муфтами с уплотняющими резиновыми рукавами.

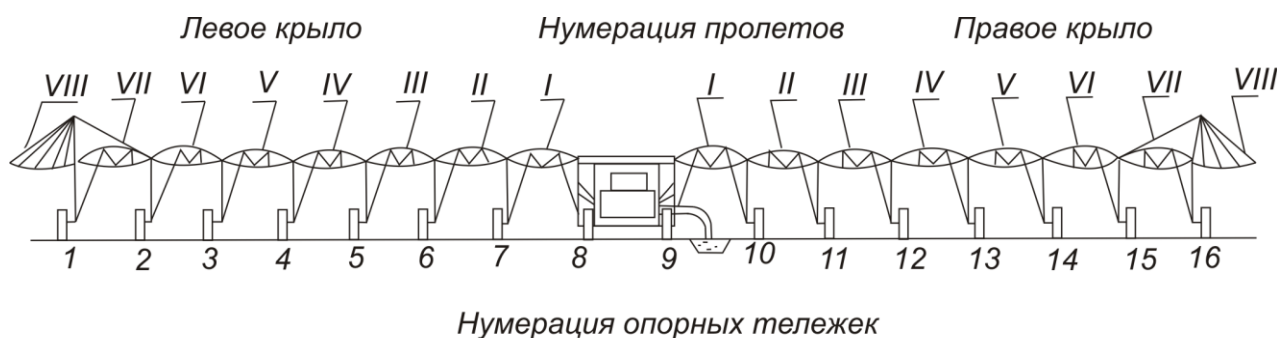


Рис.80- Водопроводящий трубопровод дождевальная машины «Кубань»

В состав водопроводящего пояса входят: центральный пролет, два головных пролета I-I, десять промежуточных, два предконсольных пролета и две консоли, вантовых подвесок, консольных труб, двух отстойников, низконапорных дождевателей.

- центральный пролет представляет собой сваренную из двух труб банку, нижняя является частью главного трубопровода, а верхняя служит для усиления конструкции.

Центральный пролет (рис. 81) состоит из силового агрегата, в который входят дизель-насосная станция и генератор 9, топливных баков 5, всасывающего и нагнетательного трубопровода 11, прибора стабилизации

курса (ПСК) 4, центральной опорной тележки 10, шарнира 7, водопроводящего трубопровода 6.

Силовой агрегат расположен сбоку от канала. Генератор предназначен для подачи электроэнергии на двигатели мотор-ретукторов опорных тележек и приборы системы управления машины.

Головной пролет (рис. 82.а) состоит из 4 труб, комплекта раскосов и стяжек. К флангам труб болтами крепятся раскосы из угольников, образующих равнобедренные треугольники, к которым крепятся стяжки.

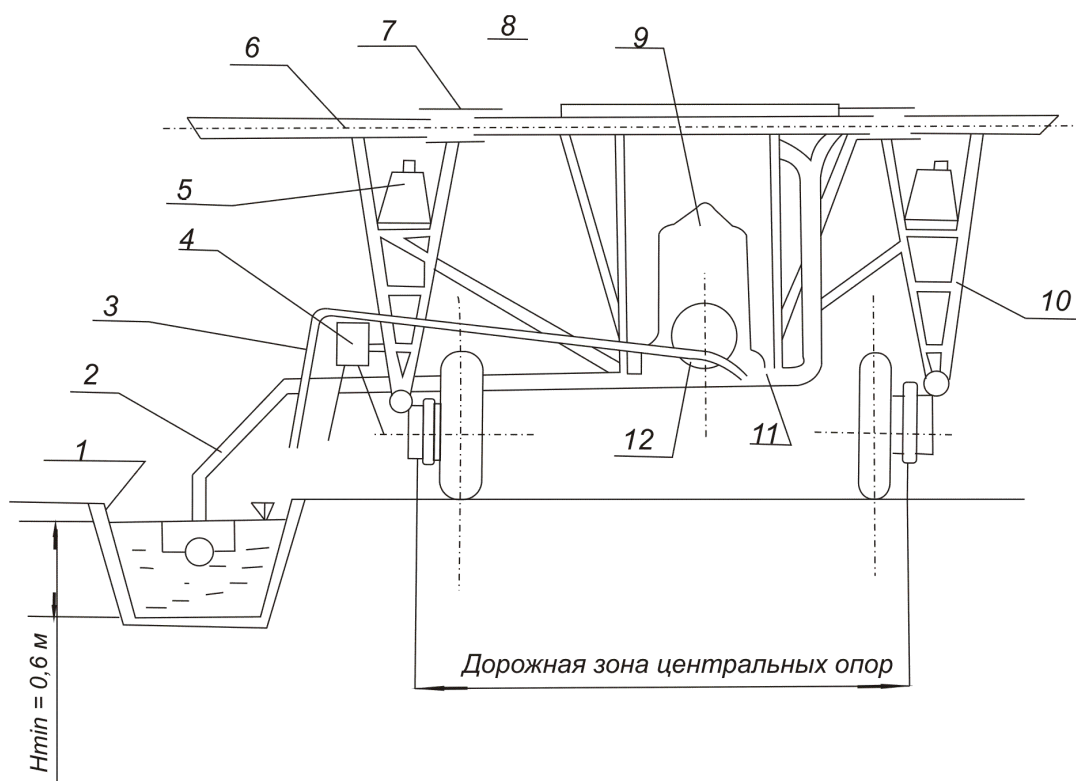


Рис. 81- Центральный пролет дождевальной машины "Кубань"

Трубы пролета соединяются между собой через прокладки. Головной пролет опирается одним концом на центральную опорную тележку, другим - на промежуточную.

Промежуточный пролет (рис. 82.б) состоит из 4 труб диаметром 168 мм и толщиной стенки 3,2 мм. Пролеты длиной 52,5 м соединены муфтами, имеют некоторую свободу перемещения относительно друг друга.

В нижней части трубы в районе крепления хомута предусмотрено отверстие, которое служит для слива воды из труб пролета при остановке машины.

Предконсольный пролет (рис. 82.в) состоит из 4 труб аналогичных головному пролету, но имеет переходник, к которому подсоединяется консоль длиной 25 м, состоящий из трех труб. Переходник и торцевая часть консоли имеют отстойники, которые периодически в процессе эксплуатации открываются для промывки трубопровода.

Водопроводящий трубопровод всех пролетов выгнут дугой вверх и напряжённость его сохраняется нижней фермой жесткости из угольников и стержней-стяжек.

Короткоструйные низконапорные дождеватели секторного действия устанавливаются на переходные патрубки, изогнутые под углом  $45^\circ$  к горизонту. Факел дождя наладок направлен в сторону от трубопровода. Расстановка насадок на левом, и правом крыльях машины симметрична. Насадки, установленные в штуцера с четными номерами, ориентированы соплом вперед, а с нечетными - соплом назад от оси главного трубопровода. На головном пролете устанавливается 18 насадок, на остальных пролетах по 20 насадок, на консоли - 9 насадок.

Всего на машине 294 насадки шести типоразмеров, диаметром от 5,5 до 8,0 мм.

### **Опорная тележка**

Пролеты машин опираются на промежуточные и нейтральные тележки, предназначенные для укрепления главного трубопровода и перемещения его по линии полива.

Самоходная опорная тележка (рис. 51.) опирается на два пневматических колеса 1 и состоит из балки 2 круглого сечения, на которой установлены колесные редукторы 3 и мотор-редуктор 4.

Колесные редукторы приводятся в движение от мотор-редуктора через два карданных вала 5. Водопроводящий трубопровод опирается на две балки 6, изготовленные из уголков.

Промежуточные и крайние опорные тележки различаются приводами. Привод крайних тележек имеет большее передаточное число редуктора ( $i = 1:50$ ), чем привод промежуточных ( $i = 1:40$ ), что обеспечивает большую скорость перемещения промежуточных тележек по отношению к крайним.

Опорная тележка приводится в движение электродвигателем, который получает питание электроэнергией от генератора или электросети переменного тока.

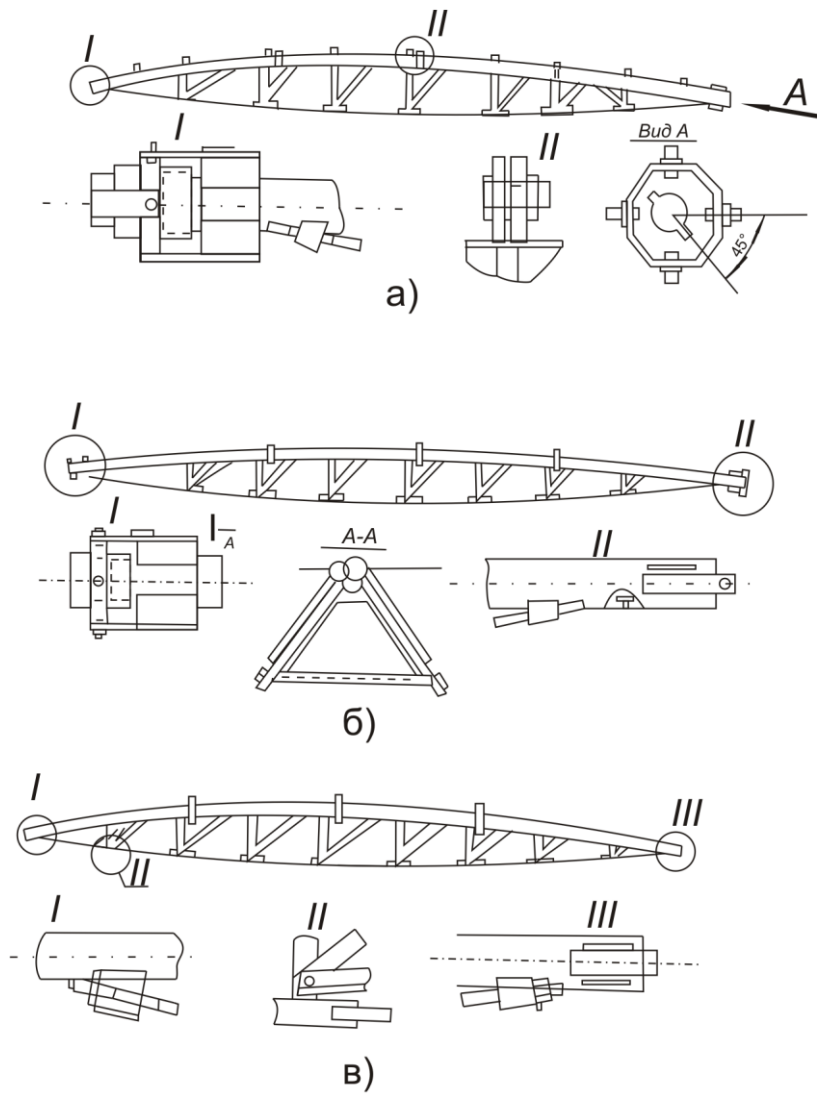


Рис. 82 -Элементы водопроводящего трубопровода

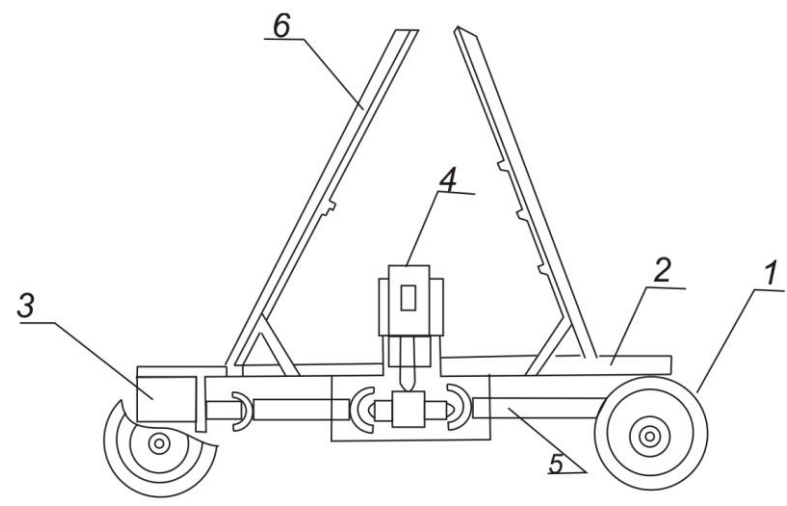


Рис. 83-Опорная тележка дождевальнй машины "Кубань"



Дождевальная машина "Кубань" снабжена системой управления электроприводом с синхронизацией движения в линию и стабилизацией движения по курсу и предназначена для обеспечения выбора направления движения, пуска и остановки машины, задания средней скорости хода машины для обеспечения необходимой нормы полива, автоматической остановки машины при достижении его края поля, а также автоматической остановки машины при критических углах излома ферм в шарнирных соединениях и автоматической остановке машины при уходе с курса.

Машина движется по курсу благодаря слежению по тросу, натянутому на специальных столбиках вдоль канала. Приборы стабилизации курса (ПСК) смонтированы на центральной опорной тележке (ближней к каналу).

На каждом пролете (кроме двух предконсольных) установлена тросовая система, которая воздействует на приборы синхронизации в линию (ПСЛ) при перемещении одного конца пролета относительно другого.

## **Техническое обслуживание и хранение машины "КУБАНЬ"**

Надежная и бесперебойная работа машины в большой степени зависит от правильной ее эксплуатации и своевременного проведения профилактических мероприятий.

Таблица 19- Техническое обслуживание ЭДМФ "Кубань"

Вид	Периодичность
Сезонное техническое обслуживание перед поливным сезоном, после снятия с зимнего хранения (СТО)	Перед началом поливных работ
Ежесменное техническое обслуживание (ЕТО)	Ежесменно
Первое техническое обслуживание (ТО-1)	Через 60 часов
Второе техническое обслуживание (ТО-2)	Через 240 часов
Третье техническое обслуживание (ТО-3)	Через 960 часов
Сезонное техническое обслуживание после окончания поливного сезона для постановки на зимнее хранение	После окончания поливных работ

Ежесменное техническое обслуживание осуществляет машинист-оператор; периодическое (номерное) техническое - бригада в составе мастера-наладчика, слесаря-электрика и двух слесарей; сезонное техническое – та же бригада совместно с машинистом-оператором.

Сезонное техническое обслуживание машины при подготовке к длительному хранению проводят после окончания полива. Снимают фланцы с отстойников, промывают под давлением трубопровод. Устанавливают машину на место, отведенное для зимнего хранения.

Сливают воду из водяных систем, продувают их сжатым воздухом. Проводят наружную консервацию, очищают от пыли и грязи насос, удаляют из него воду.

Снимают дождевальные насадки и манометр, мотор-редукторы. Ставят машину на колодки, снижают давление в шинах и окрашивают их в белый зимнего хранения, перед началом поливных работ проводят мероприятия по расконсервации дизель-электрического оборудования и водопроводящего трубопровода, проверяют исправность электрооборудования.

## **Охрана труда и техника безопасности при выполнении работ на ДМ «Кубань»**

К проведению пуско-наладочных работ, техническому и технологическому обслуживанию допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие медицинское освидетельствование и специальное обучение с аттестацией, а так же инструктаж по технике безопасности.

Операторы наряду с удостоверением на право управления машиной должны иметь третью квалификационную группу допуска по технике безопасности при эксплуатации электрических установок напряжением до 1000 Вольт.

Во время работы операторы должны пользоваться выданной им спецодеждой и необходимыми предохранительными приспособлениями. При оборудовании дождевальной ватины агрегатом для ввода удобрений в период загрузки растворо-накопительных емкостей минеральными удобрениями следует пользоваться перчатками, защитными очками, респираторами. В

период внесения удобрений запрещается проводить всякие регулировки аппаратов, ремонтные и наладочные работы.

Все работы по обслуживанию электрооборудования, включающие профилактический осмотр и замену вышедших из строя элементов, производятся только при неработающем двигателе.

При круглосуточном и групповом обслуживании необходима организация полевого стана или специально оборудованных передвижных вагончиков с необходимым набором бытовых помещений.

## **2.7 ТРЕБОВАНИЯ К МАШИНАМ И ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ПОЛИВА**

Требования к дождевальным машинам и установкам. Различают агробиологические, экологические и технико-экономические требования. К агробиологическим следует отнести требования, обеспечивающие оптимальные (рациональные) условия снабжения растений водой, экологическим - сохранение почв и их плодородия и технико-экономическим - повышение производительности, снижение энергоемкости и т. п.

**Агробиологические требования** заключаются в следующем. Для достижения малоинтенсивного (бесстрессового) воздействия процесса орошения на растения отношение интенсивности водоподачи к интенсивности водопотребления должно находиться в пределах 1...50. Равномерность распределения воды на поле должна удовлетворять следующим требованиям:  $K_{э.ф.п} = 0, 7$ ; Отклонение от среднего слоя выпавшего дождя не должно превышать  $\pm 25\%$  для машин с коротко- и среднеструйными и  $\pm 30\%$  - с дальнеструйными аппаратами.

**Экологические требования** заключаются в следующем. С целью сохранения структуры и водопрочности почвенных агрегатов, активной жизнедеятельности микроорганизмов в почвообразовательном процессе и повышения плодородия почв содержание влаги в порах почвы должно находиться в пределах 70...90%, воздуха-10...30%, а отклонение от этих интервалов не должно превышать  $\pm 5\%$ . Для предупреждения водной эрозии почвы скорость движения потока воды в поливной борозде должна быть

меньше критически допустимой из условий неразмываемости почвы, а для предупреждения лужеобразования и стока средняя интенсивность дождя должна быть меньше или равна скорости впитывания воды в почву. Чтобы исключить разрушение почвенных агрегатов под действием ударов капель дождя, их диаметр не должен превышать 1,5 мм для коротко- и средне-струйных и 1,8 мм для дальнейструйных аппаратов.

Технико-экономические требования включают большое число показателей. Однако к наиболее важным из них относятся эффективное использование земли, производительность машин и энергоёмкость выполняемого ими процесса. Коэффициент земельного использования, учитывающий потери площади под оросительной сетью и поливной техникой, должен быть равен или больше 0,97.

Действительная производительность дождевальных машин, работающих в движении, как и любых других мобильных средств, зависит от ширины захвата, скорости движения и коэффициента использования рабочего времени. Разница заключается лишь в том, что во избежание образования луж на почвах с небольшой впитывающей способностью поливать можно не за один, а за несколько проходов. В таких случаях необходимое число проходов

$$n = m/h, \quad (1)$$

где  $m$ -поливная норма, мм;  $h$ -слой воды, вылитый за один проход, мм.

Производительность машин, работающих позиционно, зависит от размера площади  $S$ , орошаемой с одной позиции, и числа позиций  $z$  в смену, т. е.  $P = Sz$ .

За продолжительность смены  $T$  число позиций

$$z = kT/t, \quad (2)$$

где  $k$  - коэффициент использования рабочего времени;

$t$ -продолжительность полива с одной позиции.

Технико-экономическими требованиями предусматривается ограничение удельного расхода энергии на  $1 \text{ м}^3$  поливной воды в следующих пределах: 20,5... 1,5 кВт-ч/ $\text{м}^3$  для дождевальных машин и установок и 0,05...0,2 кВт • ч/ $\text{м}^3$  для установок капельного и внутрипочвенного орошения.

# 3 ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН

## 3.1 ПРОХОДИМОСТЬ МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН ПО БОЛОТНО-ТОРФЯНЫМ И ВОДОНАСЫЩЕННЫМ ГРУНТАМ

### Классификация грунтов и типы ходового оборудования мелиоративных машин

Несущим основанием мелиоративных машин для осушения являются торфяно-болотистые грунты, которые классифицируются:

**по степени осушения:** неосушенные, слабоосушенные и осушенные;

**по степени разложения торфа:** слаборазложившиеся (до 20%), среднего разложения (20-40%) и сильноразложившиеся (свыше 40%);

**по природе образования:** низинные, верховные и переходные болота.

**по характеру взаимодействия** с ходовым оборудованием мелиоративных машин грунты делятся на следующие группы:

1. Очень плотные, сухие, практически не дающие колеи (накатанные дороги, искусственно уплотненный грунт);
2. Плотные и средней плотности и влажности, уплотняющиеся под нагрузкой (супесчаные и суглинистые грунты естественной плотности);
3. Рыхлые и очень рыхлые, прессующиеся грунты, сильно уплотняются под нагрузкой и образуют значительную колею (осушенные торфяники, глубококоразрыхленный грунт);
4. Грунты находящиеся в пластическом состоянии, мало уплотняются, но легко выдавливаются под нагрузкой (заболоченные, избыточно увлажненные, неосушенные торфяники и сухие песчаные).

**По типу ходового оборудования** мелиоративные машины классифицируются: на колесном, гусеничном, лыжном ходу и шагающие.

На грунтах 1 и 2-й группы и частично на 3-й работают большинство ирригационных машин (оросительные, обводняющие, дождевальные машины) на колесном ходу. На грунтах 4-й группы можно применять только машины на гусеничном ходу.

**Проходимость** – способность машины к перемещению с нужной скоростью, преодолению всех сопротивлений перемещению при нормальных рабочих нагрузках по деформирующемуся грунту.

Проходимость мелиоративных машин характеризуется следующими свойствами:

1. Опорно-временные, оценивающие несущую способность гусениц за период взаимодействия их с грунтом, определяющие глубину образуемого следа.

2. Тягово-цепные, оцениваемые коэффициентом сопротивления качению трактора, коэффициентом сцепления гусениц с грунтом и буксованием.

3. Конструктивно-высотные свойства, характеризующие способность трактора двигаться без создания «бульдозерного эффекта» деталями днища.

4. Поворотливость трактора, оценивающееся наименьшим относительным радиусом поворота.

## **Проходимость машин на жестких пневматических колесах**

Преимущества пневматических колес:

1. При качении по деформирующемуся грунту обладают меньшим тяговым сопротивлением (30-40%) по сравнению с жесткими. Это объясняется тем, что деформация пневматической шины уменьшает ее кривизну на дуге контакта шины с грунтом. Опорная поверхность передней и задней частей колеса увеличивается и точка приложения равнодействующей грунта у колеса смещается назад, в отличие от жесткого колеса.

2. При качении жесткого колеса грунт вспучивается впереди обода и прорезается ободом колеса, при этом увеличивается сопротивление перекачивания колеса.

Проходимость машин на пневматическом ходе оценивается несущей способностью почвы:

$$p_{\text{нес}} = A_0 + B_0 \frac{\Pi}{S}, \quad (3)$$

где  $A_0$  – сопротивление сжатию данного вида и состояния торфа, Н/м<sup>2</sup>;

$B_0$  – сопротивление срезу по периметру опорной поверхности, Н/м;

$\Pi$  – периметр опорной поверхности, м;

$S$  – площадь опорной поверхности,  $m^2$ .

Улучшить проходимость колесных машин можно путем уменьшения давления в пятне контакта, следующими методами:

- увеличить диаметр и ширину колеса;
- применять шины с низким давлением;
- уменьшить нагрузку на колесе;
- увеличить опорную поверхность колеса (сдваивание колес).

## Прочность машин на гусеничном ходу

Высокая влажность (до 90%) осушенного торфа обуславливает малую упругость и пластические свойства грунта. При движении гусеничной машины возникает касательная сила тяги, приложенная к грунтозацепам гусеницы. Эта сила вызывает растяжение, сжатие и сдвиг в дерновом слое. Прочность машины будет обеспечиваться пока данная сила не создаст в дерновом слое напряжения, превышающие прочность дернины и деформация от вертикальной нагрузки не нарушит целостность слоя.

Если сцепление в дерновом покрове не достаточно, то под действием касательной силы тяги дернина будет разрушена, коэффициент сцепления снизится, возрастет буксование и машина будет не способна нести нагрузку.

Показателем для оценки давления на почву служит среднее удельное давление  $q$ ,  $H/cm^2$

$$q = \frac{G}{2bL}, \quad (4)$$

где  $G$  – эксплуатационный вес трактора,  $H$ ;

$b$  – ширина гусеницы,  $m$ ;  $L$  – опорная длина гусеницы,  $m$ .

Как видно, при постоянстве веса трактора и увеличение площади контакта, среднее удельное давление уменьшается. Это влечет увеличение касательной силы тяги. Допустимая величина среднего удельного давления для тракторов, работающих на неосушенном болоте, не должна превышать  $(0,16-0,20)10^5 H/m^2$ , а для работы на осушенных торфяниках  $(0,25-0,30)10^5 H/m^2$ .

## Влияние максимального удельного давления на проходимость машин

Для необходимости условия проходимости гусеничных машин по торфяной залежи необходимо чтобы максимальное удельное давление гусеницы должно быть меньше несущей способности гусеницы для данного типа грунта.

$$Q_{\max} < Q_{\text{нес}}$$

$$Q_{\text{нес}} = A_0 + B_0 \frac{\Pi}{S}, \quad (5)$$

где  $A_0$  – сопротивление сжатию данного вида и состояния торфа, Н/м<sup>2</sup>;

$B_0$  – сопротивление срезу по периметру опорной поверхности, Н/м;

$\Pi$  – периметр опорной поверхности, м;

$S$  – площадь опорной поверхности, м<sup>2</sup>.

Для эффективного использования болотных тракторов условиями для проходимости являются:

$$Q_{\max} < Q = f(h) \text{ при } h = h_{\text{доп}} \quad (6)$$

где  $h_{\text{доп}}$  – допустимая глубина колеи, м.

$$Q_{\max} < Q = f(\delta) \text{ при } \delta = \delta_{\text{доп}} \quad (7)$$

где  $\delta_{\text{доп}}$  – допустимая величина буксования, %.

Первый случай, когда способность гусеничного движителя создавать полезную тягу ограничивается глубиной колеи, характерен для работы тракторов на торфоболотах без дерного слоя.

Второй случай, когда способность гусеничного движителя создавать полезную тягу ограничивается величиной допустимого буксования, характерен для работы тракторов на торфоболотах, имеющих прочный поверхностный слой.

В зависимости от отношения ( $l_k/l_{зв}$ ) форма эпюр давлений имеет различную форму (треугольник и трапеция). Тогда, значение максимального давления определится по формуле:

$$P_{\max} = k_n P_{\text{ср}} \quad (8)$$

где  $k_n$  - коэффициент неравномерности распределения давления;

$P_{\text{ср}}$  – среднее давление гусениц на грунт.



## Влияние сцепления гусениц с грунтом на проходимость машины

Коэффициент сопротивления качению гусеничной машины состоит из двух компонентов:  $f=f_M+f_{\Pi}$ , выражающих соответственно внешние и внутренние потери, тогда КПД гусеничного движителя:

$$\eta = \eta_{\delta} \eta_f = (1 - \delta) \left( \frac{P_o - P_f}{P_o} \right) = (1 - \delta) \left( \frac{\varphi - f_{\Pi}}{\varphi + f_M} \right) \quad (9)$$

где  $P_o$  – суммарное окружное усилие на ведущих звездочках гусениц

$$P_o = (\varphi + f_M) Q \quad (10)$$

$P_f$  – сила сопротивления качению машины  $P_f = (f_M + f_{\Pi}) Q$

$Q$  – нагрузка на гусенице, Н;

$\varphi$  – коэффициент использования сцепного веса машины.

$$f_{\Pi} \leq \varphi \leq \varphi_{\text{сц}}$$

где  $\varphi_{\text{сц}}$  – коэффициент сцепления гусениц с грунтом.

Повышение влажности почвы ведет к увеличению внешних потерь. Это объясняется попаданием абразивных частиц грунта в шарниры гусениц, беговые дорожки, на направляющие и ведущие колеса.

Тяговое усилие машины ограничивается условиями сцепления:

$$F_{\text{т.сц}} = F_{\text{кр.сц}} = F_{\text{к.сц}} - R_1 f = G_{\text{сц}} k_{\text{сц}} - G_{\text{сц}} f \quad (11)$$

где  $F_{\text{к.сц}}$  – максимальное касательное усилие на гусеницах по сцеплению, кН;

$G_{\text{сц}}$  – сцепной вес, кН;

$k_{\text{сц}}$ ,  $f$  – соответственно коэффициенты сцепления и сопротивления движению.

При повышении тягового усилия с увеличением коэффициента сцепления и снижением коэффициента сопротивления движению при постоянном сцепном весе проходимость увеличивается.

## Влияние дифферента машины на проходимость

Дифферент – это угол наклона опорной поверхности машины к горизонту.

$$\text{tg} \Delta = \frac{\Delta h}{L}, \quad (12)$$

где  $\Delta h$  – разность погружений переднего и заднего опорных колес движителя, м;

$L$  – длина опорной поверхности, м.

При движении машины по слабонесущим грунтам происходит разрушение грунта вдоль опорной поверхности и несущая способность грунта спереди больше, чем сзади. Из-за этого, а также неравномерного распределения давлений вдоль опорной поверхности машина движется с дифферентом – положительным при наклоне назад и отрицательном при наклоне вперед. Наименьшие значения удельных давлений получаются в транспортном положении при положительном дифференте  $1^{\circ}50'$  для эластичной и  $1^{\circ}15'$  для жесткой гусеницы и соответственно под нагрузкой  $0^{\circ}40'$  и  $0^{\circ}33'$ .

Дорожный просвет (клиренс) должен быть не менее

$$h_{\min}=1,1h_{\text{нер}} \quad (13)$$

где  $h_{\text{нер}}$  – максимальная высота неровностей.

Обычно  $h_{\min}>400-500$  мм. Учитывая дифферент машины назад, минимальный дорожный просвет желательно иметь спереди или в средней части машины, а сзади

$$h_{\max}=h_{\min}+h_{\text{кол}} \quad (14)$$

где  $h_{\text{кол}}$  – глубина колеи под задними звеньями гусениц.

Скорость движения не оказывает существенное влияние на проходимость машины, но с ее увеличением свыше 3 км/ч снижается глубина следа, коэффициент буксования и сопротивление передвижению.

Во избежании образования призмы волочения перед лобовыми участками гусениц угол подъема гусеничной ленты должен быть равным  $22-34^{\circ}$ .

По величине отношения шага катков к шагу звеньев гусениц различают многоопорные движители ( $l_{\text{к}}/l_{\text{зв}}\leq 2$ ) и малоопорные при ( $l_{\text{к}}/l_{\text{зв}}\geq 2$ ). Для более равномерного распределения давления под катками и между ними данное отношение должно быть в пределах  $l_{\text{к}}/l_{\text{зв}}=1,7-2,0$ . Звенья гусениц должны иметь отверстия для пропуска воды, выжимаемой из влажного грунта. Наибольшая проходимость будет достигаться путем увеличения ширины гусеницы, нежели ее длины путем увеличения числа грунтозацепов.

### **Повышения проходимости машин на гусеничном ходу**

На проходимость машин по торфяникам влияют следующие факторы: дифферент; тип движителя; маневренность машины; конструкция ходового оборудования и дорожный просвет.

Повысить проходимость гусеничных машин можно путем:

1. Создание гусениц с размерами опорной поверхности, при которой среднее давление гусениц не превосходит допустимое;
2. Сохранение в заданных пределах положения центра давления машин независимо от изменяемых массы, положения и силового воздействия рабочих органов.

## **3.2 МАШИНЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ЗЕМЕЛЬ К ОСВОЕНИЮ И КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ**

### **Назначение и классификация машин для подготовки земель к освоению и культуртехнических работ**

При подготовке земель к освоению выполняют следующие виды работ:

- очистку от кустарника, деревьев;
- корчевание и сбор пней; сбор, погрузку и транспортировку растительности;
- очистку от камней и корневых остатков;
- выравнивание полей;
- первичную вспашку;
- разделку пласта;
- обработку поверхности без оборота пласта;
- выравнивание вспаханной поверхности;
- прикатывание болотно-торфяных почв и т. д.

Машины для подготовки земель к освоению делят на следующие подгруппы:

- кусторезы;
- для валки и срезания леса;
- корчевальные;
- для сплошного удаления растительности;
- для подборки, собирания, погрузки и транспортировки снятой растительности;
- универсальные рамы с набором сменных рабочих органов;
- камнеуборочные;
- специальные плуги;

- специальные бороны;
- почвообрабатывающие фрезы;
- сельскохозяйственные катки;
- выравниватели (планировщики) осушаемых земель.

## **Теория и расчет машин для срезания древесно-кустарниковой растительности**

Назначение кусторезов – срезание надземной части древесно-кустарниковой растительности

К данным машинам предъявляются следующие требования:

- низкий срез кустарника (желательно у поверхности почвы с удалением корневой шейки),
- минимальное нарушение дернового покрова,
- удаление небольших пней и кочек,
- возможность работы на поверхностях с неровным рельефом и на грунтах со слабой несущей способностью,
- достаточная боковая устойчивость.

Различают кусторезы с пассивными — ножевыми (рис. 84, а, б) и активными — сегментными (рис. 84, в) и ротационными (рис. 84 г, д, е, ж, з), рабочими органами (табл. 21).

Кусторезы бывают навесные с механическим (канатным) и гидравлическим управлением.

**Ножевые** (пассивные) рабочие органы кусторезов бывают с горизонтальными ножами и в виде ножевого барабана. Наиболее распространены кусторезы с горизонтальными ножами.

Рабочий орган такого кустореза представляет собой двухсторонний клин с плоскими горизонтальными ножами, которые устанавливаются под углом 60–65° к направлению движения. Ножи имеют гладкую или волнообразную режущую кромку.

У **сегментных** рабочих органов подвижные сегменты совершают возвратно-поступательные движения относительно неподвижных и срезают кустарник диаметром до 5. Данный рабочий орган не нашел большого

распространения в связи с тем, что сегменты заклиниваются и изгибаются при срезании стволов.

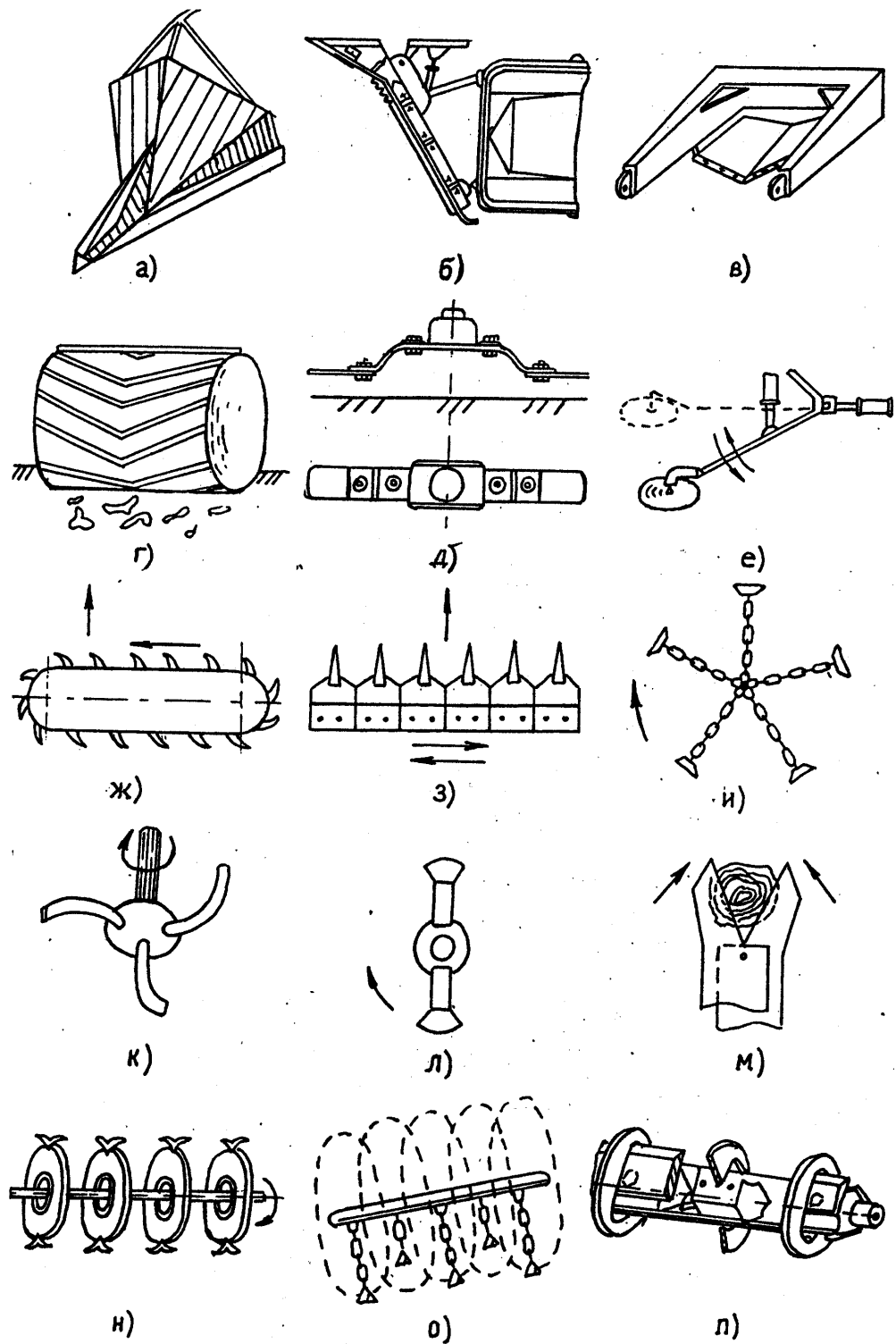


Рис. 84- Схемы рабочего оборудования для срезания древесно-кустарниковой растительности

Таблица 20- Основные параметры кусторезов

Рабочие органы	Мощность трактора, кВт	Ширина захвата, м	Рабочая скорость, км/ч	Производительность, га/смену	Диаметр срезаемых стволов, см	Масса навесного оборудования, т
Ножевой с горизонтальным и ножами	36,8-118,0	2,5-3,6	2,5-6,0	3,0-7,0	3,0-15,0	1,2-4,5
Сегментный	36,8-55,0	До 2,5	-	1,0-1,5	До 5,0	1,0-1,8
Ротационный (дисковый)	20,0-55,0	1,2-4,0	0,5-4,0	До 0,5-3,0	До 10,0-30,0	0,4-1,2
С ротационным барабаном (измельчитель)	70,0-100,0	1,5-2,0	0,5-0,8	0,8-1,5	До 8,0	0,7-2,0

**Ротационный** (дисковый) рабочий орган представляет собой дисковую пилу (фрезу) с режущими зубьями. Данные рабочие органы получили широкое распространение благодаря широкому диапазону срезаемой растительности.

**Вращающиеся ножи** работают так же, как дисковая пила.

Для удаления древесно-кустарниковой растительности с диаметром стволов более 20 см используются **валочно-пакетирующие машины** с дисковыми рабочими органами

### **Выбор основных параметров кусторезов с пассивными рабочими органами**

Расчет кусторезов с пассивным рабочим органом будем проводить для машин с передней навеской рабочих органов и гидравлическим управлением пассивного рабочего органа.

Расчет кустореза выполняется в следующем порядке:

- выбирают основные параметры рабочего органа и базовой машины;
- определяют тяговые сопротивления;
- проводят тяговый расчет и расчет мощности;
- определяют усилие в механизмах управления;
- проводят статический расчет;

- определяют удельные давления на грунт и устойчивость машины;
- определяют производительность машины.

К основным параметрам кустореза относят:

- ширину захвата  $b_3$ ;
- угол захвата  $2\alpha$ ;
- угол наклона верхних щитов  $\beta_v$ ;
- угол заострения ножей  $\gamma$ ;
- толщину режущей части ножа  $\delta'_n$ ;
- общую толщину ножа  $\delta_n$ ;
- ширину выступающей части ножа  $b_n$ .

Угол захвата  $\alpha$  целесообразно уменьшать для снижения  $F_n$  и тягового сопротивления при внедрении рабочего органа в ствол, но это уменьшение ограничивается возрастанием боковой силы  $F_b$  и увеличением длины рабочего органа. Поэтому принимают

$2\alpha = 52-64^\circ$  ( $0,91-1,12$  рад.),  $\alpha = 26-32^\circ$  ( $0,455-0,560$  рад.), что обеспечивает также условие резания со скольжением

$\alpha_n = 90^\circ - \alpha = 64-58^\circ$  ( $1,12-1,01$  рад.)  $\geq \varphi_k = 15-58^\circ$  ( $0,262-1,015$  рад.) для различных пород кустарника, диаметров стволов и параметров ножа. Под тем же углом  $2\alpha$  устанавливают боковые щиты отвала, что обеспечивает условие скольжения свежесрезанного кустарника по боковым щитам

$\alpha < 90^\circ - \varphi_c$ , где  $\varphi_c$  – угол трения,  $\varphi_c = 32-40^\circ$  ( $0,56-0,7$  рад.).

Угол наклона верхних щитов  $\beta_v$  (рис. 53, б) выбирают из условия

$\beta_v > \varphi_c$  для свободного скольжения кустарника вниз.

Из условия устойчивости ножей выбирают угол заострения ножа  $\gamma = 25-30^\circ$  ( $0,437-0,525$  рад) и для облегчения заточки  $\gamma_1 = 10^\circ$

толщину ножа  $\delta_n = 12-16$  мм.

Ширина выступающей части ножа  $b_n = 270-450$  мм.

Чтобы рабочий орган не зарывался, положение центра шарового шарнира  $O_{ш}$  определяют условием  $\ell_1 \geq 0,43 \ell_{po}$

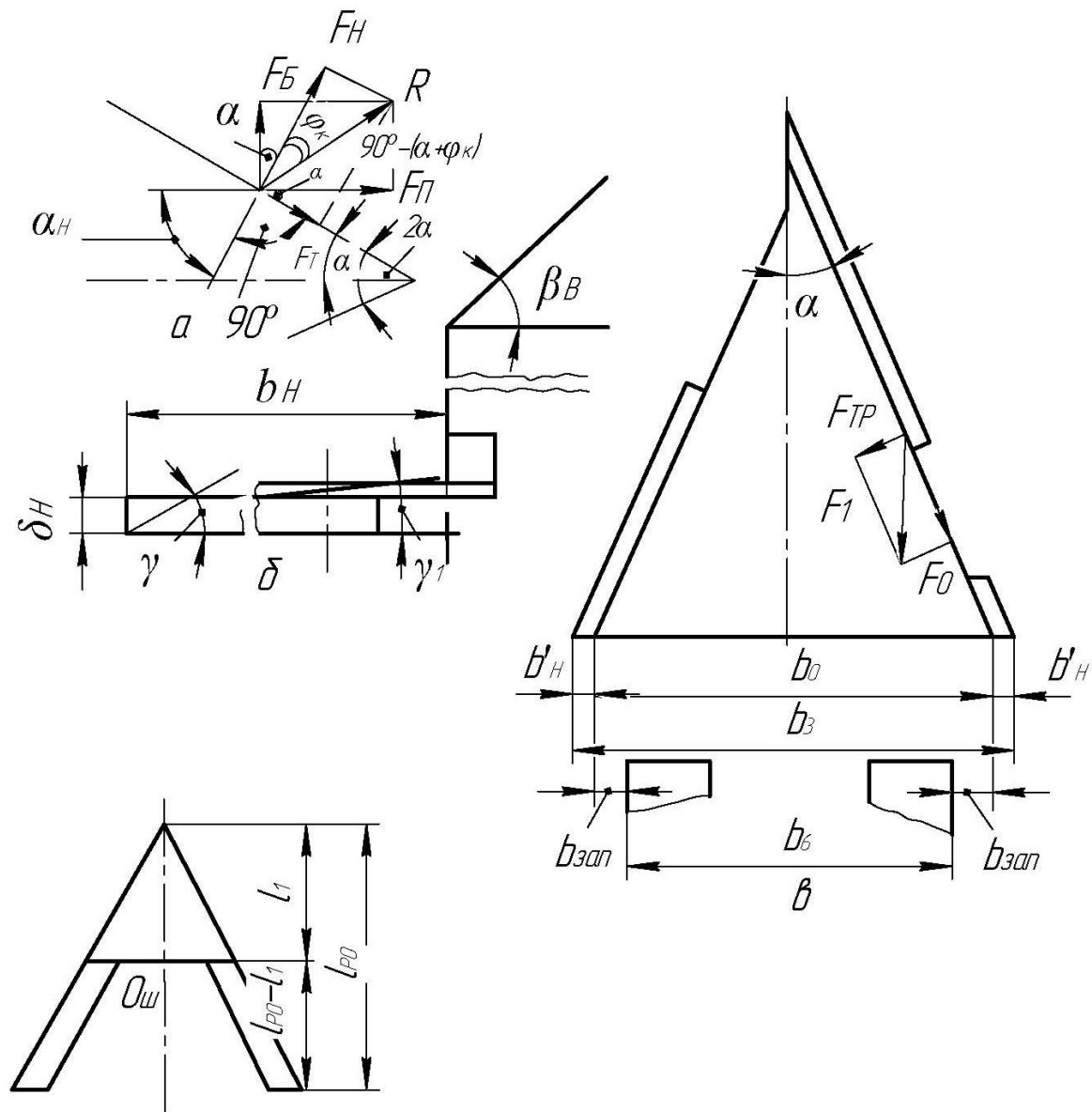


Рис. 85- Схемы к выбору основных параметров кустореза :  
 $a$  – сил, действующих на перерезаемый ствол;  $b$  – верхнего щита и ножа;  
 $b$  – рабочего органа в плане;  $\gamma$  – положения шарового шарнира;

### Подбор базовой машины кустореза

Предварительный выбор базовой машины (гусеничного трактора) можно сделать по табличным данным характеристик тракторов по мощности  $N_{дв}$  из соотношения, кВт

$$N_{дв} = \frac{b_3}{k_0}, \quad (15)$$



где  $b_3$  – максимальная ширина захвата, м;

$k_o$  – коэффициент соотношения м/кВт, по опыту выполненных конструкций для кусторезов  $k_o=0,03\dots0,05$ .

Предварительно выбранную базовую машину нужно проверить для кусторезов по условию свободного прохода трактора по расчищаемой полосе

$$b_3 \geq 1,05 b_6 + 2 b'_n + 2 b_{\text{зап}}, \quad (16)$$

где  $b_6$  – ширина базовой машины, м,

$$b_6 = b_{\text{кол}} + b_{\Gamma}; \quad (17)$$

$b_{\text{кол}}$  – ширина колеи, м;

$b_{\Gamma}$  – ширина гусеницы, м;

$b'_n$  – ширина проекции ножа кустореза в плоскости, перпендикулярной направлению движения, м;

$b_{\text{зап}}$  – запас от края гусеницы до вертикальной стенки рабочего органа кустореза, м,  $b_{\text{зап}}=0,1-0,2$  м;

1,05 — коэффициент, учитывающий сужение срезаемой полосы вследствие упругости кустарника.

Окончательно базовую машину выбирают после тягового расчета.

### **Тяговый расчет кустореза с пассивным рабочим органом и проверка мощности двигателя**

Суммарное тяговое сопротивление для кустореза в рабочем положении, кН

$$F' = F'_{\Gamma} + F'_{\text{po}} + F'_{\text{cp}} + F'_{\text{o}}, \quad (18)$$

где  $F'_{\Gamma}$ ,  $F'_{\text{po}}$ ,  $F'_{\text{cp}}$ ,  $F'_{\text{o}}$  – соответственно тяговые сопротивления на перемещение базовой машины (с учетом уклона), перемещение рабочего органа, срезание растительности, отваливание растительности, кН.

Приведем формулы для определения значения  $F'_{\Gamma}$  при различных положениях системы управления

При запертом гидроцилиндре

$$F'_{\Gamma} = F'_1 = R_1 (f_m \pm i) = (G_6 + G'_p + G_{\text{ц}} + R_{\text{в}}) (f_m \pm i) \quad (19)$$

где  $G_6$  – вес базовой машины, кН (принимается из характеристик трактора);

$G'_p$  – вес рамы, приходящийся на базовую машину, кН;

$G_{\text{ц}}$  – вес гидроцилиндров и оборудования гидропривода, кН;

$R_B$  – вертикальная составляющая нагрузки на рабочий орган, равная сумме веса рабочего органа кустореза  $G_{po}$ , части толкающей рамы  $G''_{po}$ , приходящиеся на кусторез, и вертикальных реакций кустарника. Приближенно принимают, кН

$$R_B \approx G_{po} + G''_{po}, \quad (20)$$

где  $R_B$  приложена в центре тяжести рабочего органа;

$f_M$  – суммарный коэффициент сопротивления движению базовой машины  
 $i$  – уклон;

$$i = \operatorname{tg} \alpha_y \quad (21)$$

где  $\alpha_y$  – угол наклона поверхности движения к горизонту.

Подставляя значение  $R_B$  в формулу, получим кН,

$$F'_r = R_l (f_M \pm i) = (G_6 + G'_p + G_{ц} + G_{po} + G''_{po}) (f_M \pm i) \quad (22)$$

При плавающем положении гидроцилиндров вертикальная составляющая  $R_B$  не передается на базовую машину, но реакция толкающей рамы  $R_r$  передается на шарниры  $O$  и образует вертикальную составляющую, направленную вверх, поэтому из формулы (4) получим, кН

$$F'_r = R_l (f_M \pm i) = (G_6 + G'_p + G_{ц} - R''_r) (f_M \pm i) \quad (23)$$

где  $R''_r = R_r \operatorname{tg} \gamma_p$  – угол наклона рамы к горизонту в рабочем положении

$$\gamma_p \approx \arcsin \frac{\ell_p}{h_o - h_{ш}} \quad (24)$$

где  $\ell_p$  – длина рамы, м;

$h_p$  – высота упряжного шарнира, м;

По условиям сцепления с грунтом максимальное возможное значение  $R_r$ , кН

$$F'_r \approx G_{сц} (k_{сц} - f_M) k_d = R_l (k_{сц} - f_M) k_d \quad (25)$$

где  $G_{сц}$  – сцепной вес машины;

$k_{сц}$  и  $f_M$  – соответственно коэффициенты сцепления гусениц с грунтом и сопротивления движению базовой машины.

$k_d$  – коэффициент динамичности, для кусторезов  $k_d = 1, 3 \dots 1, 5$ .

По опытным данным остальные сопротивления:

$$F'_{сум} = F'_{po} + F'_{cp} + F'_o = k_{сум} b_3; \quad (26)$$

$$F'_{po} = k_{po} b_3; \quad (27)$$

$$F'_{cp} = k_{cp} b_3; \quad (28)$$

$$F'_o = k_o b_3;$$

где  $k_{po}$ ,  $k_{cp}$ ,  $k_o$  – соответственно удельные сопротивления на 1м ширины захвата кустореза – суммарное, на перемещение рабочего органа, на срез растительности и на отваливание срезанной растительности.

Для кусторезов возможность работы по условиям (сцепления) при заданной ширине захвата проверяют по формуле, м

$$b_3 = \frac{0,85G_{сц}(k_{сц} - f_m)}{k_{сум}} \quad (29)$$

Возможность работы для кусторезов можно определить по формуле:

$$F_{кр} \geq (F' - F'_r) \leq G_{сц}(k_{сц} - f_m - i) \quad (30)$$

Потребную мощность двигателя в рабочем положении определяют по формуле, кВт

$$N'_{дв} = \frac{F' v_p}{3,6\eta_6} \quad (31)$$

где  $F'$  – суммарное тяговое сопротивление, кН

$\eta_6$  – КПД трансмиссии базовой машины (0,75...0,8)

Машина работоспособна при

$$N_{дв} = k_{зап} N'_{дв} \quad (32)$$

где  $N_{дв}$  – мощность трактора

$$k_{зап} = 1,2 \dots 1,4$$

## **Расчет кусторезов с активными рабочими органами (дисковыми)**

Расчет проводим для дисковых пильных рабочих органов.

Окружная сила резания дисковой пилой может быть подсчитана по формуле:

$$F_{п} = \frac{0,01k_{п} b_{п} \ell_{п} S_{п}}{V_{рез}} \quad (33)$$

где  $k_{п}$  – удельное сопротивление резанию; береза -  $k_{п} = 8825 \text{ Н/см}^2$ ,

$b_{п}$ ,  $\ell_{п}$  – ширина и длина пропила, мм;  $b_{п} = 5 \dots 6 \text{ мм}$ ,  $\ell_{п} = d$  - диаметру ствола, мм;

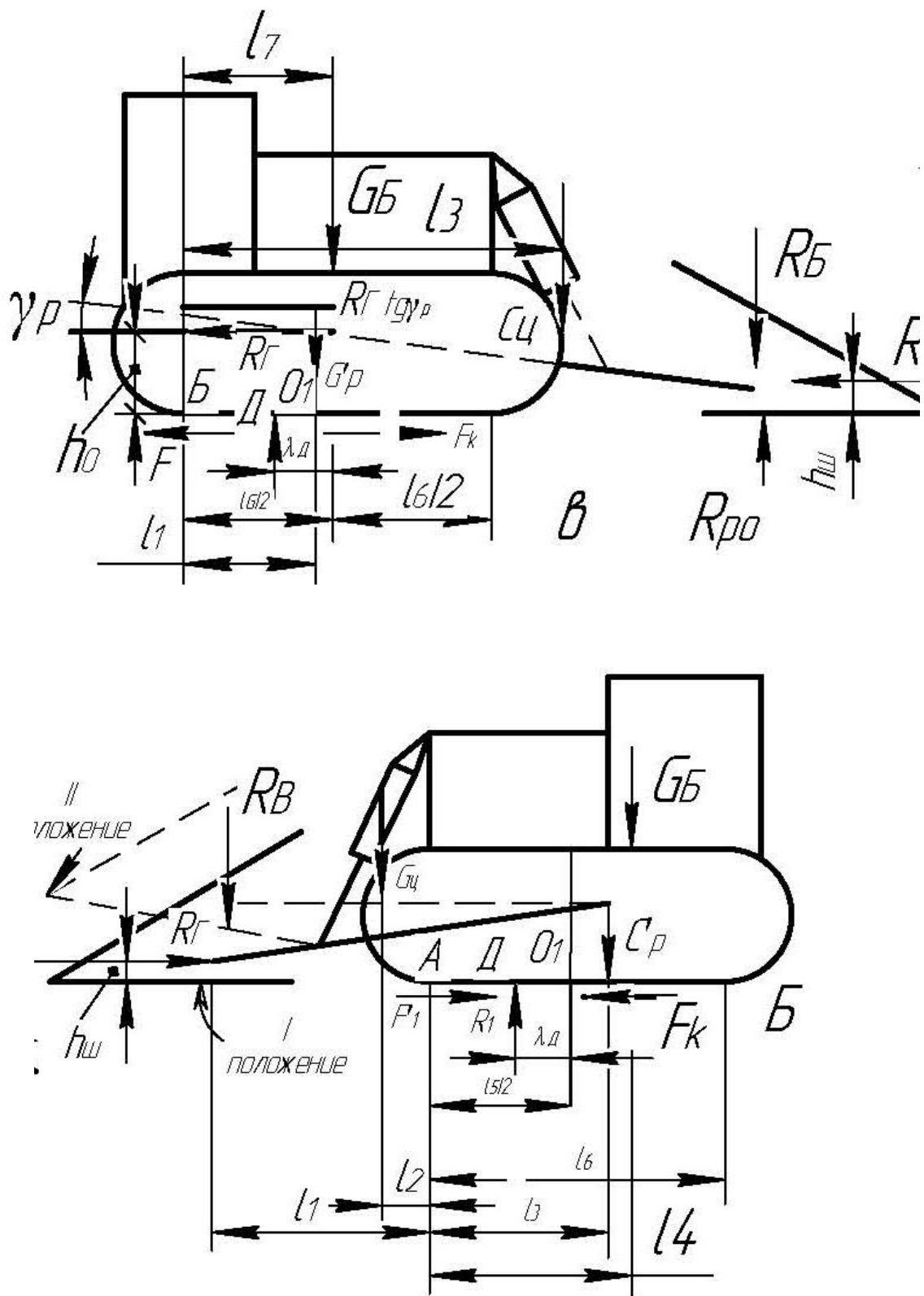


Рис. 86-Схемы действующих сил и реакций к расчету кустореза

$S_{п}$  – скорость подачи,  $S_{п} = 0,5 \dots 1,8$  м/сек;

$V_{рез}$  – скорость резания,  $V_{рез} = 40 \dots 100$  м/сек.

Мощность для резания пилой, кВт

$$N'_\Pi = N_{\text{рез}} + N_\Pi = \frac{0,01k_\Pi b_\Pi \ell_\Pi S_\Pi}{1000} + \frac{F_\Pi S_\Pi}{1000}. \quad (34)$$

где  $N_{\text{рез}}$  и  $N_\Pi$  – мощность на резание и подачу,

$F_\Pi \approx F_{\text{пил}}$

Мощность на резание пилой от 2 до 6 раз больше, чем резание ножом, но усилие ножа в 8-9 раз больше.

## **Производительность кусторезов с пассивными и активными рабочими органами**

**Эксплуатационная производительность** кустореза любого типа при работе без поворотов за 1 проход

$$\Pi_3 = b_3 v_p k_b \quad (35)$$

где  $k_b$  – коэффициент использования машины по времени.

**Техническая производительность кустореза** при работе с поворотами и выездами в конце участка, га/ч

$$\Pi_T = \frac{b_3 v_p \left( 1 - \frac{z_{\text{пов}} t_{\text{пов}}}{60} \right)}{z_{\text{пров}} 10^4}, \quad (36)$$

где  $v_p$  – рабочая скорость трактора на передаче, допускаемой по условиям тягового расчета, м/ч,

$z_{\text{пов}}$  – число поворотов в конце участка за 1 ч;

$t_{\text{пов}}$  – время на 1 поворот, мин;

$z_{\text{прох}}$  – число проходов по одному месту;

$b_3$  – ширина захвата, м.

## **Теория и расчет корчевальных машин**

### ***Общие сведения о корчевальных машинах***

Корчевальные машины предназначены для удаления пней и растительности вместе с корневой системой.

По способу корчевания машины и орудия можно разделить на следующие подгруппы:

- с канатной тягой;
- машины, корчующие пни и другую растительность зубьями или рычагами с комбинированным движением – поступательным перемещением и подъемом;
- машины, корчующие пни зубьями или крюками с поступательным перемещением;
- машины для виброкорчевания пней;
- машины, подрезающие корни и измельчающие мелкие пни.

**Машины с канатной тягой** могут снабжаться

- корчевальной тракторной лебедкой, установленной сзади трактора,
- канатным устройством для корчевания прямой тягой
- корчевальными клещами-захватами на одноковшовом экскаваторе.

Все машины с канатной тягой обслуживают не менее 2-3 человек, так как переноска тросов, закрепление их на пне и снятие требуют значительных затрат ручного труда.

**К машинам с комбинированным движением рабочего органа** относят корчеватели и корчеватели-собиратели с передней навеской рабочего органа.

В качестве рабочего органа таких корчевателей применяют раму или щит-отвал. На раме или щите устанавливают зубья или в нижней части делают гнезда, в которые закрепляют 3-10 сменных зубьев (клыков).

**К машинам с поступательным перемещением рабочего органа** относят

- роторные корчеватели;
- корчевательные бороны (прицепного и навесного типов).

**Машины для виброкорчевания пней** устанавливают на трактор, самоходную тележку или подвешивают к стреле самоходного крана.

Пень захватывается и корчется одновременно с вибрацией.

**Комбинированные корчевальные машины** имеют комплекс корчевальных рабочих органов с гидравлическим управлением.

## Выбор основных параметров корчевальных машин

В число основных параметров корчевателей и корчевателей-сборителей относят:

- максимальную ширину захвата  $b_3$  ;
- максимальную глубину рыхления (заглубления)  $h_p$  ;
- число зубьев  $z_k$ ;
- расстояние между зубьями  $b_o$ ;
- длина зуба  $l_{зуб}$ .

Число зубьев корчевателя  $z_k = 3-6$  шт., корчевателя-сборителя  $z_k = 6-12$  шт. Большие значения берут для большей ширины захвата. Расстояние между зубьями  $b_o$  не должно превышать средний диаметр пней. Длина зуба

$$l_{зуб} \geq h_p + (50 \dots 60) \text{ мм.} \quad (37)$$

### Подбор базовой машины корчевателя

Предварительный выбор базовой машины (гусеничного трактора) можно сделать по табличным данным характеристик тракторов по мощности  $N_{дв}$  из соотношения, кВт

$$N_{дв} = \frac{b_3}{k_o}, \quad (38)$$

где  $b_3$  – максимальная ширина захвата, м ;

$k_o$  – коэффициент соотношения м/кВт, по опыту выполненных конструкций для корчевателей  $k_o=0,01 \dots 0,03$ , корчевателей-сборителей  $k_o=0,035 \dots 0,045$ .

Окончательно базовую машину выбирают после тягового расчета.

### Тяговый расчет корчевателей с пассивным рабочим органом и проверка мощности двигателя

Суммарное тяговое сопротивление для корчевателя и корчевателя-сборителя при корчевании, кН, определяется по формуле:

$$F' = F'_Г + F'_к + F'_р + F'_в, \quad (39)$$

где  $F'_r$ ,  $F'_k$ ,  $F'_p$ ,  $F'_v$  – соответственно тяговые сопротивления на перемещение базовой машины с рабочим органом, корчевание, рыхление и волочение растительной массы, кН.

Приведем формулы для определения значения  $F'_r$  при различных положениях системы управления

При запертом гидроцилиндре

$$F'_r = F'_1 = R_1 (f_M \pm i) = (G_6 + G_p + G_{кор} + G_{ц} + R_{ов}) (f_M \pm i) \quad (40)$$

где  $G_6$  – вес базовой машины, кН (принимается из характеристик трактора);

$G_p$  – вес рамы, приходящийся на базовую машину, кН;

$G_{кор}$  – вес отвала корчевателя, кН;

$G_{ц}$  – вес гидроцилиндров и оборудования гидропривода, кН;

$R_{ов}$  – вертикальная составляющая нагрузки на корчеватель, кН; по опытным данным, с учетом вертикального усилия рыхления и волочения

$$R_{ов} = k' R_{ог} , \quad (41)$$

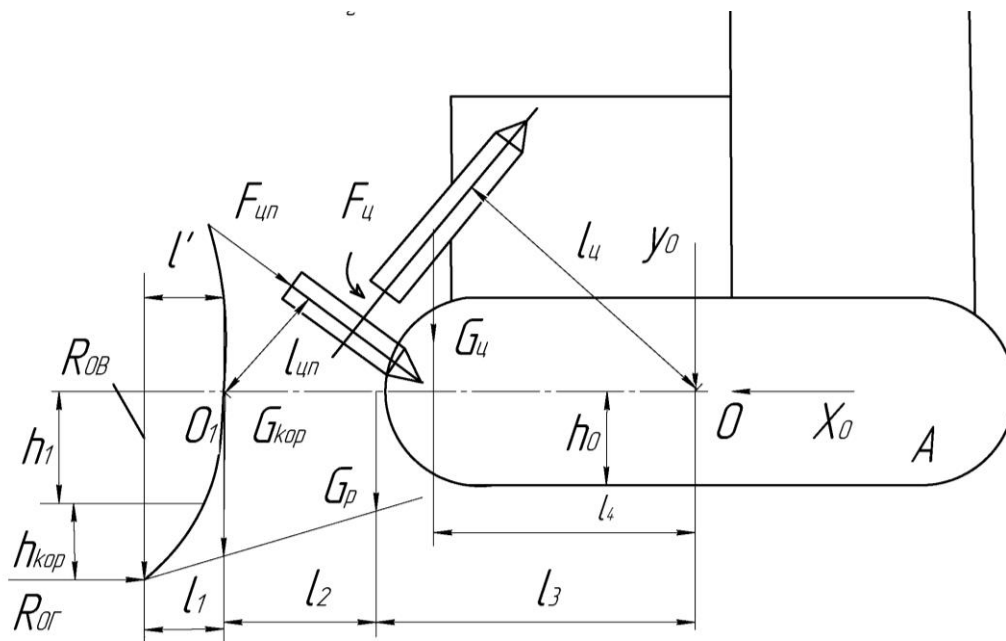


Рис. 87 Схема сил и реакций, действующих на корчеватель-собирающий в рабочем положении

где  $k'$  – коэффициент, определяющий соотношение вертикальной  $R_{ов}$  и горизонтальной  $R_{ог}$ , составляющих усилия корчевания; для торфяных грунтов  $k' = 1,5 \dots 3$ , для минеральных  $k' = 1,1 \dots 1,5$



$f_m$  – суммарный коэффициент сопротивления движению базовой машины;  
 $i$  – уклон;  $i = \operatorname{tg} \alpha_y$

где  $\alpha_y$  – угол наклона поверхности движения к горизонту.

При всех работах по корчеванию

$$F'_k = R_{ог}.$$

При корчевании пней тяговое сопротивление, кН

$$F'_k = R_{ог} = z F_{кор} = \sum F_{кор}, \quad (42)$$

где  $z F_{кор}$  – суммарная горизонтальная составляющая усилия корчевания всех  $z$  одновременно корчующих пней, кН.

Приближенно кН,

$$F_{кор} = 9,81 k'_{кор} \sqrt{d_{п}^3}, \quad (43)$$

где  $k'_{кор} = 0,07, 0,06$  и  $0,05$  соответственно для сосны, березы (пихты) и осины;  
 $d_{п}$  – диаметр пня на высоте 60 см.

Число одновременно корчующих пней, шт.

$$z = \frac{b_3 \sqrt{z_{п}}}{100} \quad (44)$$

где  $b_3$  – максимальная ширина захвата, м;

$z_{п}$  – диаметр пня на высоте 60 см.

При корчевании кустарника, кН

$$F'_k = R_{ог} = 10^{-3} k_{кор} \sum d_c = 10^{-3} k_{кор} d_c \quad (45)$$

где  $\sum d_c$  – суммарный диаметр одновременно корчующих стволов, мм

$d_c$  – диаметр ствола, мм (берется из табл. данных);

$k_{кор}$  – удельное сопротивление кустарника корчеванию, Н/мм.

Максимально возможное значение  $F'_k = R_{ог}$  определяют по формуле при  $k_d = 1,5 \dots 2,5$ .

$$F'_p = 10^{-3} k_p b_3 h_p \lambda_p, \quad (46)$$

где  $k_p$  – коэффициент сопротивления рыхлению грунта,  $k_p = 29,2 \dots 49$  кПа для грунтов без крупных корней и дернового покрова,  $k_p = 98 \dots 196$  кПа при большом числе корней кустарников и деревьев;

$b_3$  – ширина захвата, м;

$h_p$  – глубина рыхления, м, равная  $0,1 \dots 0,25$  м;

$\lambda_p$  – коэффициент неполноты рыхления за счет расстояния между зубьями, равный  $0,4 \dots 0,75$

$$F'_B = G_B f_B = b_3 \ell_M h_M \gamma_M f_B, \quad (47)$$

где  $k_p$  – коэффициент сопротивления рыхлению грунта,  $k_p = 29,2 \dots 49$

$G_B$  – наибольшая сила тяжести волочащейся перед отвалом массы, кН;

$\ell_M$  – наибольшая длина волочащейся массы,  $\ell_M = 1 \dots 2$  м;

$h_M$  – наибольшая высота волочащейся массы,  $h_M = 1,3 \dots 1,9$  м;

$\gamma_M$  – удельный вес волочащейся массы,  $\gamma_M = 1,5 \dots 4$  кН/м<sup>3</sup>;

$f_B$  – коэффициент сопротивления волочению массы,  $f_B = 0,9 \dots 1,2$ .

При рыхлении грунта и перемещении массы корчевателем-собирателем без корчевания, кН

$$F' = F'_r + F'_p + F'_B, \quad (48)$$

### **3.3 РАСЧЕТ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КАНАЛОКОПАТЕЛЕЙ И КАНАЛООЧИСТИТЕЛЕЙ**

#### **Назначение и классификация машин для прокладки оросительных каналов**

Каналокопатели предназначены для разработки грунта в выемках или насыпях (подушках) для образования канала, перемещения грунта в сторону для образования дамб, кавальеров или разбрасывания его по прилегающей к каналу площади с обеих или с одной стороны.

Каналокопателями разрабатывают канал полного проектного сечения в насыпи, полунасыпи, полувыемке и выемке. Канал должен иметь спланированное дно и откосы.

Каналокопатель должен формировать дамбы, укладывать кавальеры или очищать бермы без осыпания грунта на дно и откосы канала. При прокладке должен выдерживаться проектный уклон дна канала.

Каналокопатели для прокладки осушительных каналов должны разрабатывать канал заданного поперечного сечения с ровными откосами и дном, разрезать погруженные растительные остатки и дернину; иметь надежную проходимость по неосушенным болотно-торфяным грунтам; разрабатывать грунт, вынутый из канала, слоем определенной толщины.

Различают каналокопатели непрерывного и циклического действия с пассивными, активными и пассивно-активными рабочими органами. Рабочие органы бывают:

- активные – ротационные, комбинированные, шнековые, одноковшовые, многоковшовые;
- пассивно-активные – комбинированные;
- пассивные – плужные и отвальные.

По ходовому оборудованию различают каналокопатели на гусеничном и колесном ходу.

## **Краткая характеристика каналокопателей плужного типа**

По способу агрегатирования плужные каналокопатели разделяются на навесные, прицепные и полуприцепные.

По способу управления – с гидравлическим и канатноблочным.

По форме отвала – одно- и двухотвальные.

Одноотвальные применяются для нарезки однобордных борозд, при прокладке осушительных и водоотводных каналов в основном на склонах и пустырях с избыточным увлажнением. Двухотвальные применяются при прокладке временной оросительной сети.

Рабочий орган плужного каналокопателя состоит из нескольких частей. Нижняя часть рабочего органа – плоский лемех, подрезающий грунт на дне и нижней части откосов. Плоскость лемеха сопрягается с криволинейными подъемно-отвальными поверхностями, поднимающими пласт с поворотом его на обе бермы канала.

В верхней части эти поверхности плавно переходят в плоскости верхних отвалов, образующих клин для раздвигания грунта в стороны. Для очистки прилегающей к каналу части бермы осушительные каналокопатели оборудуют сменными бермоочистителями различной высоты, а оросительные для формирования дамб – открылками.

Достоинства плужных каналокопателей: минимальная энергоемкость, возможность применения на различных грунтах, простота конструкции и обслуживания.

Основные недостатки – большое тяговое сопротивление из-за несовершенства рабочего органа, быстрый износ тяговых тракторов, неровная обработка дна и откосов канала, необходимость доделочных работ, плохое перерезание древесины, недостаточная ширина берм, отсутствие механизма, автоматически регулирующего уклон дна канала. В связи с этим плужные каналокопатели при устройстве каналов глубиной более 0,5...0,6 м находят ограниченное применение.

## Выбор основных параметров плужных каналокопателей

Основные параметры и форма плужного рабочего органа выбираются с учетом следующих требований:

- наименьшая деформация грунта;
- минимальный расход энергии;
- получение ровной, чистой и устойчивой поверхности дна и откосов.

Для соответствия данным требованиям рабочий орган должен поднимать пласт грунта без оборота на определенную высоту, чтобы при дальнейшем подъеме произошел оборот пласта без заклинивания между рабочим органом и откосом канала. Поэтому нижнюю часть рабочего органа выполняют в виде плоского клина для лобового резания.

Необходимая высота предварительного подъема грунта (рис. 88) определяется из условия беспрепятственного поворота пласта на бровке канала, который возможен, если  $AC_1 \leq AB$ , так как при этом пласт  $ABCD$ , поднятый в положение  $A_1B_1C_1D_1$  на высоты  $h_1$ .

$$AB = \frac{b}{2} + H \operatorname{ctg} \alpha, \quad (49)$$

где  $b$  - ширина канала по дну, м;

$H$  – глубина канала в выемке, м;

$\alpha$  - угол наклона откоса к горизонту.

Из  $\triangle AKC_1$  определим  $AC_1$

$$AC_1 = \sqrt{AK^2 + KC_1^2} \quad (50)$$

$$AC_1 = \sqrt{(AL + LK)^2 + (B_1C_1 - B_1K)^2} \quad (51)$$

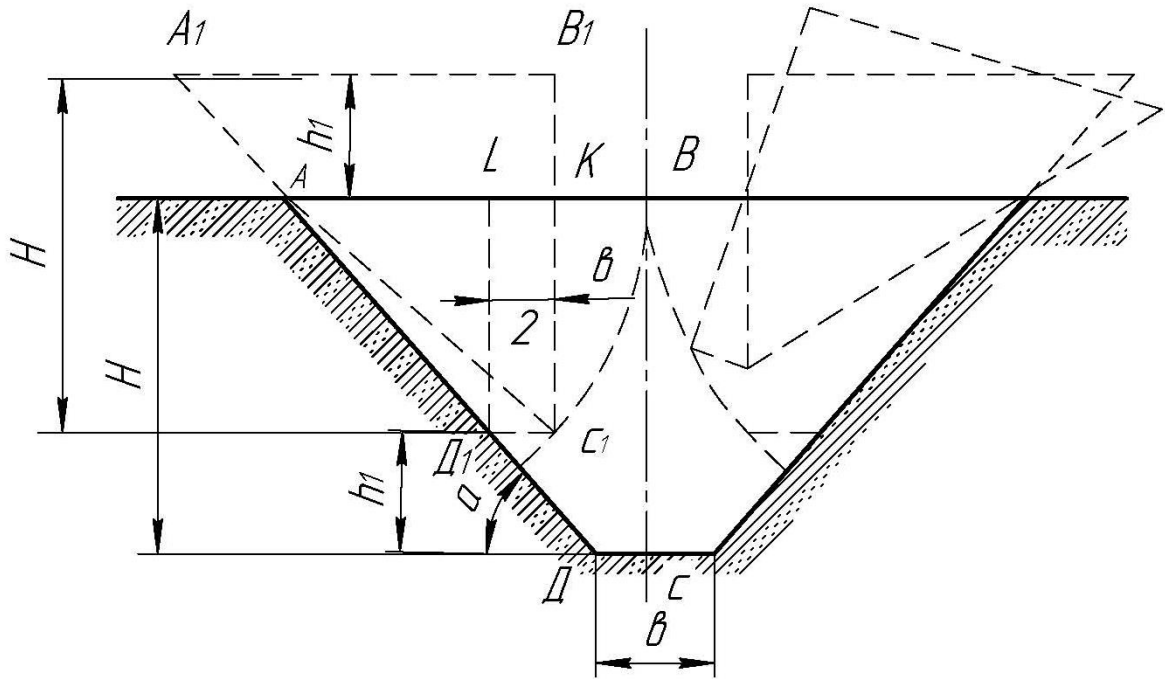


Рис. 88 Схема для расчета плужного каналокопателя

$$AC_1 = \sqrt{\left[ (H - h_1) \operatorname{ctg} \alpha + \frac{b}{2} \right]^2 + (H - h_1)^2} \quad (52)$$

С учетом неравенства  $AC_1 \leq AB$ , имеем

$$h_1^2(1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha) - h_1(2H \operatorname{ctg}^2 \alpha + b \operatorname{ctg} \alpha + 2H) + H^2 \geq 0 \quad (53)$$

Тогда окончательно высота  $h_1$  определится по формуле

$$h_1 = \frac{2H \cdot \operatorname{ctg}^2 \alpha + b \cdot \operatorname{ctg} \alpha + 2H \pm \sqrt{(2H \cdot \operatorname{ctg}^2 \alpha + b \cdot \operatorname{ctg} \alpha + 2H)^2 - 4H^2(1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha)}}{2(1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha)}. \quad (54)$$

Так как необходима наименьшая возможная высота  $h_1$ , то расчетное значение  $h_1$  принимают со знаком "-". Вследствие деформации грунта значение  $h_1$  могут практически быть несколько меньше, чем по формуле.

Для предупреждения сползания грунта с откосов дамб в канал расстояние между концами верхних отвалов в плоскости, перпендикулярной оси канала

$$L_{\text{пл}} = (b + 2 m h_{\text{стр}}) \eta_{\text{пл}}, \quad (55)$$

где  $m$  – коэффициент заложения откоса;

$h_{\text{стр}}$  – строительная глубина канала, м;

$\eta_{\text{пл}} = 1,1 \dots 1,5$  – коэффициент, зависящий от глубины и физико-механических свойств грунта.

Зная строительную глубину канала можно определить следующие величины.

Высота плужного корпуса каналокопателя:

$$H_{\text{пл}} = (1,2 \dots 1,3) h_{\text{стр}}, \text{ м.} \quad (56)$$

Высота открьлков:

$$H_{\text{отк}} = 0,2 \dots 0,4 \text{ м} \quad (57)$$

Длина направляющей кривой

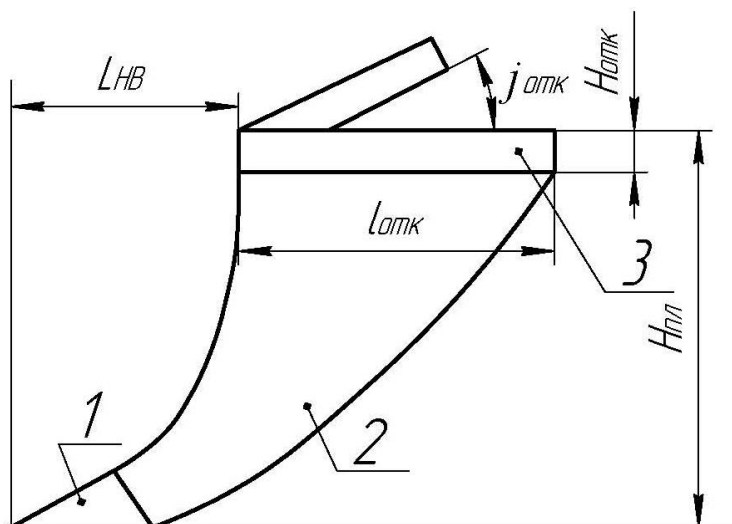


Рис. 89 Схема параметров плужного каналокопателя: 1 – лемех, 2 – корпус, 3 - открьлок

$$L_{\text{NB}} = m' (H_{\text{пл}} - H_{\text{отк}}) \quad (58)$$

где  $m'$  – коэффициент соотношения, принимаемый равным  $0,8 \dots 0,85$ .

Длина лемеха в плоскости направляющей кривой будет равна:

$$l_{\text{л}} = \frac{h_1}{\sin \delta} \text{ (для прямого клина)} \quad (59)$$

где  $\delta$  – угол резания

Установочные углы верхних отвалов – резания  $\delta_{\text{отв}}$  и захвата  $\gamma_{\text{отв}}$  выбирают из условий минимальных энергетических затрат на движение пласта грунта и отсутствие пересыпания почвы через верхние кромки отвалов.

Геометрия отвальных поверхностей характеризуется двумя углами:

$\delta$  – углом резания, то есть углом наклона к горизонту касательной к направляющей кривой, образующейся в сечении отвала вертикальной плоскостью, проходящей через ось канала

$j$  – углом стрелчатости между образующей отвальной поверхности в горизонтальном сечении и направлением движения.

Таблица 21- Значения установочных углов лемеха и верхних отвалов

Глубина канала, м	Установочные углы лемеха, град.		Установочные углы верхних отвалов, град.	
	$\delta$	$\gamma$	$\delta_{\text{отв}}$	$\gamma_{\text{отв}}$
До 0,4	26...28	42...46	90	35...38
0,4...0,6	28...32	46...50	90	38...42
больше 0,6	32...35	50...55	90	42...45

$$l_{\text{л}} = \frac{b}{\sin j} \quad (\text{для косо́го лемеха}) \quad (60)$$

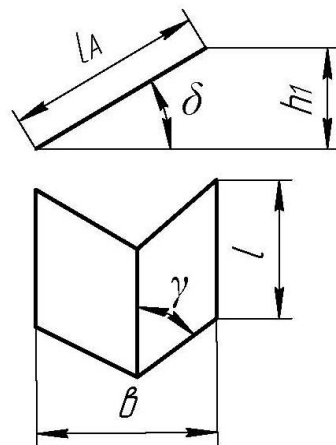


Рис. 90- Схема геометрических параметров лемеха

Для каналокопателей, работающих в зоне осушения устанавливают бермоочистители.

Высота бермоочистителя определяется по формуле

$$H_6 = \sqrt{\frac{S \cdot \text{tg } \varphi \cdot k_p}{\cos \delta_s \left(1 - \frac{f_c}{f_r - f_c}\right)}} + (0,07 \dots 0,12) \text{ м} \quad (61)$$

где  $S$  – площадь поперечного сечения канала,  $\text{м}^2$ ,  
 $\varphi$  – угол естественного откоса грунта,  $20\dots45^\circ$   
 $k_p$  – коэффициент разрыхления,  $1,1\dots1,3$   
 $f_c$  – коэффициент трения грунта по металлу,  $0,1\dots0,6$   
 $f_r$  – коэффициент трения грунта по грунту,  $0,4\dots1,0$   
 $\delta_\delta$  – угол установки бермоочистителей,  $35\dots45^\circ$ .

Длину бермоочистителей выбирают, учитывая ширину бермы  $c$ :

$$L' = c / \sin \delta_\delta. \quad (62)$$

### Определение тягового сопротивления при прокладке канала

Тяговое сопротивление при работе плужного каналокопателя определяется по формуле:

$$F = [G_{po} + K S \cos(\delta + \varphi)] f_r + G_{xo} f_o + K S \sin(\delta + \varphi) + \varepsilon' S v^2, \quad (63)$$

где  $G_{po}$  – вес рабочего оборудования, Н

$K$  – удельное сопротивление копанью,  $\text{Н}/\text{м}^2$

$$K_{\text{лег}} = (0,2\dots0,35) 10^5 \text{ Н}/\text{м}^2$$

$$K_{\text{ср}} = (0,35\dots0,55) 10^5 \text{ Н}/\text{м}^2$$

$$K_{\text{тяж}} = (0,55\dots0,8) 10^5 \text{ Н}/\text{м}^2$$

$\varphi$  – угол трения металла о грунт

$G_{xo}$  – вес ходового оборудования,

$f_o$  – коэффициент сопротивления перекачиванию машины;

$\varepsilon'$  – коэффициент скоростного сопротивления,

$$\varepsilon' = 1500\dots2000 \text{ Нс}^2/\text{м}^2$$

$v$  – скорость оборота пласта отвальной поверхности,  $\text{м}/\text{с}$ .

Первые две составляющие уравнения определяют сопротивление от трения рабочего органа о грунт и передвижения ходового оборудования.

Третья составляющая определяет сопротивление от резания, деформации и перемещения грунта. Она самая энергоемкая (более 50%) и зависит от сечения разрабатываемого канала, свойств грунта, углов резания и трения.

Четвертая составляющая малоэнергоемка  $0,6\dots1,8\%$ .

Сопротивление перемещению тягача определяется по формуле

$$F_T = G_6 f_o, \quad (64)$$

Суммарное тяговое сопротивление



$$\sum F = F + F_T \quad (65)$$

Далее производят проверку каналокопателя по сцепному весу по условию:

$$G_{сц} \varphi_{сц} \geq \sum F < P_k \quad (66)$$

где  $G_{сц}$  – общий сцепной вес тягача или равнодействующая нормальных реакций грунта, Н

$\varphi_{сц}$  – коэффициент сцепления

$P_k$  – касательная сила тяги.

### **Мощность, необходимая для тяги каналокопателя**

$$N = \frac{\sum F v}{\eta} + \frac{N_n}{\eta_n} \quad (67)$$

где  $v$  – скорость каналокопателя, 1...1,5 м/с

$\eta$  – КПД привода

$\eta_n$  – КПД подъема грунта,  $\eta_n = 0,8...0,85$

$N_n$  – мощность, необходимая для преодоления подъема пласта, 25...30 кВт

Удельный расход энергии на единицу производительности:

$$A_{уд} = 3600 (N + N_{дв}) / П, \quad (68)$$

где  $N_{дв}$  – мощность двигателя, кВт

$П$  – часовая производительность

### **Силы, действующие на каналокопатель с плужным рабочим органом**

Вычертим схему каналокопателя с указанием всех сил, действующих на него при работе.

Прицепной плужный каналокопатель. Работающий на заданной глубине, находится под действием следующих активных сил:

$G_k$  – сила тяжести каналокопателя;

$P_T$  – тяговое усилие трактора

Кроме активных сил действуют также и реактивные:

$P_B$  – сила на сцепке

$R_1$  – нормальная реактивная сила, расположенная в плоскости оси колеса,  
 $f_0 R_1$  – горизонтальная реактивная сила, образующая движущий момент,  
 $P$  – равнодействующая реакции грунта на рабочий орган, т.е. сумма реактивных сил от подрезания по периметру сечения, деформации и подъема грунта, а также перемещения грунта копающим органом и бермоочистителями.

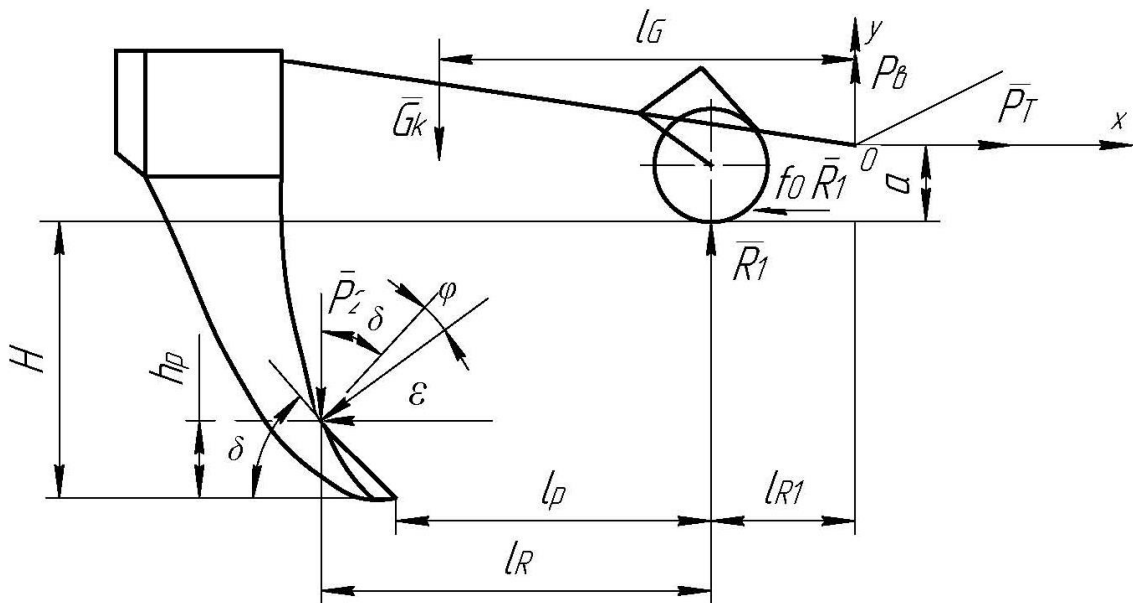


Рис. 91- Внешние силы и реакции

Величина, направление и точка приложения равнодействующей зависит от свойств грунта, размеров поперечного сечения канала, геометрических параметров рабочего органа и ширины берм.

Высота  $h_p$  изменяется в пределах  $h_p = (0,4 \dots 0,85) H$ .

Угол наклона равнодействующей реакции грунта к горизонту:

$$\varepsilon = 90^\circ - (\delta + \varphi) \quad (69)$$

$$P_1 = P \cos \varepsilon = P \sin (\delta + \varphi) \quad (70)$$

$$P_2 = P \sin \varepsilon = P \cos (\delta + \varphi) \quad (71)$$

$$P_1 / P_2 = \operatorname{ctg} \varepsilon = \operatorname{tg} (\delta + \varphi) \quad (72)$$

$$P_2 = (0,2 \dots 0,4) P_1 \quad (73)$$

Запишем уравнение равновесия каналокопателя под действием сил и реакций, когда тяговая рама с рабочим органом опирается на ходовую раму

$$\sum X = P_T - f_0 R_1 - P_1 = 0 \quad (74)$$

$$\sum y = P_B + R_1 - P_2 - G_k = 0 \quad (75)$$

$$\sum M_o = R_1 \ell_{R1} + f_o R_1 a + P_1 (H + a - h_p) - P_2 \ell_{P1} - G_k \ell_{Gk} = 0 \quad (76)$$

### Производительность плужного каналокопателя

Эксплуатационная производительность каналокопателя может быть определена по формуле

$$\Pi_{\text{э}} = \frac{60L_k k_{\text{э}}}{T_k + t_{\text{пер}}} [\text{М}^3 / \text{ч}] = \frac{60L S k_{\text{э}}}{T_k + t_{\text{пер}}} [\text{М}^3 / \text{ч}] \quad (77)$$

$$T_k = (t_k + t_{\text{xx}} + t_y) n_{\text{пр}} \quad (78)$$

$$t_k = L_k / v_p \quad (79)$$

## 3.4 ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МАШИН С РОТАЦИОННЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

### Назначение и классификация машин с ротационными рабочими органами

Активные рабочие органы каналокопателей с ротационными рабочими органами – различной формы роторы с установленными на них ковшами, резцами (ножами) и лопатками. Во время движения каналокопателя вдоль оси разрабатываемого канала рабочий орган вращается вокруг своей оси. В результате сложения двух движений - поступательного и вращательного – рабочий орган копает грунт, поднимает и удаляет за пределы канала как вырезанный, так и обрушившийся грунт.

Для ротационных рабочих органов характерно перемещение грунта в плоскости, перпендикулярной оси вращения.

По способу резания и транспортирования грунта ротационные рабочие органы можно разделить на три основные группы: роторы с гравитационной и инерционной разгрузкой и фрезы.

Роторы с гравитационной разгрузкой представляют собой диски с установленными по окружности зубьями-ковшами, которые копают грунт и перемещают его в пределах сечения канала; окружная скорость роторов с гравитационной разгрузкой не превышает 3-4 м/с, грунт разгружается под

действием силы тяжести на транспортер, метатель или, при наклонном расположении ротора, на берму канала.

Роторы с инерционной разгрузкой вырезают грунт резцами (ножами) с окружной скоростью, при которой центробежная сила превышает силу тяжести; грунт отбрасывается силой инерции на сравнительно небольшое расстояние (2-3 м).

Фрезы имеют форму дисков или пологих конусов с установленными по окружности ножами для копания грунта и лопатками на боковой поверхности для отбрасывания вырезанного и обрушившегося грунта. Фрезы работают с высокой скоростью резания, обуславливаемой значительной (8-30 м/с) окружной скоростью.

Грунт тонкой стружкой срезается ножами, измельчается ими и под действием сил инерции разбрасывается лопатками на значительное расстояние (до 5-20 м).

Фрезами пользуются преимущественно для прокладки осушительных каналов в болотно-торфяных грунтах, где сопротивление резанию и расход энергии меньше, но требуются высокие скорости для чистого среза и измельчения растительности, торфа и разбрасывания вынутаго грунта.

Фрезы с пониженной окружной скоростью (до 6,5 м/с) применяют для прокладки осушительных каналов в переувлажненных минеральных грунтах.

Форма и размеры сечения разрабатываемых каналов зависят от формы ротационных рабочих органов, их размеров, числа и углов установки по отношению оси разрабатываемого канала к горизонту.

По этому признаку ротационные рабочие органы каналокопателей можно разделить на:

- фрезы и роторы с осью вращения, перпендикулярной откосам канала;
- фрезы и роторы с осью вращения в плоскости, перпендикулярной оси канала и направлению перемещения машины;

роторы и фрезы с осью вращения, наклонной к оси канала и горизонту.

Ротационные рабочие органы первого типа имеют двухфрезерные и двухроторные каналокопатели, второго типа – каналокопатели с копирующей фрезой и третьего типа – одно- и двухроторные каналокопатели.

Кроме каналокопателей ротационные рабочие органы применяют на каналочистителях, машинах для сплошного удаления растительности, на фрезерных машинах сплошной обработки торфяников и для первичной

обработки мелиорируемых земель без оборота пласта, на камнеуборочных машинах с рыхлящим ротором.

В качестве режущих элементов служат: ножи-ковши, Г-образные, прямые, прямые гребенчатые ножи, ножи-лопатки, полукруглые ножи, чашечные – тарельчатые ножи, изогнутые ножи, зубья-клыки.

## **Выбор основных параметров машин с ротационными рабочими органами**

К основным параметрам мелиоративных машин с ротационными рабочими органами относят:

- окружную скорость  $v_{окр}$ , м/с;
- рабочую поступательную скорость перемещения  $v_p$  ( $v_k$ ), м/ч;
- диаметр ротора  $d_p$  или фрезы  $d_f$ , м;
- ширина рабочего органа  $b_p$ , лопаток  $b_l$  и ножей  $b_n$ , м;
- число режущих  $z_n$  и отбрасывающих элементов  $z_d$  элементов и их расположение, углы определяющие их форму,
- дальность отбрасывания грунта  $l_o$  (м),
- толщина стружки  $\delta$  (м),
- направление вращения (прямое или обратное);
- производительность  $\Pi_T$  (м<sup>3</sup>/ч).

Для всех типов рабочих органов  $\delta$  определяют по формуле

$$\delta = v_p (60 n_p z'_n)^{-1}, \quad (80)$$

где  $n_p$  – частота вращения рабочего органа, мин<sup>-1</sup>;

$z'_n$  – число ножей по окружности рабочего органа в каждом ряду, расположенном в одной плоскости, перпендикулярной оси вращения.

Площадь сечения стружки  $S_c$ ,

$$S_c = \delta h_p, \quad (81)$$

где  $h_p$  – глубина копания, м.

Условная техническая производительность определяется по формуле

$$\Pi_T = 60 S v_p, \quad (82)$$

где  $S$  – площадь поперечного сечения, разрабатываемая за один проход машины, м<sup>2</sup>.

Техническая производительность с учетом неизбежных потерь времени на холостые ходы  $t_x$ , установку рабочего органа, заглубление и выглубление  $t_p$ , установку, сцепку, приемку материала  $t_y$ , повороты  $t_n$  определяют по формуле

$$\Pi_T = 60 \ell S t_b^{-1} = 60 \ell S (t_k + t_x + t_p + t_y + t_n)^{-1} Z_{np}^{-1}, \quad (83)$$

где  $\ell$  - длина сооружения, м;

$t_b$  – время на устройство сооружения, мин.

$$t_b = (t_k + t_x + t_p + t_y + t_n) Z_{np} \quad (84)$$

где  $t_k$  – время чистой работы, мин;  $t_k = \ell/v_p$ ,

$t_x$  – время на холостые проходы, мин.  $t_x = \ell_x/v_x$ .

Рабочая скорость перемещения для всех типов ротационных рабочих органов, м/ч:

$$v_p = \Pi_T / S. \quad (85)$$

При увеличении рабочей скорости возрастает производительность и снижается удельная мощность  $N_{уд}$ . поэтому желательно увеличивать  $v_p$  в пределах, допускаемых мощностью двигателя ( $v_p < 1000$  м/ч) и производительностью (выносной способностью) рабочего органа.

Направление вращения фрезы может быть прямое и обратное. Прямое – по часовой стрелке. Направление вращения фрез принимают преимущественно прямое во избежание падения грунта в канал и увеличения мощности на трение.

## Определение тягового сопротивления машины

При перемещении машины с ротационным рабочим органом учитывают следующие сопротивления: сопротивление перемещению машины на гусеничном или колесном ходу  $F_G$ , реакции грунта на рабочий орган  $F_\phi$  и от перемещения грунта отвалом (кожухом или зачищающим устройством  $F_o$ ).

Суммарное тяговое сопротивление в рабочем положении:

$$F = F_G \pm F_\phi + F_o, \quad (86)$$

1) Для фрезерных машин (навесных)

$$F_G = (G + P_{ов} \pm i_p \sum P_b \sin \lambda) (f_o \pm i) \quad (87)$$

где  $G$  – полная сила тяжести машины;

$\sum P_b$  – составляющая суммарной реакции грунта;

$\lambda$  – угол наклона откоса к горизонту, град;

$f_0$  – коэффициент сопротивления передвижению

2) Для полунавесных машин, имеющих опорное колесо или лыжу

$$F_r = R_A (f_0 \pm i) \quad (88)$$

где  $R_A$  – равнодействующая нормальных реакций грунта на ходовое оборудование.

Реакция грунта на рабочий орган  $F_r$  при прямом вращении направлена обратно тяговому усилию и является силой сопротивления (применяют знак +). При обратном вращении принимают "-".

Пренебрегая трением навесного рабочего органа о грунт, можно принять

$$F_\phi \approx \pm i_p \sum P'_r \quad (89)$$

Если ротационный рабочий орган опирается на колеса, поддерживающие колесо или лыжу

$$F_\phi \approx \pm i_p \sum P'_r + f_0 R_B \quad \text{или} \quad (90)$$

$$F_\phi \approx \pm i_p \sum P'_r + f_0 (G''_p \pm i_p \sum P'_B \sin \lambda) \quad (91)$$

где  $i_p$  – число фрез или роторов;

$G''_p$  – часть веса, приходящаяся на опорное колесо

$f_0$  – коэффициент сопротивления качению колеса или передвижению лыжи.

Знак + следует применять при прямом вращении.

Сопротивления передвижению от отвала, кожуха или зачищающего устройства зависят от расположения последних. Если отвал или кожух вырезает часть грунта, то

$$F_o = F_{po} + F_{до} = F_{po} + G_r V_a g^{-1}, \quad (92)$$

где  $F_{po}$  – усилие резания и перемещения грунта отвалом, кожухом или подчищающим ножом, определяют как для грейдера или бульдозера;

$G_r$  – сила тяжести грунта, отбрасываемого в секунду, Н/сек;

$F_{до}$  – усилие от давления отбрасываемого грунта на отвал или кожух, Н.  
Для роторов с гравитационной разгрузкой  $F_{до} = 0$ .

### **Баланс мощности машины с ротационным рабочим, ось вращения которого перпендикулярна оси канала**

Для машин с ротационными рабочими органами всех типов суммарная мощность (кВт) для привода может быть выражена формулой

$$N' = N_{po} + N_{nep} + N_d, \quad (93)$$

где  $N_{po}$ ,  $N_{nep}$ ,  $N_d$  - соответственно мощности на привод ротационного рабочего органа, перемещение машины, привод дополнительных устройств.

Для практически всех типов ротационных рабочих органов мощность на их привод определится по формуле:

$$N_{po} = \frac{N_k + N_p + N_{тр} + N_{п}}{\eta_{po} \eta_p}, \quad (94)$$

где  $N_k$ ,  $N_p$ ,  $N_{тр}$ ,  $N_{п}$  – соответственно мощность на копание грунта; разгон грунта до скорости вращения ротационного рабочего органа, включая мощность на перемещение грунта рабочим органом; трение грунта по поверхности забоя и откосов канала; подъем грунта;  $\eta_{po}$  – к. п. д. привода рабочего органа (ротора, фрезы),  $\eta_{po} = 0,75 \dots 0,85$ ;  $\eta_p$  – к. п. д. рабочего органа,  $\eta_p = 0,7 \dots 0,8$ .

Мощность (кВт) на копание грунта с толщиной стружки (подачей на 1 нож) более 0,03 м определяют по формуле

$$N_k = \frac{k_1 P_T}{3,6 \cdot 10^3}, \quad (95)$$

где  $P_T$  – техническая производительность, м<sup>3</sup>/ч;  $k_1$  – коэффициент удельного сопротивления копанию грунта, кПа; в таблице 22 приведены коэффициенты  $k_1$ , соответствующие максимальным значениям  $C_{уд}$  для каждой группы грунтов. Для других  $C_{уд}$  коэффициент  $k_1$  берут по графику.

Таблица 22- Максимальные значения  $k_1$

Группа грунтов	Число ударов $C_{уд}$	$k_1$ , кПа	
		Без обрушения	С обрушением
1	4	60...65	40...48
2	8	118...130	75...85
3	15	195...200	135...140
4	24	300...310	205...210

При использовании эффекта обрушения коэффициент  $k_1$  снижается на 25—40%.



Мощность (кВт) на копание грунта с толщиной стружки  $\delta$  (подача на 1 нож) менее 0,03 м (резание тонкими стружками) вычисляют по формуле

$$N_k = i_\phi N'_k + N''_k \quad (96)$$

где  $i_\phi$  – число фрез;  $N'_k$  – мощность на непосредственную разработку грунта фрезой;  $N''_k$  – мощность на измельчение обрушившегося грунта.

Мощность (кВт) на разгон грунта

$$N_p = \frac{\Pi_T \rho v_{\text{окр}}^2}{7,2 \cdot 10^6}, \quad (97)$$

где  $\Pi_T$  – техническая производительность, м<sup>3</sup>/ч;  $\rho$  – плотность грунта, кг/м<sup>3</sup>;  $v_{\text{окр}}$  – окружная скорость ротационного рабочего органа, м/с.

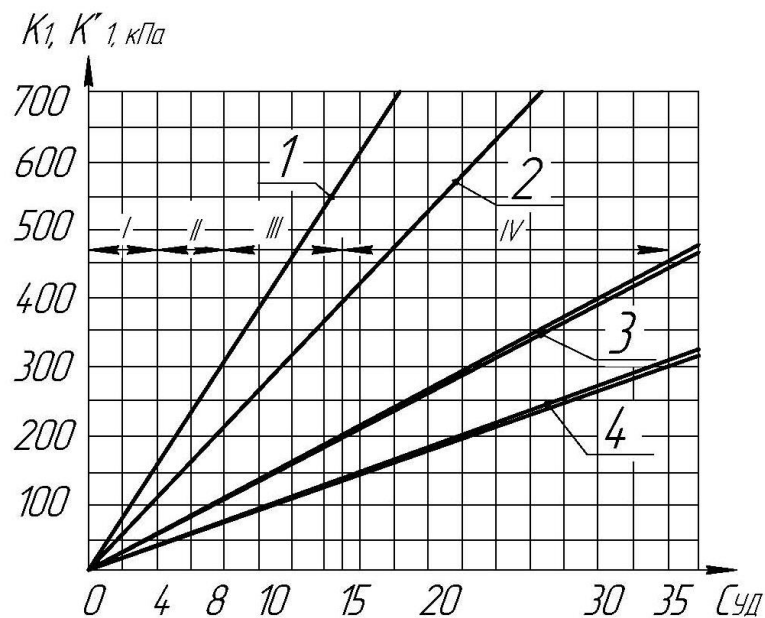


Рис. 92- График зависимости коэффициентов удельного сопротивления копанию  $k_1, k_1'$  от показателя плотнотера ДОРНИИ – числа ударов  $S_{уд}$ : 1-  $k_1'$  – без обрушения грунта; 2-  $k_1'$ - с обрушением грунта, I, II, III, IV – соответственно 1, 2, 3, 4-я группы грунта.

Мощность (кВт) на подъем грунта

$$N_{\Pi} = \frac{\Pi_T \gamma_r h_{\text{ср}}}{3,6 \cdot 10^6}, \quad (98)$$

где  $\gamma_r$  – удельный вес грунта, Н/м<sup>3</sup>;  $h_{\text{ср}}$  – средняя высота подъема грунта, м (определяется в зависимости от типа рабочего органа).

Мощность на преодоление сил трения грунта по поверхности забоя и откосов канала

$$N_{\text{тр}} = N'_{\text{тр}} + N''_{\text{тр}} \quad (99)$$

где  $N'_{\text{тр}}$  – мощность на трение грунта по поверхности забоя (кВт);  $N''_{\text{тр}}$  – мощность на трение грунта по поверхности откоса (кВт).

По мощности на привод рабочего органа  $N_{\text{во}}$  предварительно подбирают мощность двигателя базовой машины с коэффициентом запаса  $k_{\text{зап}} = 1,2 \dots 1,4$ .

$$N'_{\text{дв}} = k_{\text{зап}} N_{\text{ро}} \quad (100)$$

По  $N'_{\text{дв}}$  подбирают базовый трактор.

По характеристике трактора уточняют мощность двигателя и рабочую скорость машины (формула  $v_k = \frac{P_T}{3,6 \cdot 10^3 S_k}$ ) по скорости движения трактора.

Скорость трактора  $v_T$  принимают наиболее близко к расчетной.

При несоответствии скорости трактора  $v_T$  с расчетной  $v_k$  определяют передаточное число ходоуменьшителя, обеспечивающего расчетные поступательные скорости машины

$$i_{xy} = v_T / v_k \quad (101)$$

После предварительного выбора трактора вычисляют тяговые сопротивления и делают тяговый расчет.

Мощность (кВт) на перемещение машины в рабочем положении (в забое) определяется по формуле

$$N_{\text{пер}} = \frac{F' v_k}{10^3 \eta_x} \quad (102)$$

где  $F'$  – суммарное тяговое сопротивление, Н;  $v_k$  – скорость машины, м/с;  $\eta_x$  – к. п. д. механизмов ходовой части базовой машины;  $\eta_x = 0,7 \dots 0,8$ .

Мощность (кВт) дополнительных механизмов (подъем рабочего органа и др.)

$$N_d = 0,05 \dots 0,07 (N_{\text{ро}} + N_{\text{пер}}) \quad (103)$$

Мощность на буксование и на преодоление сил инерции при разгоне учитывают коэффициентом запаса  $k_{\text{зап}}$ .

Мощность двигателя базовой машины проверяют по формуле

$$k_{\text{дв}} = N_{\text{дв}} / N' = 1,2 \dots 1,4, \quad (104)$$

где  $k_{\text{дв}}$  – коэффициент запаса мощности двигателя машины,  $N'$  – суммарная мощность привода.

### 3.5 ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МАШИН СО СКРЕБКОВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

#### Назначение и классификация машин со скребковыми рабочими органами

Скребковые рабочие органы применяют для очистки дна и откосов каналов малых сечений или одного откоса и части дна каналов глубиной до 2 м.

Рабочим органом скребкового каналоочистителя служит цепь 1 со скребками. Срезая наносы на дне и откосах, и перемещая их по поверхности откосов, скребки выбрасывают наносы на берму, когда огибают ведущую звездочку. Рама рабочего органа 2 шарнирно соединена с подвижной рамой, установленной шарнирно на основной раме, охватывающей базовый трактор. Привод скребковой цепи, как правило, механический.

Преимущество скребковых каналоочистителей – малая масса. Недостатки скребковых каналоочистителей заключаются в следующем. Скребковый рабочий орган можно применять лишь в бескаменистых грунтах без плотного дернового покрова и кустарника, без крупных древесных включений, лучше всего в торфяных или рыхлых минеральных грунтах при слегка влажных наносах или с малым слоем воды в канале (150—250 мм). Сильно переувлажненные грунты стекают со скребков или налипают на них; в сухих грунтах цепь и скребки быстро изнашиваются. Скребки могут работать только с подпором грунта со стороны откоса, поэтому ими нельзя очищать каналы с укрепленными откосами или только дно. Скребки при копании и разгрузке работают в неблагоприятных условиях (угол резания близок к 90°); грунт укладывается у самой бровки канала, что требует очистки бермы.

Скребковые рабочие органы бывают следующих типов:

I – поперечного копания для очистки дна и двух откосов канала, работающий по совмещенной схеме (рис.93);

II – поперечного копания для очистки дна и одного откоса канала, работающий по совмещенной схеме (рис. 94);

III – поперечного копания для очистки дна и одного откоса канала, работающий по разделенной схеме (рис. 95);

IV – продольного копания, разрабатывающий грунт по совмещенной схеме (рис. 96);

V – продольного копания, разрабатывающий грунт по разделенной схеме (рис. 97).

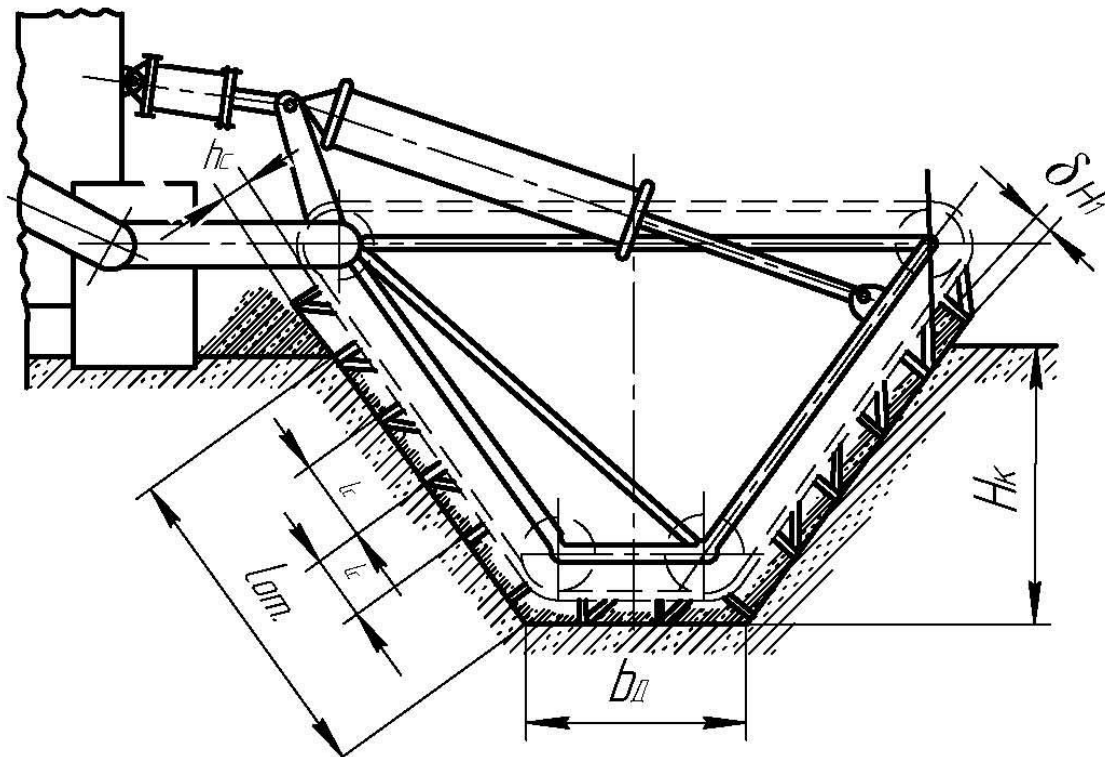


Рис. 93- Схема машины со скребковым рабочим органом поперечного копания для очистки дна и двух откосов канала, работающего по совмещенной схеме (тип 1)

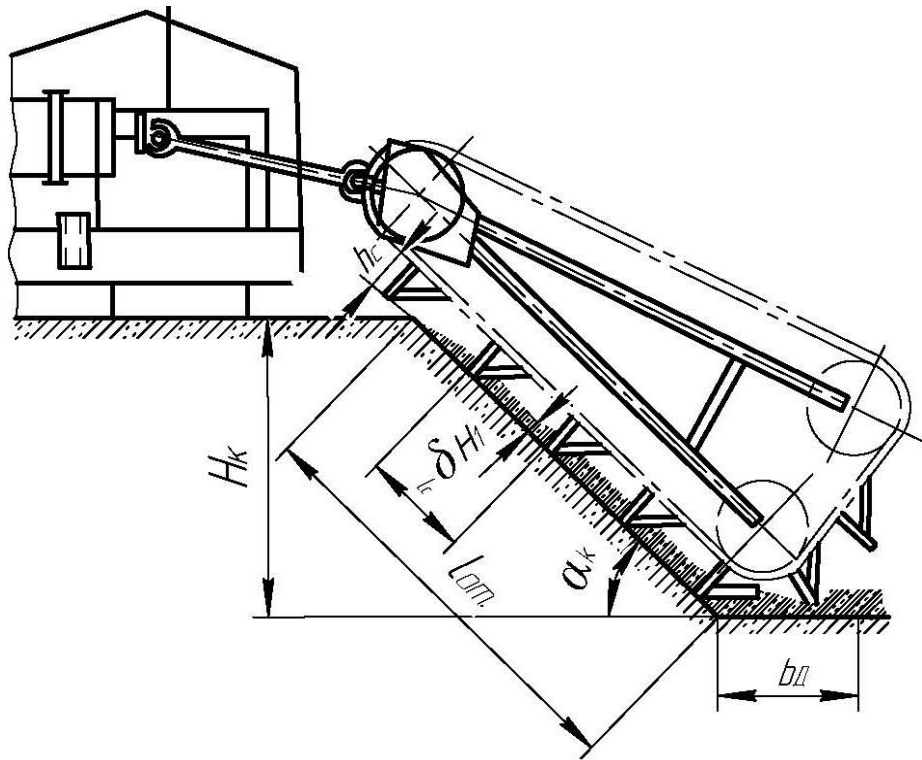


Рис. 94-Схема машины со скребковым рабочим органом поперечного копания для очистки дна и одного откоса канала, работающим по совмещенной схеме (тип 2)

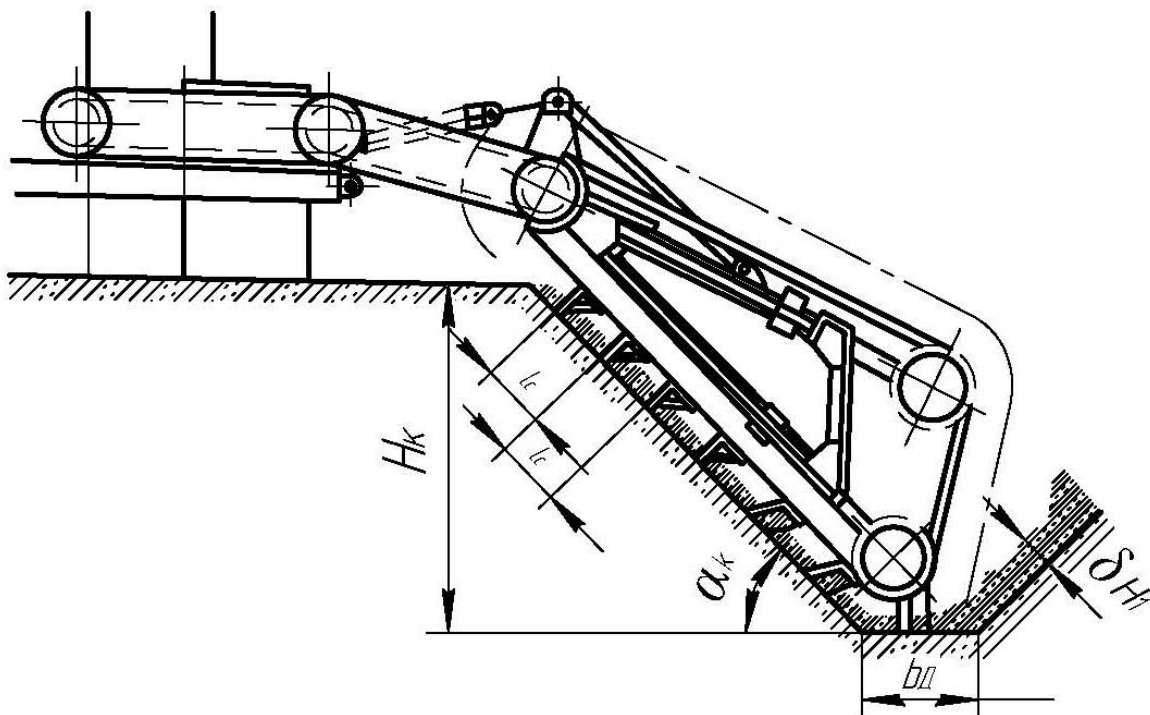


Рис. 95- Схема машины со скребковым рабочим органом поперечного копания для очистки дна и одного откоса канала, работающим по раздельной схеме (тип 3)

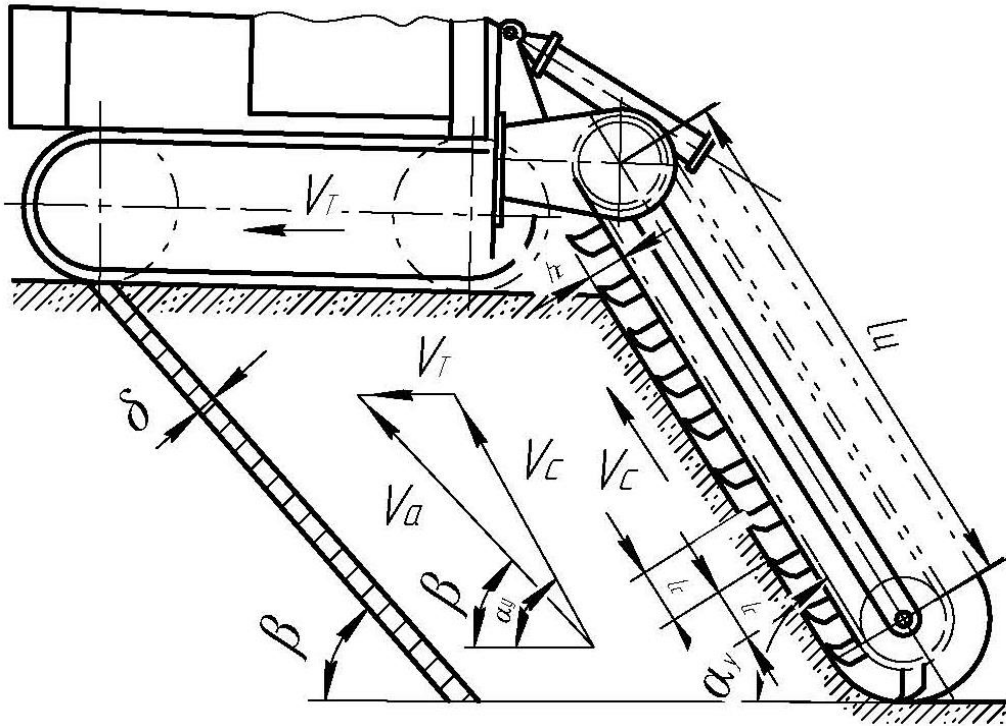


Рис.96-Схема машины со скребковым рабочим органом продольного копания, разрабатывающим грунт по совмещенной схеме (тип 4)

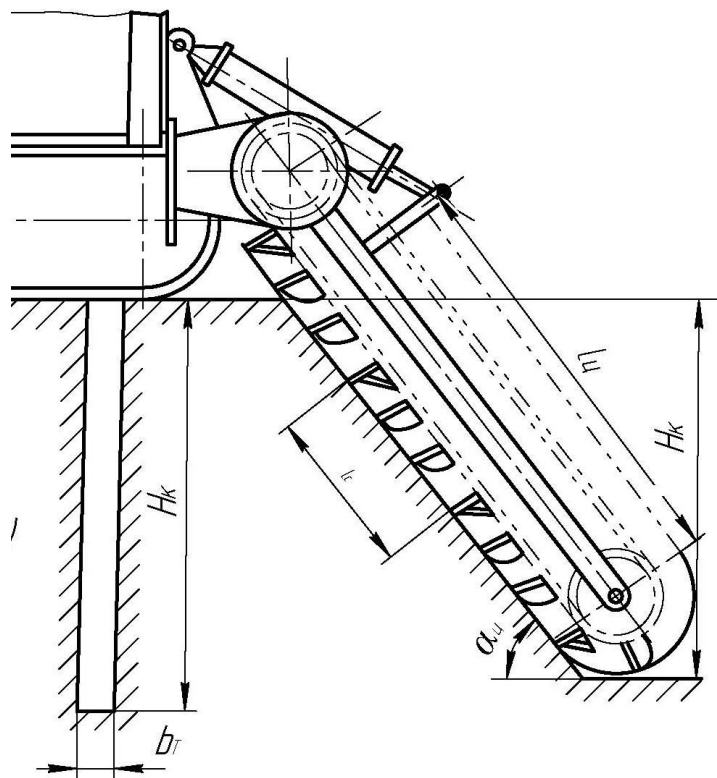


Рис. 97- Схема машины со скребковым рабочим органом продольного копания, разрабатывающим грунт по раздельной схеме (тип 5)

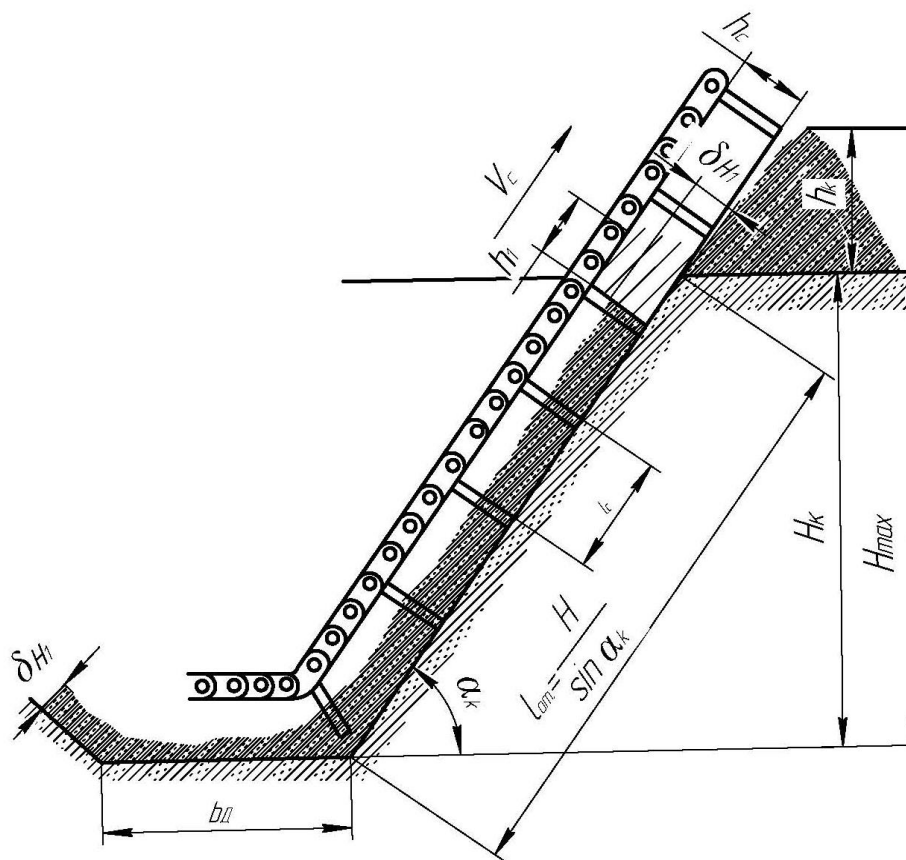
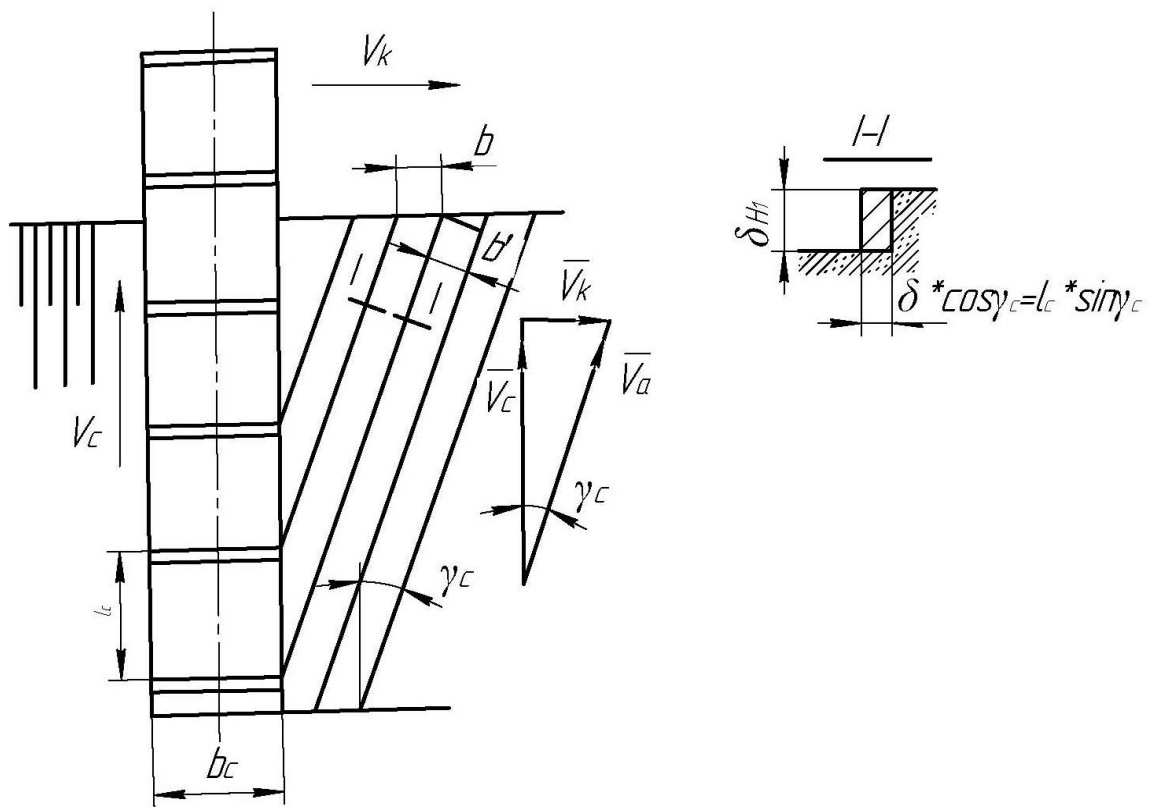


Рис. 98- Схема к определению траектории движения скребок рабочих органов поперечного копания (типы 5,6)

Порядок выполнения расчета: выбор основных параметров рабочего органа; определение мощности двигателя и выбор базовой машины; определение тяговых сопротивлений и тяговый расчет; построение зависимости мощности привода рабочего органа от толщины стружки; определение удельного давления машины на грунт и ее устойчивости.

## **Выбор основных параметров скребкового рабочего органа поперечного копания**

Каналоочистители с цепным скребковым рабочим органом должны перерезать древесные включения, удовлетворительный срез которых происходит при движении рабочей цепи со скоростью  $v_c=2,4\dots5$  м/с.

Меньшие значения скорости относятся к очистке канала с исправлением деформированного сечения. С повышением скорости цепи количество грунта, попадающего (сбрасываемого) в канал, увеличивается.

В процессе работы скребок совершает сложное движение: движение относительно рамы рабочего органа со скоростью  $v_c$  (м/с) и переносное движение со всей машиной со скоростью  $v_k$  (м/с).

Угол наклона вектора абсолютной скорости  $v_a$  в плоскости рамы рабочего органа  $\gamma_c$  вычисляют по формуле

$$\operatorname{tg} \gamma_c = \frac{v_k}{v_c}. \quad (105)$$

Значением  $v_c$  задаются, а  $v_k$  (м/ч) определяют по формуле

$$v_k = \frac{P_T}{S_H}, \quad (106)$$

где  $P_T$  – заданная техническая производительность, м<sup>3</sup>/ч;  $S_H$  – площадь поперечного сечения наносов, очищаемых каналоочистителем за один проход, м<sup>2</sup>

$$S_H = \delta_H \left( b'_d + i_o \frac{H_k}{\sin \alpha_k} \right), \quad (107)$$

где  $b'_d$  – очищаемая за один проход ширина дна, м;  $\delta_H$  – толщина наносов, м;  $H_k$  – глубина канала, м;  $\alpha_k$  – угол наклона откоса к горизонту, град;  $i_o$  – число очищаемых откосов.



Ширина стружки грунта по бровке канала  $b$  (м), снимаемая каждым скребком, будет равна подаче на один скребок

$$B = \ell_c \operatorname{tg} \gamma_c, \quad (108)$$

где  $\ell_c$  – шаг скребка, м.

Шаг скребков назначают кратным шагу цепи, но, пока он неизвестен, можно принимать  $\ell_c \geq 0,2$  м. Ориентировочно  $\ell_c = 0,2 \dots 0,4$  м.

Транспортирующая способность скребка определяется его площадью  $S_c$ , м<sup>2</sup>

$$S_c = b_c h_c, \quad (109)$$

где  $b_c$  – ширина скребка, м;

$$b_c = (1,1 \dots 2,5) h_c; \quad (110)$$

$h_c$  – высота скребка, м, предварительно принимают

$$h_c = (1,1 \dots 1,35) \delta_{н1} \quad (111)$$

( $\delta_{н1}$  – толщина стружки, снимаемая за один проход, м),

$$\delta_{н1} = \delta_n / i, \quad (112)$$

где  $i$  – число проходов или последовательно работающих цепей.

Объем грунта в плотном теле, срезаемый скребком  $V_o$  (м<sup>3</sup>), вычисляют по формуле

$$V_o = b \delta_{н1} \ell_{п} \quad (113)$$

где  $\ell_{п}$  – периметр канала, очищаемый за 1 проход скребкового рабочего органа, м

$$\ell_{п} = b'_д + i_o \frac{H_k}{\sin \alpha_k}. \quad (114)$$

Принятые размеры скребка проверяют по формуле

$$S_c = b_c h_c = (1,1 \dots 1,5) \frac{V_o k_p}{h_1} \quad (115)$$

где  $k_p$  – коэффициент разрыхления грунта, принимают в зависимости от типа грунта;  $h_1$  – средняя высота заполнения межскребкового пространства, м;

$$h_1 = (0,3 \dots 0,5) \ell_c, \quad (116)$$

но  $h_1 < h_c$ .

Если размеры скребка не соответствуют значению, найденному по данной формуле, то изменяют его ширину и высоту в допускаемых пределах или

уменьшают  $\operatorname{tg} \gamma_c = \frac{v_k}{v_c}$ , подбирая  $v_c$  либо изменяя шаг скребка.

После выбора базовой машины уточняют скорость  $v_k$ , ориентируясь на рабочие скорости трактора  $v_T$ .

В случае, если указанные скорости являются неудовлетворительными, то необходимое передаточное число ходоуменьшителя можно найти по формуле

$$i_{xy} = \frac{v_T}{v_k}.$$

### **Усилие копанию грунта скребковым рабочим органом**

Сопротивление грунта резанию  $F'_c$  (Н) одним скребком типа А (каналоочистители типа I и II) можно определить по упрощенной формуле В. П. Горячкина

$$F'_c = k_c b' \delta_{н1}, \quad (117)$$

где  $k_c$  – удельное сопротивление грунта копанию скребком,  $k_c = (1,1 \dots 1,5) k_1$  ( $k_1$  принимают по табличным данным);  $b'$  – ширина стружки, м

$$b' = b \cos \gamma_c, \quad (118)$$

где  $\delta_{н1}$  – толщина стружки (наносов), снимаемая скребком за один проход, м. При очистке канала за один проход  $\delta_{н1} \approx \delta_n$ .

Сопротивление резанию скребками или ножами всей цепи  $F'_k$  (Н) вычисляют по формуле

$$F'_k = F'_c z'_c \quad (119)$$

где  $z'_c$  – число режущих элементов, находящихся в работе одновременно

$$z'_c = \frac{b'_d + i_o \frac{H_k}{\sin \alpha_k}}{\ell_c} \quad (120)$$

Шаг режущих элементов (вертикальных ножей) принимают равным шагу скребков  $\ell_c$ .

### **Определение мощности двигателя и подбор базовой машины**

Суммарная мощность (кВт) привода для машины со скребковым рабочим органом может быть выражена следующей формулой:

$$N' = N_{po} + N_{nep} + N_d, \quad (121)$$

где  $N_{po}$  – мощность на привод цепного скребкового рабочего органа, кВт

$$N_{po} = \frac{N_k + N_{под} + N_{тр}}{\eta_{po} \eta_{пр}} \quad (122)$$

где  $N_k$ ,  $N_{под}$ ,  $N_{тр}$  – соответственно мощности на копание, подъем и трение грунта в процессе его транспортирования, кВт;  $\eta_{po}$ ,  $\eta_{пр}$  – к.п.д. скребкового рабочего органа и привода ( $\eta_{po} = 0,4 \dots 0,6$ ;  $\eta_{пр} = 0,7 \dots 0,75$ );

$$N_k = \frac{F'_k v_a}{10^3} \quad (123)$$

где  $F'_k$  – общее сопротивление резанию, Н;  $v_a$  – абсолютная скорость скребка, м/с;

$$N_{под} = \frac{\Pi_T \gamma_T H_{max}}{2 \cdot 3,6 \cdot 10^6} \quad (124)$$

где  $\Pi_T$  – техническая производительность, м<sup>3</sup>/ч;  $\gamma_T$  – удельный вес грунта в естественном состоянии, Н/м<sup>3</sup>;  $H_{max}$  – максимальная высота подъема грунта (до вершины образующегося кавальера), м

$$H_{max} = H_k + h_k, \quad (125)$$

где  $H_k$  – глубина канала, м;  $h_k$  – высота кавальера, м, для угла естественного откоса грунта  $\varphi_T = 45^\circ$  и сечения кавальера в виде треугольника

$$h_k = \sqrt{S_H} \quad (126)$$

где  $S_H$  – площадь поперечного сечения наносов, счищаемых каналочистителем за один проход, м<sup>2</sup>;

$$N_{тр} = \frac{\Pi_T \gamma_T f_T \left( b'_d + i_o \frac{H_{max}}{\operatorname{tg} \alpha_k} \right) H_{max}}{2 \cdot 3,6 \cdot 10^6} \quad (127)$$

где  $f_T$  – коэффициент трения грунта по грунту; мощность на передвижение каналочистителя, кВт

$$N_k = \frac{F'_k v_k}{3,6 \cdot 10^6 \eta_{пер}} \quad (128)$$

где  $F'$  – суммарное тяговое сопротивление, Н (см. тяговый расчет);  $v_k$  – скорость каналочистителя, м/ч;  $\eta_{пер}$  – к.п.д. передачи к ходовому механизму,  $\eta_{пер} = 0,75 \dots 0,85$ ;

$N_d$  – мощность на привод дополнительных механизмов, кВт

$$N_d = (0,05 \dots 0,07) (N_{po} + N_{пер}). \quad (129)$$

Трактор (базовую машину) выбирают предварительно по табличным данным с учетом приближенного коэффициента запаса мощности

$$N'_{дв} = (1,3 \dots 1,5) N_{po} \quad (130)$$

Уточненный коэффициент запаса мощности рассчитывают с учетом динамических факторов.

### Подбор скребковой цепи

Скребковую цепь подбирают по разрушающей нагрузке  $F_{раз}$  и шагу цепи  $\ell_{ц}$ , кратному величине шага  $\ell_{с}$ , по ГОСТ 586.

Ниже приведены рекомендуемые параметры цепи:

$\ell_{ц}$ , мм	40	50	60	78	80	100
$F_{раз}$ , Н	78500	122 000	196 000	293 000	310 000	490000

$$F_{раз} = F_{ц} n_{пр}, \quad (131)$$

где  $F_{ц}$  – усилие, действующее в цепи, Н;  $n_{пр}$  – запас прочности,  $n_{пр} = 6 \dots 9$

$$F_{ц} = \frac{10^3 (N_{к} + N_{под} + N_{тр}) \eta_{ц}}{v_{с}} \quad (132)$$

где  $\eta_{ц}$  – к.п.д. цепи,  $\eta_{ц} = \eta_{po} = 0,4 \dots 0,6$ .

### Тяговые сопротивления и тяговый расчет

Суммарное тяговое сопротивление  $F'$  (Н) находят по формуле

$$F' = F'_r + F'_o + F'_{бс} \quad (133)$$

где  $F'_r$  – сопротивление передвижению машины, Н,

$$F'_r = (G_T + G_{но} + \sum R_B) (f_M \pm i) \quad (134)$$

где  $f_M$  – коэффициент сопротивления передвижению базовой машины;  $i = \text{tg } \alpha_y$ ,

где  $\alpha_y$  – уклон в градусах;  $i \approx 0,1$ ;  $G_T$  и  $G_{но}$  – соответственно веса трактора и навесного оборудования, Н.

$\sum R_B$  – вертикальная составляющая усилия, действующего в цепи скребкового рабочего органа; для рабочего органа типа I  $\sum R_B = 0$ , для типов II и III приближенно, пренебрегая перпендикулярной составляющей усилия копания

$$\sum R_B \approx F_{\text{ц}} \sin \alpha_{\text{к}}$$

$F'_o$  – тяговое сопротивление отвала, зачищающего берму и отодвигающего грунт отвала от бровки канала, учитывается при наличии отвала бермоочистителя и определяется как для отвала грейдера или бульдозера

$$F'_o = G_{\text{пр}} f_r \sin (\alpha_o + \varphi_o) + G_{\text{пр}} f_r f \cos \varphi_o \cos \alpha_o \quad (135)$$

где  $G_{\text{пр}}$  – вес призмы волочения перед отвалом, Н.

$$G_{\text{пр}} = \frac{\Pi_{\text{т}} \gamma_r \ell_o}{\nu_{\text{к}}} \quad (136)$$

$\ell_o$  – длина отвала, м, равная 1,5...2 м;  $\alpha_o$  – угол захвата отвала, град,  $\alpha_o = 45...50^\circ$ ;  $\varphi_o$  – угол трения грунта о поверхность отвала, град,  $\varphi_o = \arctg f$ ;  $f_r$  и  $f$  – коэффициенты трения соответственно грунта по грунту и грунта по отвалу.

$F'_{\text{бс}}$  – усилие подачи скребковой цепи вдоль канала  $F'_{\text{бс}} = F_{\text{ц}} \tg \gamma_{\text{с}}$  составляет вследствие малой величины угла  $\gamma_{\text{с}}$  всего 1...2% от величины  $F'$ .

В инженерных расчетах (Н) при остановке цепи

$$F'_{\text{бс}} = F'_{\text{бс max}} = 10^6 k_{\text{ск}} S_{\text{скр}} z'_{\text{с}}, \quad (137)$$

где  $k_{\text{ск}}$  – удельное усилие скалывания грунта боковой поверхностью скребка;  $k_{\text{ск}} = 0,025...0,25$  МПа, соответственно для грунта 1–3 групп;  $S_{\text{скр}}$  – площадь боковой проекции скребка, м<sup>2</sup>;  $z'_{\text{с}}$  – число одновременно работающих скребков.

Выбранная базовая машина проверяется в рабочем положении на возможность передвижения: по крюковому усилию

$$F' - F'_r \leq F_{\text{кр}}, \quad (138)$$

по сцеплению ходовой части машины с грунтом для гусеничных тракторов

$$F' - F'_r \leq (G_{\text{т}} + G_{\text{но}} + \sum R_B) (k_{\text{сц}} - f_{\text{м}} - i). \quad (139)$$

где  $F_{\text{кр}}$  – крюковое усилие.

Для колесных тракторов

$$F' - F'_r = G_{\text{сц}} (\varphi_{\text{сц}} - f_{\text{м}} - i). \quad (140)$$

В случае невыполнения условий данных формул подбирают другую базовую машину и делают пересчет.

## **4 ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Среди представленных способов полива, необходимо выделить дождевание, поскольку полив дождеванием имеет ряд важных преимуществ: возможность проведения более частых поливов заданными нормами с увлажнением почвы на определенную глубину, что важно при орошении земель с близким расположением грунтовых вод и засоленного горизонта; возможность орошения при сложном микрорельефе с менее тщательной планировкой полей; сохранение структуры почвы при небольшой интенсивности дождя; увлажнение не только почвы, но и приземного слоя воздуха; возможность полной механизации и автоматизации полива.

Полив дождеванием заключается в подаче воды на поверхность почвы и растений в виде капель искусственного дождя, создаваемого посредством специальных дождевальных устройств, к которым вода подается от источника орошения системой напорных трубопроводов или открытых оросительных каналов. По характеру выпадения дождя на орошаемую поверхность дождевание классифицируется следующим образом:

- непрерывный дождь во времени и на единицу площади, увлажняемой с одной позиции;
- непрерывный дождь во времени, но прерывистый на единицу площади, увлажняемой с одной позиции;
- импульсное дождевание, создающее прерывистый дождь во времени и на единицу площади, увлажняемой с одной позиции.

Целесообразность полива дождеванием того или иного характера выпадения определяется комплексом различных требований и условий, среди которых следует отметить, прежде всего, биологические особенности возделываемых сельскохозяйственных культур, природно-климатические условия, режим орошения, экономическую целесообразность и техническую возможность.

Определяющими параметрами искусственного дождя являются – интенсивность и структура, которая характеризуется размером дождевых

капель, слоем осадков за один цикл полива и равномерностью распределения по орошаемому полю. Различают мгновенную и действительную интенсивность дождя.

Мгновенную интенсивность дождя ( $\rho_t$ , мм/мин) можно определить по формуле:

$$\rho_t = \frac{dh}{dt_0}, \quad (141)$$

где  $dh$  - приращение слоя осадков в определенной точке, мм;  $dt_0$  - приращение времени, мин.

Действительная интенсивность дождя, отражает интенсивность его выпадения непосредственно из дождевого облака и определяется по формулам:

$$\rho_{д.а.т} = 60q_{д.а.} / S_d; \quad (142)$$

$$\rho_{м.т} = 60Q_m / S_d; \quad (143)$$

где  $\rho_{д.а.т}$ ,  $\rho_{м.т}$  - действительная интенсивность дождя создаваемого соответственно дождевальным аппаратом и дождевальной машиной, мм/мин;  $q_{д.а.}$  - расход воды дождевальным аппаратом, л/с;  $Q_m$  - расход воды дождевальной машиной, л/с;  $S_d$  - площадь одновременного захвата дождем, м<sup>2</sup>.

При поливе в движении, например движущимися машинами или вращающимися дождевальными аппаратами среднюю интенсивность дождя, можно рассчитать по формулам:

$$\rho_{д.а.ср} = 60q_{д.а.} / S_{рс}; \quad (144)$$

$$\rho_{м.ср} = 60Q_m / S_{рс}; \quad (145)$$

где  $\rho_{д.а.ср}$ ,  $\rho_{м.ср}$  - средняя интенсивность дождя соответственно для дождевального аппарата и дождевальной машины, мм/мин;  $S_{рс}$  - рассредоточенная площадь дождевания, на которую в едином технологическом процессе вносят заданную поливную норму, м<sup>2</sup>.

Важным параметром технологии дождевания является слой осадков за проход машины или оборот аппарата. Слой осадков, для дождевальных аппаратов ( $h_{д.а.}$ , мм) и машин ( $h_m$ , мм) можно определить по формулам:

$$h_{д.а.} = \rho_{д.а.ср} t_{ор}; \quad (146)$$

$$h_m = \rho_{м.ср} t_{ор}; \quad (147)$$

где  $t_{op}$  – продолжительность нахождения орошаемого участка под дождем, мин.

Полив дождеванием необходимо проводить с учетом допустимой интенсивности дождя, которая обеспечивает в данных условиях подачу требуемой нормы полива без стока воды. Допустимая интенсивность для различных технологий дождевания определяется экспериментально, а в зависимости от типа почвы и уклона местности во избежание стока воды и развития эрозионных процессов должна соответствовать следующим значениям (табл. 25.)

Таблица 25- Допустимая интенсивность дождя, мм/мин.

Почвы	Уклон			
	0...0,05	0,05...0,08	0,08...0,12	>0,12
Песчаные	0,85/0,85	0,85/0,64	0,64/0,44	0,42/0,21
Песчаные, подстилаемые более плотной подпочвой	0,74/0,64	0,53/0,42	0,42/0,32	0,32/0,17
Легкие супесчаные	0,74/0,42	0,53/0,34	0,42/0,25	0,32/0,17
Легкие супесчаные, подстилаемые более плотной подпочвой	0,53/0,32	0,42/0,21	0,32/0,17	0,21/0,13
Среднесуглинистые	0,42/0,21	0,34/0,17	0,25/0,13	0,17/0,09
Среднесуглинистые, подстилаемые более плотной подпочвой	0,25/0,13	0,21/0,11	0,17/0,07	0,13/0,04
Тяжелые суглинки и глины	0,09/0,07	0,07/0,04	0,05/0,034	0,04/0,025

Примечание: значения в числителе – для участков, занятых сельскохозяйственными культурами; в знаменателе – без культуры.

Под общим понятием эрозии почвы подразумеваются многообразные и широко распространенные явления разрушения и сноса почв и рыхлых пород потоками воды и ветра.

При дождевании сток воды и эрозия почвы будут предотвращены (с условием, что аварийные ситуации с остановками дождевальных машин без отключения от питающей сети не происходят), если поливные нормы не



превысят допустимые, или эрозионно-допустимые. Эрозионно-допустимую поливную норму можно определить по формуле:

$$m_{\text{э.д.}} = \frac{P}{S_{\text{эхд}}}, \quad (148)$$

где  $m_{\text{э.д.}}$  – эрозионно-допустимая поливная норма;  $P$  – показатель впитывания воды в почву при дождевании (показатель безнапорной водопроницаемости почвы), мм;  $S_{\text{эхд}}$  – безразмерная комплексная энергетическая характеристика дождя дождевальной машины.

$$P = P_0 \cdot K \cdot k, \quad (149)$$

где  $P_0$  – начальный показатель впитывания для стандартного состояния почвы (открытой рыхлой почвы  $W = 0,5 \dots 0,8$  НВ, поверхность малоуклонная,  $i \leq 0,01$ ; для Саратовского Заволжья начальный показатель впитывания черноземов и темно-каштановых суглинистых почв  $P_0 = 85$  мм, аллювиальных суглинистых –  $P_0 = 120$  мм);  $K$  – постоянный поправочный коэффициент (в течение оросительного периода  $K = \text{const}$ );  $k$  – переменный поправочный коэффициент (в течении оросительного периода  $k \neq \text{const}$ ).

Постоянный поправочный коэффициент определяется по формуле:

$$K = K_1 \cdot K_2, \quad (150)$$

где  $K_1$  – коэффициент, учитывающий изменение водно-физических свойств почв (для длительно орошаемых земель  $K_1 = 1,0$ ; старообрабатываемых неорошаемых  $K_1 = 0,9$ ; залежных или целинных  $K_1 = 0,75$ );  $K_2$  – коэффициент, учитывающий влияние уклона местности.

Коэффициент уклона местности имеет экспоненциальную зависимость, и определяется по формуле:

$$K_2 = \exp [c \cdot (i_{\text{кр}} - i)], \quad (151)$$

где  $c$  – безразмерный параметр, зависящий от типа почвы и региона (для темно-каштановых суглинистых почв Саратовского Заволжья  $c = 22$ );  $i_{\text{кр}}$  – критический уклон местности (для темно-каштановых суглинистых почв Саратовского Заволжья  $i_{\text{кр}} = 0,012 \dots 0,017$ ).

Переменный поправочный коэффициент ( $k$ ) определяется по формуле:

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (152)$$

где  $k_1$  – коэффициент, учитывающий влияние уплотнения почвы на показатель впитывания;  $k_2$  – коэффициент растительного покрова;  $k_3$  – коэффициент предполивной влажности почвы.

$$k_1 = \exp [a \cdot (\alpha_{п0} - \alpha_{п})], \quad (153)$$

где  $a$  – безразмерный параметр, зависящий от типа почвы и региона (для Саратовской области по типам почв показатель ( $a$ ) имеет следующие значения: темно-каштановые легкосуглинистые среднесиловые почвы –  $a = 1,42$ ; те же, но среднесуглинистые среднесиловые –  $a = 1,72$ ; те же, но малосиловые –  $a = 1,84$ ; темно-каштановые тяжелосуглинистые малосиловые –  $a = 2,0$ );  $\alpha_{п0}$  – объемная масса почвы в стандартном состоянии ( $\alpha_{п0} = 1,0 \dots 1,2 \text{ г/см}^3$ );  $\alpha_{п}$  – объемная масса почвы.

$$k_2 = 1 + \gamma \left[ \exp \left( \frac{q_{вп}}{B_{вп}} \cdot \frac{d_k}{d_{к1}} \right) - 1 \right], \quad (154)$$

где  $\gamma$  – проектное покрытие почвы растительным покровом;  $q_{вп}$ ,  $B_{вп}$  – параметры впитывания (для черноземов и темно-каштановых суглинистых и аллювиальных суглинистых почв Саратовского Заволжья  $q_{вп} = 0,65$ ,  $B_{вп} = 1,5$ ),  $d_k$  – крупность капель дождя;  $d_{к1}$  – единичная крупность капель.

$$k_3 = 1 + k_w (W_1 - W_2), \quad (155)$$

где  $k_w$  – эмпирический коэффициент ( $k_w = 0,5$ ;  $W_1$  – предполивная влажность, при которой был определен начальный показатель впитывания  $P_0$  (в долях НВ);  $W_2$  – предполивная влажность (предполивной порог) для орошаемой культуры.

Безразмерную комплексную энергетическую характеристику дождя дождевальнoй машины можно определить по формуле:

$$S_{эжд} = (\rho / \rho_1)^{B_{вп} - 1} \exp [q_{вп} (d_k / d_{к1})], \quad (156)$$

где  $\rho$  – средняя в точке (на микроплощадке) интенсивность дождя,  $\rho_1$  – единичная интенсивность дождя.

Для различных модификаций дождевальнoй машины «Фрегат»  $S_{эжд} = 1,7 \dots 2,4$ .

Таким образом, зная для конкретных климатических и полевых условий эрозионно-допустимую поливную норму, можно проводить поливы сельскохозяйственных культур без поверхностного стока.

Однако при возникновении различных аварийных ситуаций, остановке дождевальнoх машин без отключения от питающей сети – поверхностный сток и эрозия почв неизбежны. Чтобы определить количество смываемых с поверхностным стоком питательных веществ и оценить ущерб от

ирригационной эрозии необходимо знать объем поверхностного стока за определенное время (например, за время простоя дождевальной машины).

Время начала поверхностного стока зависит от величины поливной нормы и водовпитывающей способности почвы.

Водовпитывающая способность почвы является динамической характеристикой и изменяется в течение времени.

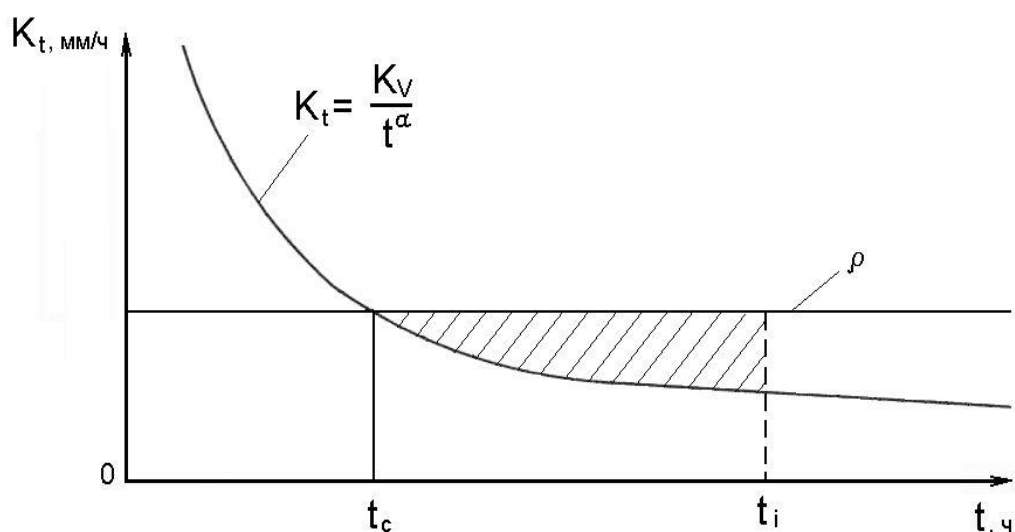
Скорость впитывания воды почвой, можно определить по формуле Костякова А.Н:

$$K_t = \frac{K_v}{t^\alpha}; \quad (157)$$

где  $K_t$  – скорость впитывания воды почвой в момент времени  $t$ , мм/ч;

$K_v$  – коэффициент водопроницаемости почвы в первую единицу времени 1 час, мм/ч;  $\alpha$  - показатель степени, зависящий от свойств почвы и ее начальной влажности.

Для различных типов почв рассчитать величину поверхностного стока, согласно, можно по следующей схеме (рис. 102).



$\rho$  - интенсивность дождя,  $t_c$  – время начала поверхностного стока

Рис. 102-Теоретическая схема распределения слоя дождя.

Полив должен производиться таким образом чтобы время подачи воды на элементарную площадку не превышало времени при котором начинается поверхностный сток ( $t_c$ ).

Определить время начала поверхностного стока можно по формуле:

$$t_c = \left( \frac{K_v}{\rho} \right)^{\frac{1}{\alpha}}, \quad (158)$$

Чтобы рассчитать величину поверхностного стока на элементарной площадке в любой момент времени ( $t_i$ ), после начала стока ( $t_c$ ), в нашем случае, когда произошла остановка дождевальной машины и полив производится в стационарном положении с постоянной интенсивностью дождя, необходимо найти площадь криволинейной трапеции ограниченной прямой интенсивности дождя ( $\rho$ ) и кривой скорости впитывания ( $K_t$ ):

$$V_c = \int_{t_c}^{t_i} \left( \rho - \frac{K_v}{t^\alpha} \right) dt, \quad (159)$$

Очевидно, что чем больше время нахождения элементарной площадки под дождем, тем больше величина поверхностного стока.

Учитывая площадь орошаемую дождевальной машиной в стационарном положении и местные условия можно определить фактическую величину поверхностного стока при ее аварийной остановке по формуле:

$$\begin{aligned} V_{c.ф.} &= \int_{t_c}^{t_i} \left( \rho - \frac{K_v}{t^\alpha} \right) dt \cdot S_{ст} \cdot k_s = \\ &= \left[ \rho(t_i - t_c) + \frac{K_v}{(\alpha - 1)} \left( \frac{1}{t_i^{\alpha-1}} - \frac{1}{t_c^{\alpha-1}} \right) \right] \cdot S_{ст} \cdot k_s, \end{aligned} \quad (160)$$

где  $S_{ст}$  – площадь, орошаемая ДМ «Фрегат» в стационарном положении (при аварийной остановке);  $k_s$  – коэффициент, учитывающий местные условия ( $k_s = 0,7 \dots 0,95$ ).

Основная опасность поверхностного стока заключается в том, что вместе с водой происходит смыв почвы и вынос питательных веществ. Наибольший поверхностный сток, разрушение и смыв почвы происходит на ранних стадиях развития растений, когда почва почти незащищена от воздействия воды. Например, на ранних стадиях развития кукурузы твердый сток формируется при поливной норме 200–300 м<sup>3</sup>/га, на стадиях выбрасывания метелок, цветения и налива зерна – при 400 м<sup>3</sup>/га. При средней поливной норме 400 м<sup>3</sup>/га смыв почвы составляет в среднем 0,06 т/га в год, а при больших нормах полива – 0,3...0,4 т/га.

При поливе дождеванием в механике эрозионных процессов важно знать соотношение капельной и ливневой поверхностной эрозии, роль ударов дождевых капель и склоновых микропотоков в транспорте почвенных частиц. В случае аварийной остановки дождевальной машины, когда происходит интенсивный поверхностный сток отдельно рассматривать капельную эрозию, которая определяет эродируемость почв при отсутствии поверхностного стока, нецелесообразно. Ливневую поверхностную эрозию можно определить по формул:

$$\mathcal{E}_{\text{л.п.}} = 20 \cdot d_{\text{ср.н}} \cdot k_{\text{ш.п.п.}}^{-1} \cdot e^{0,5 \cdot \rho} \cdot i^{0,5} \cdot h_{\text{ст}} \cdot k_{\text{раст}} \cdot k_{\rho}, \quad (161)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{л.п.}}$  – ливневая поверхностная эрозия (расход наносов на 1 м склона и ширины захвата дождевальной машины), г/с·м;  $d_{\text{ср.н}}$  – средняя крупность наносов, мм;  $k_{\text{ш.п.п.}}$  – коэффициент шероховатости подстилающей поверхности по Базену  $k_{\text{ш.п.п.}}=1,25 \dots 12,0$ ;  $e$  – основание натурального логарифма;  $e^{0,5 \cdot \rho}$  – показатель, учитывающий ударное действие дождевых капель;  $h_{\text{ст}}$  – величина слоя поверхностного стока, мм;  $k_{\text{раст}}$  – коэффициент, учитывающий предохраняющую роль растительности и противоэрозионных мероприятий;  $k_{\rho}$  – коэффициент, учитывающий интенсивность дождя,  $1 \leq k_{\rho} \leq 3,8$ .

Коэффициент, учитывающий предохраняющую роль растительности и противоэрозионных мероприятий ( $k_{\text{раст}}$ ) можно определить по графикам представленным на (рис. 103).

Коэффициент, учитывающий интенсивность дождя ( $k_{\rho}$ ) принимается по таблице.

Таблица 26- Величина коэффициента  $k_{\rho}$  для различных значений

интенсивности дождя

Интенсивность дождя $\rho$ , мм/мин	Коэффициент, учитывающий интенсивность дождя, $k_{\rho}$
0,2	1,0
0,3	1,5
0,5	2,0
0,7	2,5
1,0	3,0
2,0	3,8

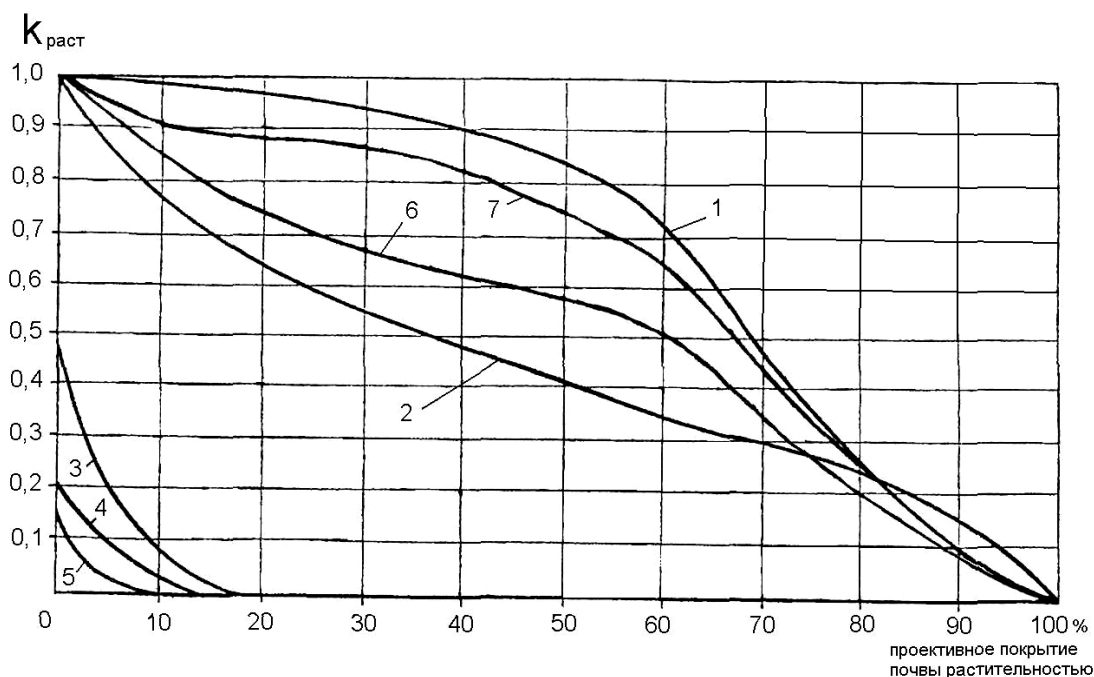


Рис.103- Эрозионные коэффициенты  $k_{раст}$ .

1 – без противоэрозионных мероприятий; 2 – мульча горизонтально, 5 т/га (МЧГ<sub>5</sub>); 3 – щелевание (Щ); 4 – Щ + мульча вертикально щелей, 5 т/га (ЩМЧВ-5); 5 - ЩМЧВ-5 + МЧГ<sub>5</sub>; 6 – сидераты, 21 т/га; 7 – навоз, 40 т/га + N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub>.

Величину твердого стока можно определить посредством переводного коэффициента ( $k_{ст}$ ) по номограмме Шумакова Б.Б. с учетом типа дождевальной машины, кинетической энергии дождя и фактической скорости впитывания в начальный момент времени. Коэффициент перевода жидкого стока в твердый определяется по формуле:

$$k_{ст} = \frac{P_{ст}}{V_{ж.с.}}, \quad (162)$$

где  $P_{ст}$  – твердый сток поливной воды, т/га;  $V_{ж.с.}$  – жидкий сток поливной воды, м<sup>3</sup>/га.

Таким образом, чтобы повысить эффективность полива сельскохозяйственных культур и предотвратить губительную для почв ирригационную эрозию, следует производить орошение поливными нормами, не превышающими эрозионно-допустимую поливную норму.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мелиорация земель связана с выполнением больших объемов работ и невозможна без набора различных машин.

Использование для механизации при мелиоративных работах общестроительных машин целесообразно в тех случаях, когда характер выполняемых ими операций или виды работ мало отличаются от общестроительных или сельскохозяйственных. Однако в мелиоративном строительстве есть работы, которые настолько специфичны по условиям выполнения и предъявляемым к ним требованиям, что эти работы либо не могут быть выполнены общестроительными машинами, либо применение последних нецелесообразно из-за низкой производительности или большого объема доделочных работ.

Мелиоративные машины отличаются большим разнообразием конструкций, рабочих органов, выполняемых технологических процессов, профилей и типоразмеров мелиоративных сооружений.

Таким образом, в настоящее время актуальными задачами в мелиоративном производстве являются – разработка и внедрение новых машин, механизмов и комплексных технологий для проведения работ на мелиоративных системах.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балабанов В.И. ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ / В.И. Балабанов, Л.А. Журавлева, Н.Б. Мартынова. Учебник. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Москва, 2022. 233с.
2. Белецкий, Б. Ф. Строительные машины и оборудование / Б. Ф. Белецкий, И.Г.Булгаков. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 608 с. – ISBN 978-5-8114-1282-2.
3. Борщов, Т.С. Мелиоративные машины / Т.С. Борщов, Р.А.Мансуров, В.А. Сергеев.- Л., Агропромиздат, 1985. –288с.
4. Васильев, Б.А. Мелиоративные строительные машины / Б.А. Васильев, И. И. Мер, Г.Т. Прудников, Г.А. Рябов.- М.: Агрпромииздат, 1986. –431с.
5. Гарбузов, З.Е. Экскаваторы непрерывного действия / З.Е. Гарбузов, В.М. Донской. - М.: Высшая школа, 1987. –288с.
6. Гребнев, В. П. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учеб. пособие для студ. вузов по напр. "Агроинженерия"; рек. УМО / В. П. Гребнев, О. И. Поливаев, А. В. Ворохобин. - 2-е изд. стер. - М.: Кнорус, 2013. - 264 с.
7. Есин А.И. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ: Монография. А.И. Есин, Л.А. Журавлева, В.А. Соловьев. Саратов, 2019. 214 с
8. Журавлева Л.А. ХОДОВЫЕ СИСТЕМЫ ШИРОКОЗАХВАТНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН: монография. Л.А. Журавлева, О.М. Кузина, М.В. Карпов, У.Т. Кузиев, Н.Б. Разиков Москва, 2023. 150с
9. Журавлева Л.А. ДОЖДЕВАТЕЛИ ШИРОКОЗАХВАТНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН: монография. Л.А. Журавлева, И.А. Попков, М.С. Магомедов, Х. Бассел. Москва, 2022. 140с.
- 10.Ипатов, П. П. Машины и оборудование для природообустройства и водопользования / П. П. Ипатов, Е. Ю. Пасечник. – Томск: изд-во ТПУ, 2011. - 248 с.
11. Карпова О.В. ИСТОРИЯ МАШИН ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА И ЗАЩИТЫ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ. Учебное пособие. О.В. Карпова, Л.А. Журавлева. Саратов, 2019. 128с.
- 12.Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины : учебник / Н. И. Кленин, В. Г. Егоров. - М. : КолосС, 2005. - 464 с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). – ISBN 5-9532-0035-8.
- 13.Мер И.И. "Мелиоративные машины" М.: Колос, 1980, 351с.
- 14.Ревин, Ю. Г. Машины и оборудование природообустройства / Ю. Г. Ревин. - М.: Издательство "КолосС", 2010. – 242 с.



## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

	ВВЕДЕНИЕ	3
1	УСТРОЙСТВО И РАБОТА МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН	4
	1.1 ВИДЫ МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН И ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ ТРЕБОВАНИЯ.....	4
	1.2 МАШИНЫ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ ОТКРЫТЫХ КАНАЛОВ (КАНАЛОКОПАТЕЛИ).....	12
	1.3 МАШИНЫ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ И РЕМОНТА КАНАЛОВ (КАНАЛООЧИСТИТЕЛИ).....	33
	1.4 МАШИНЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ЗЕМЕЛЬ К ОСВОЕНИЮ И КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ.....	45
2	МАШИНЫ И УСТАНОВКИ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	62
	2.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИНАХ И УСТАНОВКАХ.....	62
	2.2 ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА «ФРЕГАТ».....	82
	2.3 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ ДКШ-64 «ВОЛЖАНКА».....	126
	2.4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН ДДА-100 МА, ДДН-70, ДДН-100 .....	136
	2.5 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ДОЖДЕВАТЕЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ДФ-120 «ДНЕПР» .....	148
	2.6. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «КУБАНЬ» .....	158
	2.7 ТРЕБОВАНИЯ К МАШИНАМ И ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ПОЛИВА .....	171

		Стр.
3	ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН .....	172
	3.1 ПРОХОДИМОСТЬ МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН ПО БОЛОТНО-ТОРФЯНЫМ И ВОДОНАСЫЩЕННЫМ ГРУНТАМ .....	172
	3.2 МАШИНЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ЗЕМЕЛЬ К ОСВОЕНИЮ И КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ.....	179
	3.3 РАСЧЕТ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КАНАЛОКОПАТЕЛЕЙ И КАНАЛООЧИСТИТЕЛЕЙ.....	194
	3.4 ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МАШИН С РОТАЦИОННЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ .....	203
	3.5 ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МАШИН СО СКРЕБКОВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ .....	211
4	ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР .....	222
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	231
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	232