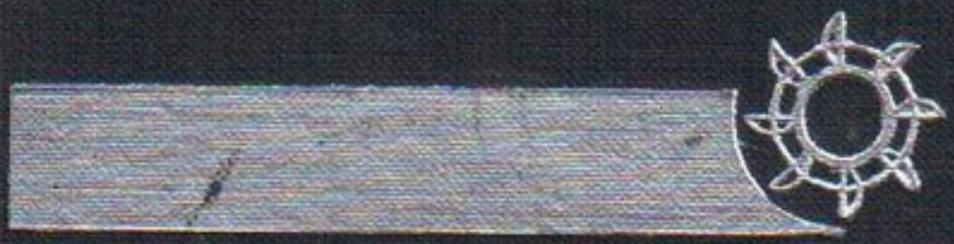


механизация работ по устройству и эксплуатации мелиоративных каналов

ТС-267
626.82

Е. Д. ТОМИН, В. Б. ГАНТМАН, Е. И. КОПЬЕВ

механизация работ по устройству и эксплуатации мелиоративных каналов

Дорогому Виктору Абрамовичу Духовному от автора

ИЗДАТЕЛЬСТВО „КОЛОС" МОСКВА - 1968

УДК 631.171 : 631.6 : 626.1

3—2—11
209—68

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

В книге обобщен опыт строительства и эксплуатации открытых мелиоративных каналов в различных зонах Советского Союза, рассмотрены вопросы механизации этих работ.

В специальных главах приведено описание мелиоративных машин для строительства и ремонта каналов, даны их технико-экономические показатели, освещены вопросы технологии производства работ.

Уделено внимание химическому способу удаления растительности на каналах, разобраны достоинства и недостатки этого способа. Рассмотрены работы по устройству, эксплуатации и ремонту антифильтрационной одежды каналов.

Глава I написана канд. техн. наук Е. Д. Томиным и В. Б. Гантманом, главы II и III написаны инж. Е. И. Копьевым, главы IV и V — В. Б. Гантманом, главы VI и VIII — Е. Д. Томиным, глава VII — канд. с.-х. наук Ю. С. Кащенко.

Отзывы и замечания по книге просим направлять по адресу: Москва, К-31, ул. Дзержинского, 1/19, издательство «Колос».

Томин Е. Д. и др.

МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ. М., «Колос», 1968.

232 с.

Перед загл. ав.: *Е. Д. Томин, В. Б. Гантман, Е. И. Копьев.*

УДК 631.171 : 631.6 : 626.1

Редактор Г. Елизаветская. Художник В. Лукьянов. Художественный редактор М. Северина. Технический редактор З. Околелова. Корректор М. Бынеев.

Сдано в набор 12/IV 1968 г. Подписано к печати 24/X 1968 г. Т 14364.
Формат 60×84¹/₁₆. Бумага тип. № 3. Печ. л. 14,5. Уч.-изд. л. 14,38. Изд. № 243.
Т. п. 1968 г. № 209. Тираж 8 000 экз. Заказ № 542. Цена 61 коп.
Издательство «Колос», Москва, К-31, ул. Дзержинского, д. 1/19.

Типография им. Котлякова издательства «Финансы» Комитета по печати при Совете Министров СССР. Ленинград, Садовая, 21.

ГЛАВА I

МЕЛИОРАТИВНЫЕ КАНАЛЫ, ИХ СОСТОЯНИЕ. СТРОИТЕЛЬНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАБОТЫ

Протяженность открытых мелиоративных каналов различного порядка в нашей стране превышает в настоящее время 1 млн. *км*. Несмотря на имеющуюся общую тенденцию перехода на закрытые оросительные и осушительные системы, протяженность сети открытых мелиоративных каналов в ближайшие годы еще более возрастет, соответственно возрастут и объемы земляных работ по их строительству, эксплуатации и ремонту.

Объемы работ по строительству, эксплуатации и ремонту мелиоративных каналов, а также уровень механизации их выполнения различны. Так, например, если работы по строительству каналов механизированы на 90—95% с применением средств общестроительного назначения, а также (особенно за последнее время) специальных машин непрерывного действия, то работы по очистке мелиоративных каналов от наносов и растительности, уход за ними механизированы еще недостаточно. Особо следует отметить каналоочистительные работы на регулирующей осушительной и внутрихозяйственной оросительной сетях (уровень механизации 50—60%). Несмотря на огромный объем работ по очистке (15—25 $м^3$ на 1 *га* площади) и уходу за каналами, уровень механизации и выполнение их оставляют желать лучшего.

Вследствие большой трудоемкости и низкого уровня механизации работ по ремонту каналов и уходу за ними до 20—30% общей площади ирригационно подготовленных земель с оросительной сетью ежегодно не поливаются из-за неисправности сетей. В этой связи следует отметить, что повышение уровня механизации выполнения этих работ только на 1% по одной Узбекской ССР, где ежегодный объем работ по очистке и уходу за внутрихозяйственной сетью достигает более 30 млн. $м^3$, на производство которых необходимо затрачивать свыше 6 млн. человеко-дней, дало бы экономию в сумме 137 тыс. руб. в год.

Из изложенного видно, какое большое значение приобретают вопросы, связанные с механизацией и организацией производства работ по строительству, содержанию и ремонту гидромелиоративных систем и, в частности, открытых оросительных и осушительных каналов.

В этой главе, помимо общих положений, излагаются результаты обследований состояния мелиоративных каналов, проведенных в последние годы Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова (ВНИИГиМ) и Гипроводхозом по отдельным системам Советского Союза.

КЛАССИФИКАЦИЯ, СОСТАВ И ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ И ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Оросительные системы по способу забора воды из источников орошения разделяются на самотечные и системы с машинным водоподъемом. Забор воды самотечными оросительными системами может быть плотинным и бесплотинным. Оросительные системы различаются также по степени и полноте оборудования их гидротехническими сооружениями.

Осушительные системы можно классифицировать по степени канализации земель, по типам осушительных каналов и по способу отвода воды с осушаемых земель. Сеть осушительных каналов бывает развитой и разреженной, для осушения могут применяться открытые и закрытые осушительные каналы. По способу отвода воды осушительные системы могут быть самотечные и оборудованные перекачивающими насосными станциями. В СССР более 100 тыс. *га* осушаемых земель обслуживаются системами с механической перекачкой воды.

В зависимости от площади мелиорированных земель установлено 4 категории гидромелиоративных систем:

I категория — с площадью свыше 250 тыс. *га*
II категория — с площадью 250 ÷ 75 тыс. *га*
III категория — с площадью 75 ÷ 25 тыс. *га*
IV категория — с площадью менее 25 тыс. *га*

Все оросительные и осушительные сети каналов с сооружениями на них разделяются на межхозяйственные, обслуживающие земли двух и более хозяйств, и на внутрихозяйственные, расположенные на землях только одного хозяйства. Межхозяйственными оросительными системами обслуживается около 85% всей площади орошаемых земель, а межхозяйственными осушительными системами — 70% осушенных площадей.

Сеть открытых каналов оросительной системы состоит из магистрального канала и его ветвей, распределительных каналов различного порядка (межхозяйственных, хозяйственных, участковых) и временных оросителей. Магистральный канал получает воду из водозаборного узла и передает ее в ветви или межхозяйственные распределители, которые подают ее в хозяйственные или участковые распределители. Хозяйственные распределители подают воду в участковые, из них она поступает во временные оросители.

Для удаления с орошаемой территории избыточных вод, появляющихся при опорожнении оросительных каналов, выключении каналов в случае аварии, а также сброса дренажных минерализованных вод, устраиваются водосборно-сбросные и коллекторно-дренажные каналы. Это концевые и запасные сбросы, нагорные каналы, перехватывающие и отводящие ливневые воды с вышележащих водосборных площадей, дренажные каналы и коллекторы, собирающие воду из сбросных, нагорных и дренажных каналов и отводящие ее за пределы орошаемой территории.

Основные требования к расположению оросительной сети в плане — это рациональная организация территории и размещения полей севооборотов, обеспечение беспрепятственной механизации сельскохозяйственных работ и наилучшей организации поливов. Трассы магистрального канала и распределителей выбирают на основании технико-экономических, строительных и эксплуатационных показателей при сравнении отдельных вариантов, с учетом мероприятий по регулированию режима наносов и комплексного использования каналов и сооружений (обводнение, водоснабжение, гидроэнергетика). Плановое расположение межхозяйственных, хозяйственных и участковых распределительных каналов должно быть увязано с границами землепользований и административным делением территории в целях обеспечения по возможности обособленного водопользования для каждого района и отдельного распределения (водовыдела) в каждом хозяйстве (колхоз, совхоз).

Расположение в плане водосборно-сбросной и коллекторно-дренажной сети определяется расположением оросительных каналов, водоприемника, рельефом местности и требованием правильной организации территории. Каналы водосборно-сбросной и коллекторно-дренажной сети прокладывают по наиболее пониженным участкам местности, границам землепользования отдельных хозяйств, полей севооборотов и по кратчайшему направлению к водоприемникам.

Основным требованием к расположению оросительной сети в вертикальной плоскости является условие командования каналов высшего порядка над каналами низшего порядка. Горизонт воды

в участковом распределителе должен быть выше горизонта воды в отходящих от него временных оросителях. Для обеспечения нормального водозабора горизонт воды в хозяйственном канале должен быть выше горизонта воды в голове участкового распределителя и т. д.

Поперечный и продольный профили каналов должны обеспечивать устойчивость откосов, максимальную пропускную способность, неразмываемость и незаиляемость русла каналов. Поперечное сечение каналов обычно устраивают трапецеидальной формы. Заложение откосов канала назначают из условия устойчивости их в зависимости от вида, характеристики и свойств грунтов. Глубину канала, ширину дна и уклон определяют гидравлическим расчетом с учетом получения неразмывающих и незаиляющих скоростей воды в канале и минимальных потерь воды на фильтрацию. Потери воды на фильтрацию зависят от свойств грунта, размеров и режима работы канала, а также от эффективности противофильтрационных мероприятий (кольматация, уплотнение, рыхление, затирание, различные одежды).

Основные элементы осушительной системы следующие: водоприемник, принимающий воду из магистралей и отводящий ее за пределы осушаемого участка; магистральные каналы, транспортирующие воду собирателей; нагорные и ловчие каналы, перехватывающие поверхностные и грунтовые воды с данного водосбора; собиратели или коллекторы, принимающие воду осушителей; открытые или закрытые осушители (дрены).

Водоприемник регулируют путем выправления русла таким образом, чтобы на значительных участках он имел прямолинейную или плавно изгибающуюся трассу, не создавал подпоры в каналах в течение бытового и посевного периодов, имел устойчивое русло, пропускал расчетные расходы воды при равномерном движении потока и допустимых скоростях. В некоторых хозяйствах река-водоприемник используется комплексно для целей энергетики, судоходства, лесосплава, а также служит источником для обводнения населенных пунктов. Регулирование водоприемников достигается путем выравнивания, углубления, расширения и расчистки их русла.

Форма поперечного сечения крупных водоприемников сложная: внизу параболическая с параметрами 8—20 *р*, выше трапецеидальная. Глубина русла 2÷4 *м*. Коэффициент заложения откосов водоприемника устанавливают из условий предельного равновесия грунтов; обычно он изменяется в пределах 1,75—3,0.

Магистральные каналы прокладывают через 1—2 *км*. Глубина их 1,5—3,5 *м*. Расстояние между каналами менее 1 *км* принимают

редко. Расстояние более 1 *км* между каналами назначают для осушения болот и заболоченных земель при безнапорном грунтовом питании и поперечном уклоне поверхности менее 0,003. Меньший предел глубины применяется при осушении болот с напорно-грунтовым питанием и мощностью торфа 2,5—3 *м*. При мощности торфа до 2,5 *м* магистральные каналы, как правило, врезаются дном в подпочву.

Форма поперечного сечения магистрального канала трапецеидальная. Коэффициент заложения откосов канала устанавливают по расчету, обычно он изменяется в пределах 1,5 ÷ 2,25. Минимальную ширину по дну принимают в зависимости от рабочего оборудования машины: по новой трассе 0,4—0,6 *м*, а по существующему руслу 1,5 *м* и более.

Нагорные и ловчие каналы служат для отвода грунтовых и паводковых вод, поступающих на осушаемую площадь со склонов водосбора. Глубина этих каналов 1,5—3,5 *м*, коэффициент заложения откосов 2 ÷ 2,5. Гидравлический расчет ловчих каналов такой же, как и магистральных, но коэффициент заложения откосов их больше на 20—30%.

Тальвеговые каналы устраивают при осушении вытянутых площадей шириной менее 0,5—0,7 *км*. Глубина их 1,5—2 *м*. При осушении тальвегов с мощностью торфа больше 2—2,5 *м* и напорно-грунтовым питанием принимаются бо́льшие глубины, в остальных случаях — меньшие.

Собиратели проектируют в направлении, перпендикулярном к магистральным каналам или к водоприемнику, на расстоянии 0,5—2 *км*, глубиной 1,3 ÷ 2,5 *м*. Глубину собирателей более 1,5 *м* принимают в тех случаях, когда осушается болото с мощностью торфа более 1,5 *м*. Желательно, чтобы дно собирателя врезалось в подпочву на 0,2—0,3 *м*. Форма поперечного сечения собирателей трапецеидальная, коэффициент заложения откосов 1 ÷ 2.

Осушительная, или регулирующая сеть состоит из открытых осушителей или закрытого дренажа. Регулирующая сеть отводит поверхностные воды, обеспечивает необходимое понижение грунтовых вод, возможность регулирования водно-воздушного и теплового режимов почвы, а также широкое применение механизации сельскохозяйственных работ на осушенной территории.

Сеть открытых осушителей проектируют параллельно магистральным каналам и перпендикулярно собирателям. Расстояние между осушителями 0,1—0,5 *км*, глубина их 1—2 *м*. Коэффициент заложения откосов принимают в пределах 0,5—1,5. Желательно, чтобы дно осушителя врезалось в песчаную подпочву на глубину 0,1—0,2 *м*.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СОСТОЯНИЕ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ

При строительстве оросительных магистральных и распределительных каналов поперечные сечения их рассчитывают в зависимости от расхода воды, необходимого для обеспечения норм полива и площади орошаемого участка, а также исходя из гидродинамических условий и условий предельного равновесия грунтов.

Оросительные каналы в зависимости от величины поливного массива, а также от условий рельефа местности бывают 1-го, 2-го, 3-го и т. д. порядков и характеризуются различными параметрами (табл. 1).

Таблица 1

Параметры	Порядок каналов				
	1	2	3	4	5
Глубина, *м*	1,0	До 1,5	До 2,5	До 4,0	4,0 и более
Ширина по дну, *м*	0,6	0,6—1,2	1,2—3,0	3,0—5,0	5,0
Коэффициент заложения откосов	1,0	1,0—1,5	1,5—2,0	1,5—2,5	1,5—4,0

Мелкая оросительная сеть в отличие от крупной является временной. Она ежегодно, а иногда и после каждого полива разрушается и восстанавливается при следующем, что дает возможность широко использовать механизированную обработку сельскохозяйственных культур. В состав мелкой сети входят временные оросители, выводные борозды, вспомогательные и поливные борозды или полосы. Временную оросительную сеть обычно нарезают канавокопателями, а борозды — плугами.

Приведенные параметры каналов различных порядков распространены при строительстве новых, реконструкции и переустройстве оросительных систем.

Переустройство и улучшение оросительных систем включают в себя объединение каналов, их спрямление, профилирование и ошлюзование. Эти работы, а также работы по реконструкции оросительных систем начали осуществляться в широких масштабах с 1928 г. В годы первой пятилетки были построены и реконструированы Савайская, Нарпайская, Шахрудская, Дальверзинская, Вахшская, Боссага-Керкинская и многие другие оросительные системы, оборудованные головными и линейными сооружениями, ликвидированы излишние каналы, значительно возросли коэффициенты полезного действия оросительных систем. В результате

упорядочения водозабора и профилирования каналов уменьшились объемы ежегодной очистки каналов от наносов.

Небольшие и в отдельных случаях средние по размерам оросительные системы переустраивались самими органами эксплуатации оросительных систем. Работы по строительству и реконструкции оросительных систем и гидротехнических сооружений приобрели особенно большой размах после коллективизации сельского хозяйства. Этот период характеризуется внедрением планового распределения воды по оросительным системам, началом переустройства внутрихозяйственной оросительной сети, приспособлением ее к требованиям крупных механизированных хозяйств, строительством новых и расчисткой старых коллекторов, ликвидацией чигирей. Переход с 1950 г. на новую систему дал возможность свести до минимального количества многообразие типоразмеров каналов, упорядочить эксплуатацию каналов, проведение уходов и ремонтов. Однако к настоящему времени еще не все системы реконструированы или переустроены. В практике еще существуют каналы с параметрами, отличающимися от вышеуказанных, поэтому при эксплуатации этих сооружений встречаются определенные трудности.

Проведенные обследования каналов оросительных систем в различных зонах орошения Советского Союза (общая площадь обследованных систем составила 627 тыс. *га*, или около 7% от площади всех орошаемых земель Советского Союза), показывают, что существующие каналы отличаются большим разнообразием по расположению в плане, по профилю поперечного сечения, степени заиления, характеру обсадки деревьями, зарастанию сорной растительностью и т. д. Эти показатели изменяются в широких пределах в зависимости от источников орошения, рельефа местности, климатических условий, технического уровня систем и других факторов.

Обследования показали, что подавляющая часть внутрихозяйственных оросительных каналов проходит в полунасыпи-полувыемке, а межхозяйственных — в выемке. В большинстве случаев дамбы и бермы имеют ширину менее 2,5 *м*. Поверхность дамб и берм обычно имеет большие неровности. Нередко на них расположены неубранные отвалы грунта, вынутого из каналов при предыдущих очистках. Поперечный профиль каналов в основном трапецеидальный. Заложение откосов для каналов оросительной сети преимущественно $1 \div 1{,}5$, коллекторно-дренажной — $1 \div 2$.

В большинстве случаев деревья посажены по бровкам каналов, однако встречаются случаи зарастания откосов. Густота стояния растительности в зависимости от районов различна. Наибольшая

густота посадки отмечена в Узбекской ССР, где расстояние между деревьями составляет 0,7 ÷ 5 *м*. Густота и характер посадки не имеют определенной закономерности, они произвольно изменяются.

Обычно крона деревьев располагается от поверхности земли на расстоянии 0,5—2 *м*. Поэтому каналы I—II групп при двусторонней обсадке с расстоянием между деревьями 3—5 *м* полностью закрыты кроной. Встречаются случаи, когда бровки каналов засажены сплошным рядом кустарника.

В зонах старого освоения земель наблюдается большая извилистость каналов в плане. Радиус изгиба оси каналов колеблется в широких пределах.

Оросительные каналы на своем протяжении имеют сооружения в виде мостов, регуляторов, гидрометрических постов и т. п. С точки зрения возможности прохода очистных машин сооружения на каналах являются препятствием. Наносы в оросительных каналах в большинстве случаев состоят из ила, песка и гравия.

Необходимо отметить, что многие каналы, особенно внутрихозяйственной сети, проходят по посевным площадям. Это лимитирует ширину полосы отчуждения и ограничивает период проведения очистных работ.

Большое значение при решении вопроса полной механизации очистки имеет состояние берм и дамб каналов. Результаты обследования показывают, что только на каналах шириной по дну свыше 4 *м* и глубиной свыше 2 *м* ширина дамб и берм превышает 2,5 *м* и допускает возможность прохода по ним машин. Остальные же каналы требуют дополнительных работ с тем, чтобы обеспечить возможность прохода машин.

Удельная протяженность распределительных каналов различных порядков для систем Средней Азии следующая:

магистральных каналов	5,1 *м* на 1 *га*
межхозяйственных распределителей	8,5 *м* на 1 *га*
внутрихозяйственных распределителей	42,9 *м* на 1 *га*
Всего	56,5 *м* на 1 *га*

Из общего земельного фонда СССР в 2229 млн. *га* болота и заболоченные земли составляют 209,4 млн. *га* (без тундры). Только под болотами находится более 140 млн. *га*. Наибольшее количество заболоченных земель и болот имеется в Российской Федерации, на втором месте стоит Белоруссия и далее Украина, Латвия, Эстония и Литва.

В условиях Белоруссии, Прибалтики и Калининградской области основным является самотечный способ осушения. Избыточную воду с осушаемого участка удаляют системой открытых каналов или каналами в сочетании с закрытыми дренами.

Каналы осушительной сети проектировались и строились с различными параметрами поперечных сечений. Это допускалось по действующим ТУ и НП осушительных систем Госземводхоза СССР. Большое количество типоразмеров каналов требовало разнообразных каналоочистителей, что усложняло их конструирование и выпуск. Для сокращения типоразмеров каналов открытой осушительной сети Управление мелиорации Госземводхоза СССР 9 ноября 1964 г. на заседании Научно-технического совета Госкомитета по орошаемому земледелию и водному хозяйству, рассмотрев предложение Минского СКБ-2, рекомендовало параметры открытых осушительных каналов (табл. 2).

Таблица 2

Каналы	Глубина, *м*	Уклоны	Ширина по дну, *м*	Коэффициент заложения откосов
Осушители (регулирующая сеть)	1,0—1,7	0,0003—0,01	0,2	0,5—1,5
Коллекторы	1,3—2,5	0,0003—0,005	0,4	1—2
Магистральные	1,7—3,5	0,0002—0,005	0,6 и более	1—2,5

По РСФСР насчитывается* более 2515 тыс. *га* земель с осушительной сетью. Из общего количества 76% земель с осушительной сетью приходится на две зоны: Северо-Западную и Центральную (1908,2 тыс. *га*). Из них почти половина (804 тыс. *га*) расположены в Калининградской области. Если исключить Волго-Вятскую, Западно-Сибирскую и Дальневосточные зоны, где имеется 485 тыс. *га* осушенных земель, то в остальных краях и областях они занимают незначительную площадь и колеблются в пределах от 10 до 50 тыс. *га*.

Удельная протяженность открытых осушительных каналов различного порядка на 100 *га* осушенной площади по отдельным зонам РСФСР колеблется в следующих пределах: магистральных нагорных и ловчих каналов 0,85 ÷ 1,0 *пог. км*, открытых коллекторов и собирателей 1,2 ÷ 2,3 *пог. км*.

Протяженность мелкой осушительной (регулирующей) сети велика — на каждые 100 *га* осушенных земель приходится 3—

* Здесь и далее в главе I показатели приводятся по данным 1965—1967 гг.

5 *пог. км* открытых осушителей, которые прокладываются как в минеральных грунтах, так и в торфяниках с помощью главным образом плужных канавокопателей или одноковшовых экскаваторов. Параметры каналов-осушителей различны: глубина от 0,6 до 1,5 *м*, ширина по дну от 0,2 до 0,6 *м*, заложение откосов от 1 : 1 до 1 : 1,5 (редко 1 : 2). Каналы могут быть с водой и без воды. Обычно их не крепят, но иногда прибегают к креплению подошв откосов плетнем или фашинами с частичным одернением самих откосов. Для стабилизации откосов травы подсевают исключительно на минеральных грунтах.

Осушенный земельный фонд Белоруссии составляет более 1022 тыс. *га*.

Общая длина мелиоративных каналов:

водоприемников	3 633 *км*
магистральных, нагорных, ловчих, тальвеговых каналов	13 572 *км*
коллекторов	11 649 *км*
осушителей	64 844 *км*

Таким образом, по Белоруссии на 100 *га* интенсивно осушенной площади приходится:

отрегулированных водоприемников	0,355 *пог. км*
магистральных, нагорных и ловчих каналов	1,32 *пог. км*
открытых коллекторов	1,14 *пог. км*
открытых осушителей	3,52 *пог. км*

На Украине осушительная сеть расположена на площади 1320,9 тыс. *га*. На площади 135,8 тыс. *га* имеется закрытый дренаж.

Протяженность отрегулированных водоприемников 1565 *км*. Общая протяженность осушительных каналов составляет 47 219 *км*, в том числе:

магистральных каналов	9 664 *км*
транспортирующих собирателей	12 788 *км*
открытых осушителей	24 110 *км*
оградительных каналов	654 *км*

Таким образом, по Украине на 100 *га* осушенных земель приходится:

отрегулированных водоприемников	0,13 *пог. км*
магистральных каналов	0,81 *пог. км*
транспортирующих собирателей	1,1 *пог. км*
открытых осушителей	2,02 *пог. км*
оградительных каналов	0,05 *пог. км*

Интенсивно осушенные земли Латвии составляют 664 тыс. *га*, а всего с осушительной сетью имеется более 1309 тыс. *га*. Общая

протяженность отрегулированных водоприемников составляет 2310 *км*. Протяженность открытых каналов Латвии — 207 538 *км*, в том числе:

магистральных	19 676 *км*
проводящей сети	17 921 *км*
регулирующей сети	169 941 *км*

На 100 *га* осушенных земель приходится:

отрегулированных водоприемников	0,17 *пог. км*
магистральных каналов	1,50 *пог. км*
проводящих каналов	1,37 *пог. км*
каналов регулирующей сети	12,9 *пог. км*

В Литовской ССР площадь осушенных земель составляет 11 720 тыс. *га*. Из них более 440 тыс. *га* осушено закрытым дренажем. Общая протяженность открытой сети 39 856 *км*, из них:

водоприемников	991 *км*
магистральных каналов	13 723 *км*
осушителей	21 590 *км*

На 100 *га* осушенных земель в Литве приходится:

водоприемников	0,05 *пог. км*
магистральных каналов	1,15 *пог. км*
осушителей	1,84 *пог. км*
коллекторов	1,55 *пог. км*

В Эстонии земли с осушительной сетью занимают более 534 тыс. *га*. Протяженность осушительных каналов:

отрегулированных водоприемников	6 468 *км*
магистральных каналов	1 553 *км*
каналов проводящей сети	11 411 *км*
открытых осушителей	21 797 *км*

На 100 *га* осушенных земель приходится:

отрегулированных водоприемников	1,22 *пог. км*
магистральных каналов	0,29 *пог. км*
каналов проводящей сети	2,24 *пог. км*
открытых осушителей	4,08 *пог. км*

Изучение и анализ современного состояния открытых осушительных систем и применяемых средств механизации для их строительства и очистки, проведенные ВНИИГиМом в 1964—1967 гг. в Белоруссии, Литве, Латвии, Эстонии, Украине, Северо-Западной зоне РСФСР, показали, что ряд каналов находится в неудовлетворительном состоянии и нуждается в капитально-восстановительных ремонтах. В качестве мер по уходу за каналами при эксплуа-

тации необходимы также текущие ремонты (работы, проводимые 1—2 раза в год, — удаление растительности и слоя наносов до 10 *см*, частичное восстановление профиля).

Отечественная промышленность до 1954 г. не выпускала специальных каналоочистительных машин, и работы, связанные с очисткой каналов, водоемов и рек, проводились машинами, не приспособленными для этих операций. Очистку и ремонт осушительных каналов вели одноковшовыми экскаваторами (ТЭ-2, ТЭ-2М, Э-352, Э-505), которые из-за большого веса, прерывного цикла работы при относительно небольшом объеме грунта на единицу длины очищаемых каналов работали малоэффективно. Очищать каналы малых размеров приходилось вручную. Это вело к тому, что работы выполнялись несвоевременно, и подчас не проводились совсем.

Если на крупных каналах применение землеройных машин типа одноковшовых экскаваторов и землесосов оправдано, то на каналах глубиной до 1,5—2 *м* такая очистка неэкономична, а иногда и невозможна.

В настоящее время производственные, проектные и научно-исследовательские организации занимаются разработкой приспособлений к существующим механизмам цикличного действия для очистки каналов от наносов и растительности, а также создают новые механизмы и машины прерывного и непрерывного действия. В результате появилось много опытных конструкций, находящихся в стадии разработки или внедрения, различных по принципу действия и по технологии выполнения работ.

Выбор типа рабочего органа имеет важное значение при создании высокопроизводительных и экономичных каналоочистительных машин. Машины с пассивными рабочими органами имеют ряд существенных недостатков и редко применяются на очистке каналов. В основном используются машины и орудия с активными органами цикличного и непрерывного действия. К первым относятся одноковшовые экскаваторы, механизмы и приспособления, оборудованные профильными ковшами; ко вторым — специальные и навесные органы, производящие непрерывный процесс резания, транспортирования и выброс грунта.

ГЛАВА II

ТЕХНОЛОГИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ КАНАЛОВ

Строительство каналов можно вести различными землеройными машинами, взрывным способом (особенно в скальных грунтах) и способами гидромеханизации (при наличии достаточного количества воды и подходящих грунтовых условий). Наиболее распространено строительство каналов землеройными машинами.

Технологию и организацию работ по строительству каналов выбирают на основе данных проектно-изыскательских работ: плана системы каналов, продольных и поперечных профилей каналов и объемов работ на различных участках; геологических и гидрогеологических характеристик грунта (механический состав, включения, влажность, категория грунта по трудности разработки, наличие и режим уровня грунтовых вод).

Поперечные размеры каналов должны обеспечивать максимальное применение средств механизации при их строительстве и эксплуатации. Для этого они должны быть стандартизированы.

В зависимости от положения дна канала по отношению к поверхности земли поперечное сечение канала на отдельных участках, а также по всей длине может быть:

в выемке глубиной до 5 *м*;

в глубокой выемке с промежуточными бермами через 5 *м*;

в полувыемке (с дамбами, отсыпанными из грунта выемки канала);

в полунасыпи (с дамбами, отсыпанными из грунта выемки и из резервов);

в насыпи (с подсыпным дном и дамбами, отсыпанными из резервов).

Оросительные каналы обычно строят прямолинейными. В тех случаях, когда это сделать невозможно, закругления делают ра-

диусом, равным не менее пятикратной ширины зеркала воды в канале при пропуске нормального расхода.

В первую очередь выбирают способы производства основных работ, таких как разработка, транспорт и укладка грунта, стоимость которых составляет до 70—90% от общей стоимости работ. Способы производства подготовительных (валка леса, корчевка пней и камней, срезка и удаление кустарника и др.) и дополнительных (защита от затопления, осушение выемок и др.) работ выбирают с учетом способов основных работ. Машины подбирают с учетом их рабочих параметров. Не следует допускать использования предельных параметров, таких как радиус резания с забросом ковша, максимальная высота выгрузки для экскаваторов-драглайнов, предельно малый путь набора для скреперов и др. Предельные рабочие параметры допустимы как исключение для отдельных коротких участков.

Рабочие параметры землеройных машин должны соответствовать размерам выемок и насыпей каналов. Очень редко удается выполнить основные работы одной машиной. Это становится теперь возможным, например, при строительстве осушительных каналов глубиной до 2 *м* новыми землеройными машинами непрерывного действия (Д-583 и КНФ-1200), которые одновременно с устройством выемки канала равномерно разравнивают, разбрасывают вынимаемый грунт, исключая необходимость применения для этого специальных машин — бульдозеров.

Разнообразие строительных операций при строительстве каналов требует, как правило, применения комплекса различных машин.

Комплексная механизация предусматривает выполнение всех строительных операций комплектом машин, подобранных по производительности, рабочим параметрам и размещенных так, чтобы они давали наибольшую производительность, наименьшую стоимость и наиболее короткие сроки выполнения работ в данных местных условиях.

Стоимость единицы объема работ, выполненных каждой машиной, зависит от стоимости ее эксплуатации:

$$S = \frac{S_{\text{м-см}}}{П_э},$$

где $S_{\text{м-см}}$ — стоимость эксплуатации машины в течение одной смены;

$П_э$ — эксплуатационная производительность машины в единицах объема работ ($м^3$, $м^2$, *пог. м*) за смену.

Производительность труда в единицах объема работ на каждого члена бригады, обслуживающей машину, за смену будет:

$$E = \frac{П_э}{n},$$

где n — число членов обслуживающей бригады.

Производительность труда можно выразить также затратой труда на выполнение единицы объема работ в человеко-днях или человеко-часах:

$$E' = \frac{n}{П_э}.$$

Для каждого характерного участка канала (в выемке, в полувыемке, в полунасыпи, в насыпи) выбирается способ производства работ по типовому сечению со средними показателями. По этому сечению решается весь круг вопросов, связанных с производством работ.

В настоящей главе рассмотрены главным образом вопросы производства земляных работ при строительстве каналов. В том случае, когда приходится выполнять работы по реконструкции оросительных и осушительных систем, номенклатура и последовательность работ несущественно отличаются от той, которая применяется при строительстве новых каналов. Чаще всего приходится засыпать старые каналы и прокладывать новые.

СТРОИТЕЛЬСТВО ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ В ВЫЕМКЕ

В зависимости от назначения оросительные каналы в выемке имеют ширину по дну 0,4—8 *м* и более, а глубину выемки 0,5—5 *м* и более. При разработке технологических карт для строительства этих каналов все типы их сведены в пять основных групп (табл. 3).

Таблица 3

Группа	Ширина канала по дну, *м*	Глубина выемки, *м*	Заложение откосов
1	0,4—0,8	до 1,2	1:1—1:1,5
2	0,8—1,5	до 2,0	1:1—1:1,5
3	1,5—2,5	до 3,0	1:1—1:1,75
4	2,5—8	до 5,0	1:1,5—1:3
5	>8	5,0 и более	1:2—1:3

«Системой машин для комплектной механизации сельскохозяйственного производства» рекомендуется несколько технологиче-

ских карт (около 35) для строительства указанных групп каналов. В качестве основных машин приняты экскаваторы, скреперы, грейдер-элеваторы, канавокопатели, бульдозеры, грейдеры.

Каналы шириной по дну до 0,8 *м* и глубиной до 1,2 *м* прокладывают плужными канавокопателями, прицепными грейдерами и двухроторными экскаваторами ЭТР-122 (рис. 1).

Каналы второй и третьей групп разрабатывают обычно экскаватором драглайн. Для строительства этих каналов осваивается производство экскаваторов ЭТР-201А и ЭТР-301.

Каналы четвертой группы разрабатывают на глубину 1,5 *м* скрепером или бульдозером, а ниже — экскаватором. На прокладке этих каналов в сухих грунтах можно применять также новую землеройно-фрезерную машину ЗФМ-2 (рис. 2) и струг-метатель Д-524.

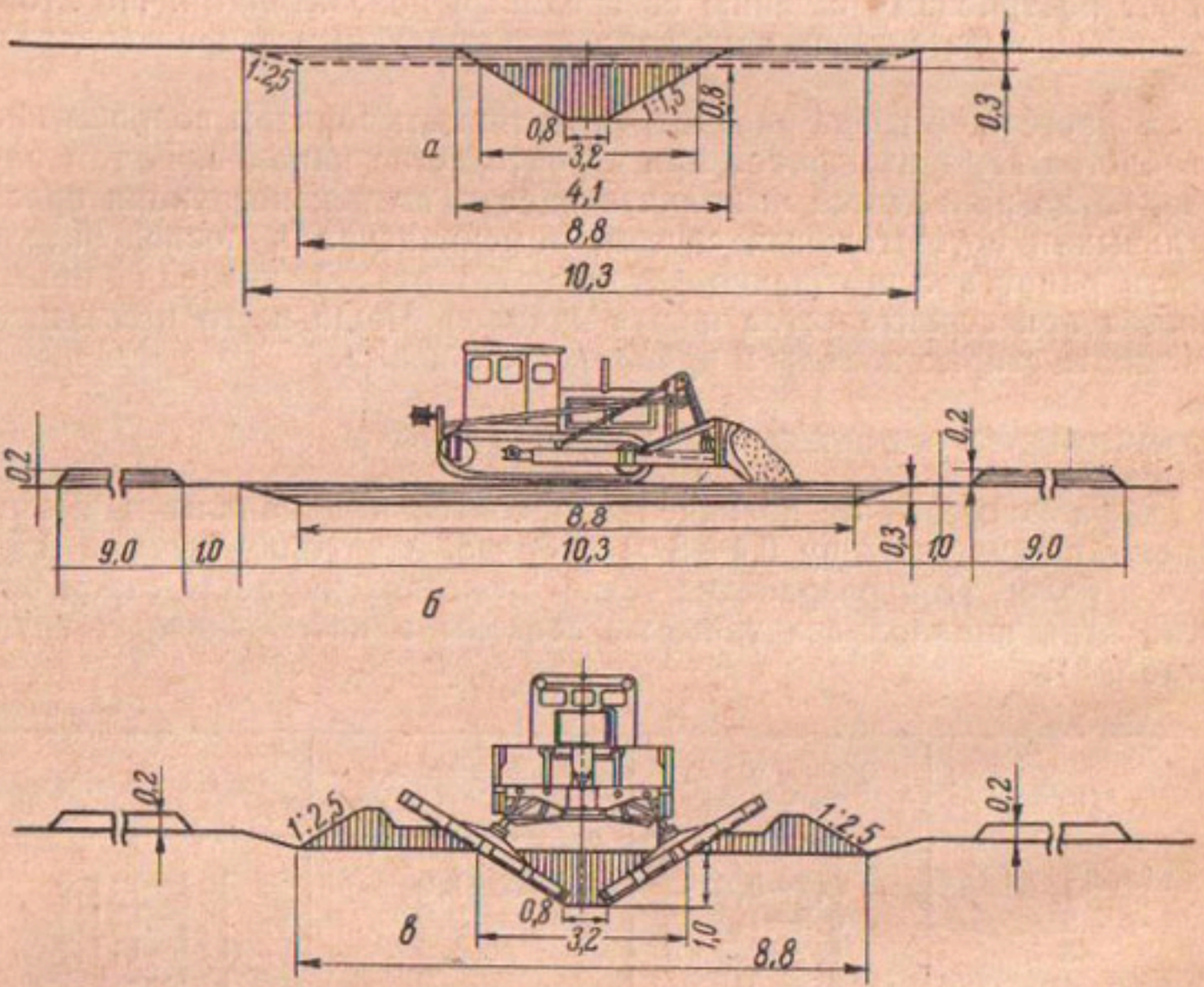


Рис. 1. Схема разработки канала в выемке экскаватором ЭТР-122 и бульдозером:

а — поперечное сечение канала; *б* и *в* — схема производства работ (разработка корыта бульдозером и нарезка канала роторным экскаватором ЭТР-122).

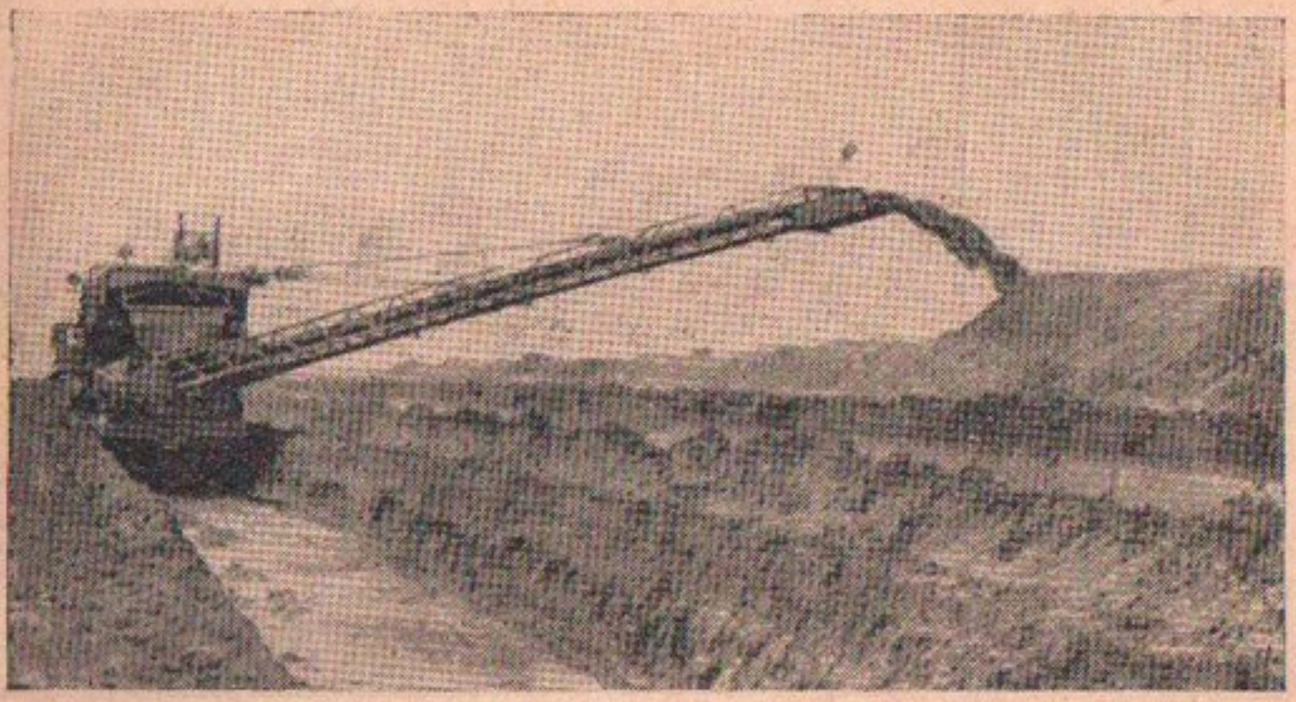


Рис. 2. Землеройно-фрезерная машина ЗМФ-2 в работе.

Каналы пятой группы разрабатывают крупными шагающими экскаваторами совместно со скреперами и бульдозерами.

Строительство каналов в выемке требует выполнения следующих операций: рыхление тяжелых грунтов, разработка грунта в выемке, перемещение разработанного грунта в кавальер, планировка откосов и дна канала, разравнивание грунта на кавальерах и профилирование их. В некоторых случаях отдельные операции могут быть исключены. Например, при прокладке канала двухроторным экскаватором ЭТР-122 планировка откосов и дна не требуется.

Разработку и перемещение грунта, как правило, выполняют одной и той же машиной (экскаватором, бульдозером, скрепером). Разрабатываемый грунт укладывают в кавальеры с одной или с обеих сторон от канала. При разработке грунта экскаватором драглайн предельная высота кавальеров определяется высотой разгрузки ковша. Кавальеры делают трапецеидальной формы с откосами от 1 : 1 до 1 : 2, чтобы обеспечить устойчивость их. Верх кавальера должен быть спланирован.

При разработке выемки скреперами высота кавальеров определяется условиями въезда и съезда этих машин во время отсыпки грунта.

Между бровкой канала и подошвой откоса кавальера оставляют берму, ширина которой должна быть не менее 2 *м*. По условиям устойчивости откоса выемки, а также работы машин вдоль

Таблица 4

Технологические карты и комплекс машин по строительству оросительных каналов в выемке

Наименование и характеристика операций	Название машины	Количество обслуживающего персонала	Производительность машины, $м^3/ч$	Стоимость машино-часа, руб.	Затраты на 1000 $м^3$ проектного объема, *маш.-ч*	Стоимость 1000 $м^3$ проектного объема, руб.
А. Каналы шириной по дну до 0,8 м, глубиной до 1,2 м						
Разработка бульдозером Д-492А и экскаватором ЭТР-122 (ширина канала по дну 0,8 *м*, глубина 1,1 *м*, откосы 1 : 1,5)						
Рыхление тяжелых грунтов в корыте глубиной 0,3 *м*	Рыхлитель Д-515	1	1111	2,5	0,9	2,25
Разработка корыта бульдозером с разравниванием грунта слоем 0,2 *м* и перемещением его на расстояние до 10 *м*	Бульдозер Д-492А	1	122	2,5	8,2	20,5
Выравнивание основания корыта грейдером	Грейдер Д-241	2	1923 $м^2$	2,31	1,68	3,9
Разработка канала с разравниванием отвалов	Экскаватор ЭТР-122	3	102	9,85	5,8	57,2
Окончательное разравнивание части отвалов бульдозером	Бульдозер Д-492А	1	3571	2,5	0,031	0,078
Итого					16,611	83,928
Б. Каналы шириной по дну 0,8—1,5 м, глубиной до 2 м						
Разработка экскаватором Э-652 (ширина канала по дну 1,5 *м*, глубина 2 *м*, откосы 1 : 1,5)						
Разработка канала экскаватором драглайн с ковшом емкостью 0,5 $м^3$ . .	Экскаватор Э-652	2	38	3,13	26,3	82,2

Разравнивание отвалов бульдозером .	Бульдозер Д-492А	1	1235 м²	2,5	0,81	2,02
Планировка откосов канала, верха и откосов кавальеров грейдером . . .	Грейдер Д-20Б	2	2500 м²	3,1	1,16	3,6
Итого					28,27	87,82

В. Каналы шириной по дну 1,5—2,5 м, глубиной до 3 м

Разработка экскаватором Э-652 (ширина канала по дну 2,5 м, глубина 3 м, заложение откосов 1 : 1,5)

Разработка канала экскаватором драглайн с ковшом емкостью 0,5 м³ . .	Экскаватор Э-652	2	40	3,13	25,0	78,2
Разравнивание отвалов бульдозером . .	Бульдозер Д-492А	1	1235 м³	2,5	0,173	0,432
Планировка откосов, дна канала, верха и откосов кавальеров грейдером . .	Грейдер Д-20Б	2	2500 м²	3,1	0,625	1,93
Итого					25,798	80,562

Г. Каналы шириной по дну 2,5—8 м, глубиной до 5 м

Разработка скрепером Д-374 или бульдозером Д-492А и экскаватором Э-652 или Э-1252 (ширина канала по дну 5 м, глубина 4 м, откосы 1 : 1,5)

Рыхление тяжелых грунтов	Рыхлитель Д-515	1	1111	2,5	0,45	1,12
Разработка верхней части канала на глубину до 1,5 м:						
а) скрепером с перемещением грунта на расстояние до 70 м	Скрепер Д-374	1	80	3,0	6,25	18,75
б) бульдозером с перемещением грунта на расстояние до 20 м . .	Бульдозер Д-492А	1	77,5	2,5	6,45	16,1
Разработка нижней части канала экскаватором драглайн:						
а) с емкостью ковша 0,5 м³	Экскаватор Э-652	2	40	3,13	12,5	39,2
б) с емкостью ковша 1 м³	Экскаватор Э-1252	2	67	4,74	7,48	35,4

Продолжение

Наименование и характеристика операций	Название машины	Количество обслуживающего персонала	Производительность машины, $м^3/ч$	Стоимость машино-часа, руб.	Затраты на 1000 $м^3$ проектного объема, *маш.-ч*	Стоимость 1000 $м^3$ проектного объема, руб.
Разравнивание отвалов бульдозером	Бульдозер Д-492А	1	1235 $м^2$	2,5	0,182	0,455
Планировка дна и откосов канала, верха и откосов кавальеров грейдером	Грейдер Д-20Б	2	2500 $м^2$	3,1	0,45	1,4
Итого: с применением экскаватора Э-652 и бульдозера Д-492А					20,032	58,275
с применением экскаватора Э-1252 и бульдозера Д-492А					15,012	54,505
с применением экскаватора Э-652 и скрепера Д-374					19,835	61,125
с применением экскаватора Э-1252 и скрепера Д-374					14,812	57,125

Д. Каналы шириной по дну свыше 8 м, глубиной 5 м и более

Разработка экскаватором ЭШ-4/40 (ширина канала по дну 12 *м*, глубина 6 *м*, откосы 1 : 2)

Разработка канала шагающим экскаватором с емкостью ковша 4 $м^3$ с укладкой грунта в отвалы	Экскаватор ЭШ-4/40	3	164	13,3	6,1	81,0
Разравнивание бульдозером верха отвалов с перемещением грунта на расстояние до 10 *м*	Бульдозер Д-572	1	333	6,83	0,75	5,1
Планировка дна и откосов канала, верха и откосов кавальеров тяжелым грейдером	Грейдер Д-20Б	2	2500 $м^2$	3,1	0,4	1,3
Итого					7,25	87,4

канала при его строительстве и эксплуатации ширина бермы может быть до 6 *м*.

В таблице 4 для каждой группы каналов приведены наиболее прогрессивные и проверенные в производственных условиях технологические карты с технико-экономическими расчетами. Технологические карты даны для супесчаных и суглинистых (непросадочных) грунтов I и II групп, в состоянии естественной влажности, I территориального пояса. При определении стоимости работ на 1000 $м^3$ проектного объема учитывались только прямые затраты исходя из действующих производственных норм и расценок (Сборник норм и расценок 1965 г. В-47 на земляные и культуртехнические работы). Стоимость машино-смен землеройных машин, агрегатов и механизмов определялась по Ценнику № 2 машино-смен строительных машин и оборудования Госстроя СССР *. Технико-экономические показатели новых машин приняты по результатам испытаний.

Технико-экономические расчеты говорят о необходимости изменения структуры производства земляных работ по видам машин в сторону уменьшения объема экскаваторных работ, как наиболее дорогих, и увеличения объема работ, выполняемого высокопроизводительными машинами непрерывного действия, мощными скреперами и бульдозерами.

СТРОИТЕЛЬСТВО КАНАЛОВ В ПОЛУВЫЕМКЕ-ПОЛУНАСЫПИ И В НАСЫПИ

Общей отличительной особенностью технологии строительства каналов в полувыемке-полунасыпи и насыпи является необходимость качественной укладки грунта в дамбы канала или общую подушку с таким расчетом, чтобы они выдерживали напор при максимальном уровне воды в канале. Дамбы и подушки отсыпают из пригодного для этих целей грунта выемки канала и резервов. Непригодные грунты идут в кавальер.

Состав строительных операций при устройстве каналов в полувыемке-полунасыпи и в насыпи обычно следующий:

1) снятие растительного грунта с полосы под выемку канала и резервов и под дамбами, удаление его за пределы этой полосы;

2) разработка грунта в выемке канала с перемещением части грунта в дамбы, а лишнего в кавальеры;

3) разработка грунта в резервах и перемещение его в дамбы или подушку;

---

* Стройиздат, М., 1965.

4) послойная отсыпка, разравнивание, увлажнение, уплотнение грунта в дамбах и подушках;

5) нарезка сечения канала в общей подушке;

6) планировка откосов выемки канала, дамбы, а также разравнивание грунта и планировка кавальеров и заравнивание резервов.

Обязательное удаление слоя растительного грунта в основании насыпей, а также с поверхности резервов, из которых берется грунт для возведения дамб или подушки, объясняется тем, что наличие его в теле насыпи и в основании ее является причиной неравномерной осадки сооружения и появления очагов повышенной фильтрации в этих местах.

При строительстве каналов шириной по дну до 1 *м* сначала устраивают общую подушку, а затем вырезают необходимое сечение канала плужным канавокопателем, грейдером или двухроторным экскаватором ЭТР-122. Когда будет освоено производство экскаваторов ЭТР-201А и ЭТР-301, то таким способом можно разрабатывать каналы шириной по дну до 2,5 *м*.

Подушку целесообразно устраивать бульдозером при высоте насыпи до 1 *м*, грейдер-элеватором при высоте до 1,3 *м* и скрепером при высоте до 2 *м*.

Строительство каналов с шириной по дну более 1 *м* ведут путем раздельной отсыпки дамб до отметки форсированного горизонта воды с послойным разравниванием и уплотнением грунта с доувлажнением до оптимальной влажности, а выше без уплотнения, но с запасом в 10% на осадку.

Неуплотненные «окрайки» (бахрому) срезают с внутренних откосов дамб грейдером Д-20Б или экскаватором Э-302А.

Основными машинами при строительстве средних каналов служат скреперы и бульдозеры совместно с экскаваторами. Магистральные каналы шириной по дну более 8 *м* и глубиной более 5 *м* разрабатывают мощными скреперами и бульдозерами, а также шагающими экскаваторами ЭШ-4/40, ЭШ-5/45.

При разработке грунта скреперами устраивают специальные выезды-съезды, расположенные в среднем на расстоянии 100 *м* с уклоном для груженых скреперов 1 : 5, а порожних 1 : 3. Применение скреперов на строительстве каналов в полунасыпи и насыпи обеспечивает выполнение нескольких операций: снятие растительного слоя грунта, разработку, перемещение и послойную отсыпку грунта в тело дамб, частичное уплотнение грунта гусеницами трактора и колесами скрепера.

СТРОИТЕЛЬСТВО ОСУШИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

При строительстве осушительных каналов нужно соблюдать определенную последовательность работ: сначала выполняют работы по водоприемнику, затем прокладывают осушительные каналы разных порядков (от крупных к мелким).

Типы болот и заболоченных земель, нуждающихся в осушении, весьма разнообразны. Однако все они характеризуются одним общим свойством — постоянной или временной избыточной увлажненностью и малой несущей способностью. Эту специфическую особенность необходимо учитывать при разработке технологии производства работ и подборе машин для строительства осушительных каналов. В торфяниках часто встречается погребенная древесина, а в минеральных грунтах — крупные камни.

Указанные особенности осушаемых земель требуют подбора для строительства каналов таких машин, которые обладают малым удельным давлением на грунт (в пределах 0,15—0,2 *кг/см²*). Такое давление обеспечивает проходимость машины почти по всем видам переувлажненных грунтов. Однако многие машины, особенно общестроительные, широко применяемые в мелиоративной практике, имеют значительно большее удельное давление на грунт, что резко ограничивает диапазон их применения и вызывает необходимость использовать при работе специальные приспособления (слани, щиты и др.).

На строительстве осушительных каналов широко применяются одноковшовые экскаваторы с рабочим оборудованием драглайн и обратная лопата на уширенном гусеничном ходу для копания в отвал (Э-352, Э-653, ТЭ-2 и др.). Экскаваторы с обычным гусеничным ходом работают на сланях.

Осушительные каналы, как правило, проходят по пониженным местам в выемке глубиной не более 3—4 *м* в грунтах, насыщенных водой. Отвалы грунта вдоль каналов разравнивают бульдозерами или грейдерами слоем толщиной до 0,2—0,3 *м*. Часто отвалы грунта используют в насыпи для дорог.

В последнее время на строительстве осушительных каналов стали применять новые специальные землеройные машины непрерывного действия — фрезерные канавокопатели КФН-1200 Мозырского завода мелиоративных машин. Отличительная особенность этих машин состоит в том, что грунт выемки равномерно разбрасывается по сторонам, не образуя кавальеров (рис. 3).

Фрезерный канавокопатель применяют на строительстве мелких каналов глубиной до 1,2 *м* в торфяниках и минеральных грунтах 1-й группы при наличии камней размером не более 80 *мм*.

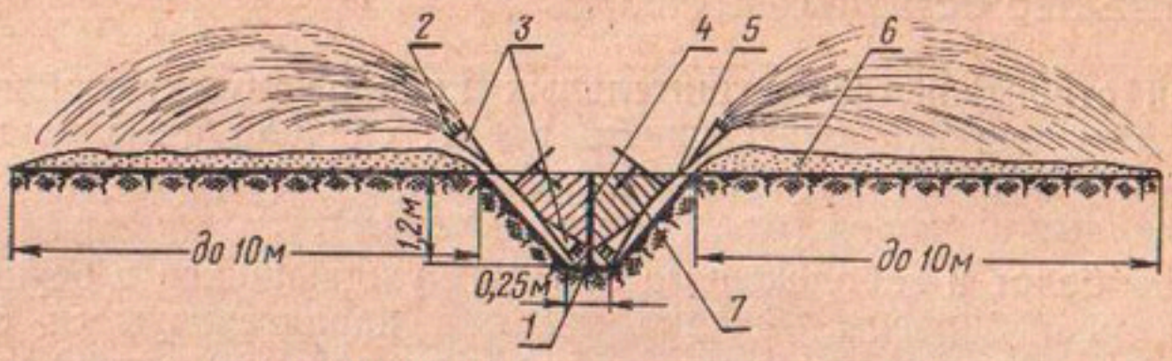


Рис. 3. Схема работы двухфрезерного канавокопателя:
1 — лемех отвала; *2* — нож фрезы; *3* — лопатки фрезы; *4* — нож отвала; *5* — фреза; *6* — насыпной грунт; *7* — рыхлитель.

Для строительства каналов глубиной до 2 *м* этот завод освоил выпуск землеройных машин Д-583 и готовится к выпуску двухроторных экскаваторов ЭТР-171 для строительства каналов глубиной до 1,7 *м*.

Землеройные машины непрерывного действия на строительстве осушительных каналов очень выгодно отличаются от одноковшовых экскаваторов. Они имеют производительность, значительно превышающую производительность одноковшовых экскаваторов, дают хорошее качество работ, не требуют планировки откосов каналов, не требуют применения бульдозеров для разравнивания грунта выемки. Стоимость выполнения земляных работ этими машинами ниже, чем одноковшовыми экскаваторами.

Кроме основных земляных работ, приходится выполнять большие подготовительные работы по трассам каналов (валка леса, корчевка пней и камней, срезка и удаление кустарника и др.), а также работы по планировке и креплению дна и откосов осушительных каналов, проложенных одноковшовыми экскаваторами.

Откосы каналов, проложенных одноковшовыми экскаваторами, в большинстве случаев получаются рваными и нуждаются в планировке. Ее обычно выполняют подручными средствами: рельсовыми волокушами и другими устройствами, которые крепят к трактору двумя тросами так, чтобы нижний конец орудия шел впереди и рыхлый грунт не перемещался вниз по откосу. Планировка производится протаскиванием орудия по откосу параллельно оси канала. Главный недостаток этих орудий — плохое управление ими. Часто около 20—30% работы приходится доделывать вручную. В настоящее время разрабатывается новая машина для планировки откосов и бермы с двумя отвалами. Этой машиной возможно будет планировать откос канала и поднимать весь срезанный грунт на берму. Это важно в случае, когда откосы остаются некрепленными.

Для планировки откосов применяют также грейдеры и ложки-скребки.

После планировки откосов крепят дно и подошвы откосов каналов хворостяными креплениями, каменной отмосткой или бетонными и железобетонными плитами. Остальную часть откосов крепят одерновкой или посевом трав.

Специальных орудий для нарезки дерна промышленность пока не выпускает. В Литовской ССР для местных нужд были выпущены дернорезы ДР-0,65, а в Ленинградской области ДН-1,8, которые хорошо работают на ровной местности.

Техническая характеристика дернорезов ДР-0,65 и ДН-1,8 приведена в таблице 5.

Таблица 5

Показатели	ДР-0,65	ДН-1,8
Ширина захвата, *м*	1,2	1,84
Число лент дерна	3	4
Ширина ленты дерна, *см*	40	46
Толщина нарезаемого дерна, *см*	5 ÷ 12	До 12
Агрегатируется с трактором	„Беларусь"	ДТ-54А
Производительность за 1 час чистой работы, $м^2/ч$	5400	6000

Полосы дернины длиной по 2—3 *м* свертывают в рулоны и перевозят к каналам на тракторных санях. Погрузку, выгрузку, а также укладку дерна и его крепление на откосах выполняют вручную.

Посевом многолетних трав откосы каналов крепят на торфяниках низинного типа и на минеральных супесчаных и суглинистых грунтах; при этом коэффициент заложения откосов должен быть не менее 1,5. Залужение не применяется на песчаных грунтах и торфяниках верхового типа.

Перед посевом трав, кроме планировки, проводят рыхление (боронование) поверхности откосов, а также вносят минеральные удобрения. В минеральных грунтах поверхность откоса покрывают слоем растительного грунта толщиной 2—3 *см*. Растительный грунт берут из прилегающей к каналу полосы или привозят. Откосы засевают вручную. После посева откосы на торфяных грунтах обязательно уплотняют.

ГЛАВА III

МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА КАНАЛОВ

На строительстве оросительных и осушительных каналов широко используют общестроительные землеройные машины: одноковшовые экскаваторы, бульдозеры, скреперы, прицепные грейдеры, автогрейдеры, плужные канавокопатели, грейдер-элеваторы, катки и др. В последнее время находят применение новые специальные землеройные машины непрерывного действия, которые отрывают полное сечение канала за один проход. Это двухроторный экскаватор ЭТР-122 и шнекороторные экскаваторы ЭТР-201А, ЭТР-301 для строительства оросительных каналов, фрезерный канавокопатель КФН-1200 и землеройные машины Д-583 и ЭТР-171 для строительства осушительных каналов.

Двухроторный экскаватор ЭТР-122 выпускает Брянский завод ирригационных машин. Выпуск экскаваторов ЭТР-201А осваивает также Брянский завод ирригационных машин.

Фрезерный канавокопатель КФН-1200 и землеройную машину Д-583 выпускает Мозырский завод мелиоративных машин. Он же осваивает выпуск экскаватора ЭТР-171. Кроме указанных машин, на строительстве оросительных каналов иногда применяют многоковшовые траншейные экскаваторы ЭТУ-354 с откосниками. На строительстве крупных каналов можно также использовать землеройно-фрезерную машину ЗМФ-2 Воронежского экскаваторного завода и струг-метатель Д-524 Коростенского завода «Октябрьская кузница». Последние две машины непрерывного действия, но строительство канала выполняют за несколько проходов.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАНАЛОВ

Оценку различных землеройных машин на строительстве каналов дают по удельной энергоемкости, металлоемкости и производительности труда одного рабочего. Все показатели определяют на основе эксплуатационной производительности машин.

Удельная энергоемкость

$$\frac{N}{П_э}.$$

Удельная металлоемкость

$$\frac{G}{П_э}.$$

Производительность труда

$$\frac{П_э}{n}.$$

Стоимость единицы объема работ

$$S = \frac{S_{м\text{-}см}}{П_э},$$

где N — установленная мощность двигателей машины, *л. с.*;
$П_э$ — эксплуатационная производительность машины, *м³/ч*;
G — вес машины, *кг*;
n — число членов экипажа машины;
$S_{м\text{-}см}$ — стоимость эксплуатации машины в течение одной смены, руб.

Удельные технико-экономические показатели основных типов землеройных машин на строительстве каналов приводятся в таблице 6.

Таблица 6

Тип машины	Энергоемкость, *л. с. · ч/м³*	Металлоемкость, $\frac{кг \cdot ч}{м^3}$	Производительность труда одного рабочего, *м³/ч*	Примечание
Одноковшовые экскаваторы:				
Э-302А	2,1	610	9	
Э-652А	2,56	530	20	
Э-1252Б	2,73	760	27	
ЭШ-4/40	3,3	1060	55	

Продолжение

Тип машины	Энергоемкость, *л. с. · ч/м³*	Металлоемкость, *кг · ч / м³*	Производительность труда одного рабочего, *м³/ч*	Примечание
Прицепные скреперы:				
Д-458	1,67	226	33	Перемещение грунта на расстояние до 70 *м*
Д-374	1,2	220	83	То же
Д-188А, Д-511	2,7	357	110	До 200 *м*
Бульдозеры:				
Д-492	2,56	360	39	Перемещение грунта на расстояние до 70 *м*
Д-385А	2,34	230	128	
Двухроторные и двухфрезерные машины:				
экскаватор ЭТР-122	1,06	160	85	Производительность при работе с ПУЛ-3
канавокопатель КФН-1200	0,45	96,0	110	
землеройная машина Д-583	1,16	154	130	
землеройно-фрезерная машина ЗФМ-2	0,54	91	365	

При оценке эффективности того или иного типа машины должны быть также учтены технологические показатели их работы: качество разработки сечения канала, необходимость доделочных работ и др.

Одноковшовые экскаваторы имеют наиболее низкие удельные показатели. Это объясняется цикличностью их работы и недостаточно эффективным использованием мощности двигателя, который полностью загружается только в процессе разработки, резания грунта и наполнения ковша, занимающим 25—30% времени цикла. Непроизводительной затратой энергии является преодоление инерции вращающихся масс при поворотах экскаватора.

Поскольку общестроительные землеройные машины (экскаваторы, скреперы, бульдозеры и др.) в технической литературе имеют подробное описание, то ограничимся только данными из технических характеристик этих машин, которые необходимы при выборе машин для строительства каналов. В таблицах 7, 8 и 9 даны технические характеристики бульдозеров, одноковшовых экскаваторов, скреперов.

Таблица 7

Техническая характеристика бульдозеров

Марка бульдозера	Базовая машина	Номинальное тяговое усилие, т	Тип отвала	Управление	Ширина отвала, м	Высота отвала, м	Вес с трактором, т	Вес оборудования бульдозера, т
Д-444	Д-54А	3	Неповоротный	Гидравлическое	2,56	0,8	6,25	0,63
БУ-55	ДТ-55А	3	Поворотный	»	2,5 и 3,5	0,8	6,85	0,7
Д-535	Т-74	3	Неповоротный	»	2,56	0,8	6,37	0,9
Д-606	ДТ-75	3	»	»	2,56	0,8	6,4	0,9
Д-493А	Т-100МГП	6	Поворотный	»	4,15	1,0	14,0	2,0
Д-492А	Т-100М	6	»	Канатное	3,94	0,98	14,1	2,6
Д-694	Т-100МБГП	6	»	Гидравлическое	4,0	1,2	18,7	4,75
Д-686	Т-100М	6	Неповоротный	Канатное	3,2	1,2	13,8	2,1
Д-687	Т-100МГП	6	»	Гидравлическое	3,2	1,2	13,7	1,7
Д-275А	Т-180	9	»	»	3,35 и 4,85	1,1	18,1	2,9
Д-521	Т-180Г	9	»	»	3,64	1,35	17,9	2,9
Д-522	Т-180Г	9	Поворотный	»	4,43	1,2	19,0	4,0
Д-572	ДЭТ-250	25	Неповоротный	»	4,54	1,55	31,4	4,0

Технические характеристики одноковшовых экска

Показатели	Э-302А, Э-304А, Э-352А			Э-652А, Э-653А			
Емкость ковша прямой и обратной лопаты, $м^3$	0,4			0,65			
Мощность двигателя, *л. с.*	48			82			
Рабочий вес, *т*	11,7;	12,3;	13,0	21,25			
Высота пяты стрелы, *м*	1,2			1,56			
Расстояние от оси вращения до пяты стрелы, *м*	0,65			1			
Радиус хвостовой части, *м*	2,6			2,9			
Емкость ковша драглайна, $м^3$	0,4			0,5	0,8		
Длина стрелы, *м*	10,5			10		13	
Угол наклона стрелы, *град*	30		45	30	45	30	45
Наибольшая высота выгрузки, *м*	4,47		6,3	3,5	5,5	5,3	8
Наибольший радиус выгрузки, *м*	10		8,3	10	8,3	12,5	10,4
Наибольший радиус резания, *м*	12,67		10,05	11,1	10,2	14,3	13,2
Практический радиус резания, *м*	—	—		10,34	8,75	12,9	11
Глубина копания при продольной разработке, *м*	7,6		5,4	7,3	5,6	10	7,8
Глубина копания при поперечной разработке, *м*	5,3		4,2	4,4	3,8	6,6	5,9

Технические характеристики

Показатели	Д-458	Д-541А	Д-374Б	Д-213А
Мощность тягача, *л. с.*	54	75	108	180
Марка тягача	ДТ-54А	Т-75 и Т-74	Т-100М	Т-180
Емкость ковша, $м^3$	2,75	3,25	8	10
Ширина резания ножами ковша, *м*	1,9	1,95	2,672	2,83
Наибольшая глубина резания, *м*	0,15	0,15	0,3	0,35
Толщина выгружаемого слоя, *м*	—	—	0,35	0,40
Минимальный радиус поворота (конструктивный), *м*	3,0	—	5,1	6,0
Габаритные размеры, *м*:				
длина	5,6	—	8,4	9,8
ширина	2,43	—	2,95	3,23
высота	2,40	—	3,09	3,15
Вес без тягача, *т*	2,34	2,45	6,7	9,5
Вес с тягачом, *т*	7,44	7,9	19,7	23,9
Управление	Гидравлическое		Канатное	Канатное

Таблица 8

ваторов с рабочим оборудованием драглайн

Э-1011А				Э-1252Б				Э-2503						ЭШ-5/45	
1,0				1,25				2,5						4,0	5,0
108				130				160 *квт*						700 *квт*	
35,0				41,0				94						191	
—				1,7				2,1						1,40	
—				1,3				1,6						3,18	
3,5				3,3				4,26						9,05	
0,75; 1,0				1,0	1,5			3,0			2,0	1,5		4,0	5,0
12,5	15			12,5		15		15			20	25		45	
30	45	30	45	30	45	30	45	30	45	30	45	30	45	25	35
3,5	6,1	5,2	8,3	4	6,5	5,5	8,8	4,8	7,9	8	12,2	10,8	15,8	14,5	21
12,2	10,2	14,4	12	12,5	10,4	14,6	12,2	15	12,7	19,4	16,3	23,8	19,8	43,5	39,5
14	12,6	16,6	15	14,3	12,9	16,8	15,2	17,4	15,8	22,4	20,3	27,4	25,3	45	45
12,96	11,14	15,44	13,06	12,96	11,14	15,44	13,06	15,8	13,6	20,2	17,4	—	—	—	—
9,4	7,4	12	9,2	12	9,5	12	9,3	12	9,6	16,3	13,1	20,6	16,6	36	32
5,5	4,4	7,8	5,7	7,5	6	7,5	6,8	7,4	6,5	10,7	9,4	14	12,5	20,5	18,5

Таблица 9

прицепных скреперов

Д-523	Д-188А	Д-511	Д-357М, полуприцепной	Д-569	Д-498	Д-392, полуприцепной
180	300	300	165	75	108	360
Т-180	ДЭТ-250	ДЭТ-250	МАЗ-529Е	Т-74	Т-100МГС	БелАЗ-531
10	15	15	9	3	7	15
2,808	3,016	2,90	2,72	2,1	2,65	2,85
0,30	0,3	0,35	0,3	0,15		
0,50	0,4	0,55	0,45			
8,0	7,0	—	6,0			
8,7	10,93	11,30	10,6			
3,25	3,47	3,39	2,95			
2,83	3,10	3,07	2,93			
8,0	15,50	16,5	10,0	2,74	7,0	17,0
—	39,3	41,5	18,6	7,9	19,0	31,0
Гидравлическое	Канатное	Электрогидравлическое	Гидравлическое	Гидравлическое		Электрогидравлическое

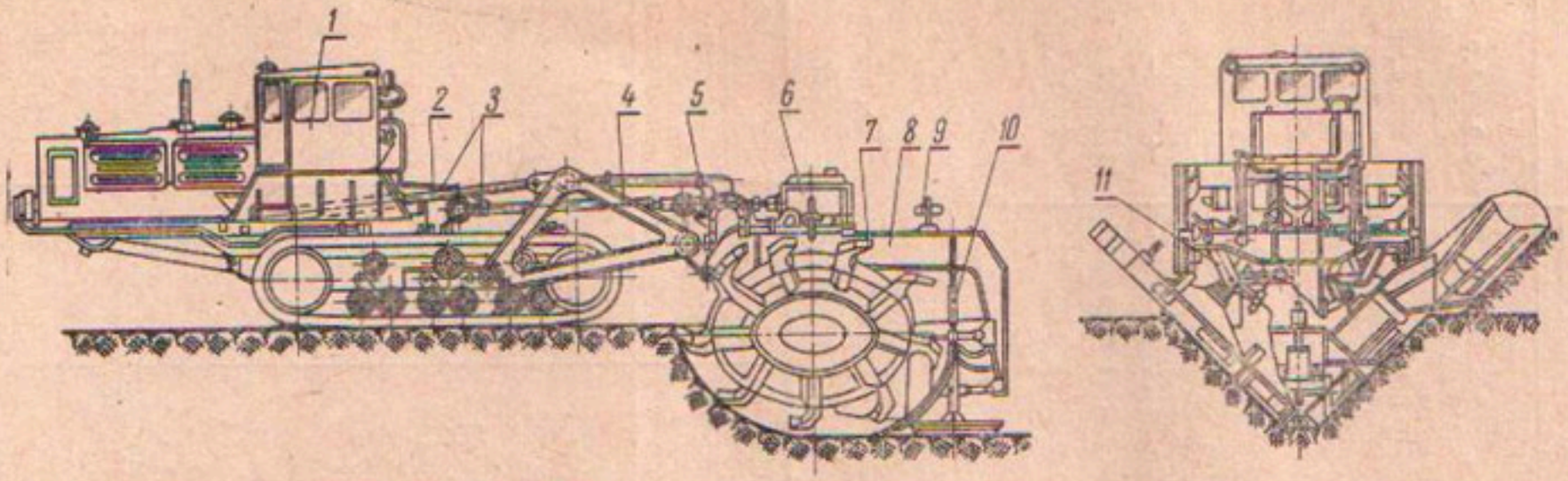


Рис. 4. Двухроторный экскаватор ЭТР-122:

1 — трактор Т-180Г; *2* — редуктор отбора мощности с ходоуменьшителем; *3* — гидросистема; *4* — стрела; *5* — поворотный редуктор; *6* — раздаточный редуктор; *7* — двухроторный рабочий орган; *8* — рама рабочего органа; *9* — приемный пункт прибора ПУЛ-3; *10* — зачистной нож с лыжей; *11* — рычажная система.

Двухроторный экскаватор ЭТР-122 (рис. 4) предназначен для строительства оросительных и водосбросных каналов различных профилей (табл. 10).

Таблица 10

Ширина по дну, *м*	Максимальная глубина выемки, *м*	Заложение откосов
0,4	До 1,0	1 : 1; 1 : 1,25; 1 : 1,5;
	До 1,2	1 : 1; 1 : 1,25;
0,6	До 0,9	1 : 1; 1 : 1,25; 1 : 1,5;
	До 1,1	1 : 1; 1 : 1,25;
	До 1,2	1 : 1
0,8	До 0,8	1 : 1; 1 : 1,25; 1 : 1,5
	До 1,0	1 : 1; 1 : 1,25;
	До 1,1	1 : 1

Разрабатываемые грунты — песчаные, суглинистые, гравелистые I—III групп с отдельными каменистыми включениями размером не более 300 *мм* при уровне грунтовых вод ниже дна отрываемых каналов.

Техническая характеристика

Общие данные

Тип машины — двухроторный экскаватор с гравитационной разгрузкой грунта

Техническая производительность при максимальном сечении отрываемого канала:

на I скорости	до 245 *м³/ч*
на II скорости	до 400 *м³/ч*
на III скорости	до 530 *м³/ч*
Количество обслуживающего персонала	2 человека
при работе с прибором ПУЛ-3	3 человека
Завод-изготовитель	Брянский завод ирригационных машин

База машины

Трактор Т-180Г с двигателем Д-180, $N = 180$ *л. с.*, $n = 1150$ *об/мин*

Колея гусениц, *мм*	2740
Ширина башмаков гусениц, *мм*	700
Номинальное расстояние между осями ведущего и ведомого колес, *мм*	3560
Дорожный просвет тягача (по пробке картера), *мм*	500
Вес трактора Т-180Г, *кг*	15 000
Транспортные скорости, *км/ч*:	
переднего хода:	
I	2,99
II	4,83
III	6,67
заднего хода:	
I	3,36
II	7,83
Рабочие скорости, *м/ч*	
I	102
II	165
III	228

Двухроторный рабочий орган машины

Диаметр ротора, *мм*	3500
Ширина рабочей части ротора, *мм*	250
Окружная скорость ротора, *м/сек*	3,60
Число оборотов ротора, *об/мин*	19,3
Число ножей ротора	9
Максимальная подача на один нож ротора, *мм*	до 40

Угол поворота в плане рамы с рабочим органом	15°
Изменение заложения и ширины по дну (сдвигание и раздвигание роторов)	механическое, ручное

Гидроуправление

Источник питания элементов гидроуправления	2 насоса НШ-32 Пр 1 насос НШ-10 Пр
Давление гидросистемы *кг/см²*	до 100
Гидроцилиндр подъема рабочего органа	2 шт. ∅ 180
Гидроцилиндр вертикального поворота рабочего органа	2 шт. ∅ 180
Гидроцилиндр горизонтального поворота рабочего органа	1 шт. ∅ 120
Гидроцилиндр регулирования глубины копания	1 шт. ∅ 120
Управление гидроцилиндром регулирования глубины копания	ручное и автоматическое
Управление гидроцилиндрами вертикального поворота рабочего органа	автоматическое
Управление остальными гидроцилиндрами	ручное

Габариты машины

Транспортное положение, *мм*:	
длина	10 560 (без бермообразователей)
ширина	5350—6640
высота	4520
Рабочее положение, *мм*:	
длина	14 500
высота	3325 (от бровки)
ширина	5350—6640 (без бермообразователя)
Вес экскаватора, *кг*	27 200
Преодолеваемый уклон:	
продольный	до 16°
поперечный	до 10°
Удельное давление на грунт в транспортном положении, *кг/см²*	0,52—0,76

Краткое описание конструкции ЭТР-122. Трактор Т-180Г (рис. 4) подвергается перекомпановке. Двигатель и кабина трактора поднимаются, выдвигаются вперед и устанавливаются на дополнительную раму, привариваемую к раме трактора. Соответственно переносятся и устанавливаются на дополнительной раме: редукторы, ресиверы, привод насосов, резервный маслобак. На до-

полнительной раме устанавливается также ходоуменьшитель с редуктором отбора мощности. Для удобства обслуживания трактора устанавливаются специальный настил, ступени и поручни.

Вал, соединяющий муфту сцепления с коробкой перемены передач, заменяется валом, соединяющим муфту сцепления с ходоуменьшителем, выходной вал которого соединяется дополнительным валом с верхним валом коробки перемены передач трактора (рис. 5).

Ходовая часть у трактора Т-180Г остается без изменений.

Редуктор отбора мощности и ходоуменьшитель *3* служат для передачи крутящего момента на рабочий орган и для передвижения экскаватора на рабочих скоростях.

В редукторе отбора мощности помещается зубчатая муфта *4* включения рабочего органа. Включение выполняют из кабины при помощи рычажной системы.

Переключение с транспортных скоростей на рабочие производится при помощи рычажной системы, перемещающей зубчатую муфту *5*.

Для защиты от возможных перегрузок на выходном валу ходоуменьшителя устанавливают пневмокамерную муфту *8* с рабочим давлением в камере 5 *ат*.

От редуктора отбора мощности крутящий момент телескопическим карданным валом передается к поворотному редуктору *10*.

Поворотная головка *6* редуктора отбора мощности и поворотный редуктор для обеспечения нормальной работы карданного вала связаны между собой телескопической штангой, обеспечивающей постоянную соосность, производя одновременный поворот головок. Телескопическая штанга служит одновременно задающим элементом для работы автоматической системы управления гидроцилиндрами вертикального поворота рабочего органа.

Раздаточный редуктор *11* карданным валом связан с поворотным редуктором. Раздаточный редуктор устанавливается на раме над рабочим органом. Он включает в себя две цилиндрические и две конические пары. Выходные валы расположены под углом 40° к горизонту и соединяются карданными валами непосредственно с роторами рабочего органа.

Рабочий орган экскаватора состоит из двух роторов — правого и левого. Конструкция их одинакова. Различие состоит в том, что кронштейны ножей и рушители на роторах имеют противоположное направление установки.

На обечайке ротора установлены девять кронштейнов, из которых восемь приварены, а один съемный (на болтах) для возможности транспортировки ротора на железнодорожной платформе.

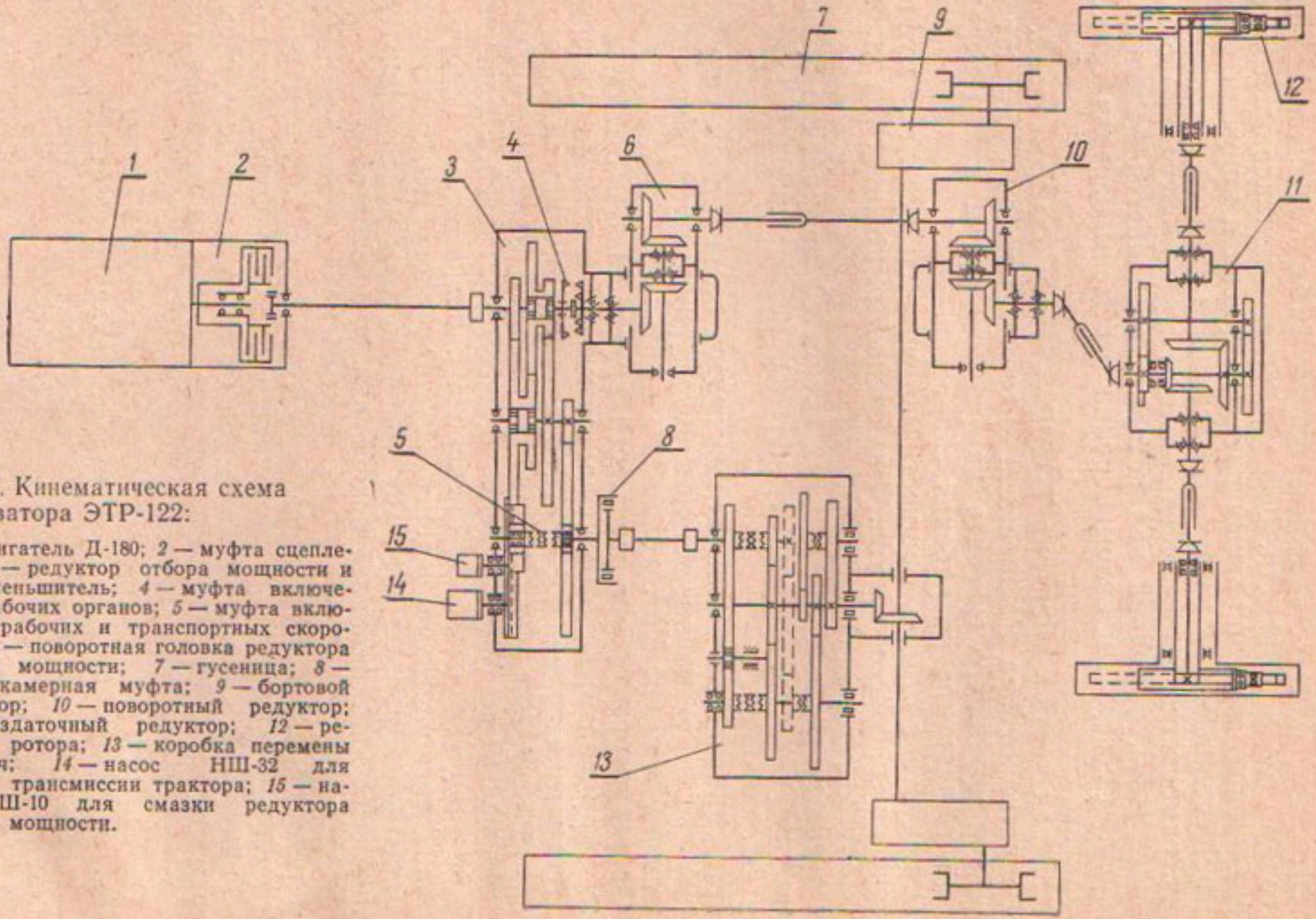


Рис. 5. Кинематическая схема экскаватора ЭТР-122:

1 — двигатель Д-180; *2* — муфта сцепления; *3* — редуктор отбора мощности и ходоуменьшитель; *4* — муфта включения рабочих органов; *5* — муфта включения рабочих и транспортных скоростей; *6* — поворотная головка редуктора отбора мощности; *7* — гусеница; *8* — пневмокамерная муфта; *9* — бортовой редуктор; *10* — поворотный редуктор; *11* — раздаточный редуктор; *12* — редуктор ротора; *13* — коробка перемены передач; *14* — насос НШ-32 для смазки трансмиссии трактора; *15* — насос НШ-10 для смазки редуктора отбора мощности.

Кронштейн ротора служит для закрепления ножа с наплавкой из твердого сплава и одновременно служит для выноса грунта.

На роторе крепятся также три рушителя, служащие для частичного разрушения грунта перед рабочим органом.

Редуктор ротора (*12*) представляет собой передачу типа планетарной с заторможенным водилом.

Рабочие органы подвешиваются шарнирно к раме с помощью рычажной системы, которая позволяет изменять ширину дна отрываемого канала и угол наклона плоскостей роторов, то есть заложение откосов канала.

Стрела с гидроцилиндрами и балкой шарниров — это несущая конструкция, которая служит для подвески рамы с рабочим органом к трактору.

Стрела представляет собой две треугольные фермы коробчатого сечения, связанные между собой двумя трубами. Она шарнирно крепится через опоры к кронштейнам рамы трактора.

Со стрелой связаны штоки цилиндров подъема рабочего органа. Подъемом стрелы машина переводится в транспортное положение.

Балка шарниров представляет собой трубчатую конструкцию, к которой приварены шарниры поворота рамы рабочего органа для рытья криволинейных каналов.

Управление цилиндрами вертикального поворота рабочего органа осуществляется автоматически от золотника, расположенного на корпусе поворотной головки редуктора отбора мощности так, чтобы при подъеме и опускании стрелы обеспечить подъем и опускание рамы рабочего органа параллельно самой себе.

Рама рабочего органа — сварной конструкции коробчатой формы с кронштейнами для подвески роторов, с шарнирами для связи с балкой шарниров, с лыжей и гидроцилиндром регулирования глубины копания. Наверху рамы устанавливается раздаточный редуктор и фотоприемник прибора ПУЛ-3.

Зачистной нож с лыжей служит задней опорой экскаватора при работе. Он подрезает часть грунта между роторами на дне канала.

Гидроцилиндр, опираясь на лыжу, поднимает или опускает рабочий орган с фотоприемником, действуя автоматически от системы выдерживания заданного уклона с прибором ПУЛ-3 или от ручного (кнопочного) управления.

В комплект машины входят сменные ножи и лыжи для изменения ширины дна и откосов канала, могут также поставляться два вида бермообразователей: один — формирующий берму шири-

ной 0,5 *м*, второй — снимающий только гребень отвала и планирующий верх дамбы.

Управление рабочим органом экскаватора — гидравлическое. Гидравлическая схема экскаватора показана на рисунке 6. В гидравлической системе используется гидрооборудование трактора Т-180Г. Два насоса НШ-32 и один насос НШ-10 устанавливаются на редукторе привода насосов трактора.

Управление гидроцилиндрами подъема и горизонтального поворота рабочего органа — ручное, а гидроцилиндрами вертикального поворота — автоматическое от реверсивного золотника 6БГ-74-13, установленного на кронштейне поворотной головки ре-

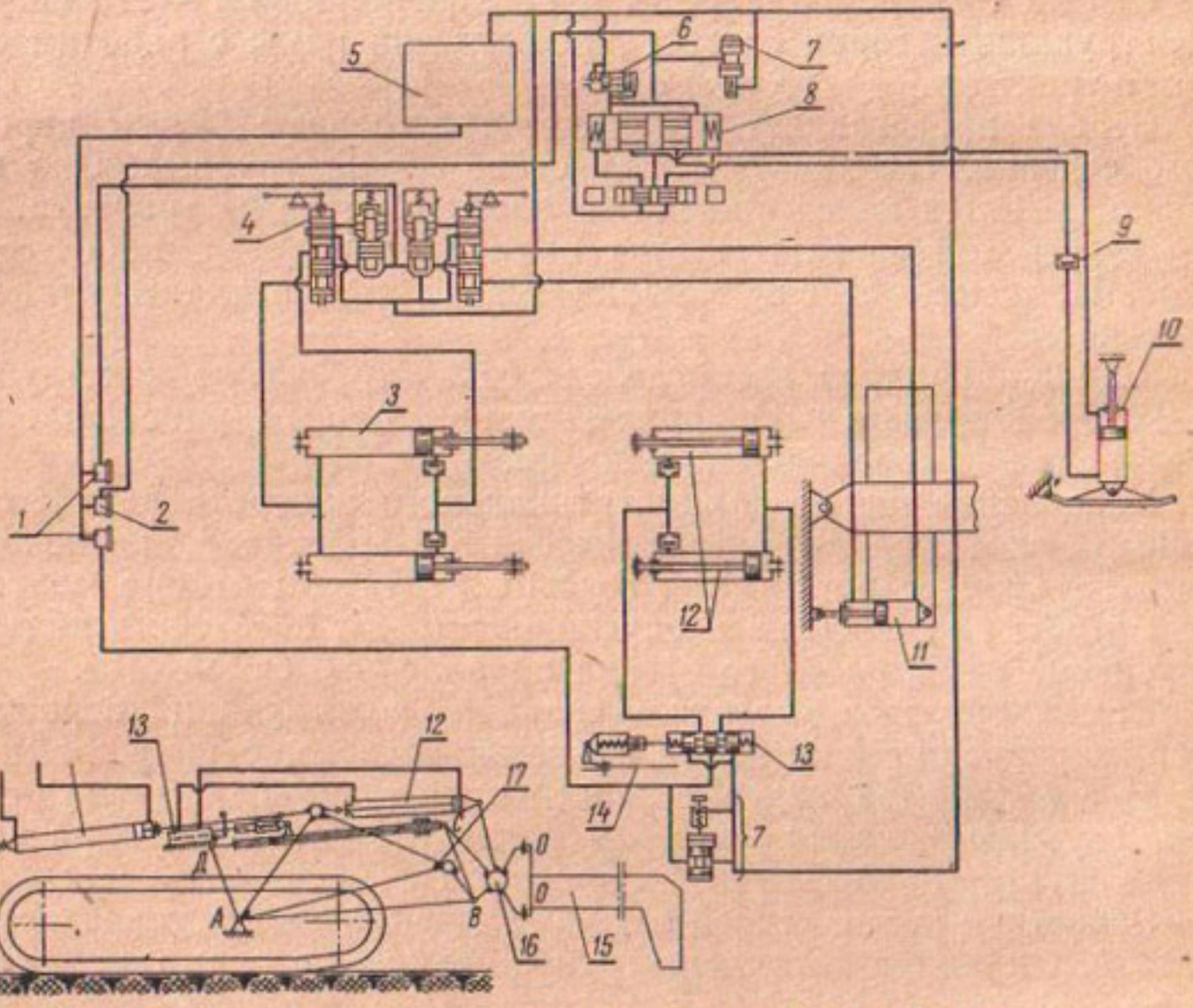


Рис. 6. Гидравлическая схема и параллелограммное устройство экскаватора ЭТР-122:

1 — насосы НШ-32; *2* — насос НШ-10; *3* — гидроцилиндры подъема рабочего органа; *4* — распределитель трактора Т-180; *5* — маслобак; *6* — напорный золотник Г54-12; *7* — предохранительный клапан с переливным золотником БГ52-13; *8* — реверсивный золотник с электрогидравлическим управлением 6Г-73-44; *9* — дроссельные клапаны; *10* — гидроцилиндр регулирования глубины копания; *11* — гидроцилиндр горизонтального поворота; *12* — гидроцилиндр вертикального поворота рабочего органа; *13* — реверсивный золотник с автоматическим управлением 6БГ-74-13; *14* — параллелограммное устройство; *15* — рама рабочего органа; *16* — балка шарниров; *17* — стрела.

дуктора отбора мощности. Питание автоматической системы с золотником 6БГ-74-13 — автономное.

Шток золотника перемещается от демпферного устройства. Принцип действия этого устройства следующий (см. гидравлическую схему). Шарниры *А* и *В* и центры поворотных головок редуктора отбора мощности *С* и поворотного редуктора *Д* являются вершинами параллелограмма при вертикальном положении шарнира поворота рамы *ОО*. Конструктивно связь *СД* выполнена в виде телескопической штанги.

При подъеме стрелы положение шарнира поворота рамы *ОО* и рабочего органа будет меняться, одновременно меняется и длина штанги *СД*, уменьшаясь при подъеме и увеличиваясь при опускании.

Вместе со штангой перемещается стойка с прикрепленным к ней шарнирно пружинным демпфером, другой конец которого соединен шарнирно со штоком золотника 6БГ-74-13.

Таким образом, цилиндры вертикального поворота рабочего органа удерживают его в пространстве всегда в одном и том же положении независимо от положения стрелы.

Регулировкой длины демпфера можно получить так называемый задний угол рабочих органов (ротор не прилегает к откосу канала всей поверхностью, а только передней режущей частью).

Конечный выключатель, расположенный на демпфере, служит для включения звукового сигнала, расположенного в кабине, в случае нарушения нормальной работы управления цилиндрами вертикального поворота.

При переводе экскаватора из транспортного положения в рабочее золотник управления цилиндрами подъема стрелы после установки навесного оборудования на грунт с опорой на лыжу должен быть переведен в положение «Плавающее». Экскаватор в работе должен иметь опоры — гусеницы — лыжа, причем связь трактора с навесным оборудованием будет шарнирная.

Управление экскаватором ЭТР-122. Управление экскаватором производится из кабины трактора. Работа на ЭТР-122 легче, чем на одноковшовых экскаваторах, и менее утомительна. Однако из-за новизны конструкции к управлению экскаватором ЭТР-122 допускаются лица, прошедшие специальную подготовку и получившие право на работу на нем.

Работу на экскаваторе следует выполнять в полном соответствии с инструкцией по эксплуатации ЭТР-122.

Мелкие оросительные и водосбросные каналы обычно строят путем устройства общей «подушки» (для каналов в полувыемке-полунасыпи) или «корыта» (для каналов в выемке) и последую-

щего вырезания сечения канала экскаватором ЭТР-122. Для этого экскаватор устанавливают на трассе канала, опускают рабочий орган на лыжу и переводят распределитель в положение «плавающее», затем включают привод рабочего органа и рабочую скорость (с ходоуменьшителем). Рабочий орган во время движения экскаватора заглубляют путем постановки лыжи на заглубление кнопкой на пульте управления. После достижения необходимой глубины управление лыжей на пульте переключают на автоматическое от прибора ПУЛ-3. В конце трассы трактор останавливают, переключают управление лыжи с автоматического на ручное, поднимают стрелу с рабочим органом, когда роторы выйдут из грунта, привод их выключают.

Для переезда на следующую трассу рабочий орган переводят в транспортное положение и стрелу фиксируют специальными тягами. Переезд осуществляется на транспортных скоростях без ходоуменьшителя.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХРОТОРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ ЭТР-122

Экскаватор ЭТР-122 — новая машина. Ее только начинают применять в водохозяйственном строительстве. Представляет большой интерес опыт применения этих машин в Крымской области. Приведем некоторые данные о применении экскаватора ЭТР-122 в специальном строительно-монтажном управлении № 1 треста Каналмехстрой Управления Крымканалстроя на строительстве рисовых оросительных систем в Нижнегорском районе Крымской области.

Экскаватор ЭТР-122 применяли там на строительстве участковых и хозяйственных оросительных каналов, а также водосбросных каналов рисовых севооборотных участков площадью 850 и 550 *га* в совхозе им. А. А. Жданова и площадью в 795 и 882 *га* в совхозе «Искра».

Грунт по трассам каналов — тяжелый суглинок, который по трудности разработки относится ко второй группе. Строительство оросительных каналов вели в полувыемке и полунасыпи, а сбросных — в выемке. Длина отдельных каналов составляла от 400 до 1500 *м*.

Строительство каналов велось по технологии, рекомендованной Гипроводхозом Минмелиоводхоза СССР. Срезка и удаление растительного грунта в основании подушки выполняли бульдозерами Д-271 и Д-492 на тракторах С-100 и Т-100М, а рыхление основания подушки — рыхлителем Д-162 — на тяге трактора С-100 с бульдозером Д-271. В подушку грунт отсыпали в основном прицепными

скреперами Д-541 на тяге тракторов Т-75, а также бульдозерами Д-271, Д-492 и грейдер-элеватором Д-437, одноосным полуприцепным к трактору Т-100М. Подушку устраивали шириной поверху от 6 до 8 *м* и высотой от 0,5 до 1,2 *м*. Грунт в подушке разравнивали послойно бульдозерами Д-271 и Д-492, увлажняли до оптимальной влажности с помощью различных поливочных средств и уплотняли прицепными кулачковыми катками Д-130Б и катками на пневматических шинах. Грунт не увлажняли, если естественная влажность его была в пределах оптимальной влажности для наилучшего уплотнения. Перед вырезкой сечения канала экскаватором ЭТР-122 верх подушки планировали прицепным грейдером Д-20Б на тяге трактора Т-100М. Качество планировки проверяли с помощью нивелира.

При строительстве водосбросных каналов, глубина которых превышала конструктивные возможности машины, предварительно отрывали «корыто» шириной 8—9 *м*, позволяющее разместить вырезанный экскаватором грунт. Глубина «корыта» была такой, чтобы в дальнейшем максимально использовать возможности экскаватора, то есть при заложении откосов сбросных каналов 1 : 1,5 глубина вырезки была не более 0,8 *м*.

Таблица 11

Заложение откосов	Фактическая максимальная глубина, *м*	Ширина по дну, *м*	Длина канала, *пог. м*	Объем вырезки, *м*³	Количество часов работы		Средняя производительность, *м*³		Коэффициент использования сменного времени
					чистое время	общее время	в час чистого времени	в час общего времени	
1 : 1,25	0,6—1,1	0,8—0,9	8 358	13 372	78	121	172	110	0,64
1 : 1,5	0,6—0,8	0,9	53 497	86 804	522	852	166	102	0,61
Итого	0,6—1,1	0,8—0,9	61 855	100 176	600	973	169	106	0,62

Перед вырезкой сечения сбросных каналов основание «корыта» также планировали с применением нивелира.

При вырезке сечения оросительных каналов экскаватором ЭТР-122 использовали бермообразователи «флажкового» типа, которые срезали верхушки отвалов грунта и образовывали выше форсированного горизонта дамбочки шириной поверху 0,7—0,8 *м*. Бермообразователи «флажкового» типа имеют более широкую область применения по глубине, так как создают дополнительную строительную глубину на 0,3—0,4 *м* выше форсированного горизонта за счет вырезанного грунта.

Рис. 7. Экскаватор ЭТР-122 в работе и общий вид проложенного канала.

Беромообразователи для создания бермочки шириной 0,5 *м* не применяли, так как проектом и технологией производства работ это не было предусмотрено.

Заданный проектом продольный уклон дна канала создавали как автоматически при работе с прибором ПУЛ-3, так и при ручном управлении от копирной лыжи. С прибором ПУЛ-3 экскаватор ЭТР-122 отработал 473 час. 40 мин. и отрыл 40,7 *км* канала; с копирной лыжей экскаватор отработал 126 ч. 20 мин. и отрыл 21,2 *км* канала.

Качество вырезанных каналов хорошее, дно и откосы не требуют никаких доработок (рис. 7). При работе экскаватора с прибором ПУЛ-3 отклонения от заданных проектом отметок дна канала достигали $\pm 2 - \pm 5$ *см*, а при работе с копирной лыжей эти отклонения на отдельных участках достигали $\pm 5 - \pm 15$ *см*.

Из 600 часов чистого рабочего времени экскаватор отработал:

на I скорости	511	час.	10	мин.
на II скорости	15	час.	20	мин.
на III скорости	73	часа	30	мин.

Работу проводили в две и три смены. Работу в третьей смене вели только на первой передаче.

В таблице 11 приведены осредненные показатели работы экскаватора ЭТР-122 на вырезке сечения оросительных и сбросных каналов.

Полученный коэффициент использования машины в течение смены недостаточно высок, что объясняется следующими причинами:

1) использование машины на рисовых севооборотах приводило к частым переброскам ее с объекта на объект своим ходом, без подготовки дорог; расстояние между участками севооборотов достигало 12 *км* и общая протяженность холостых пробегов составила 320 *км* (60 час. 10 мин.);

2) разные заложения откосов оросительных каналов (1 : 1,25 и 1 :1,5) требовали дополнительного времени для установки наклона роторов;

3) задержки с подготовкой фронта работ (46 час. 10 мин.).

По указанным причинам простои экскаватора составили 17,2% общего времени его работы.

Стоимость вырезки 1 $м^3$ грунта II группы экскаватором ЭТР-122 с ПУЛ-3 составила при работе на I скорости 11,4 коп., на II скорости — 10,1 коп., на III скорости — 6,6 коп. (стоимость приведена с накладными расходами 17,6%).

Годовой экономический эффект при работе экскаватора ЭТР-122 на I и II скоростях составил 53 тыс. руб. (по сравнению с экскаваторами Э-302, Э-303, Э-352).

По сравнению с паспортными получены следующие показатели технической характеристики экскаватора ЭТР-122 (табл. 12).

Таблица 12

Наименование показателей	Показатели по паспорту	Фактические показатели
Техническая производительность, $м^3/ч$:		
на I передаче	До 245	187
на II передаче	До 400	210
на III передаче	До 530	321
Ширина канала по дну, *м*	0,4—0,9	0,8—0,9
Максимальная глубина копания, *м*:		
при заложении откосов 1 : 1,5	0,8	0,8
при заложении откосов 1 : 1,25	1,0	1,1
при заложении откосов 1 : 1	1,1	1,2
Рабочие скорости, *м/ч*:		
I	102	91
II	165	148
III	238	202

Остальные показатели работы экскаватора полностью совпадают с паспортными. Двухроторный экскаватор ЭТР-122 — это высокопроизводительная землеройная машина непрерывного действия, обеспечивающая высокое качество вырезаемых ею каналов, более экономичная по сравнению с применяемыми для этих работ машинами.

По сравнению с используемыми на вырезке каналов экскаваторами Э-302 применение двухроторного экскаватора ЭТР-122 снижает стоимость вырезки 1 $м^3$ грунта примерно в 4 раза и заменяет 5—6 экскаваторов Э-302.

Экскаватор с прибором ПУЛ-3 может работать ночью.

При работе с ПУЛ-3 экскаватор обеспечивает высокую точность продольного уклона канала и облегчает работу машиниста.

При работе ЭТР-122 с копирной лыжей необходимо тщательно выравнивать верх подушки под нивелир как в продольном, так и в поперечном направлениях; поэтому, как правило, экскаватор ЭТР-122 должен работать в комплекте с ПУЛ-3.

Экскаватор ЭТР-122 отрывает каналы на поворотах, имеющих радиус закругления более 25 *м*.

ПРИМЕНЕНИЕ ГРЕЙДЕР-ЭЛЕВАТОРОВ

Грейдер-элеваторы наряду с роторными экскаваторами должны найти широкое применение в строительстве каналов, так как они обеспечивают рост производительности труда и снижение стоимости земляных работ по сравнению с машинами цикличного действия.

За последние годы по проектам ВНИИЗЕММАШа и Киевского ОКБ «Стройдормаш» создан ряд новых грейдер-элеваторов (Д-437А, Д-505А, Д-633, Д-616 и струг-метатель Д-524).

По области применения все существующие конструкции отечественных и зарубежных грейдер-элеваторов делятся на три группы:

1) с короткими транспортерами, применяющиеся в основном на земляных работах с погрузкой грунта в транспортные средства;

2) общего назначения, обеспечивающие дальность транспортирования грунта до 9—11 *м* и применяющиеся главным образом в дорожном и ирригационном строительстве;

3) специальные с транспортерами увеличенной длины или метателями, обеспечивающими дальность бокового перемещения грунта в отвал до 20 *м* и более и применяющиеся при сооружении насыпей высотой до 4 *м* и выемок глубиной до 5 *м*.

Все новые советские грейдер-элеваторы — это полуприцепные машины к одноосным тягачам (Д-505А, Д-633) или к гусеничным тракторам (Д-437А, Д-616, Д-524). В США также применяются грейдер-элеваторы типа Сьерра Лодер, модель С30А, полуприцепные к гусеничным тракторам мощностью 320 *л. с.* Но особенное распространение в последние годы за рубежом (США, ФРГ, Англия) получили грейдер-элеваторы, смонтированные на базе средних и тяжелых автогрейдеров.

Из рассматриваемых образцов грейдер-элеваторов к первой группе относятся машины типа Ульрих (США) с транспортером длиной 6 *м*, ко второй — машины типа Д-437А, Д-505А, Д-616, С30А и Рейслер (США), к третьей — грейдер-элеватор Д-633 и струг-метатель Д-524.

При работе грейдер-элеватора с транспортными средствами дальность перемещения грунта транспортером не имеет решающего значения. Параметры транспортера должны обеспечивать лишь необходимую высоту выгрузки, а его расположение — удобный и быстрый подход транспорта под погрузку. В этом случае для определения наиболее эффективной конструкции грейдер-элеватора рекомендуется сопоставлять такие показатели, как энергоемкость и металлоемкость.

Для определения наиболее эффективной конструкции машины, предназначенной работать с подачей грунта в отвал, рекомендуется пользоваться значениями удельных затрат мощности на разработку грунта с учетом дальности его перемещения. Дальность перемещения определяется длиной отвального транспортера и скоростью движения ленты. Поэтому показатели эффективности грейдер-элеваторов, имеющих двухскоростные транспортеры (Д-505А, Д-616), а также струга Д-524 должны рассматриваться дифференцированно.

При работе с погрузкой грунта в транспорт наиболее эффективны навесные грейдер-элеваторы на базе автогрейдеров, особенно с укороченными транспортерами. Все остальные машины существенно не превосходят грейдер-элеватор Д-437А, а иногда и уступают ему.

При работе в отвал все новые отечественные, а также зарубежные модели грейдер-элеваторов, имеют примерно одинаковые показатели удельной энергоемкости и металлоемкости, поэтому выбор целесообразной конструкции грейдер-элеватора в данном случае должен определяться необходимой дальностью перемещения грунта, а для оценки эффективности работы машин с одинаковой дальностью транспортирования грунта необходим экономический анализ.

По величине стоимости разработки 1 $м^3$ грунта с погрузкой в транспорт, все грейдер-элеваторы, кроме навесных, уступают машине Д-437А. Весьма эффективны при работе в транспорт навесные грейдер-элеваторы на базе автогрейдеров, обеспечивающие снижение стоимости разработки 1 $м^3$ в среднем в 2 раза по сравнению с машиной Д-437А.

По величине приведенной удельной стоимости разработки 1 $м^3$ с учетом дальности его перемещения при работе в отвал наиболее эффективны струг Д-524 и грейдер-элеватор Д-633. Низкую стоимость разработки 1 $м^3$ грунта, отнесенную к перемещению его на 1 *м* в сторону, дают также навесные грейдер-элеваторы. Однако их возможности по сравнению с машинами Д-524 и Д-633 ограничены меньшими размерами насыпей и выемок.

Грейдер-элеваторы Д-505А и Д-616 при работе в отвал уступают машине Д-437А. Недостаточная эффективность их обусловливается высокой стоимостью тягачей, практически не отделимых от грейдер-элеваторного оборудования, а следовательно, эксплуатируемых в году непродолжительное время. Большой эффект использования дорогостоящих одноосных тягачей МОАЗ-542 и БелАЗ-531, а также малосерийных тракторов можно получить лишь при наличии другого сменного полуприцепного оборудования, кроме грейдер-элеваторного. В настоящее время эта задача еще не решена.

На данном этапе при разработке полуприцепных машин целесообразнее ориентироваться на применение грейдер-элеваторов и стругов с дешевыми серийными гусеничными тягачами, которые можно использовать независимо от наличия полуприцепа.

СТРУГ-МЕТАТЕЛЬ Д-524

Струг-метатель Д-524 предназначается для выполнения линейных земляных работ. Его можно использовать для отрывки каналов с транспортировкой грунта метателем в отвал. Разработка грунта ведется путем послойного срезания его стругом, имеющим полукруглую режущую кромку.

Струг с роторным метателем смонтирован на полуприцепе к гусеничному трактору Т-140Г или Т-180Г. Привод метателя осуществляется от автономной силовой установки — дизеля 2Д12Б мощностью 300 *л. с.* при 1350 *об/мин,* который вместе с системами обслуживания, пультом управления и трансмиссией привода метателя также установлен на полуприцепе. Полуприцеп соединен с трактором специальным сцепным устройством, которое состоит из П-образной охватывающей рамы на тракторе и рамы полуприцепа серьгой и шарнирами. Такое соединение позволяет полуприцепу

поворачиваться относительно трактора во всех трех плоскостях, обеспечивая необходимую маневренность машины в транспортном положении и во время работы.

Струг — это составная часть металлоконструкции полуприцепа, он служит опорой и каркасом для ротора и подвижного ленточного кожуха метателя. Шарниры, соединяющие раму полуприцепа со стругом, замыкаются двумя спаренными гидроцилиндрами. С их помощью струг заглубляется и машина переводится в транспортное положение.

Ротор метателя состоит из двух сварных дисков, соединенных между собой лопатками. Один из дисков спицами соединен со ступицей. На наружной поверхности дисков, служащей опорой для транспортерной ленты кожуха, приварены реборды, между которыми расположена лента с зазором 10—20 *мм*. Кожух метателя — комбинированный и охватывает ротор по дуге 260—270°. В нижней части он представляет собой металлический лист цилиндрической формы, огибающий лопатки ротора с небольшим зазором.

По бокам ротора кожух выполнен в виде двух транспортерных лент, каждая из которых установлена с помощью двух концевых барабанов и отклоняющего ролика. Наличие двух лент позволяет осуществлять транспортировку грунта в обе стороны от машины, путем изменения направления вращения ротора метателя с помощью реверса в коробке передач. Верхние концевые барабаны в средней части выполнены из резиновых дисков для предотвращения жестких ударов камней по ленте.

Трансмиссия привода ротора метателя от двигателя включает эластичную муфту, коробку скоростей с тремя передачами и реверсом, одноступенчатый редуктор и зубчатую муфту. Последняя имеет срезные пальцы, предохраняющие трансмиссию от недопустимой перегрузки при попадании в метатель крупных камней.

Режущая кромка струга имеет криволинейную форму в средней части и прямолинейные участки по краям. Прямолинейные участки создают площадки под гусеницы трактора при многократных проходах машины по одному следу, позволяя отрывать узкие выемки, и защищают нижние концевые барабаны.

Техническая характеристика струга-метателя Д-524

Техническая производительность, *м³/ч*	до 1000
Толщина снимаемой стружки, *мм*	до 375
Ширина захвата полная, *мм*	3500
Ширина криволинейной части, *мм*	1900
Скорость выброса грунта, *м/сек*	от 10 до 16,2
Дальность отброса грунта, *м*	до 25

Скорость движения машины, *км/ч*	
рабочая	2,86 и 4,2
транспортная	до 10,9
Дорожный просвет, *мм*	380
Минимальный радиус поворота, *м*	14
Габаритные размеры, *мм*	
длина	13 100
ширина	3700
высота	3173
Вес с трактором Т-180Г, *т*	31,7

Машина работает следующим образом: при движении трактора вперед водитель заглубляет струг в грунт с помощью гидроцилиндров, управление которыми находится в кабине трактора. Под действием призмы волочения и срезаемой стружки грунт движется по отвалу и попадает на лопатки ротора метателя, которые сообщают ему окружную скорость. Под действием центробежной силы грунт прижимается к кожуху, поднимается лопатками вверх и выбрасывается из метателя под углом 45—50°. Управляет машиной и обслуживает ее тракторист.

Грунт в выемке канала можно разработать стругом-метателем за несколько проходов.

По данным испытаний поперечное сечение слоя срезанного грунта за один проход машины составляет 0,32—0,39 $м^2$ при глубине копания 0,27—0,32 *м*. Этим показателем определяется количество проходов машины для получения необходимого поперечного сечения канала.

Каждый последующий проход желательно прокладывать на расстоянии, кратном ширине колеи машины. Это позволит удобно без перекоса машины вести разработку промежутков. Гусеница трактора и колеса полуприцепа в этом случае будут идти на одном уровне по двум соседним выемкам от предыдущих проходов струга.

Как показали испытания с повышением скорости и дальности метания грунта производительность машины снижается. Так, при скорости метателя 10 *м/сек* производительность за час чистого рабочего времени составляет 1000 $м^3/ч$ и дальность метания грунта 9 *м*, при скорости 12,9 *м/сек* — производительность 900 $м^3/ч$, дальность 16 *м*, при скорости 16,2 *м/сек* — производительность 800 $м^3/ч$, дальность 25 *м*.

ФРЕЗЕРНЫЙ КАНАВОКОПАТЕЛЬ КФН-1200

Фрезерный канавокопатель КФН-1200 (рис. 8) навесной на болотный трактор Т-100МБГС предназначен для устройства осушительных каналов за один проход глубиной до 1,2 *м* с заложе-

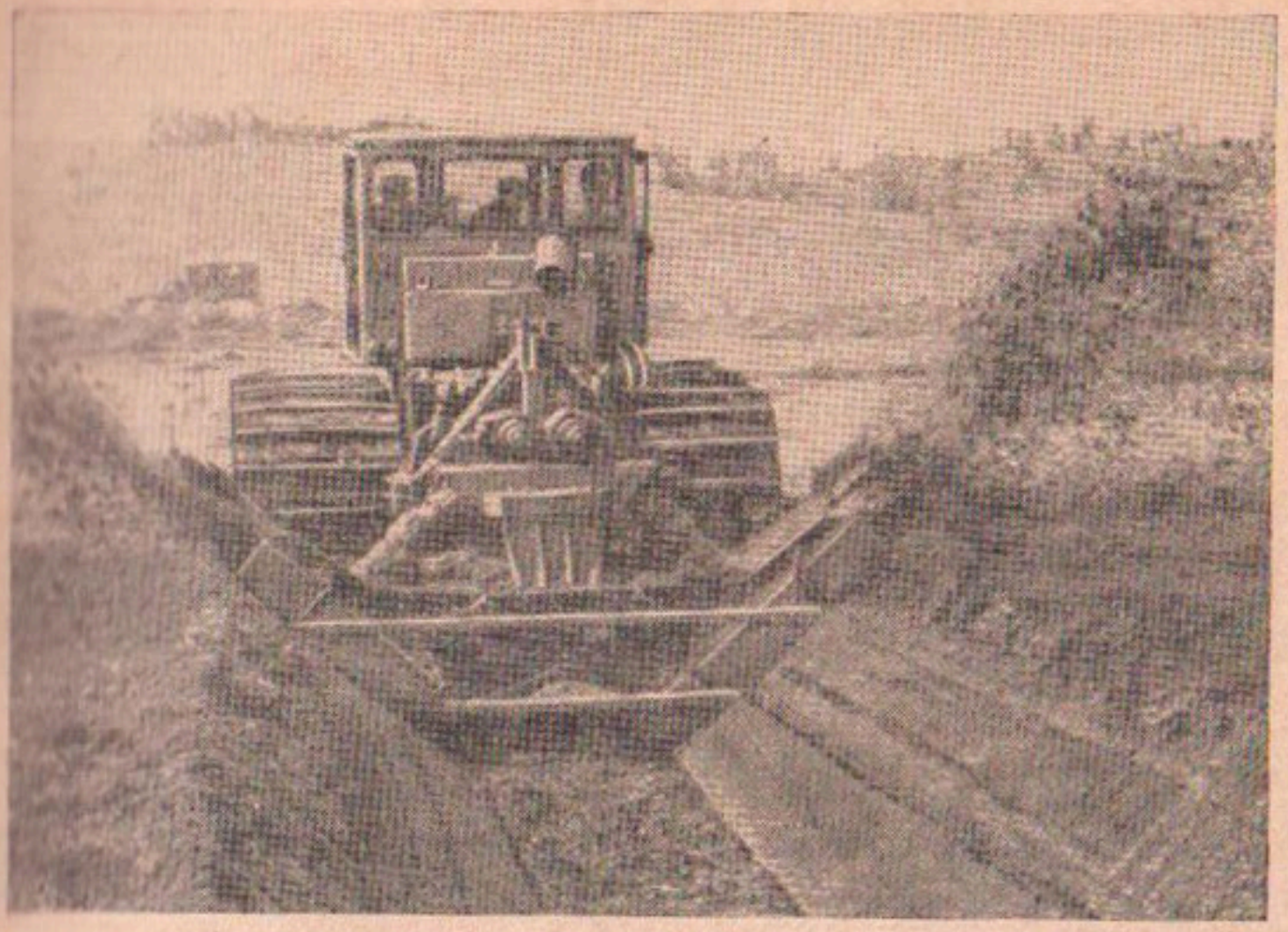


Рис. 8. Фрезерный канавокопатель КФН-1200 в работе.

нием откосов 1 : 1 в торфяниках и минеральных грунтах I группы при наличии камней размером не более 80 *мм*.

Рабочий орган канавокопателя состоит из двух дисковых фрез (правой и левой), симметрично расположенных под углом 45° к горизонту, и двухотвального защитного корпуса. Дисковые фрезы по окружности снабжены ножами, а с внутренней стороны — ребрами-лопатками. Они делают узкие прорези вдоль откосов канала, выполняя резание снизу вверх, и выбрасывают обрушающийся на них грунт по сторонам от канала. Двухотвальный корпус, поставленный за фрезами, защищает канал от грунта, выбрасываемого фрезами. Фрезы получают вращение от вала отбора мощности трактора через ходоуменьшитель, карданную передачу, раздаточную коробку, соединительные муфты, конические и планетарные редукторы (рис. 9).

Все основные узлы привода дисковых фрез, а также двухотвальный корпус крепятся к раме — основному несущему узлу. Рама в передней части имеет три пары проушин, которыми шарнирно присоединяется к механизму навески трактора. Верхняя центральная тяга механизма навески заменена гидроцилиндром,

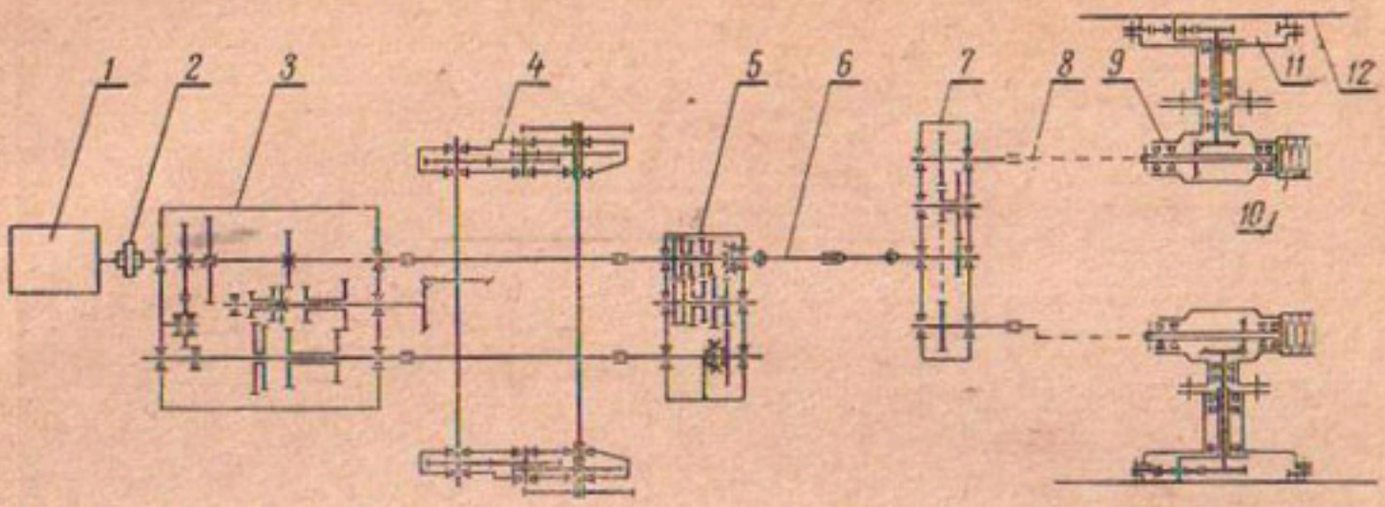


Рис. 9. Кинематическая схема канавокопателя КФН-1200:

1 — двигатель трактора Т-100МБГС; *2* — муфта сцепления трактора; *3* — коробка перемены передач трактора; *4* — бортовой редуктор; *5* — ходоуменьшитель; *6* — карданная передача; *7* — раздаточный редуктор; *8* — соединительная муфта; *9* — конический редуктор; *10* — предохранительная муфта; *11* — планетарный редуктор; *12* — дисковая фреза.

который служит для увеличения транспортного просвета канавокопателя путем его разворота.

Двухотвальный корпус (отвал) имеет выдвинутый вперед между фрезами клин, который делит грунт выемки на две части и подает его на фрезы. Отвал крепится к раме болтами. Он, кроме защиты канала, частично подрезает грунт на дне ниже фрез.

На раме к передней вертикальной стенке крепится болтами раздаточная коробка. Она служит для привода конических (правого и левого) редукторов, с которыми соединяется муфтами карданного типа. Конические редукторы (рис. 10), установленные также на раме, имеют многодисковые муфты, предохраняющие трансмиссию от поломок при встрече фрез с препятствиями.

Верхний вал *5* редуктора получает вращение от раздаточной коробки и передает вращение через коническую пару на вал *14* ведомой шестерни *13*, а затем через шлицевую втулку *15* — на полуось планетарного редуктора фрезы. При встрече фрез с препятствием ведомые *8* и ведущие *10* диски муфты относительно друг друга пробуксовывают, и вращение вала *5* не передается на полый вал *4*, а следовательно, и на шестерню *6*. Степень сжатия дисков тарельчатой пружиной *11* регулируется круглой гайкой *12*.

Планетарный редуктор служит для передачи крутящего момента на фрезу. Он унифицирован с редуктором автомашины МАЗ-500.

Фрезы представляют собой сварные диски коробчатого сечения диаметром 2500 *мм* (по режущим кромкам ножей). На фрезе радиально крепятся восемь режущих ножей и восемь лопаток для

выброса грунта. Фреза ступицей крепится болтами к фланцу наружной трубы планетарного редуктора.

Для получения более низких скоростей движения, необходимых при работе канавокопателя, на тракторе устанавливается ходоуменьшитель, который крепится к привалочной плоскости заднего моста и соединяется с первичным валом и промежуточным валом коробки перемены передач трактора при помощи торсионных валов с муфтами. Верхний вал ходоуменьшителя получает вращение от первичного вала коробки передач трактора и через систему цилиндрических шестерен передает вращение на нижний вал ходоуменьшителя и на промежуточный вал коробки передач. Ходоуменьшитель имеет два диапазона скоростей передвижения.

Верхний вал ходоуменьшителя выполнен разрезным для возможности отключения вала отбора мощности. Передняя часть

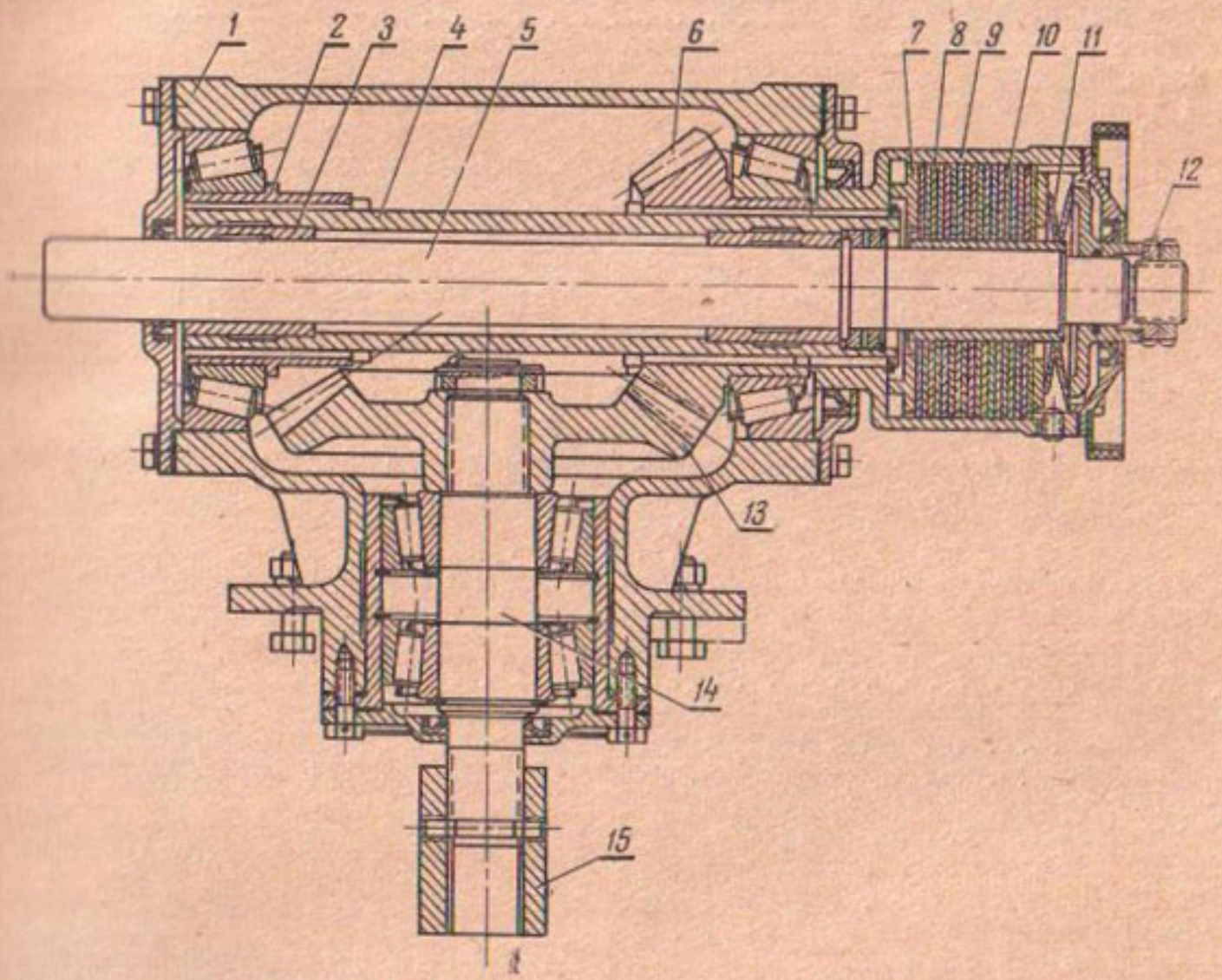


Рис. 10. Конический редуктор:

1 — корпус редуктора; *2* — втулка; *3* — подшипник скольжения; *4* — полый вал; *5* — верхний вал; *6* — ведущая шестерня; *7* — фланец предохранительной муфты; *8* — ведомые диски муфты; *9* — корпус муфты; *10* — ведущие диски муфты; *11* — тарельчатая пружина; *12* — гайка; *13* — ведомая шестерня; *14* — вал; *15* — шлицевая втулка.

верхнего вала имеет шлицевый конец для карданного вала, который передает мощность на привод рабочих органов канавокопателя. Ходоуменьшитель и вал отбора мощности включаются с помощью зубчатых муфт. Рычаги управления муфтами выведены в кабину трактора.

Управление канавокопателем осуществляется из кабины трактора. К передней части трактора на специальной раме крепится противовес. При переезде на значительные расстояния канавокопатель фиксируется специальными устройствами.

Техническая характеристика канавокопателя КФН-1200

Тип канавокопателя	двухфрезерный, навесной
Диаметр фрез по ножам, *мм*	2500
Число оборотов фрез, *об/мин*	71
Рабочие скорости движения с ходоуменьшителем, *км/ч*:	
I диапазон:	
I передача	0,1
II передача	0,16
III передача	0,19
IV передача	0,27
II диапазон:	
I передача	0,33
II передача	0,053
III передача	0,63
IV передача	0,91
Размеры получаемых каналов, *мм*:	
глубина	1200, максимальная 1350 в торфянике
ширина по дну	250—270
заложение откосов	1 : 1
Средняя производительность за час чистой работы, $м^3$	242,0
Дальность отброса грунта от бровки канала, *м*	10
Транспортный дорожный просвет по рабочему органу, *мм*	850
Габаритные размеры в транспортном положении, *мм*:	
длина	9 278
ширина	4 230
высота	3 385
Вес канавокопателя (общий), *кг*	21 080
Вес рабочего органа, *кг*	3 070
Вес противовеса, *кг*	2 040
Обслуживающий персонал, чел.	2
Завод-изготовитель	Мозырский завод мелиоративных машин

По требованию заказчика канавокопатель может поставляться с уширенными гусеницами (рис. 11) и без них.

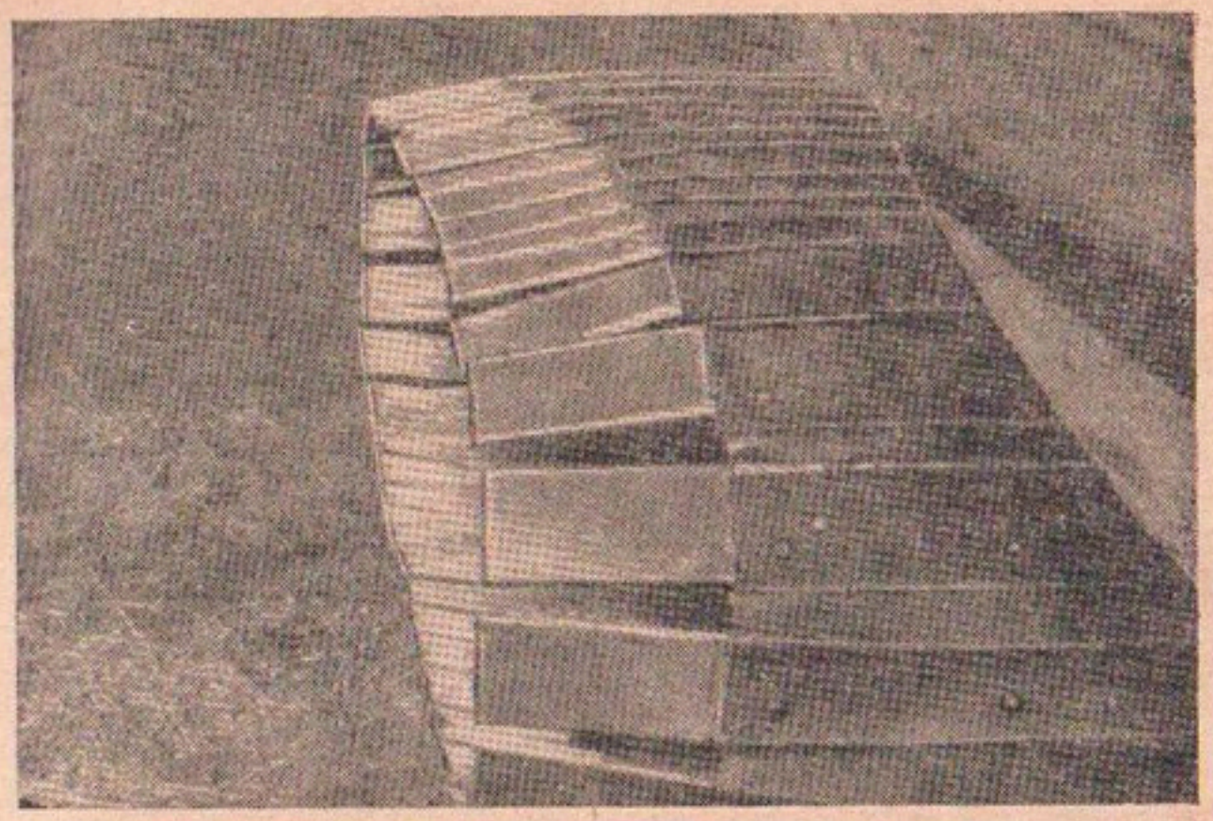


Рис. 11. Гусеница трактора Т-100МБС с уширителями.

С 1964 г., когда начался выпуск, накоплен большой опыт применения канавокопателей. С учетом выявленных недостатков завод все время совершенствует конструкцию машины.

Канавокопатели с первого года выпуска нашли применение на строительстве и переустройстве осушительных систем и дали высокие технико-экономические показатели. Например, в Еремичевском СМУ Брестской области еще в 1964 г. одним канавокопателем КФН-1200 было проложено 47 *км* осушителей с объемом земляных работ 98 500 $м^3$ при себестоимости по 3,5 коп. за 1 $м^3$.

Большой интерес представляет опыт применения канавокопателя КФН-1200 в зимних условиях. Зимой 1965 г. в Лунинецком СМУ Брестской области при первичном осушении болотного массива «Волчанка» за 56,55 часа чистого рабочего времени и 93,61 часа сменного было проложено канавокопателем КФН-1200 5650 *пог. м* осушителей в торфянике с объемом земляных работ 9495 $м^3$. Канавокопатель в зимних условиях дал производительность 99,91 *пог. м,* или 167 $м^3$ за час чистой работы, а за семичасовую смену — 710 $м^3$. Канавокопатель успешно работал при толщине промерзания торфяника до 15—20 *см* и снежном покрове до 50 *см*. Небольшое промерзание целинного неосушенного болота способствовало хорошей проходимости трактора Т-100МБГС с канавокопателем. Летом на этом неосушенном болотном массиве

работа канавокопателя была бы невозможной из-за его недостаточной проходимости. При промерзании торфяника на 30 *см* работа канавокопателя стала затруднительной и была прекращена.

По данным Западной (Белорусской) машиноиспытательной станции, канавокопатель КФН-1200 при работе в осенний период на недостаточно осушенных массивах при переустройстве и сгущении осушительной сети может развивать производительность на торфяниках с дерновым покровом и наличием кустарника до 122 *пог. м*, или 208 $м^3$, а на вспаханных участках до 146 *пог. м*, или 280 $м^3$ в час чистой работы. Наличие кустарника и погребенной древесины снижает производительность канавокопателя. Прямые издержки на прокладке осушителей канавокопателем КФН-1200 составляют, по данным МИС, 56,17 руб. за 1 *пог. км*, или 3 коп. за 1 $м^3$.

ЗЕМЛЕРОЙНАЯ МАШИНА Д-583

Самоходная землеройная машина Д-583 (рис. 12) предназначена для прокладывания осушительных каналов шириной по дну 0,4 *м* и глубиной до 2 *м* с заложением откосов 1 : 1, 1 : 1,5 в торфяных грунтах с включениями погребенной древесины и пней, а также в минеральных грунтах без крупных каменистых включений.

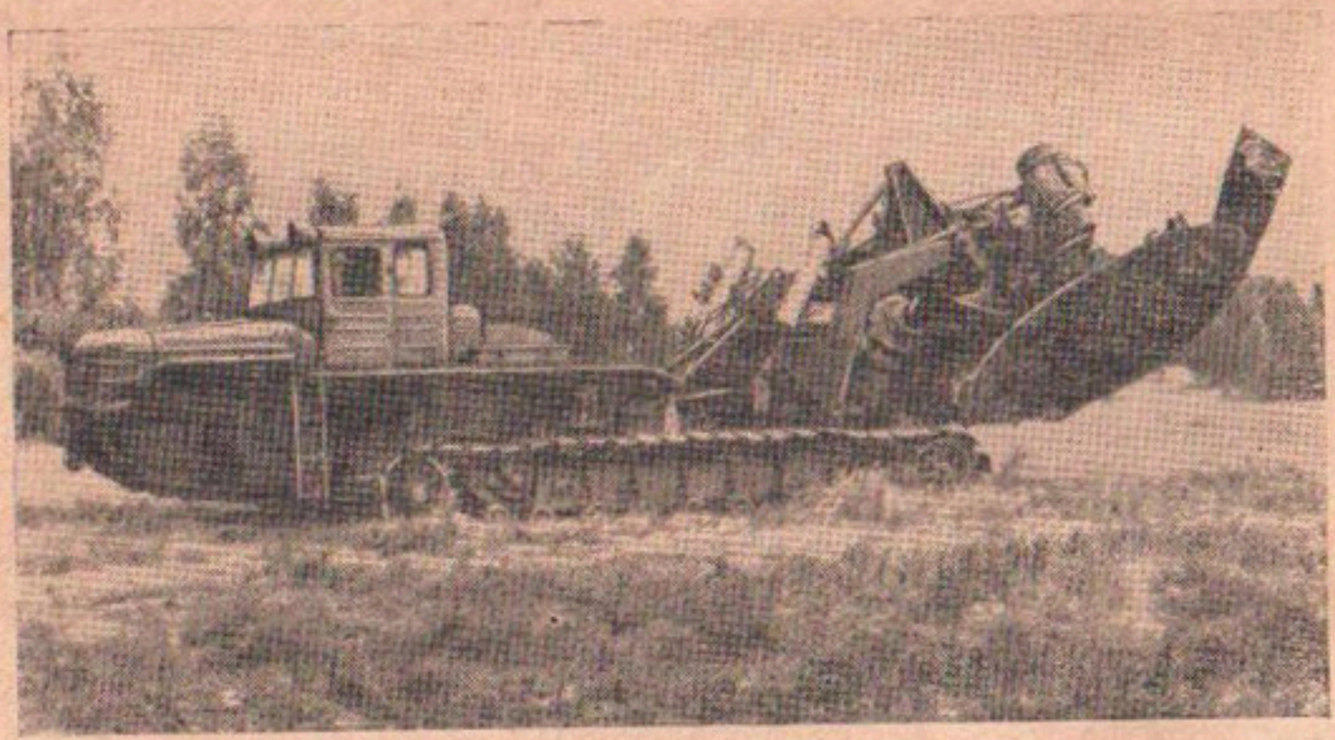


Рис. 12. Самоходная землеройная машина Д-583.

Машина Д-583 состоит из специального гусеничного тягача и двухфрезерного рабочего органа, смонтированного на раме и навешенного на тягач при помощи навесной системы.

Рама гусеничного тягача состоит из продольных балок коробчатого сечения и поперечных балок жесткости, разделяющих раму на ряд отсеков.

Рама предназначена для установки на ней всех агрегатов машины (электрооборудование, дизель, кабина, гидросистема, механизм навески рабочего органа и др.). Впереди по бокам выполнены ниши для установки электродвигателей хода. На полуосях рамы устанавливается гусеничный ход машины, унифицированный с гусеницами торфяного многоковшового экскаватора ТЭМП-2М.

Рама тележек правой и левой гусениц включает в себя собственно раму, а также бортовые редукторы с ходоуменьшителями.

Каждый редуктор состоит из пяти пар прямозубых цилиндрических шестерен с общим передаточным отношением $i = 196{,}75$ (рис. 13).

При передаче вращения через редуктор к ведущим звездочкам, минуя ходоуменьшитель, машина движется на транспортных скоростях, при включении ходоуменьшителей — на рабочих скоростях.

Управление редукторами и ходоуменьшителями сблокировано и осуществляется из кабины водителя.

В передней части рамы монтируется двигатель (дизель В-30Б), раздаточный редуктор с приводом насосов гидросистемы, в средней части генератор МС-128-4 с возбудителем.

На ось, расположенную в задней части рамы, устанавливается поворотная рама навесной системы рабочего органа и гидравлические упоры, ограничивающие поворот навесной системы в плане на угол 10° вправо и влево. К задней части рамы крепится также устройство для равномерного обрушения грунта, подрезанного фрезами.

Управление устройством гидравлическое.

Двигатель (дизель), система обогрева, водяная система, воздухоочистители, масляный радиатор, масляная система, эжекторы, фрикционно-инерционная муфта и другие системы, обслуживающие дизель, заимствованы от трактора ДЭТ-250.

При эксплуатации машины необходимо пользоваться инструкциями, прилагаемыми к трактору ДЭТ-250 и дизелю.

За двигателем располагается центробежная фрикционная муфта, которая предназначена для автоматического отключения силового генератора во время запуска и при работе на малых оборотах двигателя. Благодаря муфте привод силового генератора отключен при неподвижном коленчатом вале двигателя.

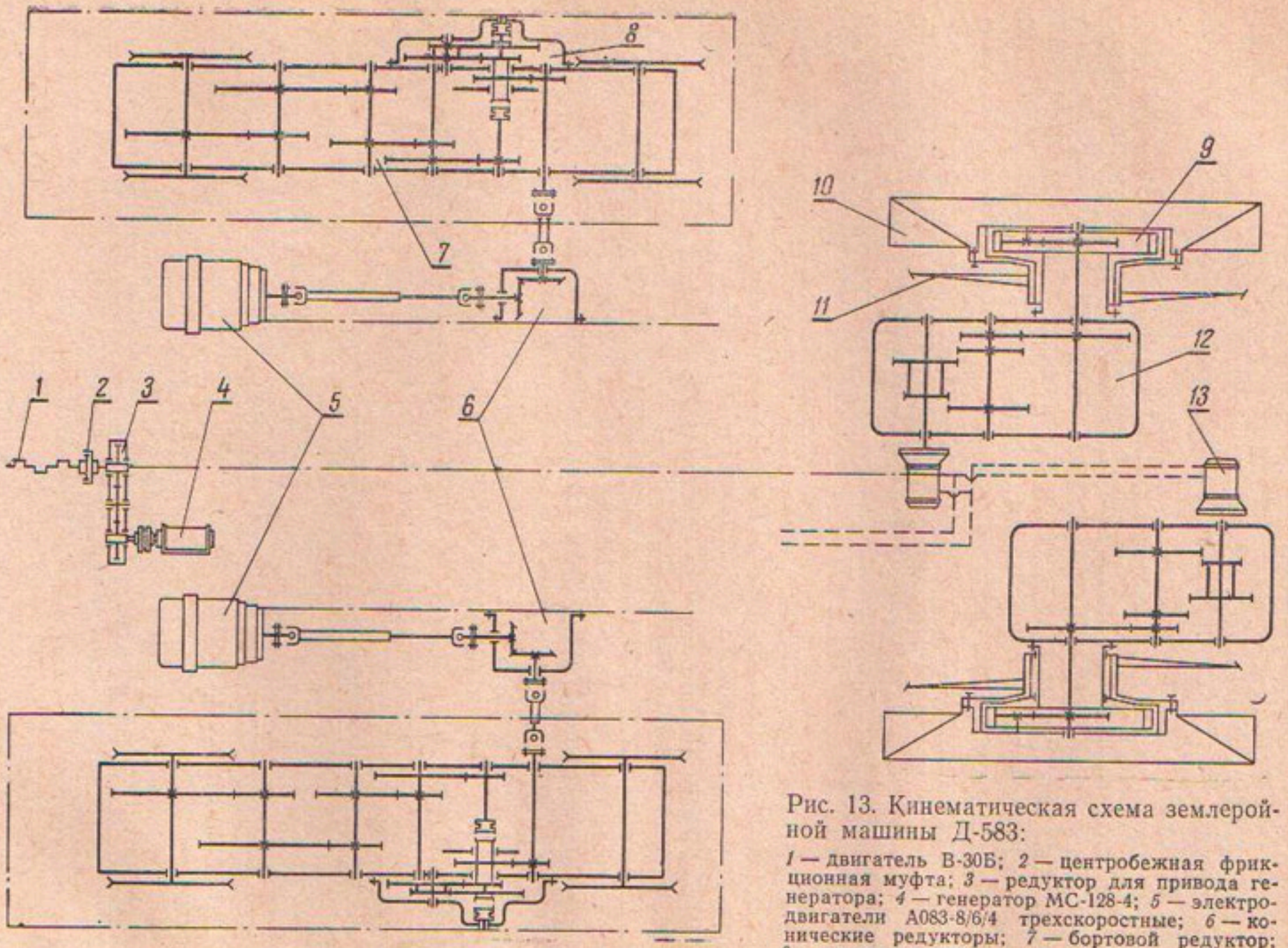


Рис. 13. Кинематическая схема землеройной машины Д-583:

1 — двигатель В-30Б; *2* — центробежная фрикционная муфта; *3* — редуктор для привода генератора; *4* — генератор МС-128-4; *5* — электродвигатели А083-8/6/4 трехскоростные; *6* — конические редукторы; *7* — бортовой редуктор; *8* — ходоуменьшитель; *9* — планетарный редуктор; *10* — фреза; *11* — рыхлитель; *12* — редуктор привода фрезы; *13* — электродвигатель А02-92-6.

Муфта автоматически включает привод генератора (а следовательно, и сам генератор) при 300—400 *об/мин* коленчатого вала двигателя.

Центробежная муфта соединена коротким валом с цепной муфтой, которая передает вращение через редуктор привода на генератор.

Генератор присоединяется к редуктору привода при помощи эластичной муфты.

Синхронный генератор типа МС-128-4 (мощность 250 *ква*, частота 50 *гц*) с возбудителем МВС 18/10 мощностью 5,4 *квт* установлен под кабиной на площадке между правым и левым лонжеронами. Он служит для питания силового электрооборудования и схем управления.

Электрическая часть машины состоит из двух сетей с напряжениями: высоковольтного переменного тока 380—220 *в*, низковольтного постоянного тока 24 *в*.

Кнопки и рычаги управления расположены в кабине.

Рабочий орган монтируется на общей раме и состоит из двух наклонных фрез, привода фрезы и отвала.

В передней части на раме имеются две пары проушин для присоединения балок механизма навески, а вверху рамы — пара проушин для крепления средней тяги навески (гидроцилиндра).

В нижней части рамы есть кронштейны для крепления отвала.

На боковых гранях треугольной части рамы приварены кронштейны для установки фрез с различным наклоном. Внутри рамы располагаются гидроцилиндры для перевода фрез на разное заложение откосов.

Каждая фреза приводится в действие от электромотора АО2-92-6 мощностью 72 *квт* через редуктор.

На боковой поверхности корпуса каждого редуктора обработаны площадки для крепления кронштейнов с пальцами. Верхние пальцы входят в пазы на кронштейнах рамы, нижние связаны с рычагом. При установке фрез на требуемое заложение откосов пальцы надежно фиксируются в кронштейнах рамы.

Диски фрез сварной конструкции в сечении имеют форму двойного конуса, между стенками которого вварены ребра жесткости, а в центре диска — ступица, вмещающая планетарный редуктор. Диски имеют диаметр 3820 *мм*.

К внутренней стороне дисков в радиальном направлении крепятся 10 лопаток-ребер с ножами на концах. Кроме этого, к диску с наружной стороны (со стороны откосов канала) крепятся болтами 20 отрезных ножей, по 2 ножа в пространстве между лопатками.

Каждая фреза присоединяется ступицей при помощи болтов к кожуху, который установлен на шарикоподшипниках на шпинделе и вращается вокруг него вместе с фрезой. Шпиндель закреплен фланцем на корпусе редуктора-привода.

Через шпиндель, выполненный отливкой в виде трубы с фланцем, проходит вал, передающий вращение от ведомого вала редуктора к солнечной шестерне планетарного редуктора. Ступица закрыта крышкой от попадания грунта к планетарному редуктору, заимствованному из заднего моста автомобиля МАЗ-525. Планетарный редуктор состоит из передающего вала, солнечной шестерни, водила с тремя сателлитами и коронной шестерни. Водило соединено со ступицей фрезы и приводит ее во вращение.

К кожуху болтами присоединены два кронштейна с ножами-рыхлителями.

Отвал сварной конструкции служит для предохранения канала от выбрасываемого грунта.

В задней части отвала имеются лемеха, огибающие с небольшим зазором фрезы. Они служат для направления потока выбрасываемого грунта, их можно переставлять, как и фрезы, при помощи винтовых растяжек на различные заложения откосов в пределах 1 : 1—1 : 1,5.

Механизм навески рабочих органов включает поворотную раму, две балки навески, гидроцилиндр поворота, гидроцилиндры подъема и установку гидроупоров и растяжек.

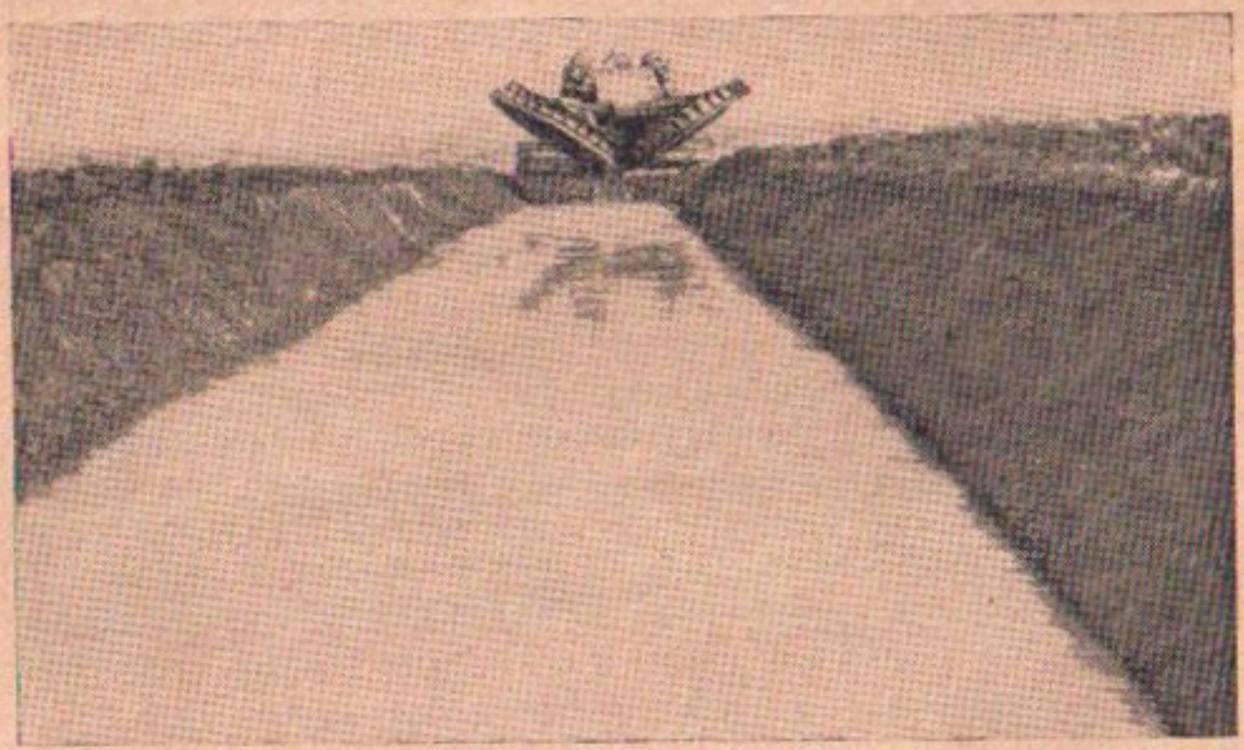


Рис. 14. Машина Д-583 и общий вид канала.

Механизм навески служит для присоединения рабочего органа к раме тягача при управлении им во время работы и транспортного движения.

Землеройная машина Д-583 (рис. 14) во время работы в Ельском СМУ Калинковичского треста Главполесьеводстрой с 1 июля по 16 декабря 1966 г. на объектах «Чертень», «Галло» и «Махновичи» получила положительную оценку. Полученные технико-экономические показатели машины приведены в таблице 13.

Таблица 13

Наименование показателей и единицы измерения	Обозначение	Показатели
Общее время работы, *ч*	$T_{об}$	564,5
Чистое время работы, *ч*	$T_ч$	305,25
Время простоев по техническим неисправностям на ремонте, *ч*	$T_р$	93,917
Время простоев по техническому уходу, *ч*	$T_у$	65,34
Коэффициент технического ухода	$K_у = \frac{T_ч}{T_ч + T_у}$	0,83
Объем выполненных работ, $м^3$	V	94 448
пог. м		17 875
Производительность за 1 час общего времени работы, $м^3/ч$,	$П_{об} = \frac{V}{T_{об}}$	167,0
$\frac{пог.\ м}{ч}$		31,7
Производительность за 1 час чистой работы, $м^3/ч$	$П_ч = \frac{V}{T_ч}$	310,0
$\frac{пог.\ м}{ч}$		58,7
Эксплуатационная производительность, $м^3/ч$	$П_э = K_у \cdot П_ч$	256,5
Общий расход топлива, *л*	$Э_т$	13 685
Мощность установочных двигателей, *л. с.*	P	300
Общий вес машины, *кг*	$Q_{об}$	40 000
Коэффициент эксплуатационной надежности	$K_э = \frac{T_ч}{T_ч + T_р}$	0,765
Удельная металлоемкость, отнесенная к основному параметру, $\frac{кг \cdot ч}{м^3}$	$C = \frac{Q_{об}}{П_ч}$	129

ГЛАВА IV

ТЕХНОЛОГИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО РЕМОНТУ И СОДЕРЖАНИЮ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ

ПОВРЕЖДЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ

Геометрические профили мелиоративных каналов со временем могут значительно изменяться. Нарушаются размеры каналов, появляются дефекты в виде оползней, обвалов, сдвигов и т. п.

Различают природные и искусственные причины, под влиянием которых каналы подвергаются деформациям и разрушениям. Выветривание и промерзание, осадка минерального (просадочного) грунта и торфа, заиление — природные причины, Искусственные причины связаны с ошибками и дефектами, допущенными при проектировании и строительстве каналов и главным образом с плохой организацией эксплуатационной службы. Так, применительно к осушительным каналам деформации объединяют в следующие группы *:

I — деформации, связанные с физическими процессами, происходящими в грунтах после отвода избытка влаги (оползни, обвалы, выпучивания, сдвиги, осадка торфа);

II — разрушения поверхности откосов и дна каналов, вызываемые воздействием природных факторов (выветривание и промерзание откосов, размывы, заиление, зарастание растительностью и др.);

III — разрушения, обусловливаемые дефектами проекта и строительства.

Наиболее важны и часто встречаются следующие деформации:

1) осадка грунта, уменьшающая глубину канала и искажающая поперечный и продольный профили каналов;

2) разрушение откосов вследствие смыва грунта потоком и выпадающими атмосферными осадками, а также подмыв нижней части при размыве дна;

---

* Зубец В. М. Содержание и ремонт осушительных систем. «Урожай», 1963.

3) размыв дна канала, ведущий к насыщению потока взвешенными и увлекаемыми водой частицами грунта, отлагающимися ниже по течению;

4) сплошное или на отдельных участках заиление дна без заметного разрушения откосов;

5) выпучивание дна;

6) оползание откосов в результате выветривания и оттаивания грунта;

7) зарастание дна и откосов травяной и древесной растительностью;

8) разрушение устьевых частей.

Интенсивность деформаций и разрушений каналов изменяется в довольно широких пределах. Известны случаи, когда каналы сплошь заилялись и фактически выходили из строя уже через несколько месяцев после отрытия (например, при осушении болотных массивов в Брестской области БССР и Колхиде). Однако такой быстрый выход каналов из строя — исключение. В практике разрушение и деформация каналов нарастают постепенно, в течение нескольких сезонов.

Первый период после прорытия русла наиболее опасен. Отсутствие дернового покрова на откосах и перегрузка кавальерами может привести к оползням и обвалам на отдельных участках канала.

Большое значение имеет технология выполнения строительных работ. Русла каналов, проложенные одноковшовыми экскаваторами, например, менее стойки к разрушению, чем каналы, выполненные двухфрезерными или двухроторными канавокопателями.

В каналах, проложенных по торфяному болоту, основным видом деформаций следует считать осадку торфа, которая наступает вследствие осушения и вызывает прежде всего уменьшение глубины канала. Если осадка торфа не была учтена проектом, то через несколько лет после осушения возникает необходимость в углублении каналов системы.

О величине осадки дна можно судить по данным Института гидротехники и мелиорации Белорусской ССР (табл. 14).

Как видно из таблицы, уменьшение глубины каналов вследствие осадки торфа может быть весьма значительным — 30—38% за $2^1/_2$ года. Эти цифры наблюдаются в менее плотных (зыбучих) торфяниках. В более плотных грунтах осадка не превышает 14—16%.

Не менее важной причиной нарушения работы осушительной сети является заиление русла и отложение на дне каналов наносов.

Таблица 1

Болотный массив	Каналы и участки	Глубина торфа до осушения, *м*	Длительность осушения, лет	Глубина канала, *м*	
				выполненная	по данным замера
„Дикий Никор"	Т				
	30—40	1,90	2,5	2,95	2,21
	40—50	2,30	2,5	2,99	1,86
	50—80	2,60	2,5	2,94	1,84
	80—105	2,50	2,5	2,78	2,07
„Ухлястье"	У-5				
	30—46	2,60	1,5	2,09	1,78
	В-1				
	9—18	2,80	2,0	1,84	1,40
	1—6	2,80	2,0	1,91	1,58
„Загалье"	К-36	3,80	8,0	1,40	0,93
	К-42	4,00	8,0	1,38	0,80
	К-14	3,30	8,0	1,20	0,70
	К-41	1,90	8,0	1,20	0,75
„Марьино"	1/29	1,6	15,0	1,17	0,80
	1/31	1,5	15,0	1,25	0,90
	1/33	1,7	15,0	1,29	0,94
	1/35	1,2	15,0	1,23	0,90

В таблицах 15 и 16 приведены данные по заилению некоторых водоприемников и магистральных осушительных каналов Белоруссии *.

Объемы заиления водоприемников и магистральных каналов представлены в таблице 16.

Данные Коссовской опытной болотной станции, приведенные в таблице 17, показывают размеры заиления собирателей.

Очистка от наносов открытой регулирующей сети — одна из главных служб эксплуатации осушительных систем. По фактическим данным протяженность каналов регулирующей сети составляет 48—95% от длины всех осушительных каналов в системе.

Отложение наносов по длине осушителей происходит крайне неравномерно. По данным Яхромстроя, регулирующая осушительная сеть в прирусловой части заносится илом до 0,63 $м^3$ на 1 *пог. м* канала, что составляет 15—20 $м^3$ выемки на 1 *га* осушенной площади.

* Наблюдения проведены в Научно-исследовательском институте мелиорации и водного хозяйства БССР.

Таблица 15

Болотный массив	Длительность работы без капитального ремонта, лет	Месторасположение участка	Грунт	Заиление		
				протяженность, км	средняя глубина, м	максимальная глубина, м
р. Оресса	15	От устья до 50 км	Торф и песок	19,5	0,35	1,0
		Фастовическое спрямление	То же	6,7	0,25	0,7
		240—248	„ „	0,5	0,24	0,3
		279—282	„ „	1,25	0,22	0,5
р. Игуменка	9	0—150	„ „	2,7	0,3	0,5
Магистральные каналы в бассейне р. Ухлясти:						
У-5	1,5	0—60	Торф	2,7	0,8	1,5
В-1	2,0	0—31	„	3,1	0,19	0,24
У-9	1,5	0—43	„	4,3	0,24	0,31
У-13	2,0	0—48	„	4,4	0,19	0,29
У-7	2,0	0—43	„	2,9	0,14	0,21
У-14	3,5	0—53	„	4,2	0,9	0,10
„Дикий Никор". магистральный канал Т	10,0	0—30	„	9,1	0,29	0,69

Таблица 16

Болотный массив	Отрегулированные реки и каналы	Протяженность канала, км	Средняя глубина, м	Грунт	Длительность работы без капитального ремонта, лет	Коэффициент заложения откосов	Объем заиления, м³ на 100 пог. м канала за год
р. Оресса	Оресса	78,0	3,4	Торф	15,0	2,00	13,3
	М-3	1,0	2,53	„	2,0	1,75	68,0
	М-3	2,7	2,17	Песок	2,0	1,75	11,0
	М-2	2,4	2,4	Торф	2,5	1,75	46,0
	М-2	3,2	2,08	Песок	2,5	1,75	—
	Колоднянский канал	12,0	1,6	Торф Песок	7,0	1,75	16,4
„Дикий Никор"	Т	10,9	3,0	Торф	2,5	1,75	88,0
р. „Ухлясть"	У-5	5,9	2,0	„	2,0	1,50	10,3
„Днеприк"	Магистральный канал	19,8	1,7	Песок	1,0	1,50	12,3
„Белое болото"	Магистральный канал	16,1	1,5	Торф	6,0	1,50	13,9

Таблица 17

Номер канала	Длина канала, км	Проектные размеры		Средняя глубина, м		Объем заиления, м³ на 100 пог. м канала за год
		ширина по дну, м	коэффициент заложения откосов	в 1960 г.	в 1962 г.	
Торфяные грунты						
3-1	0,56	0,8	1,5	1,50	1,48	10,0
5-1	0,60	0,8	1,5	1,59	1,52	20,0
8	2,70	0,8	1,5	1,70	1,60	12,5
9	0,90	0,8	1,5	1,48	1,35	11,0
11	2,70	0,8	1,5	1,80	1,65	11,5
3	0,70	0,8	1,5	1,59	1,45	22,0
Двухслойные грунты						
1	0,80	0,8	1,5	1,33	1,31	11,5
12	2,70	0,8	1,5	1,46	1,43	5,5
5-3	0,60	0,8	1,5	1,50	1,45	9,5
Минеральные грунты						
7а	0,56	0,8	1,5	1,83	1,67	8,0
7б	0,80	0,8	2,0	1,65	1,21	30,0

В центральной части поймы объем выемки ила в регулирующей сети в 10—15 раз меньше и составляет 1,5 $м^3$ на 1 *га*.

По данным Управления Нерусской системы, за 13 лет площадь живого сечения каналов сократилась на 53,7%, а средняя глубина — на 55%. Такие же примерно цифры получены на других осушительных системах.

Принято считать, что уменьшение живого сечения осушительных каналов составляет в год 4—8% первоначальной площади. Исходя из этих данных в таблице 18 приводятся объемы ежегодных отложений наносов в регулирующей сети в зависимости от габаритных сечений каналов.

Таблица 18

Глубина канала, м	Заложение откосов	Объем наносов, $м^3$ на 100 пог. м канала
1,0	1:1	5—7
1,5	1:1	10—15
1,5	1:1,5	13—17
1,7	1:1,5	18—22

Основные виды повреждений каналов оросительных систем — это размывы, обвалы, оползни, просадки, заиление и зарастание русел.

Размывы, обвалы встречаются в основном на каналах, имеющих большие скорости воды и проходящих в слабых грунтах.

Оползни возникают на каналах, проложенных в неустойчивых, насыщенных водой грунтах.

К оползням приводят неправильные поливы земель и сбросы поверхностных вод. Наблюдается оползание откосов из-за больших кавальеров и отвалов, расположенных непосредственно у бровки каналов. Подобные разрушения неоднократно наблюдались на системах Каракалпакии. Просадки каналов фиксируются на новых оросительных каналах центральной части Ферганы, Голодной степи, Хорезмской области при орошении земель, содержащих большое количество легкорастворимых солей.

Наносы в большинстве случаев состоят из ила, песка и гравия. По данным Гипроводхоза, гравелистые наносы на каналах Средней Азии составляют менее 10% от общего их количества. Эти наносы встречаются главным образом на предгорных оросительных системах, каналы которых оборудованы водозаборами неинженерного типа.

Песчано-илистые наносы характерны для подавляющего большинства каналов Средней Азии. Они составляют более 90% общего объема очистки. Чисто песчаные наносы встречаются в каналах, проходящих в песчаных грунтах (районы Кзыл-Ординской области, некоторые системы Центральной Ферганы и Туркменской ССР).

Объем наносов зависит от многих факторов: вида грунтов, в которых проходит канал, уклонов, мутности воды, наличия на каналах лесонасаждений и т. д. В отдельных районах орошения Туркмении, Каракалпакии, Узбекистана слой наносов достигает 40—50 *см* даже на каналах внутрихозяйственной сети.

Наибольшее количество наносов приходится на оросительные системы, находящиеся в нижнем течении рек. Примером может служить Хорезмская область, где слой наносов достигает высоты 1—1,5 *м*. Каналы здесь приходится очищать 2—3 раза в год. В то же время на системах Закавказья, Киргизии, где местность характеризуется большими уклонами, некоторые каналы вообще не заиляются.

Характеристика некоторых внутрихозяйственных оросительных каналов Средней Азии (по данным САНИИРИ) приведена в таблице 19.

Зарастание русла и откосов канала на различных грунтах проходит с разной интенсивностью. Если на богатых питательными веществами почвах необходимо ежегодное окашивание откосов и дна канала, а в некоторых случаях и 2 раза в год, то на малоразложившемся торфе, моховых болотах и песчаных почвах каналы иногда совсем не зарастают.

Таблица 19

Республика, район	Размеры канала, *м*			Расход воды, *л/сек*	Глубина воды, *м*	Скорость течения воды, *м/сек*	Толщина слоя заиления, *м*
	ширина по дну	ширина по верху	глубина				
Туркменская ССР							
Марыйский	1,0—1,7	3,4—5,5	1,0—2,1	340—700	0,5—1,05	0,18—0,25	0,15—0,25
Байрамалийский	1,1—1,5	3,4—5,0	1,5—2,0	600—1500	0,6—0,9	0,35—0,40	До 0,15
Узбекская ССР							
Баяутский (Голодная степь)	0,3—1,3	0,8—2,5	0,5—1,2	10—250	0,1—0,4	0,15—0,30	—
Хивинский	0,5—1,7	1,3—4,9	0,5—1,4	До 500	0,4—0,85	0,3—0,35	1,0—0,5
Гурленский	0,4—0,5	1,0—1,2	0,4—0,6	До 150	0,3—0,4	0,15—0,30	0,20—0,25
Хазараспский	0,4—0,6	1,3—1,8	0,5—0,8	200—250	0,35—0,5	0,3—0,35	0,25—0,30
Куйбышевский	0,3—0,6	0,7—1,4	0,6—1,1	До 1000	0,4—0,75	0,3—0,35	0,25—0,40
Каракалпакская АССР							
Турткульский	0,5—1,2	1,3—2,4	0,55—1,0	До 600	0,4—0,45	0,3	0,35—0,45

Слабо зарастают каналы с крутыми откосами (0,75 : 1 и круче). Зарастание русла канала даже в начальной стадии изменяет водный режим, уменьшает площадь живого сечения, повышает коэффициент шероховатости. Зарастание дна до степени, показанной на рисунке 15, фактически выводит канал из строя.

На рисунке 15 изображен магистральный канал осушительной системы Литовской ССР. Откосы канала одернованы и укреплены фашинами. Как видно из фотографии, дно канала полностью заросло. Очистка канала была произведена за 3 месяца до момента фотографирования.

В Средней Азии водорослями, камышом и травой зарастают преимущественно оросительные каналы, свободные от древесных насаждений, имеющие небольшую мутность воды и малые скорости течения. Камышом зарастают главным образом каналы коллекторно-дренажной сети. Они зарастают по всему периметру. На оросительных каналах растительность на откосах располагается выше горизонта воды.

В южных районах страны преобладают такие сорняковые растения: сыть, тростник, рогоз и ряд других из семейства губоцвет-

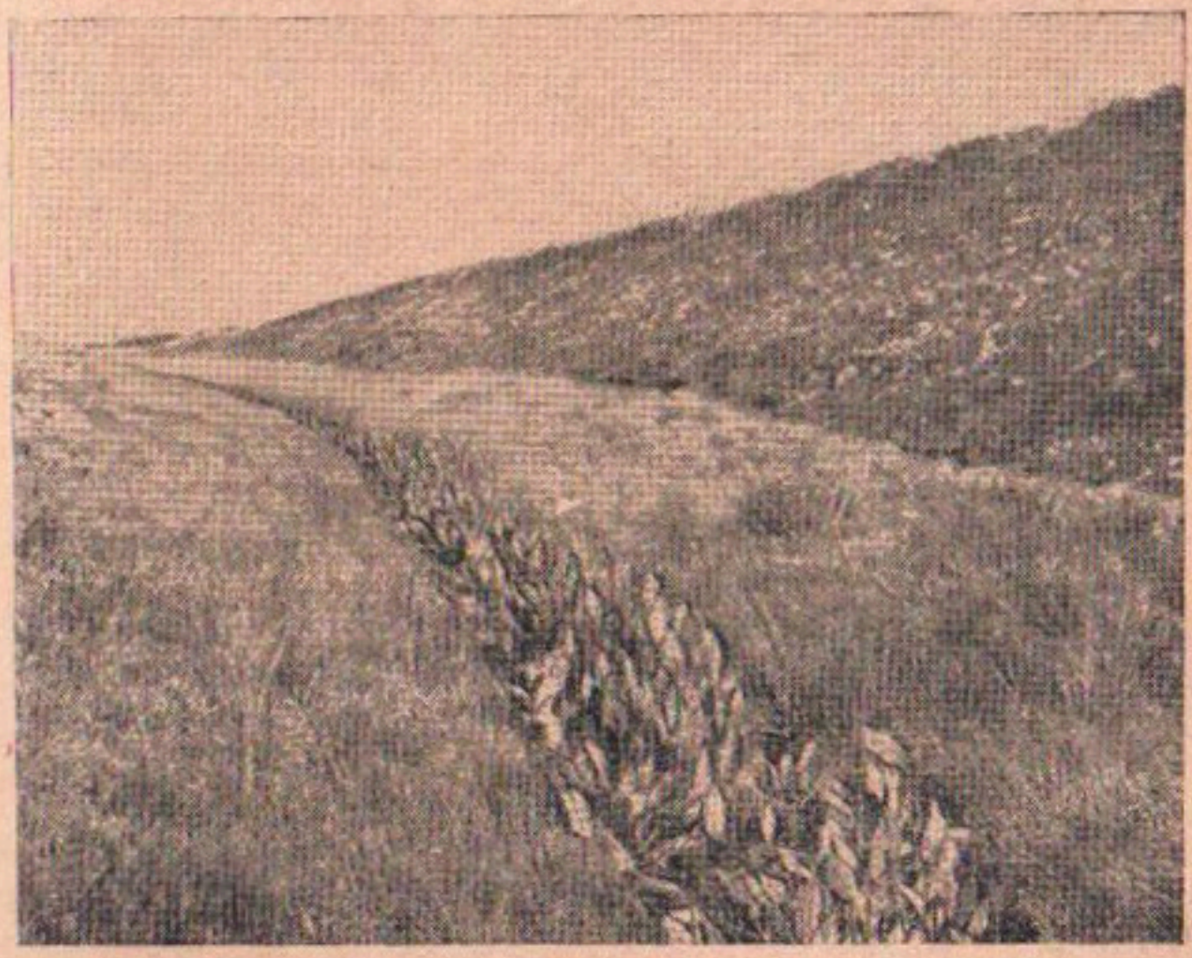


Рис. 15. Зарастание дна осушительного канала с одернованными и укрепленными откосами в Литовской ССР.

ных, бобовых и сложноцветных злаков. Сыть прорастает плотными группами, в которых отдельные растения достигают высоты 1,5—2 *м*; диаметр стебля у основания до 1,5 *см*.

Тростник — многолетнее корневищное растение. Он развивает мощные корневища, уходящие глубоко (до 2 *м*) в почву. Исключительно быстро распространяется, образуя сомкнутые плотные группировки. Дно тростниковых зарослей быстро засоряется и заиливается.

Тростник развивается главным образом на дне канала. На откосы заходит, но невысоко.

Рогоз произрастает только в пределах воды. Развивает мощные ползучие корневища, не уходящие, однако, глубоко в грунт. Глубина залегания корневищ 0,2—0,3 *м*. Средняя высота растений 2,2 *м*, максимальные размеры стеблей превышают 2,8 *м*, диаметр стебля рогоза достигает 4 *см*. Однако механические свойства рогоза развиты слабо, благодаря чему рыхлый стебель легко поддается срезке даже после увядания.

Заросли рогоза легко восполняются после срезки. Был случай, когда срезанные в середине августа стебли достигли к середине октября высоты 1,8 *м*. Рогоз способствует интенсивному заилению дна канала.

На мелиоративных системах, помимо травянистой растительности, развивается и древесно-кустарниковая.

НОМЕНКЛАТУРА РЕМОНТНЫХ РАБОТ И СРОКИ СЛУЖБЫ КАНАЛОВ

По мере роста освоенных площадей одной из главных задач эксплуатации систем становится содержание и ремонт мелиоративных каналов. Эти работы наиболее трудоемки и по стоимости занимают первое место среди прочих расходов на эксплуатацию.

Решать технические вопросы ремонта каналов, ориентируясь только на ручной труд, невозможно. Однако уровень механизации пока еще очень низок. Этим главным образом и следует объяснить недостаточный уход за каналами и преждевременные выходы из строя мелиоративных систем.

Номенклатура работ по содержанию и ремонту каналов очень широка. Это в первую очередь земляные работы по очистке каналов от заиления; удаление грунта после обвалов, оползней, размывов, вызванных паводком, дождями, ветром и т. п. Земляные работы могут быть вызваны необходимостью исправления деформированных сечений канала, придания уклонов дна, планировки. Значительные объемы могут быть и при разравнивании кавалье-

ров, подсыпке и планировке дамб, ремонте дорог вдоль каналов.

Весьма важные операции ухода — это удаление растительности со дна, откосов, берм и дамб каналов. Зарастание русла каналов может привести к почти полному прекращению подачи воды при орошении, значительно затруднить сток с осушаемых площадей. Растительность на откосах и бермах ведет к распространению сорняков на поля. Помимо скашивания, необходимо выбрасывать растительность за пределы канала.

Перечисленные операции, безусловно, относятся к основным, однако ими не ограничивается номенклатура ремонтных работ. В процессе эксплуатации приходится уделять немало времени ремонту сооружений: мостов, шлюзов, труб, переездов и т. п. Весьма трудоемки работы по восстановлению креплений, облицовок канала.

В настоящее время нет утвержденного единого во всесоюзном масштабе состава ремонтных работ на системах. Однако практика выработала ряд положений, которыми руководствуются на местах при планировании и проведении ремонтных работ. Так, эксплуатационники выделяют следующие работы на системах:

1) уход за каналами;
2) текущий ремонт;
3) капитальный ремонт.

Большинство работ по уходу за каналами выполняется вручную силами русловых ремонтеров.

Исходя из физических возможностей человека составлены нормы нагрузок. Один русловой ремонтер в БССР обслуживает в течение года 4—7 *км* отрегулированных водоприемников, 7—10 *км* магистральных каналов, 10—12 *км* каналов регулирующей сети.

Установлено, что русловой ремонтер, обслуживая системы БССР, выбрасывает за сезон в среднем до 100—150 $м^3$ наносов. Цифра сравнительно небольшая, но следует иметь в виду, что на него возлагаются и другие обязанности, в частности по скашиванию растительности, ремонту сооружений, надзору и охране систем.

При больших объемах работ требуемое обслуживание квалифицируют как текущий ремонт. На крупных каналах такие ремонты проводят механизмами, обычно одноковшовыми экскаваторами. Мелкую сеть восстанавливают специальными машинами или вручную.

Когда канал фактически перестает функционировать, назначают капитальный ремонт.

Аналогичную классификацию, но только с несколько измененными наименованиями видов ремонта предлагает В. М. Зубец. Он разделяет ремонты открытых каналов на 3 вида: текущий, средний и капитальный (табл. 20).

Таблица 20

Состояние каналов	Требуемый вид ремонта
Русло устойчивое и имеет размеры, близкие к проектным. Дно, откосы и устья дрен заросли травяной растительностью и кустарником. На отдельных небольших участках и в устье коллекторов имеются отложения ила	Текущий
Русла на отдельных участках деформированы, имеются размывы поверхности. Образовались отмели и перекаты. Объем заиления на 1 *пог. м* составляет более 10% проектной выемки	Средний
Русла значительно деформировались, увеличилась ширина и уменьшилась глубина по дну. Крепление откосов разрушилось. Объем работ по ремонту составляет более 25% проектной выемки	Капитальный

Приведенные номенклатуры отвечают определенному уровню механизации. По мере выпуска достаточного количества специальных каналоочистительных машин номенклатура ремонтов будет существенно изменяться.

Практика показывает, что средние ремонты оправданы только для водоприемников и особо крупных магистральных каналов.

Для проводящей и регулирующей сети, видимо, следует оставить только текущие и капитальные ремонты. В этом случае в номенклатуру текущих ремонтов будут включены и операции очистки дна каналов от наносов независимо от объема последних.

Таким образом, основными операциями при проведении текущих ремонтов следует считать удаление донных наносов и скашивание растительности с откосов и дна каналов. В номенклатуру работ текущего ремонта мелиоративных каналов также должно входить исправление деформированных ими обрушенных участков канала и восстановление поврежденных креплений.

Задача капитального ремонта — это обработка всего геометрического профиля канала.

Периодичность текущих ремонтов зависит от ряда условий, связанных с необходимостью проведения тех или иных операций. Так, на торфяных грунтах каналы очищают не менее одного раза в год. На осушительных каналах, проложенных в минеральных

грунтах, очистка требуется лишь на второй или даже на третий год эксплуатации. Пользование осветленной водой из водохранилищ приводит к увеличенным межремонтным срокам, а наполнение оросительных каналов непосредственно из рек требует двукратной, а то и трехкратной очистки в течение сезона (например, на ряде систем Средней Азии).

Периодичность скашивания растительности также непостоянна для каналов, находящихся в различных условиях. На одних системах достаточно проводить скашивание один раз в год, на других растительность необходимо удалять не менее 2—3 раз в год, а на некоторых каналах окашивание растительности повторяют каждые 10—12 дней.

Таким образом, межремонтный период назначают в зависимости от требуемой периодичности выполнения основных операций.

Сроки службы каналов зависят в первую очередь от постановки работы службы технической эксплуатации. Известны случаи, когда каналы, построенные 60—70 лет назад, и сейчас работают удовлетворительно. Однако можно привести немало примеров, когда сеть разрушалась за 3—5 лет.

Нормальная работа службы эксплуатации зависит не только от организационных мероприятий. Нет сомнения в том, что по мере оснащения эксплуатационных участков машинами будут продлены сроки службы каналов.

Сроки службы каналов осушительной сети, по официальным данным Министерства совхозов СССР на 1948 г., приведены в таблице 21. Несмотря на 15-летнюю давность, цифры, приведенные в ней, в какой-то мере подтверждаются данными практики сегодняшнего дня.

Таблица 21

Элементы осушительной системы	Продолжительность срока службы до капитального ремонта, лет
Водоприемники	25—40
Магистральные каналы первого порядка	20—25
Магистральные каналы второго порядка	15—20
Ловчие каналы	10—15
Нагорные каналы	8—12
Тальвеговые каналы	10
Собиратели	15
Осушители	10

Сроки службы каналов, определенные кандидатом технических наук В. М. Зубец (1963), приведены в таблице 22.

Таблица 22

Открытые каналы	Сроки службы, лет	Через сколько лет необходим ремонт	
		капитальный	средний
Отрегулированные водоприемники и крупные магистральные каналы	75	20	8
Проводящие и водопроводящие каналы	60	15	6
Нагорные и ловчие каналы	50	10	4
Регулирующая сеть	30	8	3

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАНАЛООЧИСТИТЕЛЬНЫМ МАШИНАМ

Сложность механизированной очистки состоит в большом разнообразии технологических операций, обилии типоразмеров каналов, имеющих чаще всего неправильную геометрическую форму. Машины для очистки должны обеспечить обработку каналов, проложенных в выемке, полувыемке-полунасыпи, насыпи, причем ограничения на конструкции машин накладывает ширина дамб, ширина полосы отчуждения и т. п.

Вопросы механизации очистки осложняются еще и тем, что на каналах имеются мосты, переезды, водовыпуски и другие гидротехнические сооружения, а вдоль трассы — древесные насаждения. Трудности настолько велики, что, несмотря на усилия многих научно-исследовательских институтов и конструкторских бюро, проблема механизации очистных работ решена далеко не полностью.

Сейчас имеется несколько достаточно эффективных каналоочистительных машин. Очень важно найти границы наивыгоднейшего их применения, увязать технологические стороны механизированной очистки с условиями работ, объемами, свойствами грунта, габаритами каналов и т. д.

Принципы действия машин. Различают машины непрерывного и цикличного действия.

Непрерывность очистки — это основа повышения производительности и снижения себестоимости очистных работ. Непрерывность процесса обеспечивают рабочие органы как активного, так и пассивного действия. Активные рабочие органы нельзя применять при засорении русла канала камнями или наличии погребен-

ной древесины. Машины с пассивными органами требуют применения тягачей с большими тяговыми усилиями.

Машины цикличного действия более универсальны как по грунтовым условиям, так и по назначению. Уступая машинам первой группы по производительности, они все же могут быть эффективно использованы на очистке каналов больших габаритов и там, где нельзя применить машины других типов.

Ходовое оборудование машин. Каналоочистительные машины могут быть: на колесном, гусеничном, шагающем ходу и плавучие.

Особенность процесса очистки каналов заключается в том, что удаление наносов или окашивание происходит при непрерывном движении каналоочистительной машины. Каналы мелкой сети, как правило, имеют небольшую длину, что приводит к частым транспортным перегонам. Нередко возникает необходимость и в переброске машины с объекта на объект. Поэтому каналоочистительные машины должны обладать большой подвижностью и маневренностью.

Наиболее полно поставленным требованиям отвечает колесный ход. Применение колесного ходового оборудования ограничивает низкая несущая способность грунта и большой вес каналоочистительной машины.

Работа машин на болотах возможна при соответствии удельного давления машины несущей способности грунта и обеспечении необходимого сцепления движителя с торфяно-болотным грунтом.

Для машин, работающих на болоте, допустимое удельное давление должно составлять 0,18—0,25 *кг/см²*, на осушенных торфяниках оно может быть повышено до 0,35—0,55 *кг/см²*.

Первый диапазон удельных давлений обеспечивает гусеничный ход болотной модификации, то есть с уширенными и удлиненными гусеницами; второй — гусеничный ход обычного исполнения.

Гусеничный ход будет также иметь преимущество перед колесным при больших усилиях на крюке тягача, когда возможности машины лимитируются сцеплением движителя с грунтом.

Существуют два условия, ограничивающие сцепные качества машины на болоте: первое определяется прочностью связи движителя с поверхностью грунта и второе — прочностью связей между верхним задернованным и нижним — менее прочными слоями грунта. Наилучшие условия работы машины можно обеспечить, удовлетворяя требованиям обоих условий прочности. Для почв с различной несущей способностью существуют определенные значения оптимального удельного давления, веса и размеров опорной поверхности машины, при которых тягово-сцепные качества ее оказываются наилучшими.

Шагающий ход обеспечивает еще более низкие удельные давления, чем гусеничный. Каналоочистительная машина на шагающем ходу может быть использована при движении по дну канала. К отрицательной стороне этого типа ходового оборудования следует отнести изменение положения шасси при движении машины. Периодический подъем и опускание шасси (при шагании) приведут к перерывам процесса очистки.

Плавучие машины можно применять при очистке каналов больших габаритов, имеющих достаточную для плавания судна глубину. В качестве рабочих органов на плавучих машинах применяются главным образом землечерпательная многоковшовая установка и грунтовой насос. В последнее время получили распространение и плавучие косилки.

Способ агрегатирования. По способу агрегатирования различают очистительные машины навесные, на специальном самоходном шасси и прицепные.

Навесная машина на тракторе или тягаче почти всегда предпочтительней машине, спроектированной на специальном базовом шасси. Экономический эффект от применения такой машины будет тем выше, чем более полно использованы мощность, скорость, тяговое усилие и другие эксплуатационные показатели трактора.

Несоответствие технических характеристик навесного оборудования и трактора приводит к снижению рентабельности машины, но не всегда служит основанием для создания специального шасси.

Прицепная машина менее удобна в эксплуатации. Как правило, она больших габаритов, тяжелее и дороже. Однако специфика работы каналоочистительных машин такова, что экономические показатели прицепной машины могут оказаться выше, чем навесной. Это связано с годовой загрузкой машин. Кратковременность применения машины в течение года резко повышает стоимость машино-смены. В прицепном варианте появляется бóльшая возможность компенсировать эти потери за счет использования базового трактора на других работах.

Установка машины относительно канала. При очистке каналов машины могут быть установлены по одной из следующих схем: сбоку, по одной стороне канала (консольная схема), по обе стороны канала (седловая схема); по дну канала (внутриканальная схема).

Консольная схема, по которой рабочий орган навешивается на шасси сбоку с помощью канатной или гидросиловой подвески, самая распространенная. Она дает наиболее простые конструктивные решения при использовании стандартных тракторов. Легко

преодолеваются все трудности, связанные с объездами различных сооружений, встречающихся на каналах. Каналоочиститель, консольно навешенный на трактор или специальное шасси, способен очищать канал при любом характере разрушений его профиля.

К недостаткам консольной схемы следует в первую очередь отнести неравномерное распределение опорных давлений на грунт со стороны ходового оборудования. Расчет на устойчивость машин с консольно расположенными рабочими органами часто приводит к неоправданному (с точки зрения энергетических показателей) выбору базового трактора с большим собственным весом и большой мощности. Использование каналоочистителей, работающих по консольной схеме, влечет за собой повышение требований к дорогам вдоль каналов, предназначенных к ремонту. Различные неровности проезжей части вызывают большие колебания рабочего органа, что нарушает процесс очистки. Невозможна очистка машиной с консольно навешенными органами каналов, обсаженных деревьями. Нельзя также применить такой каналоочиститель для ремонта каналов мелкой сети, проложенной в полувыемке-полунасыпи и насыпи, ширина дамб которых меньше колеи базовой машины.

Пример седловой схемы установки — использование многоковшового экскаватора ЭМ-152А. Некоторая громоздкость такой машины компенсируется ее технологическими возможностями. В частности, экскаватор легко перемещается по узким дамбам, расположенным по обеим сторонам каналов, обладает большой устойчивостью и стабильностью рабочего процесса.

Наибольшие затруднения в использовании машин седловой схемы вызывают различные сооружения на каналах. Машины типа ЭМ-152А нельзя применять на каналах, имеющих обрушенные откосы и извилистое русло.

Применение внутриканальных машин для очистки целесообразно в тех случаях, когда другие схемы исключаются. Наиболее эффективны плавучие установки — земснаряды. Для очистки каналов больших габаритов, водоприемников, отстойников эти машины могут оказаться единственно возможными. На рисунке 16 изображен оросительный канал с посадкой культурных деревьев на бермах. Габариты канала исключают применение плавучих снарядов. В этих случаях очистка возможна при самостоятельном движении машины по дну канала или при использовании тяги канатных лебедок. Вторая схема позволяет очищать каналы и при наличии в них воды.

Тип рабочего органа. Каналоочистительные машины могут иметь рабочий орган пассивного или активного действия.

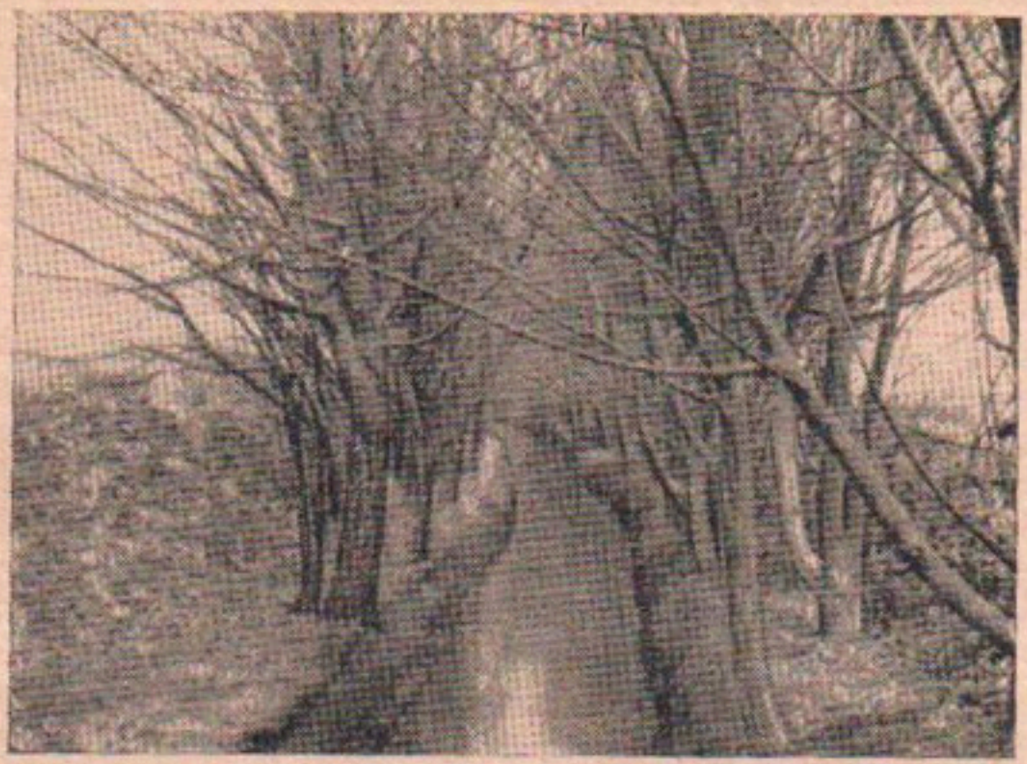


Рис. 16. Оросительь, обсаженный деревьями (Средняя Азия).

К первой группе относятся плужные канавокопатели, одноковшовые экскаваторы, тракторные ложки-скребки.

К основным типам рабочих органов активного действия, обеспечивающим непрерывный процесс очистки каналов, следует отнести: многоковшовые, скребковые, фрезерные (с одной и двумя фрезами), роторные, шнековые, шнеко-фрезерные и шнеко-роторные.

Технологический процесс очистки. Выбор тех или иных операций очистки зависит от вида ремонта. Проведение текущих (ежегодных) ремонтов требует от очистных машин технологических качеств, позволяющих вести очистку только дна канала. Капитальный ремонт влечет за собой обработку всего сечения канала, то есть обоих откосов и дна. Естественно предположить, что машина, осуществляющая эти операции одновременно, то есть за один проход, дала бы наибольший эффект. Однако конструкции машин, удовлетворяющие этому требованию, весьма сложны, громоздки и малоудобны в эксплуатации. За один проход могут быть очищены каналы только самых малых сечений.

Наиболее распространены машины, конструкции которых позволяют выполнять одновременно очистку одного откоса и дна канала. К таким машинам относятся экскаватор ЭМ-152А и фрезерный каналоочиститель КОБ-1,5.

Раздельно дно и откос канала может очищать каналоочиститель Д-490М, снабженный двумя сменными рабочими органами: скребковой цепью и фрезой (ротором).

Наносы, удаляемые из каналов, могут укладываться в кавальеры на бермах или разбрасываться ровным слоем на ширине до 10—15 *м* от бровки.

Рабочие органы метающего действия (фрезы) разбрасывают грунт без каких-либо дополнительных приспособлений. В машинах с ковшовой цепью или ротором для этих целей предусматривают специальное разбрасывающее устройство (метатель).

Следует заметить, что не всегда образование кавальеров — нежелательное явление. При очистке каналов в период созревания посевов приходится мириться с необходимостью дополнительных операций по разравниванию кавальеров, так как разбрасывание грунта на большой площади в этом случае недопустимо.

ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ РЕМОНТА КАНАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ

Основными операциями ремонта мелиоративных каналов следует считать:

1) очистку русла канала от наносов;
2) удаление со дна канала водной растительности;
3) окашивание откосов берм и дамб;
4) обработка откосов для того, чтобы придать профилю канала правильную геометрическую форму.

Операции 1 и 4 можно выполнять землеройными рабочими органами.

Операции 2 и 3 можно проводить как рабочими органами землеройного типа, так и машинами-косилками. С другой стороны, операции 1—3 являются номенклатурой ежегодной эксплуатации канала. Обработка же откосов канала, как правило, должна быть приурочена к проведению капитального ремонта.

Для большинства каналов, где откосы со временем стабилизируются, нецелесообразно нарушать это состояние лишь для того, чтобы придать каналу на короткий срок правильную геометрическую форму. Такой ремонт лишь ускорит проведение нового ремонта.

Таким образом, машина для очистки должна обеспечивать выборочную обработку сечения канала без разрушения его составных элементов.

Наносы можно удалять ковшовыми машинами циклического действия, многоковшовыми непрерывного действия, а также маши-

нами со шнековыми и фрезерными рабочими органами. Выбор тех или иных машин зависит от габаритов каналов, объема наносов, наличия в канале воды и характера наносов, степени засоренности русла (камни, погребенная древесина и др.), возможности подхода машины к бровке канала.

Экскаваторный ковш, как наиболее универсальный рабочий орган, имеет преимущество при очистке крупных каналов, разработке тяжелых грунтов, при наличии в канале камней и затрудненном подходе к каналу. Однако одноковшовый экскаватор уступает машинам непрерывного действия не только в производительности, но и в качестве выполненных работ. Как правило, после обработки откосов одноковшовым экскаватором необходимы доделочные операции. Поэтому сеть следует по возможности очищать только машинами с активными рабочими органами.

Землеройные машины удаляют одновременно с грунтом и сорную растительность. Однако применение таких машин оправдано лишь при восстановительном ремонте или большом объеме донных наносов. Во всех остальных случаях для удаления растительности применяют специальные машины-косилки.

Машины непрерывного действия, в том числе и косилки, очищают канал, находясь в движении, поэтому и рабочие, и транспортные скорости их перемещения являются важными показателями производительности. В зависимости от мощности двигателя и типа рабочего органа обеспечиваются срез и выброс стружки грунта определенного сечения или (применительно к косилкам) удаление растительности на определенной ширине откоса (дна). Если объемы наносов не соответствуют энергетическим возможностям машины или ширина захвата рабочего органа меньше ширины откоса (дна), возникает необходимость в повторных проходах. Многопроходность влечет за собой резкое увеличение холостых пробегов машины. В зависимости от выбранной технологии и конструктивной схемы машины протяженность холостых пробегов может оказаться равной протяженности рабочих проходов, а в отдельных случаях даже больше их.

Рассмотрим, как изменяется протяженность рабочих ходов и холостых пробегов во время очистки системы коллектора машинами при консольной, седловой и внутриканальной схемах работы.

Введем обозначения (рис. 17): длина магистрального канала или водоприемника $l_м$; длина коллектора $l_к$; длина осушителя или оросителя $l_о$; расстояние между коллекторами обозначим $r_к$, а между магистральными каналами — $r_м$.

Рассмотрим проведение основных операций очистки: 1) удаление наносов или скашивание растительности со дна канала; 2) ска-

шивание растительности с откосов канала или обработка откосов рабочими органами землеройного типа.

Разделим очистные машины на две группы: с рабочими органами одностороннего действия и с рабочими органами двустороннего действия.

Машины первой группы выполняют очистку только при прямом ходе. Для повторных проходов машина должна возвращаться в исходное положение.

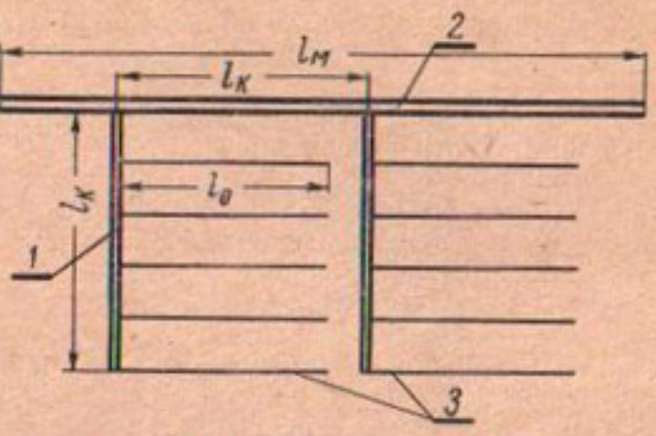


Рис. 17. Принятые обозначения длины каналов:
1 — коллектор; *2* — магистральный канал; *3* — осушители (оросители).

Примеры машин первой группы: каналоочиститель Д-490М с фрезерным рабочим органом, каналоочиститель КОБ-1,5, косилка МСР-1,2, каналоочистители отвального типа и др.

Рабочим движением машин второй группы может быть как прямой, так и обратный ход. Примеры машин второй группы: каналоочиститель Д-490М со скребковой цепью, многоковшовый экскаватор ЭМ-152А, одноковшовые экскаваторы.

При многопроходной обработке каналов машины второй группы имеют преимущество перед машинами с рабочими органами одностороннего действия.

Проследим технологическую последовательность очистки системы коллектора машиной с консольной навеской рабочего органа одностороннего действия. За начало обработки примем точку *А* (рис. 18). Предполагаем, что система будет обслуживаться двумя типами машин: очистной машиной с параметрами, соответствующими габаритам осушителей, и машиной, предназначенной для очистки более крупных каналов — коллекторов. Путь машин, необходимый для обхода системы, будет состоять из последовательных рабочих ходов и транспортных (холостых) перегонов.

На рисунке 18, *а* приведена схема движения машин при очистке дна каналов от наносов или растительности за один проход.

Рабочий ход машины *I* при очистке осушителей будет:

$$l_{pI} = n\,l_o,$$

где n — количество осушителей в системе;

l_o — длина одного осушителя.

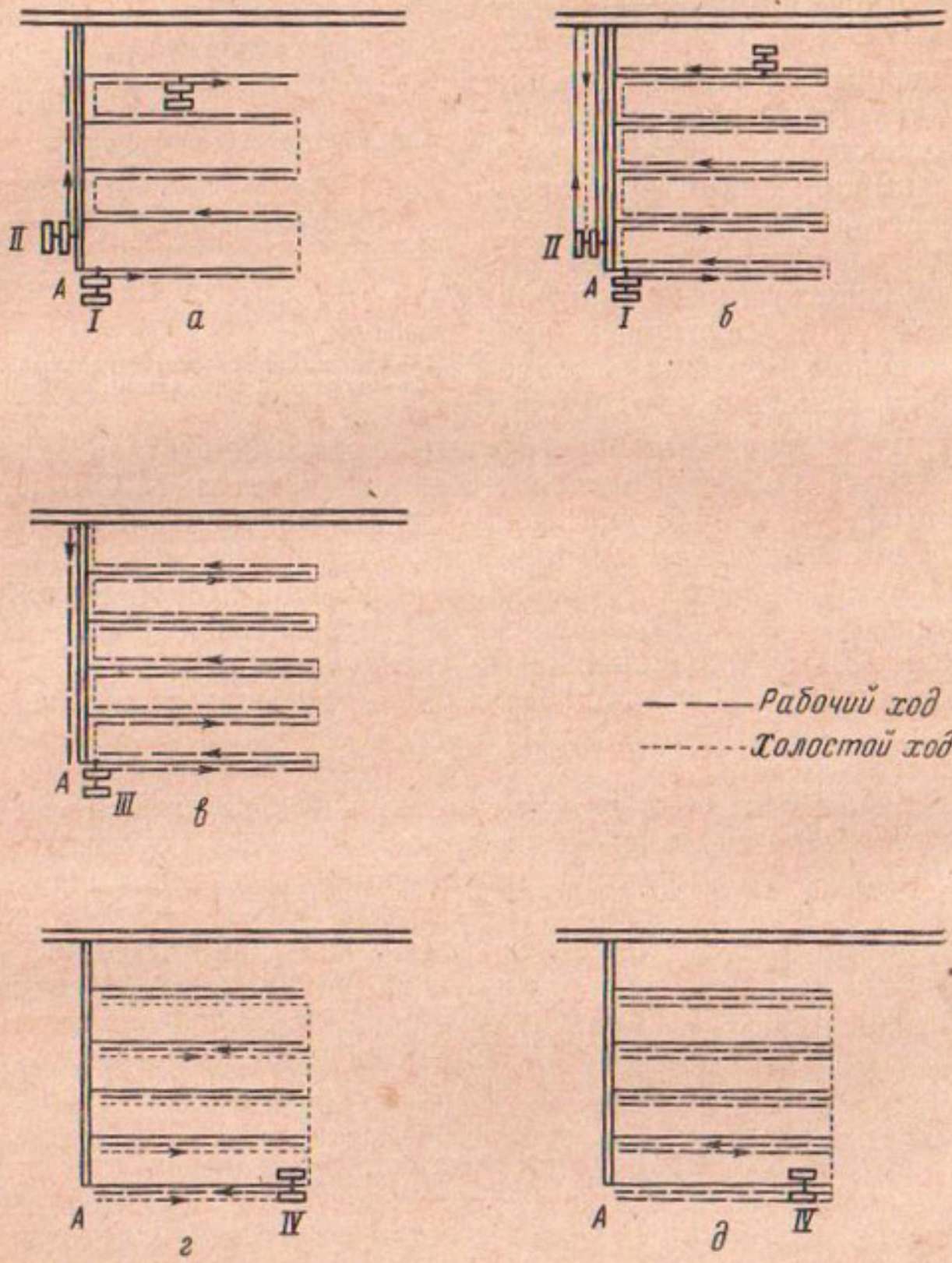


Рис. 18. Технологическая последовательность очистки каналов машинами различных конструктивных схем.

Холостой ход машины *I*:

$$l_{x\,I} = l_к,$$

где $l_к$ — длина коллектора.

Рабочий ход машины *II* при очистке коллектора:

$$l_{p\,II} = l_к\ .$$

При очистке дна канала за два прохода (рис. 18, *б*):

$$l_{p\,I} = 2n\,l_o; \quad l_{p\,II} = 2l_к;$$
$$l_{x\,I} = l_к; \qquad l_{x\,II} = l_к.$$

Рассматривая весь объект в целом, получим общую протяженность рабочих и холостых ходов.

При очистке осушителей за один проход:

$$L_{p\,(o)} = L_o,$$

где L_o — общая длина осушителей на объекте.

Длина холостых проходов будет равна:

$$L_{x\,(o)} = L_к + \Sigma r_к,$$

где $L_к$ — общая длина коллекторов на объекте;
$\Sigma r_к$ — сумма расстояний между коллекторами.

При очистке коллекторов:

$$L_{p\,(к)} = L_к;$$
$$L_{x\,(к)} = \Sigma r_к.$$

При очистке осушителей за два прохода:

$$L^{\cdot}_{p\,(o)} = 2L_o;$$
$$L_{x\,(o)} = L_к + \Sigma r_к.$$

При очистке коллекторов за два прохода:

$$L^{\cdot}_{p\,(к)} = 2L_к;$$
$$L^{\cdot}_{x\,(к)} = L_к + \Sigma r_к.$$

На схеме *в* (рис. 18) показан путь машины *III*, способной по своим параметрам выполнять очистку как осушителей, так и каналов-коллекторов. При двух проходах, потребных для удаления наносов со дна каналов, и наличии переезда в месте соединения коллектора и магистрального канала система может быть очищена без холостых перегонов машины.

На рисунке 18, *г* показан путь машины, удаляющей донные наносы при седловой схеме установки машины относительно русла канала. Если очистка обеспечивается одним проходом машины, а рабочий орган одностороннего действия, протяженность рабочих ходов и холостых перегонов на объекте составит:

$$L_{р\,(о)} = L_о;$$
$$L_{х\,(о)} = L_о + L_к + \Sigma r_к.$$

При двух потребных проходах и рабочем органе двустороннего действия путь машины будет (рис. 18, *д*):

$$L_{р\,(о)} = 2L_о;$$
$$L_{х\,(о)} = L_к + \Sigma r_к.$$

Отметим, что седловая схема установки машины практически исключает очистку коллекторов, так как устройство переездов через каждый осушитель неоправданно.

Рассмотренные примеры показывают, что объемы и технология работ при очистке существенно зависят от конструктивной схемы машины, параметров рабочих органов, способов их навески и принципа действия. С другой стороны, производительность очистных машин будет определяться не только рабочими скоростями и толщиной снимаемого слоя грунта (для косилок — шириной захвата), но и диапазоном транспортных скоростей, мобильностью машины, то есть ее маневренностью и способностью передвигаться по различным грунтам (в том числе и с низкой несущей способностью) и дорогам с покрытием.

Для примера определим путь, проходимый при полной очистке каналов (за два прохода) различными очистными машинами.

1. Каналоочиститель Д-490М. Очистка дна фрезерным рабочим органом:

$$L' = L'_р + L'_х = 2L_о + 3L_к + \Sigma r_к.$$

Очистка откосов скребковой цепью:

$$L'' = L''_р + L''_х = 4L_о + 2L_к + \Sigma r_к.$$

Весь путь, проходимый машиной при очистке осушителей на объекте, будет равен:

$$L = L'_\Sigma + L''_\Sigma = 6L_о + 5L_к + 2\Sigma r_к.$$

2. Каналоочиститель КОБ-1,5. Очистка полного профиля канала:

$$L = L_р + L_х = 4L_о + 3L_к + \Sigma r_к.$$

3. Экскаватор ЭМ-152А. Очистка полного профиля канала (консольная схема):

$$L = L_р + L_х = 4L_о + L_к + \Sigma r_к.$$

Очистка полного профиля канала (седловая схема):

$$L = L_р + L_х = 4L_о + L_к + \Sigma r_к.$$

4. Канавокопатель КФН-1200. Очистка полного профиля канала (седловая схема):

$$L = L_р + L_х = 2L_о + 2L_о + L_к + \Sigma r_к = \\ = 4L_о + L_к + \Sigma r_к$$

Таким образом, путь, проходимый различными машинами при очистке одних и тех же каналов, в данном случае осушителей, неодинаков и расхождение достаточно велико. Так, например, каналоочиститель Д-490М, снабженный сменными рабочими органами — фрезерным (одностороннего действия) и скребковым (двустороннего действия), будет вынужден пройти почти вдвое больший путь, чем машина КОБ-1,5. Это связано главным образом с тем, что рабочий орган одностороннего действия КОБ-1,5 способен очищать дно канала и один из откосов одновременно. В свою очередь, экскаватор ЭМ-152А за счет двустороннего действия рабочего органа — ковшовой цепи — будет иметь значительное преимущество перед машиной КОБ-1,5.

Интересно заметить, что применение на очистке двухфрезерного канавокопателя типа КФН-1200 не дает преимущества * по сравнению с экскаватором ЭМ-152А, хотя первый очищает за один проход полный профиль канала. Причина — одностороннее действие рабочего органа КФН-1200.

Выбор технологической последовательности обработки и конструктивной схемы машины весьма важные, но далеко не единственные факторы, влияющие на рентабельность применения тех или иных машин при ремонте каналов. Не меньшую роль будут играть технические параметры машины: производительность, скорость, вес, стоимость ее, а также объемы наносов, их распределение по длине канала и загрузка машин в течение года.

---

* Речь идет только о протяженности пути машин.

ГЛАВА V

МАШИНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ

СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАШИНЫ (КАНАЛООЧИСТИТЕЛИ)

Каналоочиститель Д-490М

Каналоочиститель Д-490М предназначен для очистки каналов мелкой осушительной сети.

Каналоочиститель имеет два сменных рабочих органа: скребковый и фрезерный (роторный).

Фрезерный рабочий орган служит для очистки дна каналов осушительной сети от наносов и ила, скребковый — для очистки, восстановления и планировки откосов канала.

Техническая характеристика машины

Тип машины	навесная
Тип трактора	трактор ДТ-55 болотный с валом отбора мощности и гидросистемой, оборудован ходоумельшителем
Эксплуатационная производительность, $м^3/ч$:	
со скребковым рабочим органом	до 50
с роторным рабочим органом	до 30
Мощность двигателя, *л. с.*	55
Тип рабочих органов	активные
Вид рабочих органов	фрезерный и скребковый
Параметры скребкового рабочего органа:	
ширина захвата, *мм*	2475
толщина снимаемой стружки, *мм*	до 125
Размеры очищаемых каналов, *м*:	
ширина по дну	0,4 ÷ 1,0
глубина	0,5 ÷ 1,5
Параметры фрезерного рабочего органа:	
диаметр, *мм*	700
толщина снимаемой стружки, *мм*	до 125
Размеры очищаемых каналов, *м*:	
ширина по дну	0,4 ÷ 1,0
глубина канала	0,5 ÷ 1,5

Заложение откосов:	
при глубине канала до 0,9 *м*	1:1; 1:1,5
при глубине канала 0,9—1,2 *м*	1:1; 1:1,25
при глубине канала 1,2—1,5 *м*	1:1
Привод	механический
Управление	гидравлическое
Гидроцилиндры:	
тип	двустороннего действия
количество, шт.	2
Рабочие скорости, *км/ч*:	
на первой передаче	0,53
на второй передаче	0,68
на третьей передаче	0,80
на четвертой передаче	0,93
на пятой передаче	—
Транспортные скорости, *км/ч*:	
на первой передаче	3,59
на второй передаче	4,65
на третьей передаче	5,43
на четвертой передаче	6,28
на пятой передаче	7,92
при заднем ходе	2,43
Вес навесного оборудования со скребковым рабочим органом без противовеса, *кг*	1730
Вес навесного оборудования с фрезерным (роторным) рабочим органом без противовеса, *кг*	1548
Вес каналоочистителя в заправленном состоянии со скребковым рабочим органом и противовесом, *кг*	8390
Вес каналоочистителя в заправленном состоянии с фрезерным рабочим органом и противовесом, *кг*	8208
Габариты машины в транспортном положении (длина × × ширина × высота), *мм*:	
со скребковым рабочим органом	4490 × 3792 × 3700
с фрезерным рабочим органом	4490 × 3980 × 3700
Габариты машины в рабочем положении (длина × × ширина × высота), *мм*:	
со скребковым рабочим органом	4490 × 7206 × 2300
с фрезерным рабочим органом	4490 × 7100 × 2300
Удельная металлоемкость машин, *т/м³/ч*:	
со скребковым рабочим органом	0,13
с фрезерным рабочим органом	0,26
Удельная энергоемкость машины, *л³/ч/л. с.*	
со скребковым рабочим органом	1,15
с фрезерным рабочим органом	0,64
Обслуживающий персонал	1 тракторист

На рисунке 19 изображен каналоочиститель Д-490М со скребковым рабочим органом.

Конструкция каналоочистителя. Рабочие органы навешиваются на болотный гусеничный трактор ДТ-55, снабженный ходоуменьшителем. Привод рабочих органов — механический.

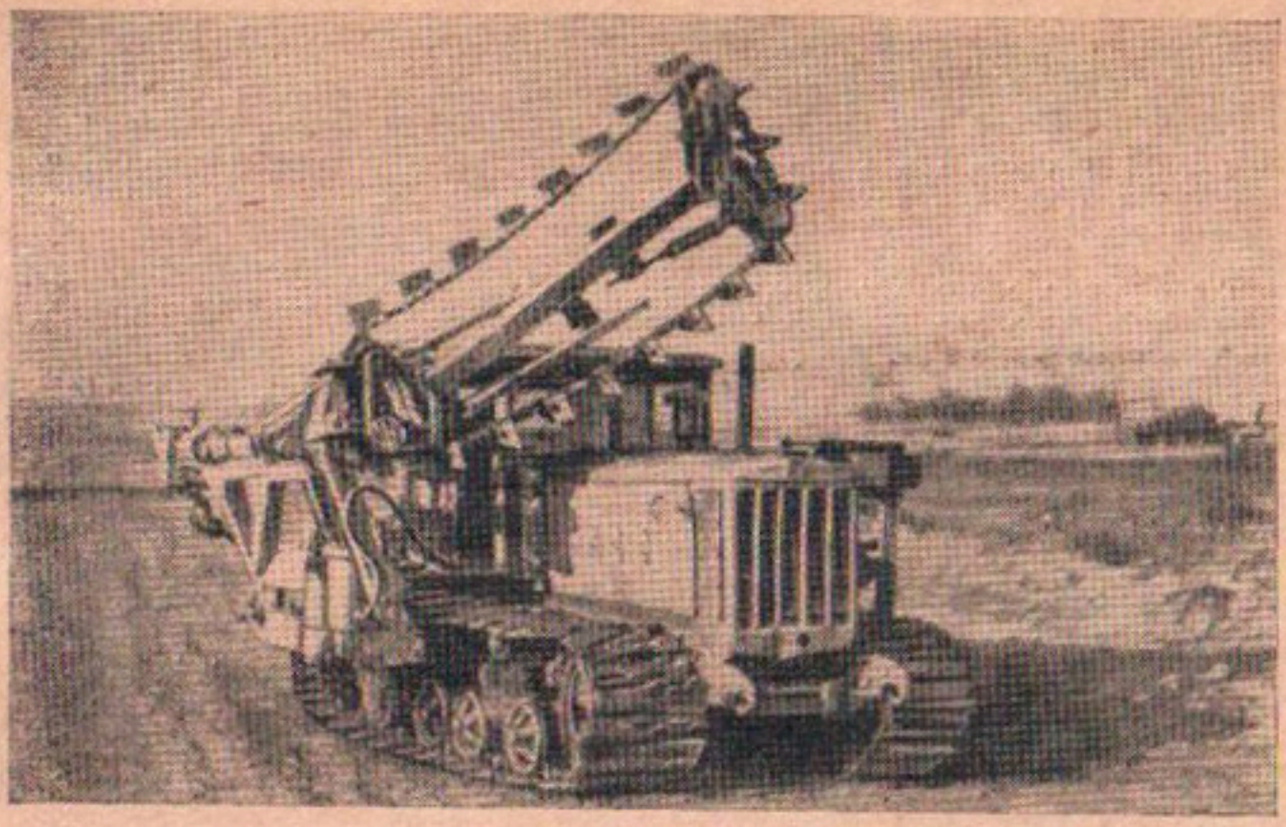


Рис. 19. Общий вид каналоочистителя Д-490М со скребковой цепью.

Из кинематической схемы каналоочистителя (рис. 20) видно, как распределяется мощность двигателя трактора.

Коробка передач *11* и ходоуменьшитель *10* обеспечивают четыре рабочие скорости — от 0,53 до 0,93 *км/ч* и пять транспортных скоростей передвижения трактора.

Привод рабочих органов осуществляется от вала отбора мощности. В передаче используются два угловых редуктора с коническими шестернями *6* и *4* и карданные валы *3*, *5* и *8*. Вал *3* передает крутящий момент непосредственно на ведущую звездочку скребкового рабочего органа.

При установке фрезы вал *3* посредством карданного шарнира соединяется с ведущей конической шестерней углового редуктора *12*.

Муфта предельного момента *7* находится на быстроходном валу привода. Превышение расчетного крутящего момента влечет за собой остановку валов *5* и *3* и прекращение вращения ротора или ведущей звездочки скребковой цепи. На валу муфты установлен диск трещетки, который, вращаясь относительно крышки, стучит по кулачкам, подавая звуковые сигналы трактористу.

На рисунке 21 изображена навеска фрезерного рабочего органа в плане. Навеска осуществляется сбоку трактора. Рабочие органы крепятся к задней раме. Рама с рабочими органами пово-

рачивается с помощью гидроцилиндра *4* в вертикальной плоскости относительно рамы подвижной. В свою очередь, гидроцилиндр *2* обеспечивает поворот подвижной рамы относительно поперечной балки навески. Таким образом, гидроцилиндры *2* и *4* производят установку рабочих органов в транспортное и рабочее положения.

Скребковый рабочий орган изображен на рисунке 22. Цепь со скребками навешивается на ведущую и две направляющие звездочки. Верхняя звездочка является натяжной. Кронштейн, на котором она установлена, может поворачиваться относительно точки. Натяжение цепи осуществляется винтом. Натяжной винт с одной стороны упирается в фасонную вилку. Между винтом и

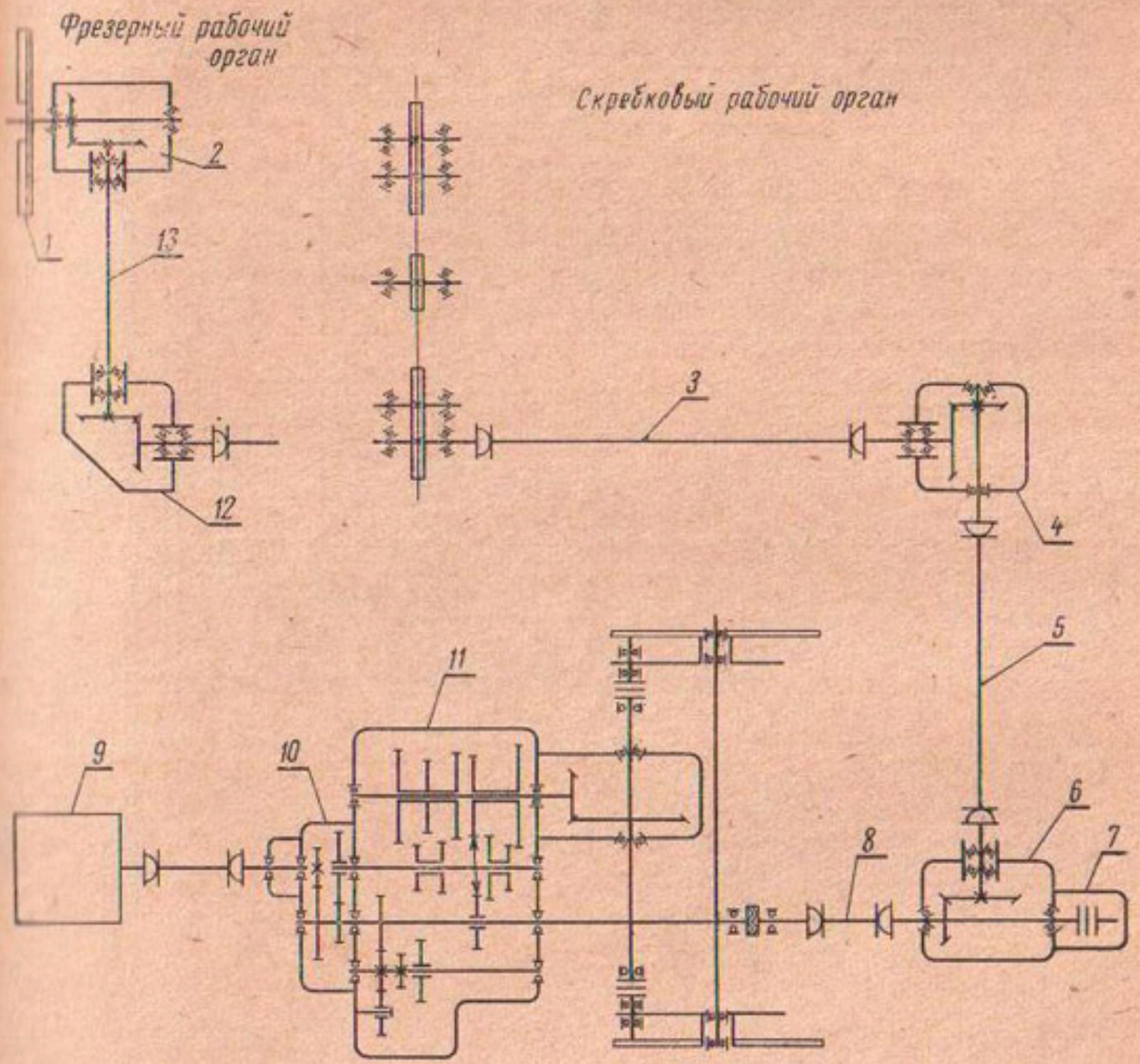


Рис. 20. Кинематическая схема каналоочистителя Д-490М:

1 — фреза; *2*, *4*, *6*, *12* — угловые (конические редукторы); *3*, *5*, *8*, *13* — карданные валы; *7* — муфта предельного момента; *9* — двигатель; *10* — ходоуменьшитель; *11* — коробка передач.

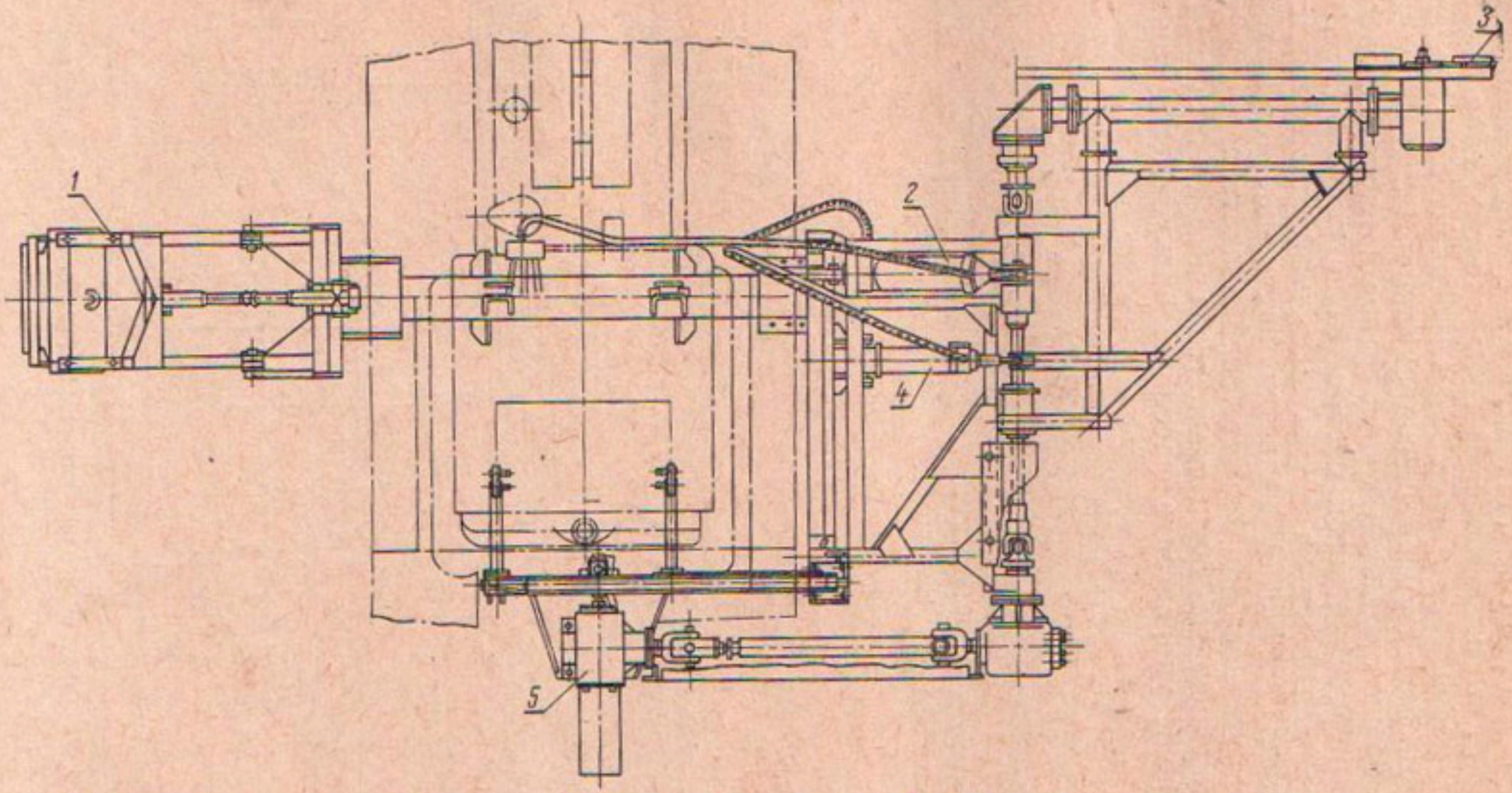


Рис. 21. Конструкция навесного оборудования каналоочистителя Д-490М (фреза):

1 — противовес; *2* — гидроцилиндр подъема рамы; *3* — фреза; *4* — гидроцилиндр подъема рабочего органа; *5* — привод фрезы от вала отбора мощности.

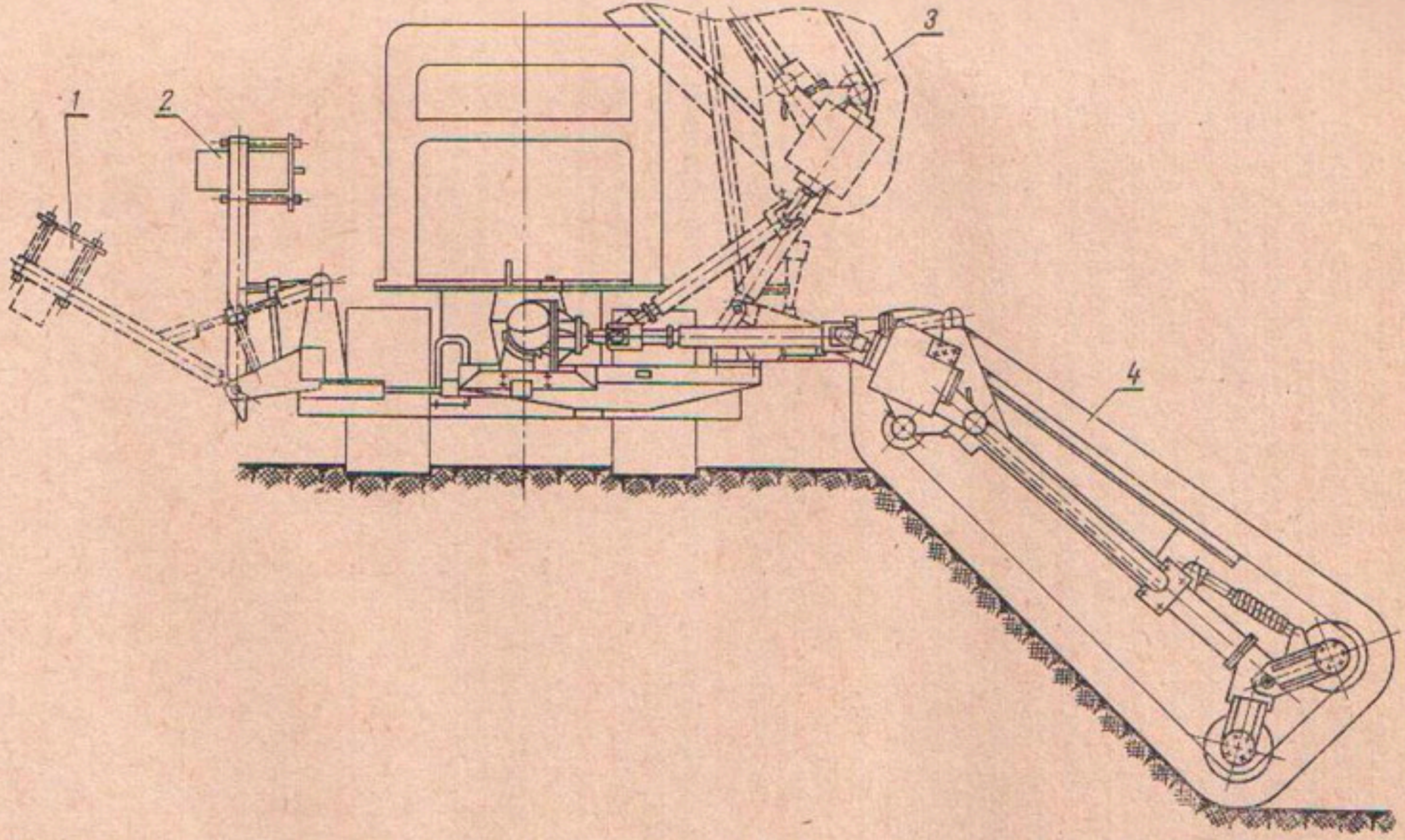


Рис. 22. Конструкция навесного оборудования каналоочистителя Д-490М (скребковая цепь):

1 — рабочее положение противовеса; *2* — транспортное положение противовеса; *3* — транспортное положение рабочего органа; *4* — рабочее положение скребковой цепи.

вилкой находится пружина. При попадании твердого предмета между звездочкой и звеном скребковой цепи пружина сжимается, кронштейн отходит назад и натяжение цепи уменьшается. Этим цепь предохраняется от разрыва, а скребки — от поломок.

Валы всех звездочек вращаются на конических роликовых подшипниках, расположенных в раме и кронштейне.

Сменный рабочий орган — фреза (ротор) — представляет собой диск с лопатками для подрезания и выброса наносов со дна канала. Диск заключен в направляющий кожух (улитку). Улитка удерживается с помощью пальцев, заходящих в прорези корпуса редуктора. Прорези выполнены по окружности, и пальцы в них могут перемещаться. Таким образом, улитка может поворачиваться относительно корпуса редуктора, изменяя направления выброса грунта.

Управление машиной расположено в кабине трактора. Управление трактором стандартное. Управление навесным рабочим оборудованием одинаковое для скребковой цепи и для фрезы. Включением вала отбора мощности вращение передается к рабочим органам. Для подъема и опускания цепи или фрезы в транспортное и рабочее положение пользуются рукоятками гидрораспределителя.

Область применения каналоочистителя. Конструктивная схема каналоочистителя Д-490М не является новой. Опытный образец подобной машины с двумя видами сменного рабочего оборудования (скребковой цепью и фрезой) появился в 1960 г. Однако первые образцы имели ряд недостатков, главным образом конструктивных, и практически на системах не использовались. Модернизированная машина подверглась значительной переработке. Заметно улучшилось качество изготовления. Ряд узлов (трансмиссии, гидросистема) обладают достаточной надежностью. Повысилась работоспособность рабочих органов. Сменное рабочее оборудование — скребковая цепь — позволяет проводить обработку откосов каналов глубиной до 1,5 *м*. Наиболее эффективна работа цепи как землеройного органа на торфяных и рыхлых минеральных грунтах, лишенных дернового покрова. В этих условиях техническая производительность машины доходит до 50 $м^3/ч$. На участках, заросших травой, и на торфяных грунтах производительность снижается более чем в 2—2,5 раза. На сильно заросших каналах с большой плотностью стеблей кустарникового типа скребковая цепь неработоспособна. Также исключается работа скребковой цепи на каналах, заполненных водой.

При ежегодных уходах за системой, когда требования очистки сводятся к удалению наносов со дна каналов и окашиванию отко-

сов, скребковую цепь применять нет смысла. Очистка дна канала приводит к повреждению и срыву дернового покрова на откосах, что недопустимо.

Таким образом, применение скребковой цепи ограничивается капитально-восстановительными ремонтами каналов.

Наибольший эффект дает применение машины Д-490М со скребковой цепью при аварийных ремонтах, то есть когда объемы грунта малы, а транспортные перегоны к местам аварий значительны. В практике эксплуатации мелиоративных систем случаи частичного разрушения каналов вследствие действия паводка, прохода скота и т. п. весьма часты. В этих условиях легкий и простой по конструкции землеройный орган в сочетании с мобильной базовой машиной незаменим.

Каналоочиститель Д-490М можно использовать в качестве планировщика откосов. Скребковая цепь с достаточной производительностью выполняет планировку откосов каналов, разработанных одноковшовыми экскаваторами, очищает бермы, разравнивает кавальеры.

Следует обратить внимание эксплуатационников на конструктивный недостаток машины Д-490М первых выпусков. Заложение откосов 1 : 1 может быть осуществлено только при максимальной глубине очистки 1,5 *м*. При меньших глубинах очищаемых каналов система подвески рабочего органа не обеспечивает нужного наклона рамы. С уменьшением глубины канала максимально возможная крутизна откосов, обрабатываемых скребковой цепью, уменьшается.

Машины с указанными дефектами выпускались до 1 января 1967 г.

При оценке машины Д-490М нельзя не коснуться вопроса долговечности скребковой цепи. По сравнению с первым выпуском машин Д-490 долговечность цепи возросла в 3 раза, однако срок службы цепи модернизированного образца порядка 100—120 часов нельзя считать достаточным.

Вторым сменным рабочим органом машины служит фреза (ротор). Назначение фрезы — очистка дна канала глубиной до 1,5 *м* от наносов и растительности.

Наиболее благоприятные условия для работы фрезы: глубина воды в канале 15—25 *см*, небольшая плотность наносов, отсутствие растительности, корней и камней. В этом случае лопатки-ножи фрезы интенсивно подрезают слой наносов и выбрасывают пульпу на расстояние 8—12 *м* от бровки канала. При малом количестве воды эффективность работы фрезы заметно снижается. То же происходит, когда глубина воды в канале превышает 30 *см*.

В сухих песчаных грунтах фрезерный рабочий орган подобного типа работать не может.

Для каналов осушительных систем характерно наличие некоторого количества воды, примерно 10—25 *см,* что позволяет использовать на очистке этот тип рабочего органа.

При очистке каналов шириной по дну менее 0,4—0,5 *м* происходит подрезание откосов с разрушением дернового покрова. Это существенный недостаток, если учесть, что немало осушительных каналов, для очистки которых предназначена машина Д-490М, имеет ширину по дну 0,2—0,25 *м*. Консольное расположение рабочего органа приводит к большим колебаниям фрезы в вертикальной и горизонтальной плоскостях, поэтому плохо подготовленная трасса для прохода машины влечет за собой нестабильный профиль канала.

Подобная схема хотя и не исключает, но вызывает значительные трудности применения механизмов заданного уклона.

Работа каналоочистителя. Каналоочиститель устанавливают на рабочее место таким образом, чтобы расстояние от бровки канала до гусеницы трактора было не менее 1 *м*. Скребковую цепь переводят в рабочее положение. Нижняя звездочка должна располагаться по оси канала, верхняя — под бровкой. Если верхняя звездочка окажется над откосом, разгрузка грунта ухудшится, часть наносов будет забрасывать канал. Для более равномерного распределения общего веса машины между правой и левой гусеницами следует опустить противовес в рабочее положение.

Рекомендуется заглублять рабочий орган в грунт при движущейся цепи.

При работе тракторист должен выдерживать расстояние между каналом и гусеницей трактора, чтобы машина двигалась параллельно оси канала.

Качество очистки каналов тем лучше, чем ровнее берма канала. Если берма неровная, то машина поворачивается в вертикальной плоскости и рабочий орган заглубляется или выглубляется. В этом случае качество очистки зависит от тракториста, который должен доуглублять или выглублять рабочий орган с помощью гидроцилиндра.

При сильном затягивании машины в канал трактористу необходимо уменьшить толщину снимаемой стружки.

Сильно заросшие и разрушенные каналы необходимо очищать с двух сторон за один или несколько проходов машины с каждой стороны канала.

Сразу же после очистки дна и откосов канала необходимо разровнять выброшенный грунт. Для этого нужно установить машину

с таким расчетом, чтобы рабочий орган в горизонтальном положении перекрывал выброшенный грунт и отбрасывал его в сторону.

Расчетная толщина стружки, снимаемой скребковым рабочим органом, равна 125 *мм*. Однако на минеральных грунтах, а также на грунтах с дерновым покровом толщина стружки может быть и меньше. В то же время толщина снимаемого слоя, необходимая для восстановления профиля канала, как правило, достигает 250—400 *мм*. Таким образом, обработка канала достигается за несколько проходов. Ряд последовательных проходов требуется и для планировки засыпанных грунтом берм.

Многопроходность влечет за собой снижение производительности машины.

Включение машины с фрезерным рабочим органом в работу осуществляется в таком же порядке, как и машины со скребковым рабочим органом. При установке рабочего органа в канал необходимо следить за тем, чтобы ротор располагался по оси канала, а улитка направляла выбрасываемую пульпу параллельно откосу.

Фрезерный рабочий орган разбрасывает пульпу достаточно равномерно и дополнительного разравнивания ее не требуется.

Толщина стружки, снимаемой фрезерным рабочим органом, может доходить до $^3/_4$ диаметра фрезы. При сильном затягивании машины в канал толщину стружки следует уменьшить.

Работа рабочего органа производится в «плавающем» положении подвески, когда напорное усилие со стороны гидроцилиндра отсутствует. Однако, когда грунт разжижен недостаточно, приходится прибегать для увеличения толщины стружки к дополнительной нагрузке. В этом случае тракторист периодически вынужден подключать к работе гидроцилиндр.

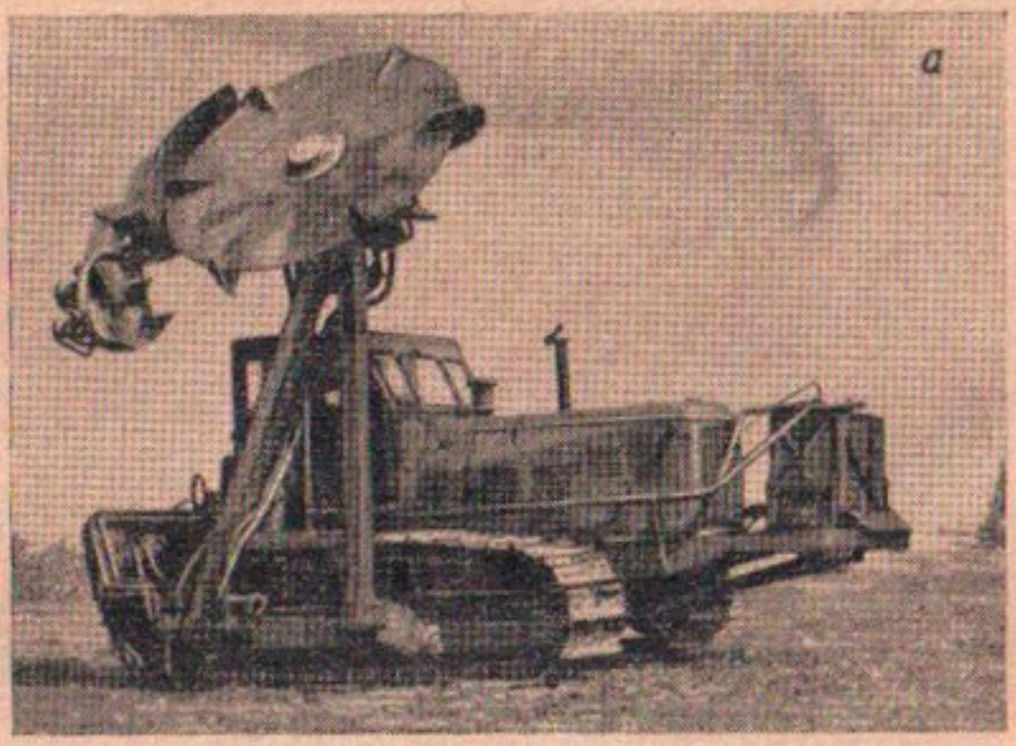
Каналоочиститель КОБ-1,5

Каналоочиститель КОБ-1,5 предназначен для очистки и восстановления мелиоративных каналов глубиной до 1,5 *м*, шириной по дну 0,4—0,8 *м* и заложением откосов до 1 : 1,5.

В качестве рабочих органов применены две фрезы, работающие одновременно. Фреза с осью, перпендикулярной откосу канала, обрабатывает откосы канала и частично дно. Фреза (ротор) с осью, параллельной откосу, очищает от наносов и растительности дно канала.

Обе фрезы выбрасывают грунт на противоположную машине сторону канала.

Общий вид машины в транспортном положении показан на рисунке 23.



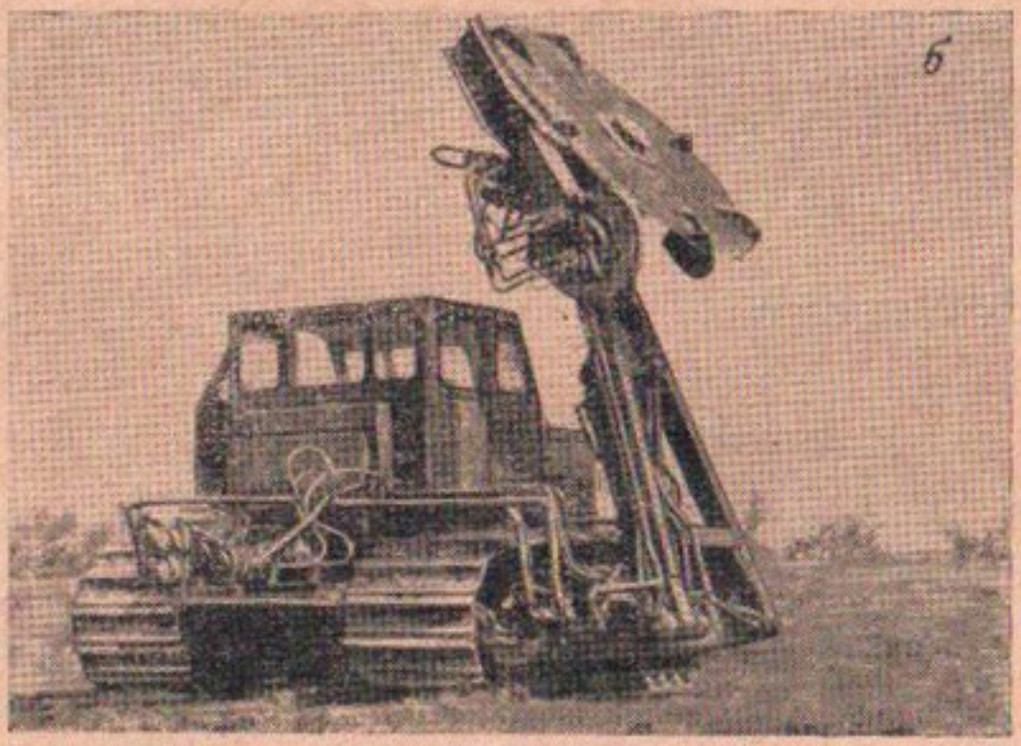


Рис. 23. Общий вид каналоочистителя КОБ-1,5 в транспортном положении:

а — вид сбоку; *б* — вид сзади.

Техническая характеристика машины

Тип машины	навесная на трактор Т-100МБГС
Производительность, *м³/ч*	90—100
Размеры очищаемых каналов, *м*:	
ширина по дну	0,4—0,8
глубина	1,5
заложение откосов	1:1; 1:1,5
Рабочий орган	фрезерно-роторный
тип	активный
диаметр большой фрезы по ножам, *мм*	2560
число оборотов фрезы, *об/мин*	115
диаметр малой фрезы (ротора) по ножам, *мм*	700
число оборотов малой фрезы, *об/мин*	488
Привод рабочих органов	гидравлический
Управление	гидравлическое
Гидравлический привод:	
а) насос:	
тип и марка	шестеренчатый НШ-98 левый НШ-67 правый
наибольшее рабочее давление, *кг/см²*	100
производительность, *л/мин*	132 (НШ-98) 90 (НШ-67)
количество насосов	два НШ-98 два НШ-67
б) гидромотор:	
тип и марка	аксиально-плунжерный ПМ № 10
крутящий момент, *кгм*	15,5
число оборотов в минуту	1440
количество	2
в) гидроцилиндр поворота рабочего органа	двустороннего действия
количество	1
г) гидроцилиндр подъема рамы	двустороннего действия
количество	2
Скорости передвижения машины, *км/ч*	
Рабочие:	
1-я передача	0,368
2-я передача	0,485
3-я передача	0,697
4-я передача	0,8
Транспортные	
Вперед:	
1-я передача	2,36
2-я передача	3,15
3-я передача	4,15
4-я передача	5,4
5-я передача	10,18

Назад:	
1-я передача	2,79
2-я передача	3,72
3-я передача	5,34
4-я передача	6,37
Габариты машины, *мм*	
в рабочем положении:	
ширина	8140
длина	5620
высота	2750
в транспортном положении:	
ширина	4000
длина	5620
высота	4800
Удельное давление на грунт, *кг/см²*	0,36
Вес машины, *т*	17
Обслуживающий персонал	1 тракторист

Конструкция машины. Каналоочиститель КОБ-1,5 состоит из трактора Т-100МБГС-2 с ходоуменьшителем и навесного оборудования.

Навеска рабочих органов на каналоочиститель осуществляется с помощью двух рам: основной *3* и поворотной *5* (рис. 24).

Рамы сварные выполнены из листового проката. Поворот рамы *5*, соответствующий рабочему и транспортному положениям рабочего органа, производится силовыми гидроцилиндрами *4*.

Шарнирное крепление рабочего органа *8* к раме *5* обеспечивает необходимый поворот большой фрезы *9* в зависимости от крутизны обрабатываемого откоса. Гидроцилиндр *7* поворота фрезы также показан на рисунке 28.

Привод фрезы — гидравлический. Два аксиально-плунжерных гидромотора *10* передают крутящий момент через понижающий цилиндрический двухступенчатый редуктор *11*. Большая фреза представляет собой диск, сваренный из двух половин, на котором устанавливаются коробки для приварки держателей с ножами. Шесть ножей расположены по окружности фрезы под углом 45°.

Режущие кромки ножей наплавлены износостойкими сплавами. Малая фреза (ротор) *12* установлена на сварной балке.

Привод малой фрезы также гидравлический от двух гидромоторов *13*.

Отбор мощности для привода рабочих органов осуществляется от вала отбора мощности трактора через карданный вал и редуктор *16*. Два гидронасоса НПА-64 *17* подают давление в систему *14*.

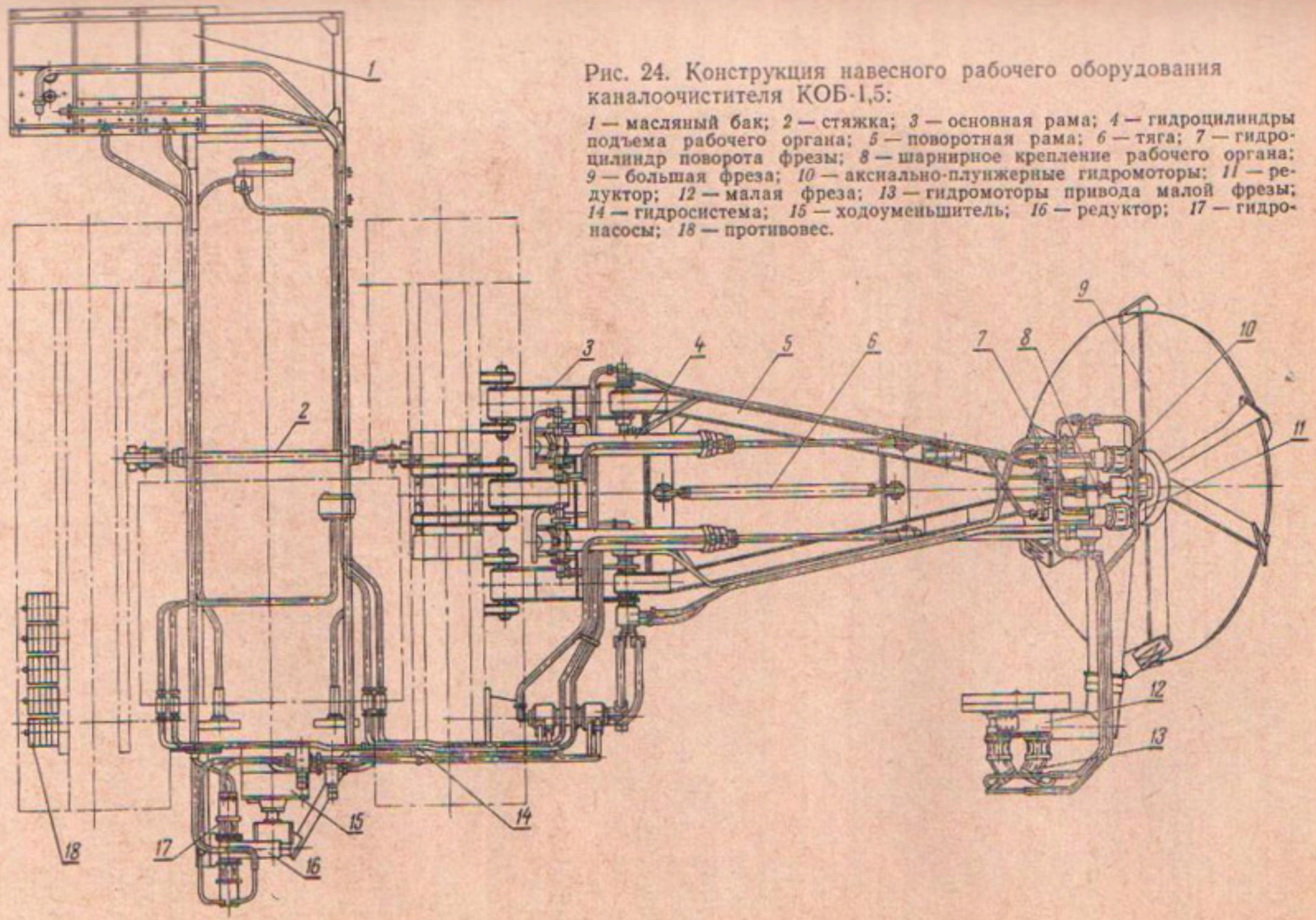


Рис. 24. Конструкция навесного рабочего оборудования каналоочистителя КОБ-1,5:

1 — масляный бак; *2* — стяжка; *3* — основная рама; *4* — гидроцилиндры подъема рабочего органа; *5* — поворотная рама; *6* — тяга; *7* — гидроцилиндр поворота фрезы; *8* — шарнирное крепление рабочего органа; *9* — большая фреза; *10* — аксиально-плунжерные гидромоторы; *11* — редуктор; *12* — малая фреза; *13* — гидромоторы привода малой фрезы; *14* — гидросистема; *15* — ходоуменьшитель; *16* — редуктор; *17* — гидронасосы; *18* — противовес.

Впереди трактора, перед радиатором, установлен масляный бак *1* емкостью 550 *л*. Бак снабжен фильтрами для очистки масла от механических примесей.

Ходоуменьшитель представляет собой цилиндрический многоступенчатый редуктор, обеспечивающий рабочие скорости машины в диапазоне от 0,386 до 0,8 *км/ч*.

Для лучшего распределения веса между левой и правой гусеницами машина снабжена противовесом *18*; он состоит из семи кронштейнов, на каждый из которых навешивается по четыре груза. Кронштейны приварены к лонжерону левой тележки трактора.

Стяжка *2* придает жесткость тележкам гусениц при работе и развороте машины, а тяга *6* предназначена для удержания рабочего органа в транспортном положении. Для удобства использования транспортной тяги предусмотрено изменение ее длины.

Область применения каналоочистителя КОБ-1,5. Сочетание двух установленных в различных плоскостях фрез, конструктивно связанных в единый рабочий орган, расширяет технологические возможности машины. Полная очистка канала при толщине снимаемого слоя до 200 *мм* выполняется каналоочистителем всего за два прохода.

Большая фреза, обрабатывая откос и частично дно канала, разбрасывает грунт ровным слоем на расстояние до 15 *м* от бровки канала. Дальность выброса грунта малой фрезой достигает 10 *м*. Грунт выбрасывается на противоположную машине сторону канала. Это облегчает управление машиной, улучшает обзор и положительно сказывается на безопасности ведения очистных работ.

Гусеничный трактор болотной модификации Т-100МБГС обладает высокой проходимостью и достаточно мобилен при транспортных перегонах.

Фрезерным каналоочистителем можно восстанавливать геометрический профиль канала, удалять наносы и растительность со дна канала, увеличивать размеры канала.

Конструкция машины КОБ-1,5 позволяет вести очистку дна, не касаясь ножами фрезы откоса канала. Эта технологическая особенность фрезерного каналоочистителя выгодно отличает его от скребковых и шнековых машин, так как появляется возможность одним рабочим органом проводить как ежегодные уходы за каналами, так и капитально-восстановительные ремонты. Однако следует заметить, что при такой схеме работы грунт, подхваченный ножами фрезы, может частично забрасывать откос канала.

Применение машины КОБ-1,5 показало эффективность и высокое качество работы фрезерного рабочего органа. Техническая

производительность машины КОБ-1,5, равная 97 $м^3/ч$, является весьма высокой на очистке мелиоративных каналов мелкой сети. Ни мощный дерновый покров, ни кустарник не являются помехой для работы фрезы.

Наилучших результатов работы КОБ-1,5 можно добиться при выполнении капитально-восстановительного ремонта каналов.

Однако совместная работа двух фрез возможна лишь при наличии в канале определенного количества воды. Малая фреза КОБ-1,5 имеет такую же конструкцию, что и фреза (ротор) каналоочистителя Д-490М, и те же недостатки, то есть плохо работает в сухих торфяниках и совсем неработоспособна на сухих минеральных грунтах. Эти ограничения несколько суживают диапазон применения машины КОБ-1,5.

При использовании каналоочистителя для очистки только дна канала отрицательные стороны ротора проявляются еще в большей степени. Очистка ротором каналов шириной по дну менее 0,4—0,5 *м* приводит к подрезанию откосов с разрушением дернового покрова.

Работоспособность малой фрезы удовлетворительна при глубине воды в каналах 15—20 *см*. На сухих торфяниках фрезу применять можно, хотя и наблюдаются случаи забивания ее растительностью и образования призмы волочения. Работа фрезы без воды ухудшает выброс грунта. Часть грунта остается у окна улиты, часть попадает на откос. Разработку сухих минеральных грунтов малая фреза не обеспечивает.

На качестве работы машины сказывается консольное расположение рабочего органа. Значительное расстояние до точки подвеса рамы приводит к большим колебаниям рабочего органа в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Движение трактора по неспланированной берме вызывает погрешности профиля канала.

Малая величина клиренса основной рамы может затруднить использование машины КОБ-1,5 на очистке каналов, на бермах которых остались неспланированные кавальеры высотой более 0,3—0,35 *м*. В этих случаях рама будет задевать за кавальеры и волочить перед собой грунт.

Перед очисткой кавальеры рекомендуется разравнивать бульдозером.

Транспортирование каналоочистителя своим ходом не затруднено, если перегоны проводятся по открытой местности. При движении по лесным дорогам высоко поднятый рабочий орган может задевать за кустарник и деревья.

Остановимся на выполнении каналоочистителем КОБ-1,5 те-

кущих ремонтов осушительных каналов. Выше было указано, что при соответствующей установке рабочего органа фреза и ротор могут удалять наносы и растительность со дна канала, не затрагивая откоса. С технологической стороны это требование выполнимо. Однако планировать очистку при ежегодных уходах (текущих ремонтах) за каналами на больших площадях нецелесообразно. Малые объемы могут привести к большой недогрузке машины.

Оптимальная область применения каналоочистителя КОБ-1,5 — это восстановительный ремонт и реконструкция каналов в торфяных грунтах и минеральных грунтах I категории.

Работа каналоочистителя. Полная очистка канала (оба откоса и дно) достигается не менее чем за два прохода машины. Максимальная толщина снимаемого слоя наносов за один проход — 200 *мм*. При больших отложениях наносов или при значительной деформации сечения канала, требующей снятия дополнительной стружки грунта, переходят на многопроходную обработку русла.

Толщину снимаемого слоя регулирует тракторист, изменяя положение трактора относительно обрабатываемого откоса. Прямолинейность движения трактора — это главный фактор, обеспечивающий качество работ. Однако высокая квалификация тракториста не всегда гарантирует успех. Мастерство тракториста может оказаться бессильным, если кавальеры не убраны, а берма не спланирована. Неподготовленная трасса, как правило, приводит к необходимости повторных проходов и как следствие — к снижению производительности каналоочистителя.

Угол наклона фрезы регулируется с помощью гидроцилиндра. Фрезу устанавливают в зависимости от крутизны откоса.

Если длина откоса превышает 2 *м* (0,8 диаметра фрезы), его можно обработать за два прохода. За первый проход очищается часть откоса, а за второй — оставшаяся нижняя часть и дно канала.

Малая фреза каналоочистителя захватывает за один проход ширину, равную 0,4 *м*. При очистке противоположного откоса полоса обработки дна канала может быть увеличена до 0,8 *м* или выдержана в диапазоне от 0,4 до 0,8 *м*.

Попытка очистить каналы, ширина по дну которых менее 0,4 *м*, приводит к нежелательному подрезанию откосов.

Наиболее благоприятные условия работы малой фрезы — глубина воды в канале от 15 до 25 *см*. Если воды мало и грунт уплотнен, толщина стружки, снимаемая фрезой, уменьшается. Для достижения проектной отметки необходима многопроходная очистка дна канала. Очистка затрудняется, если слой воды в канале превышает 40 *см*.

Эффективность использования каналоочистителя КОБ-1,5 в значительной степени зависит от правильно выбранной последовательности очистки каналов на объекте. Основное требование — это минимальные холостые (транспортные) перегоны.

Большие скорости фрез создают аварийные ситуации при встрече рабочего органа с камнями и погребенной древесиной. Несмотря на наличие в гидросистеме предохранительного клапана, не исключены поломки ножей и даже фрез от ударов о камни и другие твердые предметы.

Камни диаметром 60—80 *мм*, как правило, выбрасываются вместе с грунтом и не наносят повреждения рабочему органу. Но камни больших размеров, железные предметы, в том числе проволоку, твердую древесину следует убирать из канала. Обнаруженные в русле остатки пней и корневищ необходимо убирать или отмечать заметными для тракториста знаками. В некоторых случаях ввиду засоренности русла канала невозможно использовать каналоочиститель КОБ-1,5.

Управление каналоочистителем осуществляется из кабины тракториста. В каналоочистителе сохранено стандартное управление трактором. Дополнительными органами управления трактором являются рукоятки гидрораспределителя, рукоятка включения редуктора привода насосов и рукоятка включения ходоуменьшителя. Транспортное передвижение машины может осуществляться на всех скоростях (в зависимости от характера дороги), но с обязательной установкой транспортной стойки.

Каналоочиститель ЭМ-152А

Многоковшовый мелиоративный экскаватор ЭМ-152А * (рис. 25) — самоходная землеройная машина поперечного черпания на гусеничном ходу, предназначенная для очистки существующих каналов мелкой и средней осушительной и оросительной сетей, не имеющих на одной из берм древонасаждений, валунов, густых камышовых и кустарниковых зарослей, пней, глубоких ям и т. п. Экскаватор ЭМ-152А очищает каналы при движении передним и задним ходом с гусеницами, идущими по одной или по обеим сторонам очищаемого канала.

Техническая характеристика экскаватора ЭМ-152М

Теоретическая производительность, $м^3/ч$	50
Емкость ковша (геометрическая), *л*	15
Шаг ковшей, *мм*	914
Число ссыпок в минуту	57

* В настоящее время подготовлен к выпуску модернизированный образец экскаватора под маркой ЭМ-152Б.

Силовое оборудование:	двигатель Д-37 с воздушным охлаждением
мощность, *л. с.*	40
число оборотов, *об/мин*	1600
Рабочее давление в гидросистеме, *кг/см²*	100
Рабочие скорости, *км/ч*	
I	0,258
II	0,388
Транспортная скорость, *км/ч*	2,16
Скорость движения ковшовой цепи, *м/сек*	0,86
Длина ковшовой рамы максимальная, *мм*	4500
Размеры очищаемых каналов, *мм*:	
а) профиль № 1	
заложение откосов	1:1
глубина	1800
ширина поверху	4200
б) профиль № 2	
заложение откосов	1:0,55
глубина	1800
ширина поверху	2530
в) профиль № 3	
заложение откосов	1:1,5
глубина	1470
ширина поверху	4000
г) профиль № 4	
заложение откосов	1:1,25
глубина	1360
ширина поверху	4000
Размеры гусениц, *мм*:	
основной	800 × 3175
вспомогательный	440 × 1550
Среднее удельное давление на грунт в рабочем положении, *кг/см²*	0,25
Расстояние между осями гусениц, *мм*:	
минимальное при сдвинутых телескопах	2000
максимальное при раздвинутых телескопах	5500
Габариты экскаватора, *мм*:	
длина	6200
максимальная ширина	6420
минимальная ширина	2920
высота	3950
Вес, *кг*	8663

Конструкция ЭМ-152А. Особенность конструкции экскаватора — это специальное шасси, на котором смонтирован рабочий орган. Гусеницы машины связаны телескопической рамой, обеспечивающей изменение расстояния между ними. Отмеченная особенность базового шасси расширяет область применения экскаватора на мелиоративных работах. При необходимости можно применить

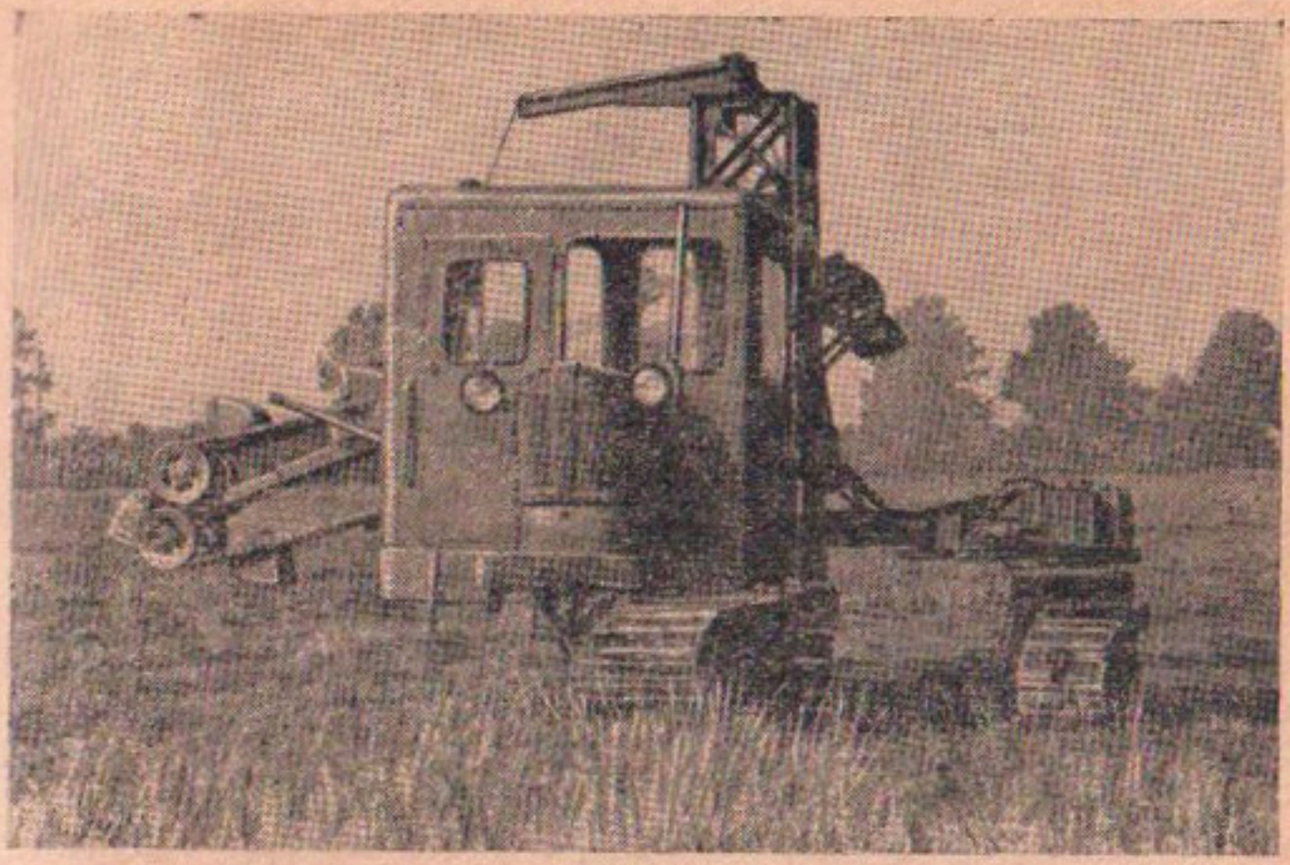


Рис. 25. Общий вид многоковшового экскаватора поперечного копания ЭМ-152А.

седловую схему установки или, если это оправдано технологией очистки канала, консольную навеску рабочего органа.

На основной раме экскаватора расположены двигатель, привод, кабина, механизмы управления и пилон, на котором подвешены рабочий орган и транспортер.

Поскольку центр тяжести экскаватора расположен ближе к основной гусенице, она имеет значительно большие размеры (длину и ширину) по сравнению со вспомогательной. Привод гусеничного хода — механический. Коробка скоростей имеет три передачи (две рабочие и одну транспортную), а также реверс для изменения направления движения. Реверсирование хода экскаватора может быть осуществлено на любой из перечисленных скоростей. Для поворота в трансмиссии экскаватора предусмотрены бортовые фрикционы. Торможение одной из гусениц обеспечивает поворот машины в нужную сторону. Привод вспомогательной гусеницы обеспечивается телескопическим валом и втулочно-роликовой цепью. Вспомогательная гусеница снабжена также механизмом, обеспечивающим ее поворот в плане на 10—15°. Такое устройство позволяет легко изменять колею. Раздвижение или сближение гусениц осуществляется соответственно при прямом или заднем ходе экскаватора (рис. 26).

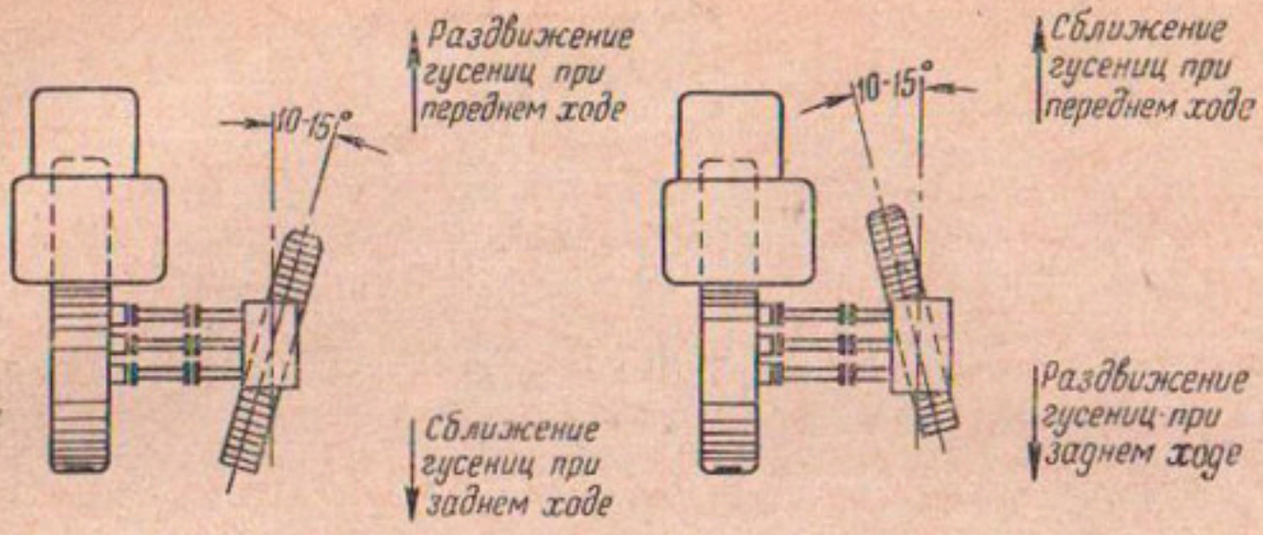


Рис. 26. Изменение колеи экскаватора ЭМ-152А.

Телескопическая рама, соединяющая гусеницы, выполнена из трех парных секций труб. Одним концом она закреплена на приводной головке вспомогательной гусеницы, а другим — на раме экскаватора. Трубы телескопической рамы на концах имеют зажимные замки в виде хомутов, которые затягиваются болтами для фиксации установленного расстояния между осями гусениц.

Телескопический вал смонтирован на двух подшипниках скольжения, закрепленных на раме экскаватора, а в средней части подвешен к мостику телескопической рамы через подшипник скольжения с шаровой втулкой. Телескопический вал состоит из двух секций и квадратного вала. Для передачи крутящего момента труба второй секции имеет шпоночные пазы. Для компенсации размерных отклонений, возникающих при изготовлении телескопической рамы или вследствие ее деформации во время передвижения экскаватора, телескопический вал имеет специальное шарнирное устройство. Телескопическая рама позволяет изменять расстояние между осями гусениц в пределах от 2000 до 5500 *мм*.

На заднем конце основной рамы машины установлен пилон, к которому на канатах с помощью верхней и нижней подвесок через блочную систему свободно подвешена ковшовая рама *3* (рис. 27). Она несет на себе обводные ролики *1*, которые служат направляющими для цепи, и редуктор привода. На ковшовой раме укреплен транспортер *6*.

Нижняя часть ковшовой рамы с планирующим звеном *4* выполнена подвижной и поворотной, что позволяет изменять ее длину в зависимости от числа ковшей и осуществлять натяжение ковшовой цепи. Соответствующей настройкой планирующего звена выполняется разработка каналов с различным профилем.

Ковши *5* шарнирно укреплены на двух втулочно-роликовых

цепях 2. Разгрузка ковшей принудительная, для чего ковши снабжены подвижными днищами. Отклонение днища для выброса грунта происходит в момент, когда верхняя выступающая часть днища наталкивается на ролик, укрепленный на раме. Днище возвращается в исходное положение с помощью пружин.

Для предотвращения перемещения ковшовой рамы в продольном и поперечном направлениях верхний конец ее шарнирно соединен с ползуном, который может опускаться и подниматься в вертикальных направляющих пилона. Усилия, действующие на ковшовую раму при резании грунта по ходу экскаватора, воспринимаются укосиной, шарнирно соединенной как с рамой экскаватора, так и с ковшовой рамой.

Привод ковшовой цепи и подъем ковшовой рамы в экскаваторе ЭМ-152А — гидравлические. Ведущие звездочки получают вращение от гидромотора через цилиндрический редуктор. Гидроцилиндры, установленные на пилоне, могут поочередно поднимать или опускать один из концов рамы, придавая ей соответствующий угол наклона в зависимости от заложения откосов. Все управление экскаватором расположено в кабине машиниста.

Область применения каналоочистителя ЭМ-152А. Ковшовая цепь одинаково хорошо удаляет сухие и влажные наносы, очи-

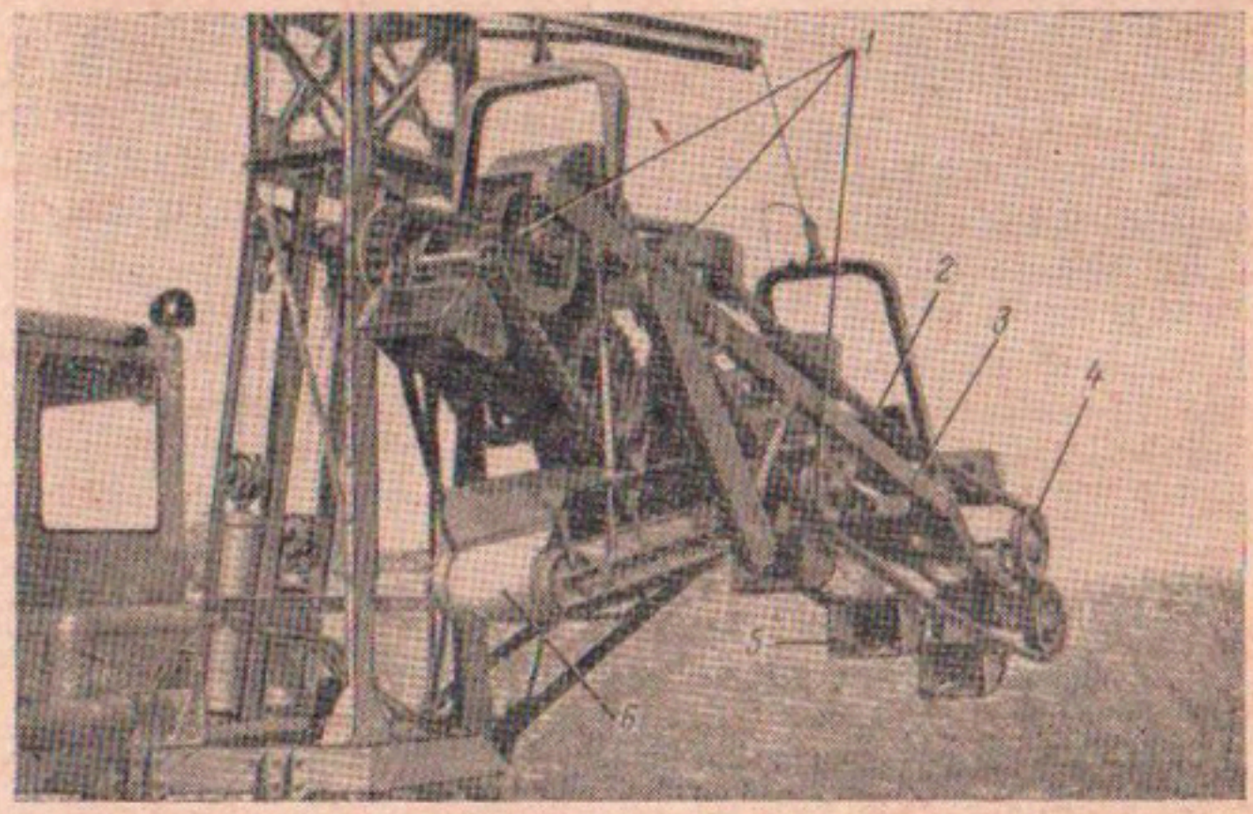


Рис. 27. Рабочее оборудование многоковшового экскаватора ЭМ-152А:
1 — обводные ролики; *2* — цепь; *3* — ковшовая рама; *4* — планирующее звено; *5* — ковши; *6* — транспортер.

щает каналы, заполненные водой, разрабатывает заросшие участки.

Подвеска рабочего органа обеспечивает очистку откосов каналов различной крутизны (от 1 : 0,5 до 1 : 1,5). При необходимости можно вести очистку откоса и дна одновременно или только одного дна. Малая энергоемкость процесса очистки обусловливает использование на экскаваторе сравнительно маломощной силовой установки.

При очистке каналов оросительной сети, выполненных в полувыемке-полунасыпи или насыпи, гусеницы располагаются по обеим сторонам канала, что позволяет экскаватору свободно проходить по сравнительно узким дамбам. Однако при очистке осушительной сети чаще всего применяют консольную схему, когда основная и вспомогательная гусеницы располагаются по одну сторону от канала.

Преимущество консольной схемы в таких случаях объясняется небольшой длиной осушителей и сложностью переброски вспомогательной гусеницы на противоположную сторону канала. В этом варианте начинают проявляться и недостатки специального базового шасси. Полоса отчуждения, необходимая для прохода машины вдоль канала (по обе стороны), сразу возрастает в 4—5 раз, достигая 12—14 *м*. Это влечет за собой большие потери полезной посевной площади.

Экскаватор значительно уступает по маневренности и скорости передвижения каналоочистителям, где в качестве базы используются стандартные тракторы. Таким образом, на осушительных системах, особенно при малых объемах работ и частых переездах, экскаватор с раздвижной колеей может и не иметь преимуществ перед каналоочистителями других типов.

Экскаватор ЭМ-152А можно применять на очистке осушительной и оросительной сети. Следует оговорить, что ограничениями для его работы на очистке оросительных каналов могут явиться двусторонние древесные насаждения на бермах канала, значительная извилистость русла и наличие на трассе большого количества сооружений.

Учитывая громоздкость экскаватора и малые транспортные скорости, следует особо тщательно разрабатывать последовательность выполнения операций очистки на объекте, чтобы по возможности избежать излишних транспортных перегонов.

Подготовка трассы для экскаватора заключается в планировке берм, удалении из русла канала различных препятствий (пней, срубленных деревьев, больших камней). Если условия очистки предопределяют седловую схему работы, необходимо предусмотреть мостики для переезда пересекающих основную трассу каналов.

Мостики обычно выполняют переносными из дерева. Завод-изготовитель рекомендует мостики грузоподъемностью 10 *т* при ширине не менее 4 *м*.

Для переезда поперечных отводных каналов, идущих только с одной стороны, можно воспользоваться значительно более узкими мостиками, обеспечивающими переезд одной гусеницы. Часто экскаваторщики используют для этой цели обыкновенные бревна, которые они возят с собой, прикрепив их к телескопической раме.

Порядок работы экскаватора такой: заехав на канал, машинист опускает в забой ковшовую раму и включает гидромотор, который приводит в движение цепь с ковшами. После настройки рабочего органа экскаватор начинает двигаться вдоль канала. Число проходов зависит от состояния очищаемого канала. Очистка может производиться, как при прямом, так и заднем ходе машины.

Отметим еще одну особенность конструктивной схемы рабочего органа: при определенной установке планирующего звена можно добиться того, что режущая кромка ковшей будет захватывать только донные наносы, не затрагивая дерновый покров на откосах канала.

Переход от седловой схемы разработки на консольную или наоборот требует частичного переоборудования машины. Для этого телескопический вал и телескопическую раму совместно с малой гусеницей устанавливают на другую сторону машины. При этом приводные звездочки, расположенные на телескопическом валу, устанавливают на новые места, предусмотренные специально для этой цели, а головку малой гусеницы догружают контргрузом для уравновешивания веса консольно расположенной ковшовой рамы.

Шнековые каналоочистители

Шнек как рабочий орган землеройного типа можно с успехом применять в очистных машинах. Обладая режущими и транспортирующими свойствами, шнек прост в конструктивном отношении и легко агрегатируется с базовой машиной. Низкая металлоемкость и энергоемкость рабочего органа позволяют использовать его практически для любой длины откоса. Такое качество шнека как способность разрабатывать грунт под водой особенно ценно на очистных работах. Хуже работает шнек на каналах с мощным дерновым покровом и сильноразвитой растительностью. В этих случаях не исключено предварительное скашивание травы на откосах и дне канала.

Шнек можно использовать на грунтах I и отчасти II категории (в основном торфяных). На более тяжелых грунтах не обеспечиваются условия резания грунта и резко сокращаются сроки службы рабочего органа.

На интенсивность износа шнека влияют и другие факторы, в частности скоростные параметры (число оборотов и подача). Для увеличения срока службы рабочего органа приходится мириться с заниженной производительностью машины. Большое значение имеет технология изготовления шнека. Использование специальных сталей и соответствующая обработка их оказывают решающее влияние на работоспособность машины в целом.

Практически шнековый рабочий орган можно использовать на очистке осушительной и оросительной сетей, однако наиболее приемлемыми для его работы следует считать торфяные грунты. Шнек можно применять и как планировщик на строительстве каналов, зачищая откосы после одноковшовых экскаваторов.

Шнековая машина КШБ-2,4 для очистки каналов спроектирована и построена в Ташкентском ГСКБ по ирригации. Рабочий орган каналоочистителя КШБ-2,4 навешен на трактор ДТ-54А.

Техническая характеристика

Производительность, *м³/ч*	45
Мощность (общая), *л. с.*	53
Мощность, потребляемая на рабочий процесс, *л. с.*	47
Мощность на передвижение, *л. с.*	6
Рабочие скорости, *км/ч*:	
I	0,53
II	0,68
III	0,8
IV	0,93
Размеры рабочего органа, *мм*:	
длина	3660
диаметр шнека	340
шаг витков	180
число витков	17
Число оборотов шнека, *об/мин*	400
Габариты машины, *мм*	
а) в рабочем положении:	
длина	5000
ширина	6800
высота	2800
б) в транспортном положении:	
длина	5225
ширина	2600
высота	2800
Вес каналоочистителя, *кг*	7395
Удельное давление на грунт, *кг/см²*:	
под левой гусеницей	0,43
под правой гусеницей	0,52
Размеры обрабатываемых каналов:	
глубина, *м*	2,4
заложение откосов	1:0,5 ÷ 1:1,5
Обслуживающий персонал	1 человек

Общий вид каналоочистителя показан на рисунке 28.

Как видно из рисунка, шнековый рабочий орган *8* подвешен к трактору посредством рамы, состоящей из П-образной стойки и двух верхних связей. Подъем и опускание шнека осуществляются гидромеханической лебедкой *3*, которая выполнена в виде двухступенчатого червячного редуктора. Привод лебедки гидравлический от гидромотора НПА-64. Для точной установки шнека в рабочее положение каналоочиститель снабжен тяговым и подъемным гидроцилиндрами.

Вращение шнека осуществляется от вала отбора мощности трактора через конический реверс *1* и вертикальный вал привода. Для предохранения рабочего органа от поломок при случайном попадании посторонних предметов на валу шнека установлена предохранительная муфта *4*. На конце рабочего органа к кожуху шнека прикреплен кронштейн, на котором смонтирован специальный плужок — отвал для очистки и профилирования дна канала при ширине его от 0,4 до 1 *м*.

К коробке шнека болтами крепится кожух, внутри которого помещен центробежный ротор, состоящий из четырех лопастей криволинейного профиля. Кожух ротора *6* может поворачиваться вокруг оси крыльчатки на требуемый угол для выгрузки грунта в задан-

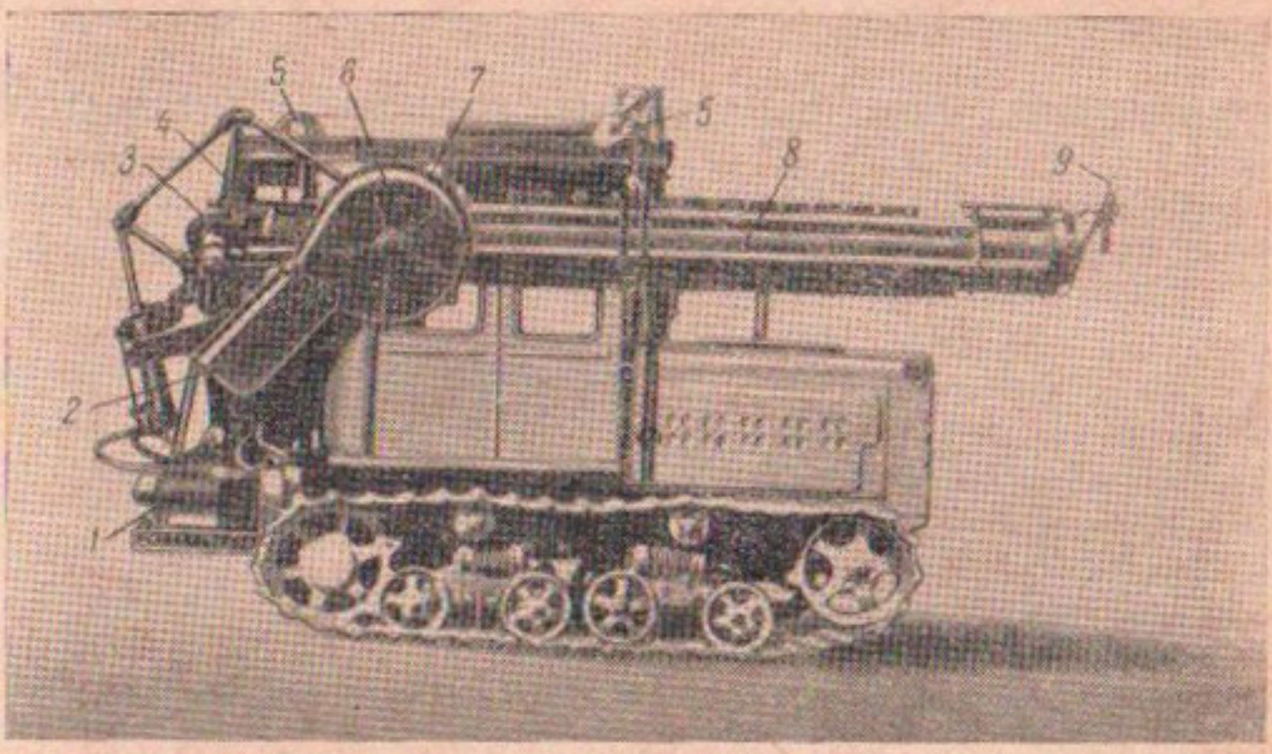


Рис. 28. Общий вид шнекового каналоочистителя КШБ-2,4:

1 — реверс; *2* — направляющий козырек; *3* — лебедка; *4* — муфта предельного момента; *5* — направляющие блоки лебедки; *6* — кожух ротора; *7* — ротор; *8* — рабочий орган; *9* — отвал для очистки дна.

ном направлении. К выходному отверстию кожуха ротора прикреплен козырек *2*, предохраняющий каналоочиститель от забрасывания грунтом.

Рабочий орган — шнек — состоит из семнадцати отдельных звеньев, свободно насаженных на вал. Связь между звеньями осуществляется через уступы на корпусах звеньев. Вал шнека передает крутящий момент через первое звено — корпус шнека. Корпус крепится на валу четырьмя шпонками.

Звено шнека состоит из литого корпуса и штампованного пера, изготовленного из специальной стали. Шнек заключен в кожух из листовой стали. Кожух крепится болтами к коробке шнека и имеет по всей длине открытую часть, через которую происходит врезание шнека в грунт. Величина открытой части регулируется сменными крышками в зависимости от глубины канала и заложения откоса.

Рабочие скорости при очистке назначаются в зависимости от категории разрабатываемого грунта и габаритов канала. Чем тяжелее грунт и больше габариты канала, тем меньше скорость. Очистка канала производится при перемещении каналоочистителя вдоль канала на расстоянии 0,5—1 *м* от бровки. Откосы мелких каналов очищаются и профилируются за один проход. Крупные каналы, как правило, требуют нескольких проходов каналоочистителя.

ОЧИСТКА МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ ОДНОКОВШОВЫМИ ЭКСКАВАТОРАМИ

Производительность одноковшовых экскаваторов (при равных объемах ковша) зависит от длительности цикла, числа передвижек и времени каждой передвижки. Чем меньше указанные величины, тем выше производительность, и наоборот.

Количество передвижек одноковшового экскаватора зависит от времени работы его с одного рабочего положения. В свою очередь, продолжительность копания зависит от объема грунта, приходящегося на 1 *пог. м* очищаемого канала. На каналах мелкой сети, особенно осушительных, объемы небольшие. Количество передвижек за час работы велико. Поэтому эффективность одноковшовых экскаваторов на очистке мелиоративных каналов будет ниже, чем при использовании их на карьерах или строительных работах общего назначения.

Практика показывает, что производительность экскаваторов начинает снижаться уже при удельных объемах менее 10 емкостей ковша. При очистке мелкой сети удельные объемы наносов, приходящиеся на 1 *пог. м* длины канала, могут оказаться значительно

меньше указанных — 0,05—0,25 $м^3$, и разработка их одноковшовыми экскаваторами безусловно нерентабельна.

Использование одноковшовых экскаваторов на очистке затрудняется также в силу значительных габаритных переборов. Экскаваторщик не может точно выдерживать ширину канала по дну, поэтому габаритные переборы на различных каналах могут достигать 12—20% от площади поперечного сечения.

Нельзя не отметить и низкого качества работ, выполняемых одноковшовыми экскаваторами. Как правило, откосы каналов требуют дополнительных планировочных операций. Наконец, машины цикличного действия, какими являются одноковшовые экскаваторы, всегда будут уступать по производительности машинам с непрерывным протеканием процесса.

Однако, несмотря на перечисленные выше недостатки, экскаваторы — наиболее надежные землеройные машины, поставленные на крупносерийное производство. Благодаря универсальности рабочего оборудования их годовая загрузка намного превышает загрузку специальных машин. Низкая металлоемкость рабочего оборудования, особенно оборудования драглайн, обусловливает работу ковша с большими вылетами, что позволяет при сравнительно малом весе машины обрабатывать каналы больших габаритов. Широкое применение одноковшовых экскаваторов в мелиоративном строительстве позволяет использовать их и на эксплуатационных работах.

Заметим, что в ряде районов страны, где русла мелиоративных каналов засорены крупными камнями или погребенной древесиной, одноковшовые экскаваторы являются пока единственными механизмами, с помощью которых можно вести очистные работы.

Наиболее целесообразно очищать одноковшовыми экскаваторами крупные каналы (водоприемники, магистральные каналы). В зависимости от габаритов канала могут быть применены экскаваторы с ковшом емкостью 0,3; 0,65; 0,8 $м^3$ и в некоторых случаях машины с ковшом емкостью 1 $м^3$ и выше. Наиболее распространены на очистных работах машины с ковшами емкостью от 0,3 до 0,65 $м^3$. Считается возможным очищать каналы экскаваторами с рабочим оборудованием драглайн при объеме земляных работ, приходящихся на 1 *пог. м* канала, не менее 3—5 емкостей ковша.

Практика выработала пути повышения производительности экскаваторов на очистке. Поскольку разработка наносов в большинстве случаев менее энергоемкий процесс, чем копание грунтов естественной плотности, целесообразно применять на очистке ковши увеличенной емкости. Для обеспечения необходимой устойчивости базового шасси ковши выполняются облегченными (по весу). В не-

которых случаях применяют укороченные стрелы, если это допускается местными условиями.

Применение ковшей увеличенной емкости позволяет в какой-то мере компенсировать потерю производительности, свойственную экскаваторам. Обычно емкость ковша увеличивают на 50% против стандартной, но не исключено применение ковшей удвоенной емкости.

Специфика очистных работ предъявляет к ковшам и ряд дополнительных требований. Для возможности черпания из-под воды ковши должны быть перфорированы, то есть иметь отверстия для слива воды. В противном случае часть грунта будет неизбежно вымываться через переднюю кромку наружу, резко снижая коэффициент наполнения ковша.

При выемке наносов из-под воды можно использовать и такое стандартное оборудование экскаваторов, как грейфер. Экскаватор с оборудованием грейфера уступает по производительности машинам, работающим с драглайном или обратной лопатой. Однако в отдельных случаях грейфер оказывается более удобным в работе. В частности, применение грейферов предпочтительнее при ограниченной ширине канала, при разработке плотных, слежавшихся наносов.

В последнее время институты мелиорации и водного хозяйства создали ряд специальных конструкций рабочего оборудования, предназначенного для мелиоративных работ. Одноковшовые экскаваторы, снабженные таким оборудованием, могут выполнять специфические операции очистки. Так, с помощью драглайна, оборудованного боковой стрелой, и поворотного ковша обратной лопаты можно механизировать очистку каналов с укрепленными руслами. Это же оборудование целесообразно применять и для очистки обычных (незакрепленных) каналов, засоренных каменными или древесными включениями.

ДРАГЛАЙН С БОКОВОЙ СТРЕЛОЙ

Боковая стрела к экскаватору-драглайну дает возможность выносить ковш в сторону от продольной оси экскаватора. При этом экскаватор находится на берегу канала. Очистка производится движением ковша по оси канала (рис. 29).

Из рисунка видно, что расположенная горизонтально боковая стрела шарнирно крепится к поворотной платформе экскаватора. По отношению к основной стреле драглайна боковая повернута на 90°. Удерживается боковая стрела с помощью оттяжек. Длина боковой стрелы 5—8 *м*. Подъемный канат проходит через качаю-

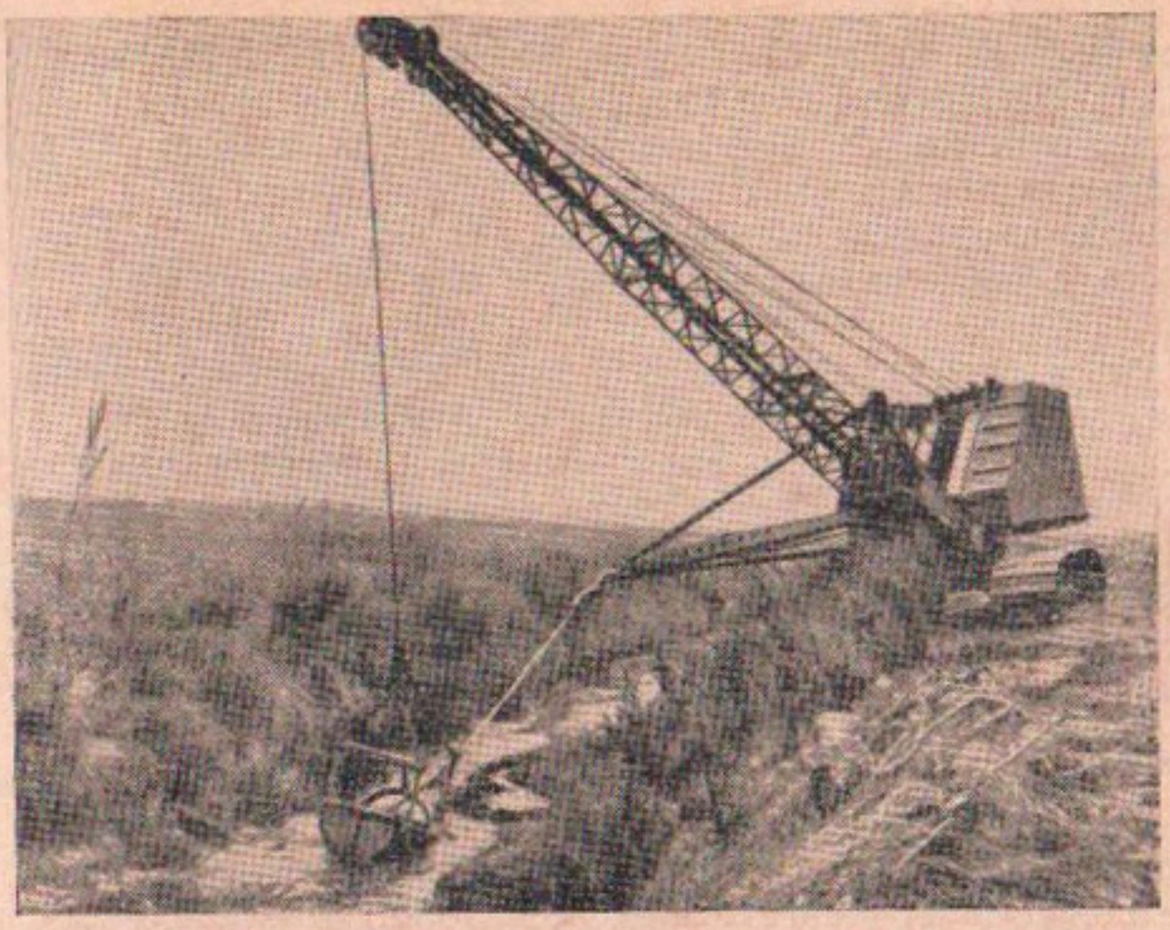


Рис. 29. Экскаватор-драглайн с боковой стрелой.

щийся головной блок основной стрелы, тяговый канат — внутри или вдоль боковой стрелы, на конце которой находится направляющий блок.

Из числа выполненных конструкций можно указать на драглайн с боковой стрелой к экскаваторам Э-505 и Э-352. На экскаваторе емкостью 0,5 $м^3$ применяют ковши: профильный емкостью 0,35 $м^3$, предназначенный для каналов шириной по дну 0,2—0,4 *м*; с полукруглым дном емкостью 0,35 $м^3$ для каналов шириной по дну 0,5—0,6 *м* и емкостью 0,5 $м^3$ с полукруглым дном, рекомендуемый для каналов шириной по дну 0,4 *м*.

Драглайн с боковой стрелой на базе экскаватора Э-352 изготавливают на Батайском ремонтно-механическом заводе.

Техническая характеристика рабочего оборудования

Длина боковой стрелы, *м*	5
Емкость ковша, $м^3$	0,25
Максимальная ширина очищаемого канала поверху, *м*	10
Производительность при глубине заиления до 25—35 *см*	до 100 *пог. м* в час

Стандартный ковш драглайна малопригоден для очистных работ. В ЛатНИИГИМе был сконструирован и испытан специальный ковш для очистки. Он не имеет зубьев, и при емкости 0,25 $м^3$ его параметры существенно отличаются от стандартных.

Практика применения драглайнов с боковой стрелой показывает, что с технологической стороны эта машина вполне работоспособна. Ковш хорошо загружается и опоражнивается, подвеска обеспечивает все необходимые операции, очистка заиленной части канала производится без подрезания грунта на откосах.

Следует обратить внимание, что при переоборудовании экскаватора на работу по схеме драглайна с боковой стрелой необходимо внести следующие изменения в конструкцию базовой машины.

1. Установить дополнительный тормоз поворотной платформы. Тормоз должен во время копания обеспечивать неподвижность поворотной платформы, воспринимая крутящий момент, действующий на конец боковой стрелы.

2. Заменить головку стрелы экскаватора. Головной ролик должен быть поворотным. Угол поворота стрелы соответствует положению, когда ось головного блока пересекает ось канала. В этом случае ковш будет двигаться вдоль канала. Выгрузка грунта производится при повороте стрелы на 90°.

Производительность драглайна с боковой стрелой выше, чем экскаватора со стандартным оборудованием, из-за меньшего числа передвижек. Преимущество драглайна с боковой стрелой особенно заметно при малых объемах наносов.

РЕМОНТНАЯ ЛОПАТА ЛР-2

Рабочее оборудование с поворотным ковшом к экскаватору Э-352 под маркой ЛР-2 разработано Северным научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации (СевНИИГиМ). Ремонтная лопата ЛР-2 предназначена для очистки мелиоративных каналов глубиной до 2,5 *м*.

Техническая характеристика

Размеры очищаемых каналов, *м*:	
максимальная глубина	2,5
ширина по дну	0,35—0,8
заложение откосов	от 1:1 до 1:2
Производительность, *пог. м/ч*	60—80
Габариты ковша, *м*:	
длина	2,1
ширина	0,8
высота	1,4
Управление рабочим органом	Канатно-блочное
Вес оборудования, *кг*	320

Оборудование ЛР-2 является сменным и может быть навешено на любой экскаватор модели Э-352 с канатно-блочным управлением. Оно состоит из рамы и поворотного ковша. Ковш выполнен из стального листа толщиной 8 *мм*. Вдоль нижней кромки ковша приварен нож толщиной 12 *мм*. По бокам к ковшу приварены две стенки, которые являются ребрами жесткости и плоскостями для крепления к раме. В среднюю часть ковша вварена третья стенка, позволяющая посредством троса поворачивать ковш относительно рамы. Рама представляет собой пустотелую балку прямоугольного сечения, сваренную из швеллеров.

Экскаватор, оборудованный лопатой ЛР-2, устанавливают параллельно очищаемому каналу. Цикл работы машины состоит из набора наносов, подъема ковша, поворота и выгрузки. После каждого цикла экскаватор переезжает вдоль канала на расстояние 1,9 *м*. Управление экскаватора с поворотным ковшом идентично управлению экскаватора с обратной лопатой. Разница заключается в том, что набор грунта осуществляется путем поворота ковша с помощью тягового каната.

Таким образом, оборудование ЛР-2 предназначено для удаления из канала донных наносов. Откосы при работе ЛР-2 остаются неарушенными.

Производительность экскаватора на очистке каналов невысока, и применение оборудования ЛР-2 оправдано лишь в условиях сильно засоренного русла. Подобные экскаваторы применяют главным образом на очистке каналов в Северо-Западной зоне страны.

ПОВОРОТНЫЙ КОВШ НА ЭКСКАВАТОРЕ Э-153

Гидравлический экскаватор Э-153 на колесном тракторе «Беларусь» можно использовать на очистке мелкой сети при некоторой реконструкции рабочего оборудования. Для этого на удлиненную рукоять экскаватора, обеспечивающую очистку каналов глубиной до 2,4 *м*, шарнирно навешивается специальный поворотный ковш. Оптимальная ширина ножа для очистных работ 1 *м*. Поворотный ковш позволяет удалять наносы из узких каналов шириной по дну 0,2—0,4 *м*. Рабочее положение трактора — перпендикулярно оси канала. При повороте ковша траектория режущей кромки проходит только по дну, не затрагивая дерновый покров откосов. Обильная растительность в канале не препятствует работе поворотного ковша. Коэффициент заполнения ковша обычно больше единицы.

Наличие на тракторе бульдозерного отвала позволяет полностью выполнить процесс очистки одной машиной (имеется в виду удаление наносов и разравнивание грунта).

Как всякая колесная машина, экскаватор Э-153 удобен при частых перебросках с объекта на объект. Однако большие удельные давления на грунт со стороны ходового оборудования ограничивают применение этой машины на осушительных системах. Затруднительна эксплуатация экскаватора и в зоне орошения, где большинство каналов проложено в полувыемке-полунасыпи и в насыпи.

КОВШОВЫЕ ОЧИСТИТЕЛИ НА ТРАКТОРАХ

В настоящее время многие производственные, проектные и научно-исследовательские организации разработали для очистки каналов несколько конструкций машин цикличного действия, где в качестве базовых машин использованы тракторы общего назначения мощностью 50—100 *л. с.* Навеска ковшового устройства с гидроуправлением или канатно-блочным управлением на стандартный трактор предопределяет весьма простое конструктивное решение. Изготовление таких машин может быть налажено в условиях ремонтных заводов и мастерских. В качестве базы могут быть использованы тракторы как гусеничные, так и колесные.

На рисунке 30 показана одна из таких конструкций, созданная в ЛМС Владимирского спецтреста. Ковшовое оборудование навешено на трактор ДТ-54. Рама очистителя и гидроуправление унифицированы с серийно выпускаемым погрузчиком РЦ-0,6. Ширина ковша 2 *м*. Глубина очищаемых каналов до 0,9—1 *м*.

Как видно из рисунка, рабочее положение трактора при очистке перпендикулярно к оси канала. Рабочий цикл ковшового очистителя состоит из следующих операций:

1) установка машины против очищаемого участка;
2) опускание рабочего органа в забой;
3) набор грунта;
4) подъем ковша;
5) перемещение трактора к месту разгрузки;
6) разгрузка.

За один цикл трактор перемещается вдоль канала на ширину ковша, то есть на 2 *м*.

По сравнению с подобным устройством на базе одноковшового экскаватора тракторные очистители имеют меньшую производительность. На маневрирование трактора затрачивается больше времени, чем на работу экскаватора, снабженного поворотной платформой. Значительно меньше и габариты каналов, очистка которых может проводиться тракторными очистителями. Однако оборудование цикличного действия, навешенное на трактор, имеет

Рис. 30. Ковшовый очиститель на тракторе.

меньшую стоимость и в ряде случаев может оказаться эффективнее применения экскаватора.

Очевидно, что тракторным оборудованием можно вести очистку каналов, проложенных в выемке. В связи с этим использование подобных машин практически ограничивается зоной осушения.

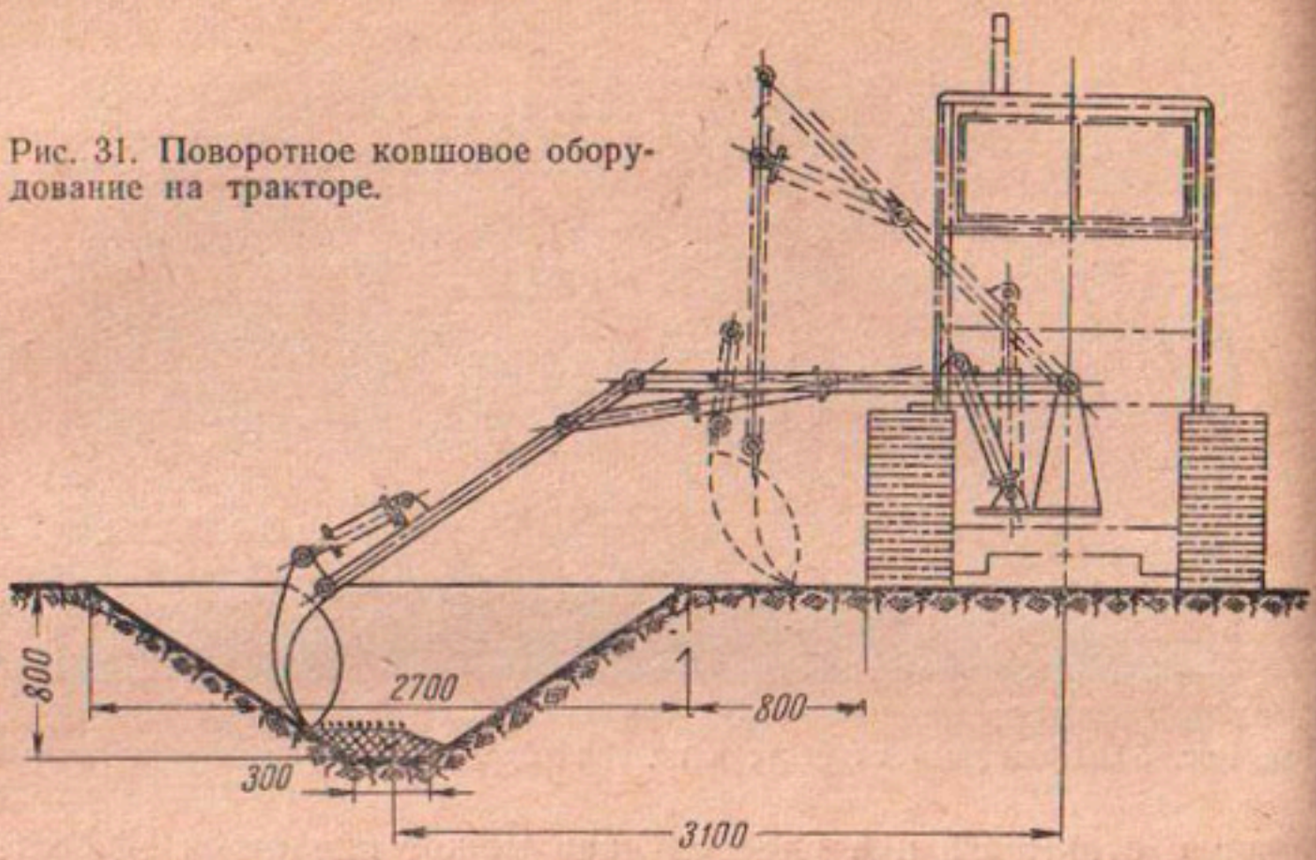
ТРАКТОРНЫЙ КОВШ ЛС-4500

В Старо-Бобовической ММС Новозыбковского района Брянской области создан тракторный ковш на стосильном тракторе под маркой ЛС-4500.

Техническая характеристика каналоочистителя ЛС-4500

Ширина ковша, *мм*	4 500
Производительность, *м³/ч*	25—30
Размеры очищаемых каналов, *м*:	
глубина	2,5
ширина по дну	1,0
Высота подъема ковша, *мм*	3 000
Вес ковша, *кг*	1 120
Полный вес машины, *кг*	13 220
Габаритные размеры в транспортном положении, *мм*:	
длина	7 430
высота	3 059
ширина	4 500

Рис. 31. Поворотное ковшовое оборудование на тракторе.



СевНИИГиМ разработал приспособление для очистки в виде ложки-скребка, навешенное на трактор класса 3 *т* (рис. 31).

В процессе модернизации этого приспособления создан каналоочиститель К-1.

Основная особенность каналоочистителя К-1 состоит в том, что оборудование обеспечивает набор грунта и его разгрузку при неподвижном тракторе. Это несколько усложняет конструкцию машины, но производительность агрегата значительно повышается вследствие экономии времени на маневрирование. Практически ковшовое оборудование, изображенное на рисунке 31, работает по принципу гидравлической обратной лопаты. Установленное на базе трактора оборудование имеет ряд преимуществ перед экскаватором, главное из которых — высокая мобильность.

Техническая характеристика каналоочистителя К-1

Базовый трактор	ДТ-55
Размеры очищаемых каналов, *м*:	
глубина	до 1,5
ширина по дну	от 0,2 до 1,0 *м*
заложение откосов	любое
Рабочая ширина захвата, *м*	2,0
Емкость ковша, $м^3$	0,25
Производительность, *пог. м/ч*	до 100
Обслуживающий персонал	1 человек

ТРАКТОРНЫЙ ОТВАЛ ДЛЯ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ОТКОСОВ

Откосопланировщики с пассивными рабочими органами (отвалами) можно использовать на очистке и для исправления деформированных откосов каналов. Эффективность их применения будет главным образом зависеть от грунтовых условий. Наиболее благоприятными условиями следует считать грунты I категории, лишенные дернового покрова. С возрастанием сопротивлений со стороны грунта приходится идти на уменьшение толщины стружки, что влечет за собой увеличение потребного количества проходов.

Принцип действия откосопланировщика состоит в том, что поставленный под определенным углом отвал выносит срезанный грунт по поверхности откоса на берму. Чем круче откос, тем меньше должен быть угол установки отвала. Если для откосов с заложением 1 : 3 требуемый угол составляет 40°, то планировку откосов с заложением 1 : 1 следует вести при угле не более 23 ÷ 25°. Подобное требование может привести к весьма громоздкой конструкции машины. Так, профилировка откосов канала глубиной 2 *м* должна проводиться шести-восьмиметровым отвалом. Большие вылеты рабочего органа требуют тяжелой базовой машины, удельная металлоемкость которой будет всегда выше, чем у механизмов активного действия. Производительность подобных машин лимитируется в первую очередь прочностью конструкций отвала и поперечной устойчивостью базового трактора. Эти факторы могут вызвать большую недогрузку базовой машины по мощности и тяговому усилию.

На рисунке 32 показан профилировщик откосов на гусеничном тракторе мощностью 100 *л. с.* Профилировщик изготовлен Малинским РМЗ по проекту кафедры строительных и мелиоративных машин Московского гидромелиоративного института.

Из рисунка видно, что основной рабочий орган машины — боковой отвал — крепится к навесной раме, подъем и опускание которой осуществляются гидроцилиндрами. Длина бокового отвала 6 *м*. При помощи вставок его можно увеличить до 7,5 *м*. Рабочий орган имеет возможность устанавливаться под различными углами (20—90°) к направлению перемещения его по откосу и в этом положении во время работы удерживается тяговым канатом. С помощью специального устройства угол резания бокового отвала меняется в пределах 20—80°. К навесной раме сзади трактора на кронштейнах крепится задний отвал, который перемещает срезанный боковым отвалом грунт от бровки канала в сторону, одновременно планируя берму. Задний отвал устанавливается под углом 50° к направлению движения машины. В рабочем положении

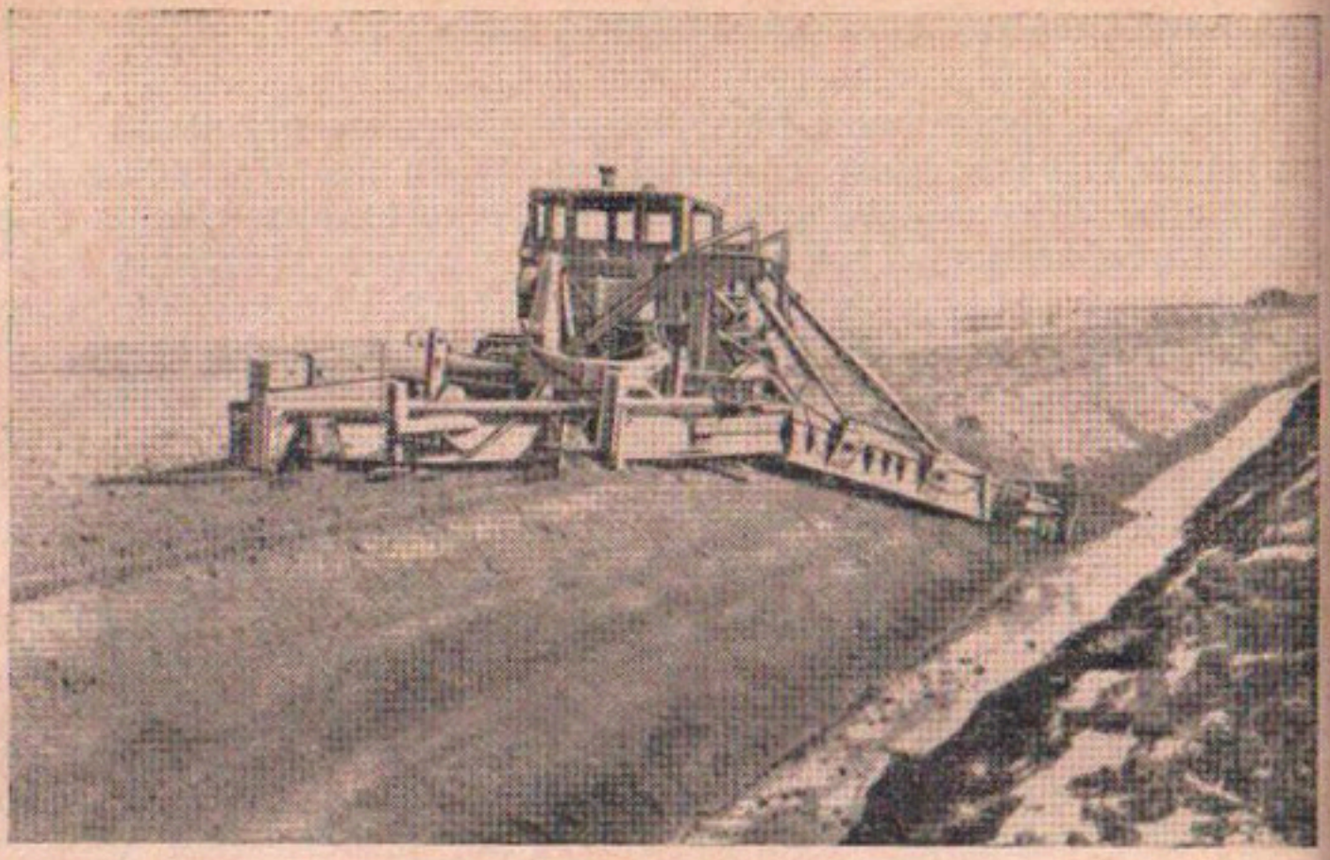


Рис. 32. Профилировщик откосов с пассивным рабочим органом.

задний отвал опирается на две лыжи. Они регулируют зазор между режущей кромкой заднего отвала и поверхностью бермы или ограничивают величину его заглубления в грунт.

Машина снабжена стабилизирующим устройством — черенковым стабилизатором, удерживающим откосопланировщик в заданном направлении. Стабилизатор крепится к корпусу заднего отвала и заглубляется в грунт под действием веса навесного оборудования и принудительного усилия гидроцилиндра. Управление ножом стабилизатора осуществляется из кабины трактора.

Техническая характеристика

Максимальная глубина обрабатываемого канала, *м*	2
Заложение откосов	1 : 1—1 : 3
Наибольшая ширина планирующих откосов, *м*	4,5
Длина бокового отвала со вставкой, *м*	8
Длина заднего отвала, *м*	4,4
Пределы изменения углов захвата грунта боковым отвалом	20 ÷ 90°
Давление в гидросистеме, *кг/см²*	100
Вес с трактором, *т*	16,7
Вес навесного оборудования, *т*	5,3
Среднее удельное давление на грунт, *кг/см²*	0,64
Габариты машины в транспортном положении, *м*:	
длина × ширина × высота	10,2 × 4,6 × 2,5

Технологическая схема работы профилировщика заключается в следующем.

Перед началом планировки машину устанавливают в начале гона параллельно бровке канала. Расстояние от наружного края гусеницы до бровки 0,5 *м*. Отвал из транспортного положения опускают на грунт, одновременно нож черенкового стабилизатора заглубляют на 15 *см*.

С помощью бокового гидроцилиндра устанавливают в рабочее положение отвал под углом, обеспечивающим подъем грунта по откосу.

Испытания профилировщика показали, что после первых двух проходов максимальная величина неровностей уменьшилась на 70—80%. Однако из-за непостоянной толщины стружки количество срезанного грунта перед боковым отвалом сильно колеблется и загрузка рабочего органа на первых проходах не стабильна. После третьего прохода вырезается стружка более равномерной толщины, и машина устойчиво движется в заданном направлении.

Планировка откосов проводилась со снятием стружки толщиной 4—6 *см*. Качество планировки хорошее. В таблице 23 дано сравнение неровностей поверхности откоса до планировки и после третьего прохода машины.

Средняя эксплуатационная производительность машины за период испытаний составила 965 *пог. м/ч*.

Таблица 2

Заложение откосов	До планировки		После планировки	
	средняя глубина неровностей, *м*	максимальная глубина неровностей, *м*	средняя глубина неровностей *м*	максимальная глубина неровностей *м*
1 : 3	0,159	0,300	0,017	0,034
1 : 2	0,136	0,24	0,013	0,030
1 : 1	0,356	0,45	0,041	0,065

МЕХАНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ УНИЧТОЖЕНИЯ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА КАНАЛАХ

Различают следующие типы растительности, засоряющей мелиоративные каналы:

1) береговая, то есть растущая по откосам и бермам каналов;

2) полупогруженная (надводная), которая укореняется под водой, но возвышается над ее поверхностью;

3) погруженная — полностью находится в воде, дорастая до поверхности воды.

Таким образом, рабочие органы машин, предназначенных для очистки каналов от растительности, должны удалять сорняки с горизонтальных и наклонных участков, а также со дна заполненного водой канала.

Для механического уничтожения растительности применяют различное оборудование и машины.

Рабочие органы землеройного типа, то есть ковшовое, фрезерное, шнековое или другое оборудование, предназначенное для удаления наносов. Одновременная очистка каналов от наносов и растительности практикуется при капитальных ремонтах сети. Нередко землеройные машины используют и для периодической очистки наиболее заросших участков. При удалении сорняков со дна осушительных каналов полезно применять землеройные органы, разрушающие корневую систему растений. Однако на оросительных каналах во избежание нарушения кольматационного слоя этот способ нежелателен.

Рабочими органами землеройного типа нельзя также удалять растительность с откосов каналов. Дерновый покров на откосах укрепляет их и удлиняет сроки службы каналов, поэтому при очистке он должен быть сохранен.

Использование землеройных машин приводит к быстрой потере проектных размеров каналов. Растительность обычно удаляют не менее 1 раза в год. Значит, после каждого сезона будет заметно изменяться сечение канала — оползание откосов и увеличение ширины поверху. Нарушение режима работы канала произойдет в этом случае значительно ранее намеченных сроков.

Гидромеханическое оборудование. В каналах с достаточным количеством воды гидромеханическое оборудование можно применять как для одновременного удаления наносов и растительности, так и для удаления только водной растительности. В последнем случае землесосы снабжают специальными фрезами, способными измельчать срезанную растительность.

Использование гидромеханического оборудования позволяет легко решать вопрос об удалении срезанной растительности за пределы канала.

Специальные окашивающие машины (косилки). Различают два основных типа рабочих органов для скашивания: 1) скашивающие растительность с откосов и дна каналов, не заполненных водой, и 2) позволяющие скашивать растительность под водой.

К первой группе относятся сегментные косилки с возвратно-поступательным движением ножей и ротационные рабочие органы. Для срезки растительности под водой применяют различные фрезы, ножи, а также грабли-волокуши, цепи и драги.

Следует отметить, что скашивание растительности с откосов и дна мелиоративных каналов — наименее механизированные операции очистки. Создание высокопроизводительных и надежных в эксплуатации машин-косилок — первоочередная задача машиностроителей.

МАШИНЫ ДЛЯ СКАШИВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА КАНАЛАХ

Косилка МСР-1,2. Косилка МСР-1,2 — пока единственная машина, предназначенная для скашивания растительности на канале и поставленная на серийное производство. Косилка навешивается на гусеничный трактор ДТ-55 (рис. 33) и имеет диск диаметром 1,75 *м*, снабженный 16 ножами. Ножи крепятся к диску с помощью болтов. Привод рабочего органа — гидравлический. Косилка скашивает и удаляет растительность с откосов каналов глубиной до 1,2 *м*.

Техническая характеристика

Ширина захвата, *м*	1,75
Высота среза растительности, *мм*	85
Рабочие скорости, *км/ч*:	
I	1,63
II	2,11
III	2,47
IV	2,85
Техническая производительность, *га/ч*	0,2
Дорожный просвет, *мм*	260
Вес навесного оборудования, *кг*	1410
Общий вес машины, *кг*	7280
Обслуживающий персонал	1 тракторист
Габариты машины в рабочем положении, *мм*:	
длина	4180
ширина	5360
высота	2300
Габариты машины в транспортном положении, *мм*:	
длина	4180
ширина	2700
высота	3450

Устройство косилки. Навеска рабочего органа обеспечивает необходимые положения диска с помощью двух гидроцилиндров. Изменением угла наклона поворотной рамы достигается установка навесного оборудования в рабочее и транспортное положения. Поворот рамы рабочего органа позволяет располагать диск на откосах любой крутизны и на горизонтальных участках. В транспортном положении рабочий орган укрепляется специальной стойкой.

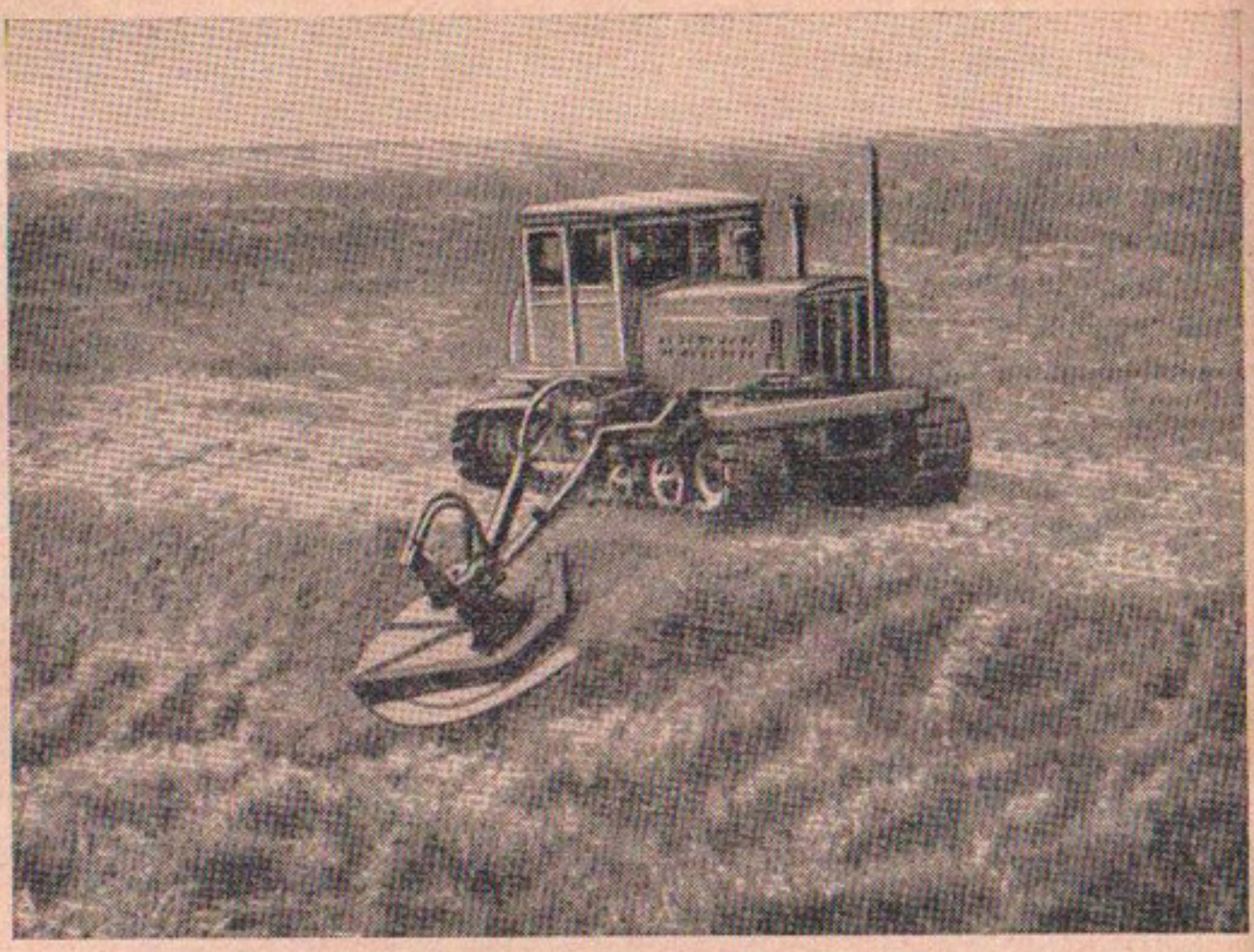


Рис. 33. Косилка МСР-1,2 в работе.

Рабочий орган косилки (рис. 34) благодаря шаровому соединению с поворотной рамой свободно поворачивается в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (вдоль и поперек направления движения трактора). Такое устройство положительно сказывается на качестве работы косилки, так как режущий диск может в известных пределах копировать микрорельеф откоса. Диск снабжен ножевыми сегментами стандартных косилок. Каждый нож крепится к диску двумя болтами. Болты позволяют сегменту поворачиваться при встрече с препятствием. Это достигается тем, что один из болтов удерживает нож силой трения, а второй, проходя через отверстие в теле сегмента, служит осью вращения. Лопатки, приваренные к диску, служат для удаления скошенной растительности за пределы канала.

В косилках последних выпусков лопаток нет; как выяснилось, их роль в выбросе растительности незначительна.

Кожух на диске служит для направления выброса скошенной растительности. Он также защищает тракториста от предметов, которые могут быть выброшены диском вместе с растительностью.

Один гидроцилиндр осуществляет подъем рамы рабочего органа. Рама — сварной конструкции, к суженной части ее крепится кронштейн, в котором монтируется шаровая опора редуктора.

Второй гидроцилиндр укреплен на основной раме, он предназначен для подъема рабочего органа в транспортное положение.

Косилка имеет две самостоятельные гидросистемы: одну — для привода рабочего органа, другую — для подъема и опускания поворотной рамы и рамы рабочего органа. Гидросистема привода рабочего органа состоит из двух насосов НШ-46, гидромотора НПА-64, масляного бака, гидрораспределителя и предохранительного клапана. Масляный бак сварной конструкции расположен сзади топливного бака трактора на специальном кронштейне. Привод насосов осуществляется от вала отбора мощности трактора. Распределитель установлен в кабине водителя.

Область применения косилки МСР-1,2. Роторная косилка МСР-1,2 может скашивать растительность только с откосов. Рабочий орган косилки скашивает любую растительность, за исключением кустарника с толщиной стеблей более 15 *мм*. Плотность зарастания также не снижает эффективности скашивания, хотя не исключено забивание направляющего кожуха (при высоте стеблей более 1,5 *м* и высокой плотности зарастания). Следует указать, что на качество скашивания все же влияют физико-механические свойства срезаемой растительности. Более «чисто» работает косилка при скашивании жесткой растительности. Мягкая трава может остаться нетронутой, если срезка производится

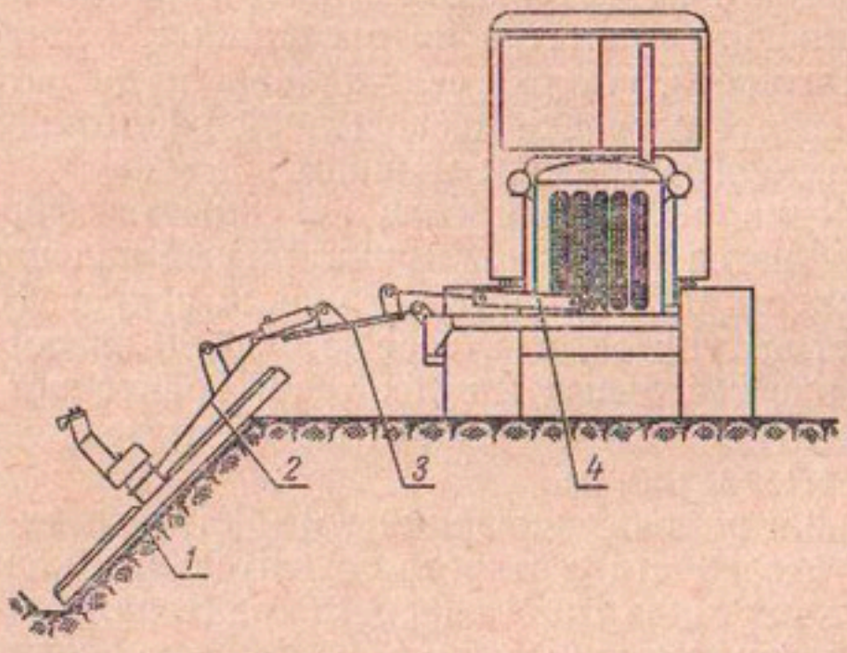


Рис. 31. Схема навески рабочего органа МСР-1,2:
1 — рабочий орган; *2* — рама рабочего органа; *3* — поворотная рама; *4* — гидросистема.

затупленными ножами или скорость вращения диска оказалась меньше расчетной.

Диск диаметром 1,7 *м* позволяет скашивать растительность с откосов канала глубиной до 1,2 *м* и заложением 1 : 1 за один проход. Каналы с заложением 1 : 1,5 окашиваются за два прохода.

С помощью косилки МСР-1,2 можно окашивать и бермы каналов. Однако малая ширина захвата роторного рабочего органа предопределяет низкую эффективность использования косилки на горизонтальных участках. Сегментные косилки сельскохозяйственного типа могут выполнять такую операцию со значительно большей производительностью. Поэтому было бы целесообразно придать косилке МСР-1,2 дополнительный рабочий орган для окашивания берм.

Для свободного прохода машины необходима полоса отчуждения шириной 3,5 *м* с каждой стороны канала. Это требование несколько сужает область применения косилки. Использование машины в зоне орошения затруднено, так как большинство оросительных каналов проложено в полунасыпи или насыпи, где ширина берм незначительна.

Конструктивная особенность косилки заключается в том, что рабочий орган свободно лежит на откосе, а при движении скользит по нему, опираясь на специальную лыжу. Таким образом, достигается копирование профиля откоса канала и колебания базового трактора, идущего по неровной трассе, не передаются на рабочий орган. Однако мелиоративные каналы часто имеют деформированные откосы, работа на которых вызывает определенные затруднения. Диск большого диаметра не в состоянии копировать микрорельеф таких откосов, условия скашивания ухудшаются, и косилка начинает оставлять островки нескошенной растительности; отсюда неизбежны повторные проходы машины.

При движении рабочего органа по сильно деформированному откосу наблюдаются и другие отрицательные явления. Диск, врезаясь в неровности почвы, портит дерновый покров. Ножи, задевая за грунт, быстро тупятся, что, в свою очередь, ведет к прекращению среза тонкостебельных мягких трав. Тракторист в этих условиях вынужден работать на малых скоростях с пониженной производительностью машины.

Хронометраж рабочих операций косилки показал, что при скашивании растительности с откосов осушительных каналов в основном используются лишь I и II скорости трактора.

Рабочий орган роторного типа исключает скашивание растительности, находящейся под водой. Это обстоятельство при очистке осушительных каналов решающего значения не имеет, так как для

осушительной сети, за исключением периода паводка, характерно незначительное количество воды в каналах. Однако недооценивать этого свойства роторной косилки нельзя. Ведь даже случайное касание ножей поверхности воды приводит к нарушению процесса скашивания. Возникающая струя воды приминает растительность на откосе и вызывает холостое вращение диска. В условиях эксплуатации необходимо избегать этого явления.

Следует учитывать еще одну особенность косилки МСР-1,2. Это большие рабочие скорости вращения диска. Твердые предметы (камни, металл, древесина), находящиеся на пути движения рабочего органа, приводят к аварийному выходу из строя ножевых сегментов. Поэтому применение косилок подобного типа ограничено на мелиоративных системах ряда районов Прибалтики, РСФСР и Белоруссии, где наблюдается большая засоренность грунта камнями.

Технико-экономические показатели косилки. Производительность косилки и себестоимость скашивания растительности в каналах в зависимости от рабочей скорости трактора и длины откоса приведены в таблице 24.

Таблица 24

Рабочие скорости, *км/час*	Длина откоса, *м*	Часовая производительность, *га/ч*	Сменная производительность, *га/смену*	Себестоимость 1 *га* скашивания, руб.
I — 1,63	1,0	0,12	0,81	27,0
	1,2	0,15	1,03	21,2
	1,5	0,18	1,25	17,5
	1,7	0,2	1,36	16,1
II — 2,11	1,0	0,16	1,08	20,1
	1,2	0,19	1,30	16,8
	1,5	0,24	1,62	13,0
	1,7	0,27	1,84	11,5
III — 2,47	1,0	0,18	1,25	17,5
	1,2	0,22	1,51	14,5
	1,5	0,28	1,90	11,5
	1,7	0,31	2,1	10,5
IV — 2,85	1,0	0,21	1,45	15,0
	1,2	0,25	1,75	12,5
	1,5	0,32	2,19	10,1
	1,7	0,36	2,48	8,8

Как видно из таблицы, часовая производительность косилки в зависимости от условий работы изменяется от 0,36 до 0,12 *га/ч*, соответственно в 3 раза повышается и себестоимость скашивания.

Однако работа с большими скоростями возможна лишь на ограниченных участках каналов. Практика применения косилок МСР-1,2 показывает, что оптимальной производительностью следует считать 0,2 *га/ч*.

Себестоимость 1 *га* скашивания при такой производительности составляет 16,1 руб. *.

Немаловажными факторами являются и чисто организационные мероприятия. Технологическую схему работы машины нужно выбирать из условия минимальных транспортных перегонов.

Подготовленность трассы к скашиванию растительности заключается главным образом в уборке с откосов и берм канала камней, проволоки и других предметов.

Хронометраж работы косилки показал, что устранение последствий поломок ножевых сегментов составляет 40—60% всех простоев по причине неисправности косилки и трактора. Таким образом, затраты времени на предварительную уборку трассы безусловно будут оправданы.

Косилкой МСР-1,2 можно окашивать откосы, длина которых превышает диаметр диска. В этом случае окашивание проводится за два прохода. При первом проходе окашивается нижняя часть откоса. Скошенная трава частично скапливается на откосе. При втором проходе трактор движется параллельно каналу на расстоянии 1,4 *м*. Режущий диск срезает оставшуюся в верхней части откоса растительность и выбрасывает ее за бровку.

КАНАЛООКАШИВАЮЩАЯ МАШИНА КОК-5,8

Каналоокашивающая машина КОК-5,8, конструкция которой разработана в ЮжНИИГИМ, относится к косилкам с рабочими органами ротационного типа. Она предназначена для окашивания оросительных каналов мелкой сети.

Рабочий орган представляет собой набор быстровращающихся сегментов с ножами, приводимых во вращение клиноременной передачей. Сегменты навешиваются на легкую раму, укрепляемую на колесном тракторе «Беларусь» (рис. 35).

Рама, навешиваемая на гидравлическую систему трактора, состоит из трех частей, что позволяет одновременно окашивать откос канала, гребень дамбы и откос дамбы. Трактор при окашивании

---

* Себестоимость ручного труда при скашивании и удалении растительности из каналов равна 33 руб. на 1 *га*.

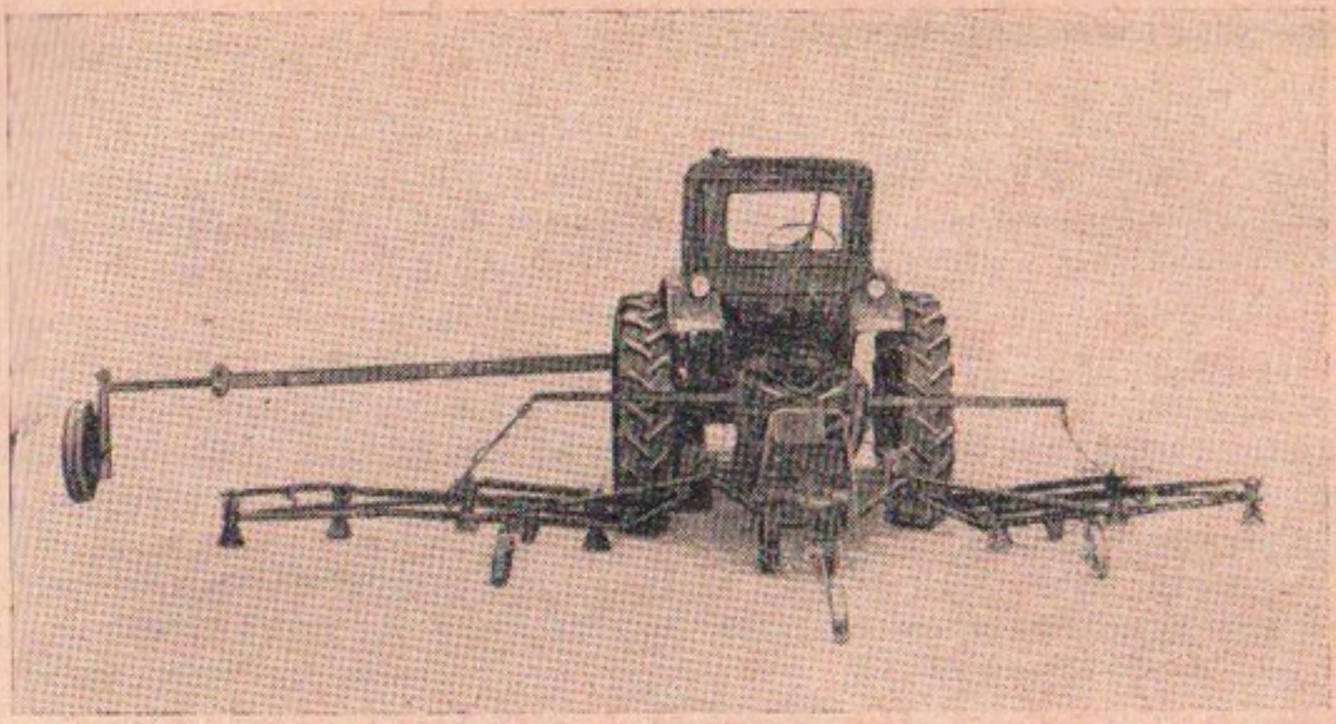


Рис. 35. Каналоокашивающая машина КОК-5,8.

движется по одной из дамб. Для предупреждения опрокидывания трактора с узкой дамбы косилка имеет поддерживающее устройство, устанавливаемое с левой стороны трактора. Поддержка — это опорное колесо, монтируемое на телескопической балке коробчатого сечения. В транспортное положение балка поворачивается по ходу трактора.

Применение косилок КОК-5,8 показало работоспособность рабочего органа подобного типа. Вес его значительно меньше, чем вес ротора косилки МСР-1,2, а ширина захвата больше. Однако косилка может работать только на каналах с неискаженным геометрическим профилем, а такие каналы на объектах ирригации встречаются сравнительно редко. Недостаточная жесткость рамы и неудачная конструкция снижают надежность рабочего органа.

Техническая характеристика

Размеры обрабатываемого канала, *м*:	
глубина	1,8
ширина по дну	0,6—1,0
Заложение откосов	1 : 1; 1 : 1,5; 1 : 2
Рабочие скорости передвижения, *км/ч*	1,37; 1,69; 2,15; 3,52
Скорость вращения сегментов, *об/мин*	820
Вес косилки с поддерживающим устройством, *кг*	3905

КОСИЛКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТИПА

В сельском хозяйстве широко распространены сегментные косилки с возвратно-поступательным движением ножей. Подобные косилочные аппараты, предназначенные для среза травянистой растительности, принципиально могут быть использованы и в машинах для окашивания каналов.

На рисунке 36 показана такая косилка на базе трактора ДТ-20. Боковой вынос рабочего органа позволяет окашивать откосы. При ширине захвата 2,1 *м* вес косилки около 250 *кг*. На каналах с правильным геометрическим профилем косилка может работать на больших скоростях.

Чистота среза тем выше, чем положе откос. При заложении 1 : 2 качество окашивания практически не отличается от качества ее работы на горизонтальных участках. На крутых откосах (заложение 1 : 1) косилки подобного типа будут уступать в работоспособности косилкам с ротационными рабочими органами. На откосах круче 45° сегментные косилки сельскохозяйственного типа работать не могут.

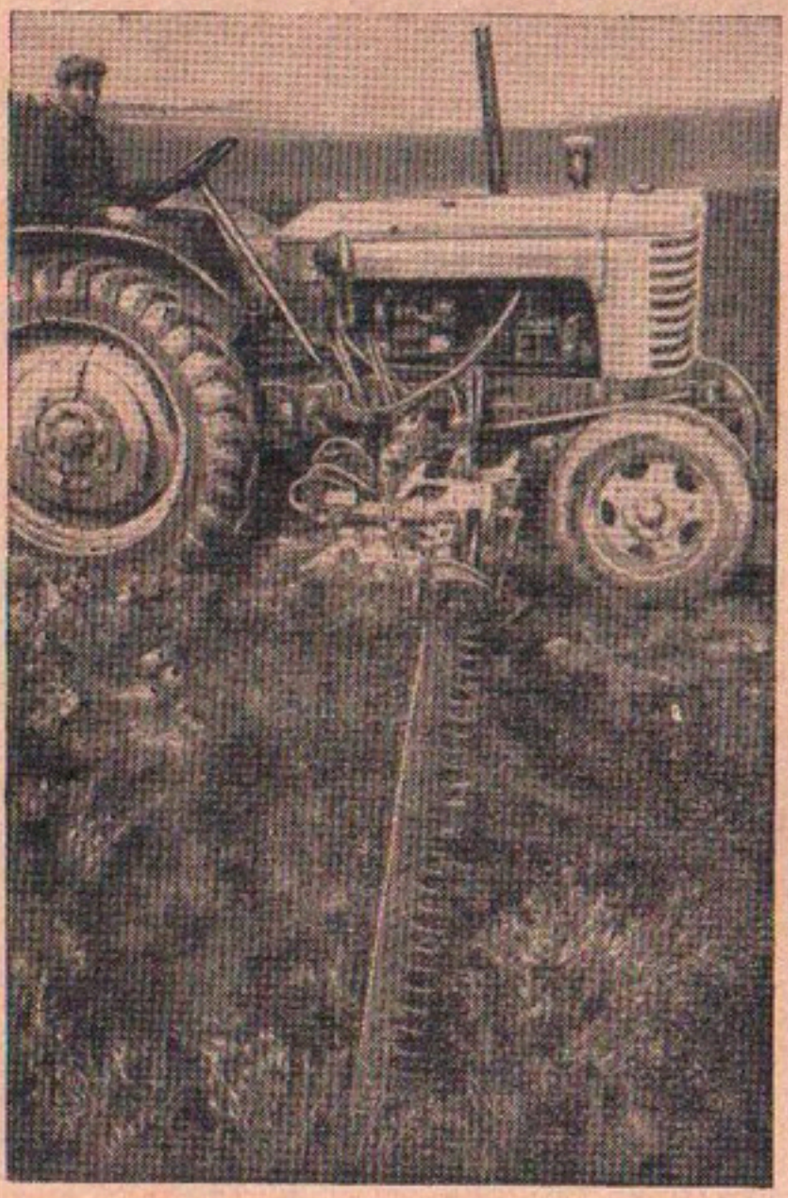


Рис. 36. Косилка для окашивания откосов каналов на тракторе ДТ-20.

К недостаткам этих косилок следует также отнести неполный технологический процесс очистки. Скошенную растительность из каналов нужно удалять дополнительными устройствами или вручную.

МАШИНЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СКАШИВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА КРУПНЫХ КАНАЛАХ

Водные сорняки в каналах больших сечений уничтожают только механическими

способами. Один из наиболее распространенных способов состоит в протаскивании по дну канала очень тяжелой цепной драги.

В зависимости от габаритов канала и применяемой драги для протаскивания используют тягу одного или двух тракторов. Лучшим решением следует признать двойную тягу, когда тракторы идут по обеим сторонам канала.

Выносная стрела, укрепляемая сбоку гусеничного трактора, позволяет использовать для буксировки цепной драги одну машину.

Стрела изготовляется из трубы диаметром 70—100 *мм*. На конце стрелы имеется ряд отверстий для сцепки. Регулировка положения драги относительно трактора обеспечивает очистку каналов разной ширины.

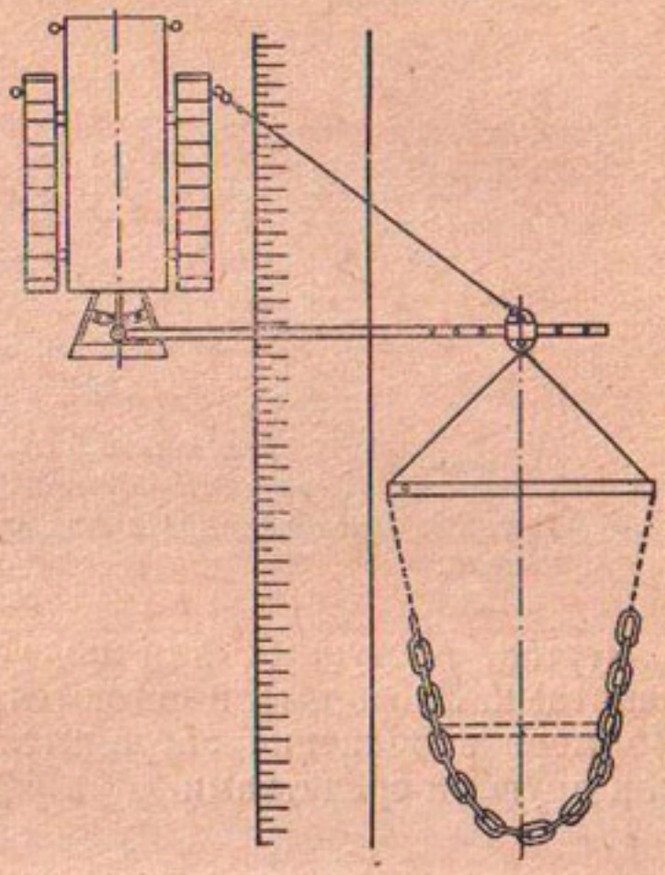


Рис. 37. Цепная драга для срезки растительности на дне канала.

Конструкция, показанная на рисунке 37, интересна тем, что позволяет производить прямой и обратный ходы трактора по одной стороне канала. Стрела при этом переводится на другую сторону платформы, трос перецепляется.

Обычно для среза растительности требуется 2—3 прохода цепной драги.

На рисунке 38 показано еще одно приспособление для срезки растительности под водой. Приспособление, буксируемое гусеничным трактором, состоит из двух рядов тяжелых дисков, диаметром 0,5 *м* каждый.

Установка прикрепляется к стреле тросами. В свою очередь, стрела шарнирно подвешивается на тракторе. Для регулировки положения установки имеется лебедка с приводом от вала отбора мощности.

Срезанные сорняки собирают у заградителей и удаляют из канала вручную или подъемными машинами, приспособленными для этих целей.

Сорняки лучше улавливать в специальных отводных каналах, где и устанавливают заградители в виде решеток, выполненных чаще всего из проволоки. Эффективны также плавающие заградители из бревен. Такие заградители размещаются на каналах

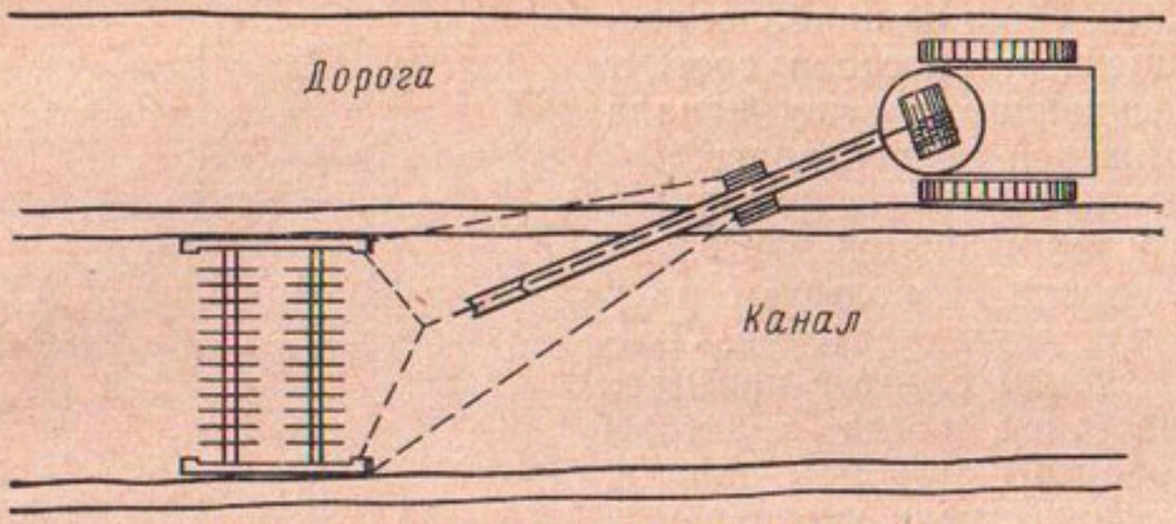


Рис. 38. Дисковая драга для срезки растительности на дне канала.

в местах, доступных для подъезда автокрана, и удерживаются канатами. Заградители остаются на местах в течение всего сезона. По мере заполнения заградителей сорняки удаляют автокраном или другими средствами.

СЖИГАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА КАНАЛАХ

В ряде случаев уничтожение растительности путем сжигания может оказаться предпочтительней других способов. Факельное сжигание растительности обеспечивает уничтожение сорняков, предупреждая их распространение на поля. Весьма простое по конструкции оборудование может быть легко приспособлено для обработки каналов любых конфигураций. В качестве базовых машин можно применять тракторы малой мощности и даже автомобили.

Основной недостаток факельного сжигания — большой расход топлива. Однако этот единственный недостаток настолько существен, что способ сжигания пока не нашел широкого применения.

Наибольший расход топлива наблюдается при сжигании зеленых сорняков, насыщенных влагой. Добиться в этом случае экономической эффективности очень трудно.

В южных областях страны водная растительность при спуске воды из канала засыхает в течение 2—3 дней. Последующее ее сжигание не представляет затруднений. В некоторых случаях удобно сжигать уже скошенную растительность, находящуюся на откосах или бермах канала.

В ряде стран, в частности США, применяют метод сжигания даже зеленых сорняков, когда слишком дороги или отсутствуют

эффективные гербициды или использование их запрещено. В некоторых южных штатах (Техас, Нью-Мексико) метод сжигания применяется в довольно больших масштабах.

Опасность возникновения пожаров ограничивает применение огнеметов на торфянике, лесистых участках и др. Однако оно не будет лимитирующим на полностью освоенном участке орошения, который окружают каналы.

Стоимость выжигания зависит главным образом от количества потребляемого за час работы топлива и числа выжиганий, требуемых для удаления растительности. Обычно газовые горелки работают при давлении 6—7 *ат* и больше и потребляют от 12 до 45 *л* жидкого газа в час. На каналах, сильно заросших сорняком, рекомендуется проводить два выжигания. Такая технология обеспечивает наиболее эффективное уничтожение растительности. После первого прохода в растениях заметны лишь небольшие изменения. Второе выжигание, спустя неделю или десять дней, уничтожает старые увядшие верхушки и задерживает появление новых растений.

По данным зарубежной практики, выжигание проводится на весьма больших скоростях, что обеспечивает большую производительность огнеметов. Даже при выжигании зеленых сорняков работа ведется при скорости 2—5 *км/ч*. Сухая трава уничтожается со скоростью до 8—10 *км/ч*.

Ширина захвата зависит от типа и количества горелок. Наиболее целесообразно сжигать растительность при высоте стеблей до 25—30 *см*.

Экономическую сторону травосжигания можно оценить следующими показателями расхода топлива: обработка 1 *км* канала глубиной 1—1,2 *м* и шириной по дну 0,5—0,6 *м* потребует 350—500 $м^3$ жидкого газа при сжигании зеленых сорняков.

Сжигание высохшей растительности значительно экономичней. В большинстве случаев процесс можно вести с перерывами, что снизит расход топлива.

Особенно эффективны конструкции огнеметов, в которых воспламеняющее устройство позволяет, когда это необходимо, выключать и снова включать главные горелки.

Интерес к использованию огнеметов на очистке мелиоративных каналов от растительности значительно возрос после создания надежных конструкций газовых горелок. Стоимость работ снизилась, что позволило в ряде случаев говорить о рентабельности этого метода.

Как уже указывалось, небольшой вес и габариты горелок позволяют использовать весьма простые конструкции агрегатов.

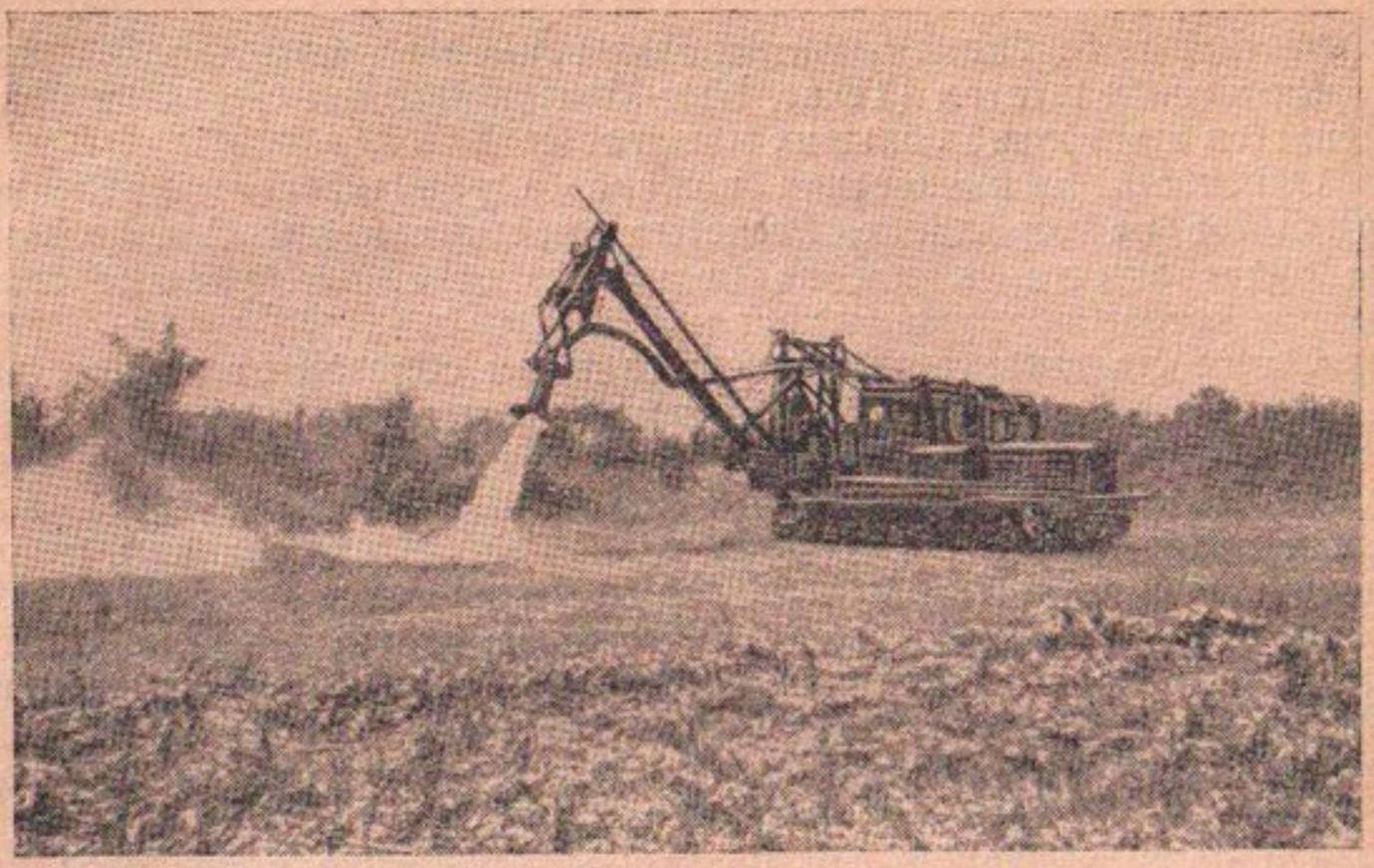


Рис. 39. Огнемет конструкции ГрузНИИГиМ.

Для перевозки жидкого газа оборудуют стандартный грузовик. К нему приспосабливают ажурную стрелу, на конце которой установлено пять горелок с захватом 1,5 *м*. Подъем и опускание стрелы гидравлические. Стрела удобно устанавливается в транспортное положение, для чего на переднем буфере машины имеется легкая стойка. Таким образом, одна машина выполняет транспортные и рабочие операции, то есть подвозит газ и работает как огнемет.

Заслуживает внимания и навеска стрелы с горелками на колесном тракторе. В этом случае для транспортировки газа удобно применять прицепы. Для безопасности проводимых работ, особенно при сжигании сухой растительности, желательно удалять горелки от машины на максимальные расстояния. С этой целью применяют удлиненные до 9—12 *м* стрелы. Если огнемет предназначен для очистки каналов больших габаритов, то длину стрелы можно увеличить дополнительными вставками. Встречаются конструкции с телескопическими выдвижными стрелами. Машины с удлиненными стрелами удобно применять при выжигании сорняковой растительности вдоль линии заборов в тех местах, где подъезды к каналу ограниченны.

В нашей стране работы по применению огнеметов проводились Научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации

Грузинской ССР. ГрузНИИГиМ предложил универсальную машину для очистки каналов с тремя сменными рабочими органами — землесосом, фрезой и огнеметом. В качестве базы использовано шасси трактора мощностью 54 *л. с.* с ходовым оборудованием многоковшового экскаватора. Сменные органы укреплены на консольно расположенной подвеске (рис. 39).

Универсальность машины заключается в том, что она предназначена для проведения полного комплекса ремонтных работ на каналах: 1) удаления наносов и растительности со дна канала при наличии воды (землесос со специальным рыхлителем-фрезой для срезки растительности); 2) удаления наносов в канале (фреза-ротор с осью вращения, перпендикулярной оси канала); 3) удаления растительности на откосах и дне канала сжиганием (огнемет).

Следует отметить, что сочетание огнемета с подобной базовой машиной нельзя признать удачным, так как в данном случае и без того дорогостоящий процесс сжигания усугубляется значительной себестоимостью машино-смены базовой машины.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАШИН, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ОЧИСТКЕ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ

Основным показателем, определяющим экономическую эффективность применения тех или иных машин, является себестоимость механизированных работ. Себестоимость $З$ можно получить делением суммы всех затрат на объем работ, выполненных за определенный период:

$$З = \frac{\Sigma C_{см}}{П_{см}},$$

где $C_{см}$ — себестоимость машино-смены и соответственно затраты труда, приходящиеся на машино-смену каждой машины, участвующей в процессе;

$П_{см}$ — объем работ за смену в единицах конечной продукции.

Себестоимость машино-смены складывается из ряда элементов. Затраты, связанные с эксплуатацией машин, делятся на три группы.

К первой группе относятся единовременные затраты, которые, как правило, бывают предварительными (до начала эксплуатации машины). Их назначение — обеспечить пуск машины в эксплуатацию.

Ко второй группе относятся годовые затраты, в состав которых входят амортизационные и другие суммы, исчисляемые на год.

Годовые затраты распределяют на число смен работы машины в году.

Третью группу составляют текущие эксплуатационные затраты, которые зависят от сменного режима работы машины. Эти затраты исчисляют непосредственно на рабочую смену.

С учетом указанных групп затрат себестоимость машино-смены можно определить по следующей формуле:

$$C_{\text{м. см}} = \frac{E}{T_{\text{см}}} + \frac{\Gamma}{T_{\text{год. см}}} + C_{\text{т. э}},$$

где E — единовременные затраты;
$T_{\text{см}}$ — общее число смен работы машины на данной системе;
Γ — годовые затраты;
$T_{\text{год. см}}$ — число смен работы в году;
$C_{\text{т. э}}$ — сменные эксплуатационные затраты.

Единовременные затраты

$$E = E_{\text{тр}} + E_{\text{м. д}} + E_{\text{всп}},$$

где $E_{\text{тр}}$ — расходы по доставке машин на территорию объекта;
$E_{\text{м. д}}$ — затраты на монтаж и демонтаж машин;
$E_{\text{всп}}$ — затраты на возведение вспомогательных устройств.

В состав годовых затрат входят:

$$\Gamma = \Gamma_{\text{ам}} + C_{\text{пут}},$$

где $\Gamma_{\text{ам}}$ — амортизационные суммы;
$C_{\text{пут}}$ — расходы на содержание и ремонт в течение года вспомогательных устройств и путей.

Для очистительных машин $C_{\text{пут}} = 0$.

Текущие эксплуатационные расходы

$$C_{\text{т. э}} = C_{\text{р}} + C_{\text{эн}} + C_{\text{см. о}} + P,$$

где $C_{\text{р}}$ — затраты на производство всех видов ремонтов, кроме капитального;
$C_{\text{эн}}$ — расходы на энергоматериалы;
$C_{\text{см. о}}$ — расходы на смазочные и обтирочные материалы;
P — зарплата персонала, управляющего работой машины.

Таким образом, окончательная формула для определения себестоимости машино-смены самоходных мелиоративных машин будет иметь вид:

$$C_{\text{м. см}} = \frac{E_{\text{тр}}}{T_{\text{см}}} + \frac{\Gamma_{\text{ам}}}{T_{\text{год. см}}} + C_{\text{р}} + C_{\text{эн}} + C_{\text{см. о}} + P.$$

Рассмотрим отдельные элементы формулы себестоимости машино-смены.

Единовременные затраты по доставке машин на территорию строительства $E_{тр}$ имеет смысл учитывать при перебросках машины с одной площадки на другую (с системы на систему). Эти затраты будут значительно влиять на стоимость машино-смены только при переброске машины по железной дороге или на трейлере.

Затраты на перевозку машины по железной дороге на 500 *км* приравниваются к перевозкам трейлерами на расстояние 10 *км* (методика ВНИИСтройдормаш). Ниже приводятся сравнительные данные по единовременным амортизационным и сменным расходам по ряду машин, применяемым на очистке каналов.

Таблица 2

Наименование машин	Экскаватор 0,15 м³	Экскаватор 0,3 м³	Экскаватор 0,65 м³	ЭМ-152А	КОБ-1,5	Д-490М
Стоимость перевозки машины на трейлере (расстояние 10 *км**), руб. . . .	27 / 9,5	19 / 6	16,5 / 8	19 / 6	16,5 / 5	19 / 6

* В числителе — общие затраты, в знаменателе — зарплата.

Принимается, что громоздкие машины на самоходном шасси с транспортными скоростями, не превышающими 3 *км/ч*, как правило, перебрасывают на трейлерах, начиная с расстояния свыше 10 *км*. Машины, где в качестве базового шасси используют гусеничные тракторы, могут транспортироваться своим ходом на расстояние до 50 *км*. И, наконец, машины на пневматиках могут проходить самоходом расстояние до 100 *км*.

Единовременные затраты с учетом косвенных расходов подсчитывают по следующей формуле:

$$E_{тр} = A_з \cdot 1{,}25 + (A_{тр} - A_з)\,1{,}1,$$

где $A_з$ — зарплата вспомогательным рабочим во время транспортировки на трейлере или по железной дороге;

$A_{тр}$ — расходы на транспортировку.

Амортизационные отчисления $Г_{ам}$ подсчитывают по данным методических указаний Всесоюзного научно-исследовательского института строительного и дорожного машиностроения.

Каналоочистители с ковшовым рабочим органом можно приравнять к многоковшовым траншейным экскаваторам, фрезерные ка-

налоочистители — к роторным экскаваторам, а со скребковым рабочим органом — к скребковым траншейным экскаваторам.

По этим же данным устанавливают сроки службы машин (табл. 26).

Таблица 26

Наименование машин	Инвентарно-расчетная стоимость, руб. (цены 1967 г.)	Сроки службы, лет	Ежегодный процент отчислений на амортизацию от инвентарно-расчетной стоимости машины	Годовые амортизационные отчисления, руб.
Экскаватор 0,15 $м^3$	3 800	7	28	1065
Экскаватор 0,3 $м^3$	7 100	10	22	1560
Экскаватор 0,65 $м^3$	9 600	10	22	2120
ЭМ-152А	12 300	8	19	2340
КОБ-1,5	16 000	8	22	3520
Д-490М	6 634	8	23,2	1530

В сменные затраты входят: зарплата обслуживающего персонала, стоимость энергоматериалов.

1. Обслуживающий персонал, стоимость смазочных материалов и всех видов ремонтов, кроме капитального. Каналоочистительные машины и экскаваторы с ковшом емкостью до 0,3 $м^3$ обслуживаются одним человеком — машинистом VI разряда. Сменная зарплата машиниста VI разряда с учетом премиальных надбавок в размере 12,5% и косвенных расходов в размере 25% составит:

$$4{,}36 \cdot 1{,}125 \cdot 1{,}25 = 6{,}13 \text{ руб},$$

где 4,36 — дневная ставка машиниста VI разряда в рублях.

Обслуживание и управление экскаватора с ковшом емкостью 0,65 $м^3$ осуществляются двумя рабочими — машинистом VI разряда и помощником III разряда.

Сменная зарплата помощника III разряда составит:

$$2{,}9 \cdot 1{,}125 \cdot 1{,}25 = 4{,}06 \text{ руб}.$$

Таким образом, общая зарплата машиниста и помощника экскаваторщика при ковше емкостью 0,65 $м^3$ составит:

$$6{,}13 + 4{,}06 = 10{,}19 \text{ руб. в смену.}$$

2. Энергетические ресурсы. Сменную потребность в дизельном топливе определяют по формуле:

$$W = N_н t_{см} K_{дв} [q_{хол} + (q_н - q_{хол}) K_N],$$

где $N_н$ — номинальная мощность двигателя;
$t_{см}$ — число часов работы в смену (6,82);
$K_{дв}$ — коэффициент использования двигателя по времени (0,75);
$q_{хол}$ — удельный расход топлива на 1 *л. с.* в час при холостой работе двигателя (0,07);
$q_н$ — удельный расход топлива на 1 *л. с.* номинальной мощности в час при нормальной загрузке $(0{,}205 \frac{кг}{л.\ с.\ час})$.
K_N — коэффициент использования двигателя по мощности, для экскаваторов $K_N = 0{,}5$; для машин непрерывного действия $K_N = 0{,}8$.

Затраты на топливо в смену с учетом косвенных расходов:

$$C_{эн} = W C_т 1{,}1,$$

где $C_т$ — стоимость 1 *кг* дизельного топлива (0,046 руб.). Подсчет $C_{эн}$ дает следующие результаты:

Экскаватор 0,15 $м^3$

$$C_{эн} = 18 \cdot 6{,}82 \cdot 0{,}75 [0{,}07 + (0{,}205 - 0{,}07) 0{,}5] 0{,}046 \cdot 01{,}1 = 0{,}64 \text{ руб.}$$

Экскаватор 0,3 $м^3$

$$C_{эн} = 40 \cdot 6{,}82 \cdot 0{,}75 [0{,}07 + (0{,}205 - 0{,}07) 0{,}5] 0{,}046 \cdot 1{,}1 = 1{,}42 \text{ руб.}$$

Экскаватор 0,65 $м^3$

$$C_{эн} = 108 \cdot 6{,}82 \cdot 0{,}75 [0{,}07 + (0{,}205 - 0{,}07) 0{,}5] 0{,}046 \cdot 1{,}1 = 3{,}84 \text{ руб.}$$

Экскаватор ЭМ-152А

$$C_{эн} = 40 \cdot 6{,}82 \cdot 0{,}75 [0{,}07 + (0{,}205 - 0{,}07) 0{,}5] 0{,}046 \cdot 1{,}1 = 1{,}42 \text{ руб.}$$

КОБ-1,5

$$C_{эн} = 108 \cdot 6{,}82 \cdot 0{,}75 [0{,}07 + (0{,}205 - 0{,}07) 0{,}5] 0{,}046 \cdot 1{,}1 = 3{,}84 \text{ руб.}$$

Д-490М

$$C_{эн} = 54 \cdot 6{,}82 \cdot 0{,}75 [0{,}07 + (0{,}205 - 0{,}07) 0{,}5] 0{,}046 \cdot 1{,}1 = 1{,}93 \text{ руб.}$$

3. Затраты на смазочные материалы. Затраты на смазочные материалы принимают в размере 25% от стоимости на топливо:

Таблица 27

Наименование машин	Экскаватор 0,15 $м^3$	Экскаватор 0,3 $м^3$	Экскаватор 0,65 $м^3$	ЭМ-152А	КОБ-1,5	Д-490М
$C_{см.-о}$, руб.	0,16	0,34	0,96	0,36	0,96	0,48

4. Затраты на все виды ремонтов, кроме капитального (с учетом косвенных расходов). Затраты определяются по следующей формуле:

$$C_р = (C_р' - З_р)\,1{,}1 + З_р \cdot 1{,}25,$$

где $C_р'$ — затраты на все виды ремонтов, кроме капитального;

$З_р$ — зарплата;

25% — размер косвенных расходов на зарплату;

10% — размер косвенных расходов на остальные виды затрат.

Затраты $C_р'$ для экскаваторов и каналоочистителей определяются с учетом поправок на мощность двигателей и расход сменной оснастки:

Таблица 28

Наименование машин	Экскаватор 0,15 $м^3$	Экскаватор 0,3 $м^3$	Экскаватор 0,65 $м^3$	ЭМ-152А	КОБ-1,5	Д-490М
$C'_р$, руб.	1,71	2,13	3,75	2,13	3,75	1,71

ЗАГРУЗКА МАШИН НА ОЧИСТКЕ КАНАЛОВ

Осушенные земли используются под посевы сельскохозяйственных культур или луга и пастбища. И в том и в другом случае работы по очистке в период созревания посевов могут привести к некоторым потерям урожая.

Землепользователи стараются максимально использовать площадь, соглашаясь оставлять у бровки канала лишь узкую полосу отчуждения.

Ширина такой полосы может быть принята не более 2—3 *м* с каждой стороны канала. Такая ширина позволяет проходить по берме колесным тракторам, а также гусеничным типа ДТ-54.

Некоторые каналоочистительные машины требуют для работы значительно бо́льших площадей (табл. 29).

Таблица 29

Наименование машин	Общая ширина полос отчуждения вдоль канала, необходимая для работы машин, *м*	
	при очистке дна канала	при очистке откосов канала
Экскаватор 0,15 $м^3$	4	8
Экскаватор 0,3 $м^3$	6	12
ЭМ-152А (при седловой схеме)	3	3
ЭМ-152А (при консольной схеме)	7	14
КОБ-1,5	20 (с учетом метающего действия фрезы)	30 (с учетом метающего действия фрезы)
Д-490М	15 (с учетом метающего действия фрезы)	8

Таким образом, наименьшие потери посевной площади будут при очистке каналов многоковшовым экскаватором поперечного копания ЭМ-152А, установленным над каналом (седловая схема). Однако очистку осушительных каналов по такой схеме, как правило, не ведут. Сравнительно небольшая длина осушителей и громоздкость конструкции экскаватора предопределяют более удобную в эксплуатационном отношении консольную схему работы. В этом случае полоса отчуждения достигает значительной величины. И, наконец, в период созревания посевов исключается очистка каналов такими машинами, как КОБ-1,5 и Д-490М.

Если можно допустить небольшие потери посевных площадей при проведении капитально-восстановительного ремонта каналов (раз в 8—10 лет), то ежегодно текущие ремонты следует приурочивать к допосевным или послеуборочным периодам.

Эти ограничения в первую очередь сказываются на загрузке каналоочистительных машин, так как машины общестроительного профиля, такие как одноковшовые экскаваторы, можно использовать и на других работах.

Следует заметить, что предпосевной весенний период полностью использовать для проведения работ также затруднительно. Мешают паводки, высокий уровень воды в каналах, низкая несущая способность грунта. Таким образом, все работы по текущим ремонтам каналов ограничиваются 2—3 месяцами в году. Отсюда вытекает возможная загрузка машин.

Наиболее реальными цифрами рабочих смен машин в течение года следует считать: 300 смен — для одноковшовых экскаваторов, 75—150 смен — для специальных каналоочистительных машин.

Таблица 30

Показатели	Стоимость, руб.				
	Наименование машин				
	экскаватор 0,15 $м^3$	экскаватор 0,3 $м^3$	ЭМ-152А	КОБ-1,5	Д-490М
Стоимость машино-смены при $T_{год.\ см} = 50$	—	—	55,64	84,47	40,59
Стоимость машино-смены при $T_{год.\ см} = 100$	—	—	32,34	49,63	25,39
Стоимость машино-смены при $T_{год.\ см} = 150$	15,69	19,34	24,54	37,93	20,11
Стоимость машино-смены при $T_{год.\ см} = 200$	13,89	16,72	20,54	31,50	17,69
Стоимость машино-смены при $T_{год.\ см} = 250$	12,85	15,17	—	—	—
Стоимость машино-смены при $T_{год.\ см} = 300$	12,13	14,10	—	—	—

Стоимости машино-смен (без единовременных затрат), некоторых каналоочистительных машин в зависимости от годовой загрузки приведены в таблице 30.

Из таблицы 30 следует, что в зависимости от годовой загрузки стоимость машино-смены меняется в широких пределах.

На основании данных этой таблицы построен график (рис. 40).

График разбит на три зоны: I — текущих ремонтов; II — капитальных ремонтов и III — зоны использования общестроительных машин. Из графика видно, что стоимость машино-смены специальных каналоочистительных машин зависит от вида ремонтных работ, на которых используется каналоочиститель.

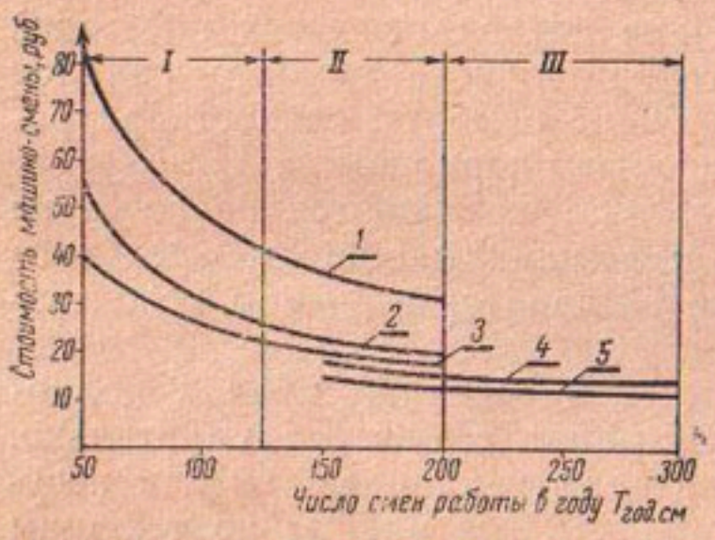


Рис. 40 График стоимости машино-смены каналоочистительных машин в зависимости от загрузки машин в году:

I — зона текущих ремонтов; *II* — зона капитальных ремонтов; *III* — зона использования общестроительных машин; *1* — КОБ-1,5; *2* — ЭМ-152А; *3* — Д-490М; *4* — экскаватор 0,3 $м^3$; *5* — экскаватор 0,15 $м^3$.

График также показывает, что при нормальной нагрузке машины в течение года (200 смен) стоимость машино-смены колеблется от 17,69 (Д-490М) до 32,03 руб. (КОБ-1,5). Сокращение числа рабочих часов в 2 раза (100 смен) уже приводит к резкому повышению стоимости машино-смены. Дальнейшее со-

кращение годовой нагрузки еще более интенсивно снижает рентабельность применения этих машин.

По данным обследования осушительных систем БССР, текущий ремонт 70% каналов республики может быть проведен только в предпосевной или послеуборочный период. Недооценка специфики условий очистки может привести к резкому удорожанию эксплуатационных расходов на каналах.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МАШИН НА ОЧИСТКЕ КАНАЛОВ

Оценка производительности каналоочистительных машин производится по количеству вынутого грунта (наносов) в единицу времени (*м³/ч*) и по длине очищенных за час работы каналов (*пог. км/ч*). Для определения эксплуатационной производительности серийно изготавливаемых каналоочистителей КОБ-1,5, ЭМ-152А и Д-490М необходимо знать паспортные данные по рабочим и транспортным скоростям машин (табл. 31) и производительности рабочих органов за час чистой работы:

Наименование машин	ЭМ-152А	КОБ-1,5	Д-490М
Производительность машин, *м³/ч*	50	90	50

Таблица 31

Наименование машин и передач	Рабочие скорости, *км/ч*	Транспортные скорости, *км/ч*
ЭМ-152А		
I	0,258	2,16
II	0,388	—
КОБ-1,5		
I	0,368	2,36
II	0,485	3,15
III	0,697	4,15
IV	0,800	5,40
V	—	10,18
Д-490М		
I	0,53	3,59
II	0,68	4,65
III	0,80	5,43
IV	0,93	6,28
V		7,92

Для транспортных скоростей вводится коэффициент *e*, учитывающий несовершенство ходового оборудования машины при транспортных перегонах (табл. 32).

Таблица 32

Наименование машин	Базовая машина	Коэффициент e
ЭМ-152А	Самоходное шасси	0,70
КОБ-1,5	Трактор 100БГС-2	1,00
Д-490М	Трактор ДТ-55	1,00

Машина, выполняющая очистку, должна часть времени затрачивать на переезды от одного канала на другой. Расстояния эти могут быть значительные. В ряде случаев они намного превышают протяженность самих каналов, предназначенных к очистке.

Хронометраж работы каналоочистителей КОБ-1,5 и Д-490М, проведенный посменно в течение трех месяцев в Калинковическом районе Гомельской области БССР, показал, что при очистке каналов мелкой сети каналоочистителем Д-490М общая длина рабочих проходов составила 99 *км*, транспортные перегоны — 226 *км*, а на 131,5 *км* рабочих проходов каналоочистителя КОБ-1,5 пришлось 100,5 *км* транспортных перегонов.

Соотношение транспортных перегонов к рабочим проходам, равное 0,8—2,3, характерно для загрузки машин, занятых на очистке мелкой сети. В этих условиях мобильные машины с высокими транспортными скоростями имеют значительное преимущество перед громоздкими машинами, транспортировка которых в условиях болот и лесных дорог затруднительна.

Рассмотрим, как колеблется производительность машины в течение смены при изменении соотношения транспортных перегонов к длине очищаемых каналов от 0 до 5. Введя понятие «условная рабочая скорость», можно проследить, как меняется производительность машины в зависимости от величины

$$A = \frac{\text{транспортные перегоны}}{\text{рабочие проходы}}.$$

Значения условных рабочих скоростей приведены в таблице 33.

Таблица 33

Наименование машин	Рабочая скорость, *км/ч*	Транспортная скорость, *км/ч*	Условная рабочая скорость, *км/час*					
			A=0	A=0,5	A=1	A=1,5	A=2	A=5
ЭМ-152А	0,258	2,16	0,258	0,248	0,220	0,200	0,190	0,13
ЭМ-152А	0,388	2,16	0,388	0,343	0,310	0,287	0,256	0,17
КОБ-1,5	0,485	5,40	0,485	0,465	0,446	0,430	0,410	0,33
КОБ-1,5	0,697	5,40	0,697	0,660	0,620	0,590	0,560	0,43
Д-490М	0,680	7,90	0,680	0,650	0,630	0,600	0,580	0,48
Д-490М	0,800	7,90	0,800	0,760	0,730	0,700	0,670	0,54

Транспортные перегоны прежде всего влияют на показатели экскаватора ЭМ-152А и в меньшей степени на показатели машин КОБ-1,5 и Д-490М, навешенных на мобильные шасси.

Заметим, что влияние транспортных перегонов внутри объекта опять-таки будет более весомым при выполнении текущих ремонтов.

Таким образом, сменная производительность $П$ в *пог. км* готового канала при непрерывной очистке канала составит:

$$П = 6{,}82\, v_у 0{,}7 \frac{1}{i},$$

где 6,82 часа — продолжительность смены;

$v_у$ — условная рабочая скорость машины на очистке каналов, *км/ч;*

0,7 — коэффициент использования машины по времени;

i — число проходов.

Производительность $П_о$ в $м^3$ в смену составит:

$$П_о = 6{,}82\, П_ч \cdot 0{,}7,$$

где $П_ч$ — часовая производительность с учетом потерь на транспортные перегоны, $м^3/ч$.

Таким образом, для оценки эффективности применения машин на ежегодной очистке большое значение имеет мобильность каналоочистительных машин и способность их передвигаться по грунтовым дорогам и дорогам с покрытием.

Немаловажным фактором, влияющим на производительность каналоочистительных машин, является объем наносов.

Каналы необходимо очищать, если слой наносов влияет на нормальную работу осушительной системы, хотя объем наносов незна-

Таблица 34

Глубина канала, *м*	Заложение откосов	Площадь поперечного сечения, $м^2$	Слой наносов в % от площади поперечного сечения канала	Объем наносов на 1 *пог. м* канала, $м^3$
1,0	1:1	1,2	4	0,05
			6	0,07
1,5	1:1	2,55	4	0,08
			6	0,12
1,5	1:5	3,68	4	0,14
			6	0,22

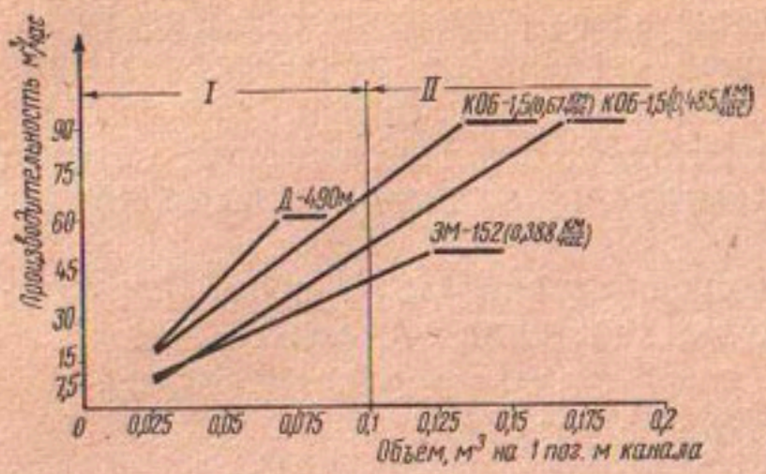


Рис. 41. Производительность каналоочистительных машин в зависимости от объема наносов в каналах:

I — зона текущих ремонтов каналов глубиной до 1,5 *м*; *II* — зона капитально-восстановительных ремонтов каналов глубиной до 1,5 *м*.

чителен. В ряде случаев очистка вызывается необходимостью удалить со дня канала растительность.

В практике эксплуатации регулирующей сети осушительных систем ежегодный слой подлежащих удалению наносов составляет от 100 до 300 *мм*, то есть в среднем от 4 до 6% площади поперечного сечения канала. Исходя из этого объем наносов, приходящихся на 1 *пог. м* канала, приведен в таблице 34.

На основании данных таблицы 34 построен график производительности каналоочистительных машин в зависимости от объема наносов применительно к каналам глубиной 0,8—1,5 м (рис. 41).

График показывает, что использование высокопроизводительных машин на очистке дает ожидаемый эффект лишь при определенных объемах наносов.

Выполнение существующими каналоочистителями текущих ежегодных ремонтов осушительной сети может привести к непроизводительному использованию машин.

Учет годовой загрузки машин, объема наносов и транспортных перегонов позволяет определить себестоимость очистки каналов при выполнении текущих и капитально-восстановительных ремонтов. Данные по себестоимости приведены в таблицах 35 и 36.

Данные расчетов показывают, что из рассматриваемых машин каналоочиститель КОБ-1,5 наиболее эффективен при проведении капитально-восстановительных ремонтов (себестоимость удаления 1 $м^3$ наносов 0,069 руб.).

Себестоимость очистки скребковым каналоочистителем Д-490М ниже, чем многоковшовым экскаватором ЭМ-152А. Однако следует оговорить, что данные соответствуют работе Д-490М на торфянике при рыхлых минеральных грунтах без дернового покрова. На других грунтах производительность скребкового рабочего органа заметно снижается и себестоимость очистки может оказаться выше, чем у машины ЭМ-152А.

При очистке каналов глубиной 0,8—1,2 *м* в связи с уменьшением объема наносов недогрузка фрезерного каналоочистителя

Таблица 35

Капитально-восстановительные ремонты

Наименование машин	Себестоимость машино-смены, руб. ($T_{год.\ см}$ = 200 *см*)	Себестоимость 1 $м^3$ грунта, руб.	Себестоимость 1000 *м* очистки при толщине слоя наносов, руб.		
			0,2 *м*	0,4 *м*	0,6 *м*
Глубина каналов 1,2—1,5 м					
ЭМ-152А	20,54	0,088	67,0	76,0	136,0
КОБ-1,5	31,50	0,069	27,4	54,6	82,0
Д-490М	17,69	0,073	32,8	65,5	98,5
Глубина каналов 0,8—1,2 м					
ЭМ-152А	20,54	0,113	67,0	76,0	136,0
КОБ-1,5	31,50	0,097	27,4	54,6	82,0
Д-490М	17,69	0,073	32,8	65,5	98,5

Таблица 36

Текущие ремонты

1. Себестоимость удаления 1 $м^3$ грунта (наносов)

Наименование машин	Себестоимость машино-смены, руб., $T_{год.\ см}$ = 100 *см*	Себестоимость 1 $м^3$ грунта, руб.		
		А=0	А=2	А=3
Глубина каналов 1,2—1,5 м				
ЭМ-152А	32,84	0,380	0,57	0,69
КОБ-1,5	49,63	0,315	0,39	0,42
Д-490М	25,39	0,179	0,22	0,23
Глубина каналов 0,8—1,2 м				
ЭМ-152А	32,34	0,67	1,02	1,21
КОБ-1,5	49,63	0,61	0,74	0,81
Д-490М	25,39	0,27	0,32	0,34

2. Себестоимость очистки 1000 *пог. м* канала при глубине каналов 0,8—1,5 *м*

Наименование машин	Себестоимость машино-смены, руб.	Себестоимость очистки 1000 *пог. м* канала, руб.		
		А=0	А=2	А=3
ЭМ-152А	38,34	26,40	35,80	40,02
КОБ-1,5	49,63	21,10	25,40	26,80
Д-490М	25,39	7,85	9,20	9,90

и машины ЭМ-152А приводит к некоторому повышению себестоимости. На торфяных грунтах для каналов глубиной 0,8—1,2 *м*, наиболее рентабельно применение каналоочистителя Д-490М.

Несмотря на определенную разницу в себестоимости, рентабельность применения перечисленных машин на капитально-восстановительном ремонте осушительных каналов сомнений не вызывает. Себестоимость 1 $м^3$ удаляемых наносов порядка 7—11 коп. вполне приемлема.

Однако положение меняется, если эти же машины использовать на ежегодных уходах (ремонтах) за каналами. При наиболее неблагоприятных условиях себестоимость работ может возрасти в несколько раз.

Наряду с высокопроизводительными машинами должен быть налажен выпуск специальных очистных машин для выполнения текущего ремонта мелкой сети: легких, мобильных, небольшой мощности, способных выполнять определенные операции ухода за каналами. Это может быть достигнуто путем навески на стандартные тракторы сменных рабочих органов. Малая производительность позволит создать легкие конструкции, обеспечивающие прочность и устойчивость базового шасси. Возможно, наиболее эффективными окажутся полунавесные и даже прицепные конструкции, что позволит в определенные периоды года агрегатировать их с имеющимися в парке колхозов и совхозов тракторами.

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОЧИСТНЫХ МАШИН

Потребное количество очистных машин (данного типоразмера) можно определить по формуле:

$$n = \frac{Sai}{v_р C_а \left(T - \frac{L}{v_т}\right)},$$

где S — протяженность каналов системы, *км* (учитываются каналы, параметры которых соответствуют технологическим возможностям рассчитываемых машин);

a — требуемая периодичность очистки каналов от наносов или скашивания (для косилок) в течение года;

i — необходимое количество проходов машин (назначается в зависимости от толщины слоя наносов или степени деформации каналов; для косилок включаются проходы, при которых производится окашивание берм);

$v_р$ — рабочая скорость машины, *км/ч*. При работе землеройных машин на минеральных связных грунтах рекомендуется назначать нижние пределы рабочих скоростей, а на торфянике или рыхлых грунтах — верхние.

Для окашивающих машин рабочую скорость выбирают в зависимости от степени деформации откосов канала. При расчете потребного количества косилок типа МСР-1,2 значения скоростей 2,47 и 2,85 *км/ч* назначают при окашивании каналов с недеформированными откосами, а скорости порядка 1,2—1,6 *км/ч* берут при работе на каналах с сильно искаженным профилем;

C — коэффициент условного снижения рабочей скорости в зависимости от наличия транспортных (холостых) перегонов в пределах объектов:

$A = \frac{\text{транспортные перегоны, км}}{\text{рабочие проходы, км}}$	0	0,5	1	2	3
Коэффициент C	1,0	0,95	0,9	0,82	0,71

α — коэффициент использования рабочего времени, включая простои, связанные с техническим обслуживанием, организационными и метеорологическими причинами, а также общей надежностью машины, для каналоочистительных машин $\alpha = 0{,}45—0{,}55$.

T — общий фонд годового рабочего времени в часах, отведенного на проведение очистки сети (текущих и капитальных ремонтов);

L — транспортные перегоны между объектами, преодолеваемые своим ходом, *км*;

$v_т$ — транспортная скорость каналоочистительной машины, *км/ч*.

ГЛАВА VI

ОЧИСТКА КАНАЛОВ СПОСОБОМ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ

Основное преимущество гидромеханизированного способа очистки — это возможность производства работ в процессе эксплуатации каналов и распределения вынутого грунта на большую площадь или сбрасывания его обратно в реку.

Работы по гидромеханизированной очистке оросительных каналов отличаются малым объемом работ на 1 *пог. м* сооружения. Толщина разрабатываемого слоя заиления, как правило, бывает в пределах 0,5—4 *м*. Исследованиями установлено, что во время высоких горизонтов воды земснаряды работают в основном на верхних участках каналов, где откладываются крупные песчаные наносы. Завершается очистка оросительных систем на нижних участках каналов, где отложились более мелкие пылеватые и глинистые частицы.

Общий объем наносов, извлекаемых из каналов во время их очистки гидромеханизированным способом, превышает по стране 150 млн. $м^3$ в год. Так, например, только в головной части магистральных каналов Хорезма, забирающих воду из р. Амударьи, гидромеханизацией ежегодно удаляется до 40% (6 млн. $м^3$) наносов, поступающих в эти каналы.

СУЩНОСТЬ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ

Сущность гидромеханизации заключается в том, что все основные операции земляных или других работ выполняются действием движущегося потока воды. При этом для производства всех операций необходимо иметь различные скорости движения потока. Так, для разработки грунта, то есть для его размыва, требуются большие скорости, измеряемые десятками, а иногда и сотнями метров в секунду. Для гидротранспорта грунта требуются скорости, значительно меньшие в зависимости от рода грунта (от 1

до 7 *м/сек*). Для укладки грунта нужны ничтожно малые скорости, измеряемые сантиметрами и миллиметрами в секунду.

Таким образом, гидромеханизация совмещает в себе работу наиболее совершенных машин современной техники — конвейера и комбайна. Поэтому по своей природе гидромеханизация является поточным процессом, и в этой поточности, в непрерывности технологического процесса в целом заложена ее высокая эффективность.

Рабочий процесс гидромеханизации состоит из следующих операций: а) разрыхления грунта ударом струи или воздействием механического рыхлителя; б) размыва грунта и включения его в поток воды; в) транспортирования грунта в водном потоке к месту укладки; г) укладки грунта в насыпь или отвалы; д) удаления из грунтовой массы осветленной воды за пределы возводимого сооружения или отвала.

Струя воды, разрушая грунт, образует с ним смесь, называемую пульпой. Отношение количества грунта в пульпе по объему или по весу к объему или весу воды называется ее объемной или весовой консистенцией. Консистенция пульпы обычно выражается в процентах или в отношениях 1 $м^3$ грунта в его естественном состоянии к удельному объему (расходу) воды ($1 : q$), под которым понимают количество воды, необходимое для разработки, размыва и транспортирования 1 $м^3$ грунта.

Удельный объем воды — основной параметр, определяющий целесообразность и эффективность производства работ гидромеханическим способом. В таблице 37 приводятся примерные удельные объемы воды на разработку грунтов в зависимости от их качественного состава и способа разработки.

Таблица 37

Характеристика грунта	Удельный объем воды, $м^3$	
	разработка струей	разработка всасыванием из-под воды
Грунты, предварительно разрыхленные, мелкие и пылеватые пески, илистые грунты	5	8
Разнозернистые пески, пылеватые пески с гравием до 5%	6	10
Среднезернистые пески, тяжелые супеси	7	12
Крупнозернистые пески, легкие и средние суглинки .	9	15
Песчано-гравийные породы при содержании до 25—30% гравия	12	18
Песчано-гравийные породы при содержании до 40% гальки, тощие и полужирные глины	14	22

Исследования, проведенные при очистке от наносов магистральных оросительных каналов Туркмении и Узбекистана, показали, что наносные грунты не соответствуют применяемой в строительстве классификации по СНиП, которая не учитывает количество пылеватых частиц в наносных отложениях, повышающих их устойчивость против размыва. В таблице 38 приведена составленная канд. техн. наук М. В. Васильевым классификация наносных отложений по трудности разработки их земснарядами, которая уточняет классификацию этих грунтов по СНиП.

Таблица 38

Категория грунта	Грунт	Содержание частиц, %				
		глинистых <0,005 мм	пылеватых 0,005—0,05 мм	0,05—0,25 мм	0,25—0,5 мм	>0,5 мм
I	Среднезернистый песок . . .	2	5	—	Более 50	—
	Мелкий песок	2	5	Более 50	—	—
II	Тонкозернистый песок . . .	До 2	5—20	Не регламентируется		—
III	Пылеватый песок	3	20—50	То же		—
IV	Легкая супесь	3—6	До 50	» »		—
	Легкая пылеватая супесь . .	До 6	Свыше 50	» »		—
V	Тяжелая супесь	6—10	—	» »		—

ОЧИСТКА КАНАЛОВ ЗЕМЛЕСОСНЫМИ УСТАНОВКАМИ

Основной машиной при разработке грунтов способом гидромеханизации является грунтовой насос (землесос).

Землесос — это обычный центробежный насос, но конструкция его имеет ряд особенностей, так как он предназначен для транспорта пульпы, которая содержит абразивный материал и крупные фракции. Для предотвращения попадания в сальник землесоса песка и быстрого износа деталей в сальниковую коробку подается чистая вода под напором, большим, чем напор, развиваемый землесосом. Для пропуска крупных фракций рабочее колесо имеет минимальное количество лопаток и большую ширину. Сечение улитки землесоса по всей окружности остается неизменным и достаточно большим, чтобы пропустить все фракции, прошедшие через рабочее колесо. Землесосы монтируют на сухопутной установке или устанавливают на плавучем понтоне-земснаряде.

Конструкции земснарядов, за небольшим исключением, весьма близки между собой и в основном отличаются размерами понтона, мощностью установленного землесосного агрегата, а также мощ-

ностью и количеством подсобных механизмов и приспособлений.

В таблице 39 дана характеристика выпускавшихся землесосов для земснарядов, эксплуатируемых при производстве мелиоративных работ.

Начиная с 1962 г. на машиностроительных заводах СССР началось освоение новых, более совершенных грунтовых насосов в соответствии с ГОСТ 9075—63. Новый ГОСТ предусматривает изготовление ряда грунтовых насосов с напорами от 8 до 80 *м вод. ст.* и производительностью от 7 до 160 000 $м^3/ч$.

В конце 1965 г. прошли испытания и рекомендованы к серийному выпуску десять различных типоразмеров грунтовых насосов. Промышленные испытания показали, что по сравнению с ранее изготовлявшимися эти грунтовые насосы имеют более высокие энергетические и кавитационные показатели.

Таблица 39

Наименование землесоса	Производительность, $м^3/ч$	Напор, *м*	Мощность, *квт*
4НФ	250	27	26
6ЗН	300	18	23
6НЗ	400	30	50
8НЗ	720	27	120
10НЗ	1000	27	180
12НЗ	1200	27	200
3ГМ-1	1200	43	250
3ГМ-2	1400	43	300
12Р-7	1600	60	480
20Р-11	4000	45	900

В таблице 40 приведены показатели некоторых грунтовых насосов согласно ГОСТ 9075—63.

Работу земснарядами ведут в соответствии с технической документацией, которая должна полностью отображать объем работ, выполняемых отдельными земснарядами, расстановку их в каналах и геологическую характеристику забоя. При выборе порядка разработки грунта следует стремиться к созданию одинаковых условий работы земснарядов (например, одинаковые напоры и т. д.).

В процессе производства работ плавучими земснарядами наконечник всасывающей трубы должен все время находиться в непосредственной близости от забоя. С этой целью осуществляется непрерывное перемещение земснаряда.

Таблица 40

Показатели	Марка насоса								
	5 Гру-12	8 Гру-12	8 Гру-8	8 Гру-12	10 Гру-8	12 Гру-8	12 Гру-8	16-Гру-8	20 Гру-8
Подача, *м³/ч* . . .	150	150	400	400	740	1330	1330	2140	4000
Напор, *м вод. ст.*	33	16,5	36	19,5	38	58	55	58	67
Число оборотов в минуту	1450	1450	985	986	730	730	730	585	485
Допускаемая вакуумметрическая высота всасывания, *м вод. ст.* . .	8	8	7,5	7,5	8	7	7,2	7,2	6,8
К. п. д., % (не менее)	63	62	64	64	65	69	60	68	70
Мощность, потребляемая в перегрузочном режиме, *квт* . .	26,3	13,1	75,8	43,3	147,2	380	368	618	1273
Проходное сечение, *мм*	70	70	110	110	150	140	180	230	300

По характеру перемещения земснаряда различаются следующие способы производства работ: папильонажный, траншейный и способ отдельных воронок.

При папильонажном способе рабочее перемещение земснаряда осуществляется или вокруг одной из свай по дуге окружности, или с помощью тросового (якорного) устройства. Папильонирование может быть различное. Выбор способа папильонирования зависит от ширины прорези и глубины канала. Различают следующие схемы тросового папильонажа (рис. 42):

а) параллельный (рис. 42, *а*), применяемый в тех случаях, когда за кромками траншеи на расстоянии не менее половины ширины корпуса земснаряда имеются глубины, позволяющие снаряду вести разработку грунта;

б) багермейстерский (рис. 42, *б*), наиболее распространенный и применяемый при достаточном просторе для перемещения земснаряда; этот способ пригоден для разработки грунта даже в условиях надводного забоя;

в) веерный (рис. 42, *в*), применяемый в случаях, когда ширина разрабатываемого участка на уровне проектного дна равна одной-двум длинам корпуса земснаряда, а глубина воды за кромками прорези меньше осадки земснаряда;

г) крестовый (рис. 42, *г*), применяемый в тех случаях, когда ширина прорези на уровне проектного дна меньше длины корпуса земснаряда.

При работе землесосных снарядов с разрыхлителями применение якорного папильонирования затруднено вследствие того, что при некотором ослаблении якорных тросов возможны пропуски. Поэтому обычно в современных землесосных снарядах с механическим рыхлением грунта применяется папильонирование на сваях. Кроме того, способ папильонирования на сваях гораздо легче осваивается командой снаряда, и он не стесняет места работы большим количеством тросов.

Траектория перемещений разрыхлителя при свайном папильонировании земснаряда с обычным свайным ходом показана на рисунке 43.

При поворотах землесосного снаряда относительно одной из свай разрыхлитель описывает дуги окружности и разрабатывает полосы от минимальной ширины у одного края прорези до максимальной ширины у другого ее края. Неравномерная ширина полос — недостаток свайного папильонирования. Для устранения его применяют другие, более сложные конструкции свайного аппарата, например напорные, позволяющие уменьшить количество недоборов грунта и холостых проходов за счет поочередной установки сменяемых свай по одной прямой — оси прорези, вследствие чего достигается бо́льшая равномерность на-

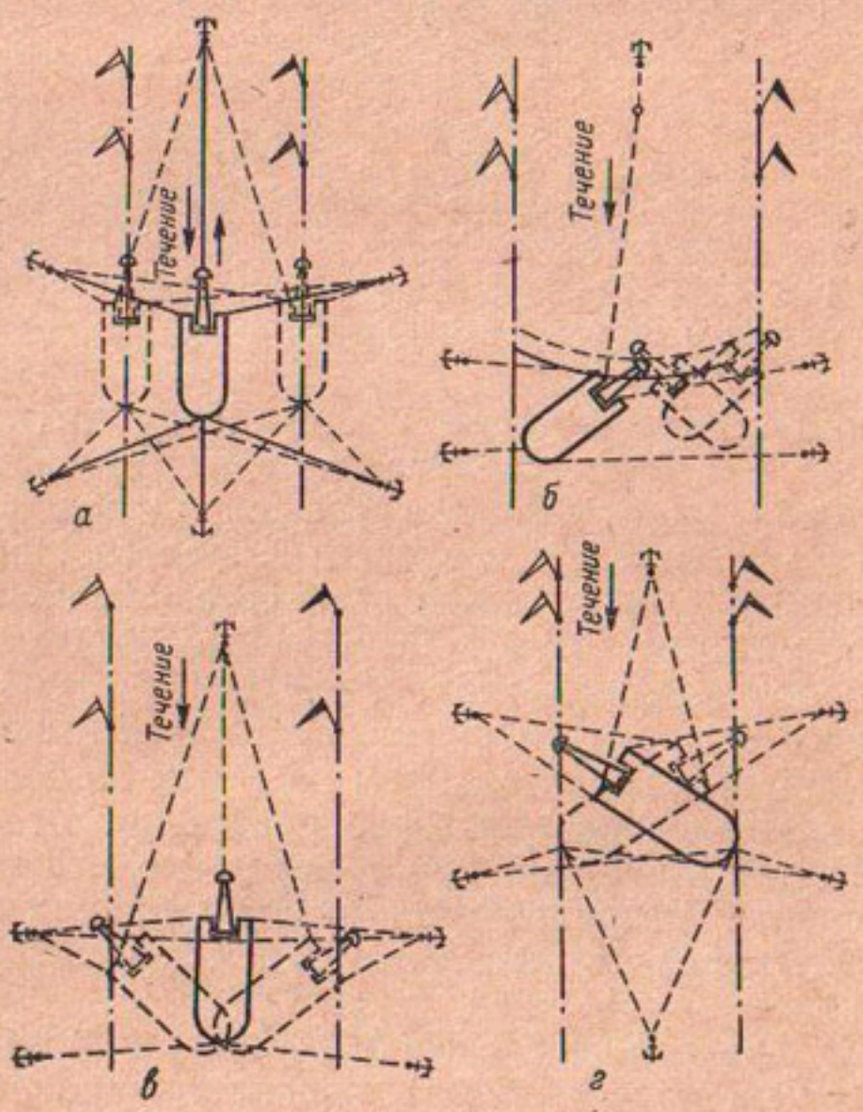


Рис. 42. Схемы осуществления тросового папильонажа:

а — параллельный; *б* — багермейстерский; *в* — веерный, *г* — крестовый.

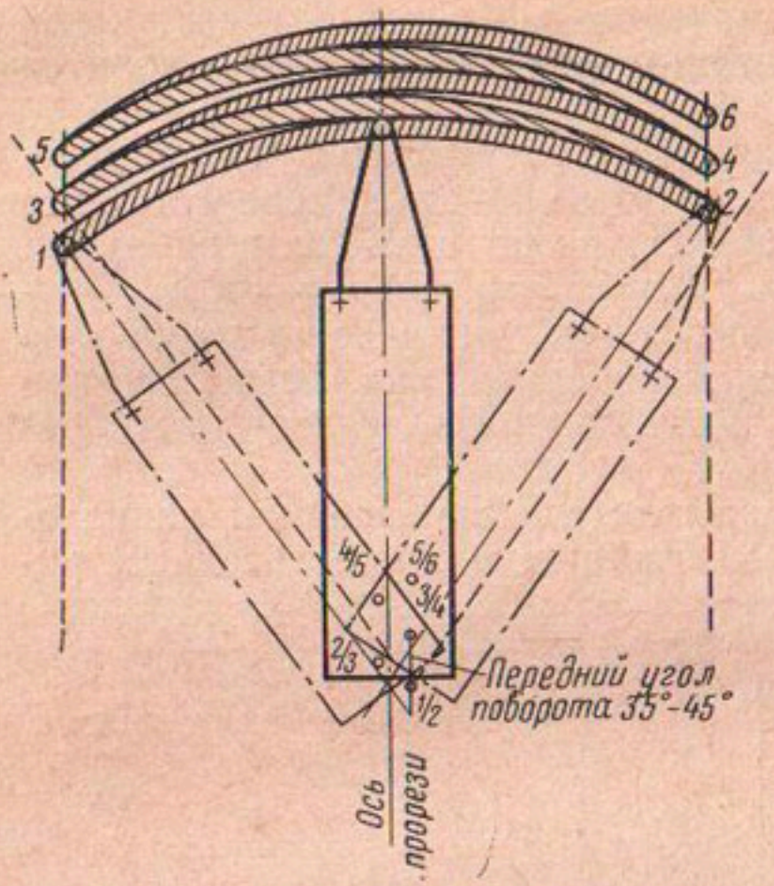


Рис. 43. Схема разработки грунта при обычном свайном папильонировании.

ступления рыхлителя на грунт.

При траншейном способе производства работ земснаряд движется вперед и назад вдоль намеченной прорези. Всасывающая головка при этом опускается на требуемую глубину и остается в этом положении неизменно. Схема движения землесосного снаряда при траншейной работе и профиль дна водоема после разработки прорези показаны на рисунке 44. По этой схеме работают землесосные снаряды, не имеющие рыхлителей.

Для фиксации положения земснаряда и выполнения его передвижений вперед заводится передний становой якорь и два боковых (папильонажных) якоря от носовой части корпуса, а от кормы заводится назад задний становой якорь. Землесосный снаряд подвигается по прорези, подтягиваясь на тросе переднего станового якоря с одновременным травлением троса заднего станового якоря. Пройдя траншею, соответствующую длине станового троса, землесосный снаряд одновременным травлением переднего и сматыванием троса заднего станового якоря возвращается в исходное положение и перемещается подтягиванием на одном из боковых тросов в положение, смещенное на некоторое расстояние от оси пройденной траншеи. Подтягиваясь на тросе переднего станового якоря, землесосный снаряд разрабатывает вторую траншею, параллельную первой. Затем все движения повторяются и разрабатывается вся намеченная серия траншей.

Траншейный способ с успехом применяется при разработке грунта из-под воды в каналах. Наибольший эффект достигается при работе земснаряда по направлению течения воды.

Способ отдельных воронок применяют сравнительно редко, преимущественно при разработке песчаных грунтов.

При очистке оросительных каналов Средней Азии от песчаных

и легких супесчаных наносов воронки по оси хода землесосного снаряда разрабатывают постепенным заглублением сосуна на заданную предельную глубину. При этом легкие наносы постепенно сползают по стенкам воронки к сосуну. По окончании заглубления воронки сосун приподнимается и земснаряд подвигается вперед, после чего разрабатывается следующая воронка. Таким образом, земснаряд, периодически перемещаясь от одной воронки к другой, разрабатывает всю ширину прорези.

Способ производства работ воронками позволяет достичь значительного насыщения пульпы грунтом, а благодаря сокращению времени на выполнение рабочих перемещений земснаряда увеличивается коэффициент сменного использования его в забое. Однако способ разработки воронками требует тщательного контроля, так

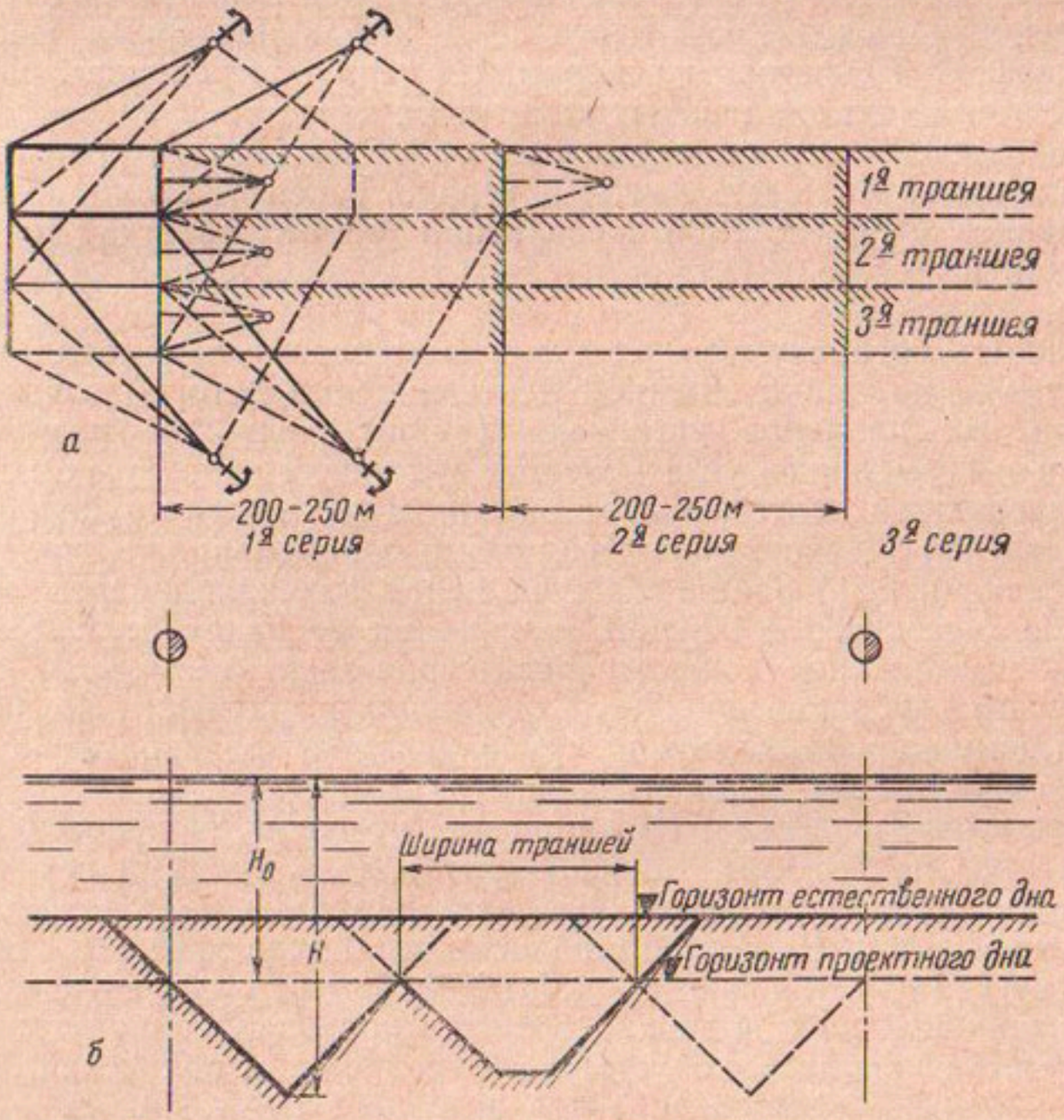


Рис. 44. Схема разработки грунта траншеями:
а — план; *б* — профиль дна выемки.

как возможны большие переуглубления и нарушения кольматирующего дна канала, что может вызвать увеличение фильтрации воды из него в подстилающие пласты грунта. Кроме того, этот способ не дает хорошего качества работ.

При переборах грунта может возникать местное оползание откосов, что особенно часто происходит при высоком уровне вод в песчаных грунтах. Для уменьшения объема переборов воронки следует располагать в шахматном порядке.

При разработке уплотненных грунтов и грунтов, поросших растительностью, для предварительного рыхления земснаряды оборудуются разрыхлителями. Вопрос о применении землесосного снаряда с разрыхлителем или без него решается в зависимости от плотности грунта и наличия растительности.

Перед началом работ по очистке каналов должны быть сняты поперечники не реже чем через 50 *м* и в характерных сечениях с привязкой к береговым реперам. По этим поперечникам определяются объемы выполненных работ и их качество.

Во всех случаях перед началом работ необходимо разбить забой на папильонажные ленты и серии. Такая система позволит установить очередность в выполнении работ, облегчит подсчет объемов вынутого грунта и уменьшит недоборы при его разработке.

Работы организуются следующим образом: земснаряд выбирает грунт на папильонажной ленте, ширина которой зависит от габаритных размеров установки (длины), глубины разработки грунта и возможного угла поворота установки вокруг сваи; длина папильонажной ленты зависит от длины плавучего трубопровода. Рабочий ход установки производится в одном направлении. После выработки первой папильонажной ленты земснаряд переходит на вторую (соседнюю с первой) и начинает ее разработку. Количество папильонажных лент в первой серии зависит также от длины плавучего трубопровода. После окончания выработки лент первой серии наращивают плавучий трубопровод и разрабатывают папильонажные ленты второй серии.

Опыт производства работ показал, что очистку целесообразно вести вниз по течению, так как при этом взмученный грунт сносится течением в неочищенную часть канала и не засоряет очищенные участки. Каналы малой ширины можно успешно очищать землесосными установками, смонтированными на тракторах. Каналы шириной до 5 *м* можно очищать проходкой одной траншеи.

Очистка канала одной траншеей требует для получения заданной глубины у берегов значительного переуглубления дна, в результате чего увеличивается объем работ. Очистка каналов двумя

сближенными траншеями менее эффективна, а объем работ на 1 *пог. м* канала тот же, что и при одной траншее. Количество траншей назначают исходя из зависимости производительности каждого землесосного снаряда от толщины разрабатываемого слоя грунта, а также крутизны подводного откоса. При ширине канала более 15 *м* очистку можно вести свайным папильонированием.

При очистке мелиоративных каналов пульпа обычно разливается по прилегающим полям и грунт намывается тонкими слоями или заполняет пониженные места. Никакие специальные меры для осветления и сброса воды обратно в канал не принимают. При очистке каналов, содержащих большое количество наносов, грунт укладывают в пониженных местах на берегу и ограждают дамбами, а при небольшой высоте отвала — щитовыми валами.

Щитовой вал представляет собой два деревянных или металлических щита длиной 4—6 *м* и высотой 0,5—0,7 *м* с заостренными 3—4 стойками, позволяющими устанавливать плоскость щита вертикально. Расстояние между щитами принимают 0,4—0,6 *м*. Концы стоек связывают поверху проволокой или лозой. Пространство между щитами заполняют грунтом. После укладки за щитовым валом слоя намытого грунта устанавливают второй и последующие валы, в зависимости от высоты отвала. По окончании работ щиты снимают и используют повторно. Для предохранения щитовых валов от размыва их пульпой применяют отбойные щиты, устанавливаемые под некоторым углом к основным.

Применение щитовых валов ускоряет и удешевляет устройство обвалования мест укладки грунта. При отвалах значительного объема осветленную воду сбрасывают через специально устраиваемые водосбросные колодцы.

Кроме работ по очистке магистральных каналов, землесосные снаряды выполняют также работы в голове каналов в целях улучшения водозабора и увеличения размеров канала при низких горизонтах воды в реках. Например, значительные затруднения с водозаборами возникают в результате блуждания русла Амударьи, вследствие чего в период межени (весной и осенью) перед входом в каналы образуются мели. В Хорезмской области земляные работы на участках водозабора выполняют земснарядами: расчищают протоки реки от заиления, устраивают прорези в образовавшейся отмели и закрывают сбросы протоков ниже головных водозаборов для захвата воды.

Значительные объемы земляных работ выполняют также на очистке коллекторно-дренажной сети, где мелиоративная сеть

построена в виде открытых горизонтальных коллекторов и дрен. Землесосными снарядами углубляют дно коллекторов, углубляют и уширяют траншеи после вскрытия их экскаваторами, ведут сплошную разработку коллекторов до полного их профиля. Разработка коллекторов производится так же, как и очистка каналов, то есть траншейным способом при движении земснаряда вниз по течению, при этом длина плавучего пульповода должна быть не менее 40 *м*, что позволяет вести работу бесперебойно в течение суток (16—20 часов).

ГРУНТОЗАБОРНЫЕ УСТРОЙСТВА ЗЕМЛЕСОСНЫХ УСТАНОВОК

Землесосными установками грунт можно разрабатывать путем всасывания его из-под воды либо с предварительным рыхлением, либо без рыхления (свободное всасывание).

При разработке без рыхления рабочим органом служит концевая часть всасывающей трубы грунтового насоса — сосун, который присоединяется к всасывающему трубопроводу землесоса. Пульпа образуется у зева наконечника сосуна, где в результате всасывания создаются большие скорости течения воды (свыше 3 *м/сек*). Вода, движущаяся с такой скоростью к наконечнику сосуна, увлекает за собой частицы грунта.

При разработке грунта с предварительным рыхлением у конца сосуна устанавливают разрыхлитель, который разрыхляет грунт и способствует всасыванию его сосуном.

Применение землесосных установок со свободным всасыванием эффективно лишь при разработке несвязных песчаных и супесчаных грунтов. Тяжелые (трудноразрабатываемые) грунты разрабатывают земснарядами, оборудованными механическими или гидравлическими разрыхлителями.

Разрыхлители даже при разработке слабых грунтов увеличивают производительность землесосных снарядов, так как они служат также питателями, обеспечивающими равномерное поступление грунта в сосун. При работе с разрыхлителями и при надлежащем обслуживании снаряда реже засоряются землесос и пульповоды.

Известны различные конструкции разрыхлителей для земснарядов: фрезерные, черпаковые, цепные, одно- и двухроторные, скребковые, маятниковые, гидравлические и др. Если в забое залегают особо плотные (связные) илы и суглинки, то разработку их следует вести землечерпательными или землечерпательно-землесосными установками. В последнем случае забор грунта про-

изводится движущейся ковшовой цепью, а дальнейшее его транспортирование — землесосом.

Не приводя подробного анализа конструкции и работы каждого из указанных типов разрыхлителей, остановимся на тех конструкциях, которые могут быть применены в качестве рабочего органа при разработке грунта на гидромелиоративных системах.

Фрезерные разрыхлители. Для землесосных снарядов наиболее распространены фрезерные разрыхлители, что объясняется простотой их конструкции и возможностью применения при разработке различных грунтов. Рабочим органом разрыхлителя является фреза, состоящая из опорного кольца, ступицы и ножей. Различаются фрезы открытого и закрытого типов.

Фрезу открытого типа применяют преимущественно при разработке связных грунтов. Большие просветы между ножами уменьшают опасность залипания или забивания фрезы.

Фрезы изготавливают из стального литья или сварные. В том и другом случаях предусматривается возможность смены ножей путем прикрепления их к ступице и опорному кольцу на болтах или приклепыванием к каркасу фрезы заклепками.

Число ножей фрезы определяется в зависимости от ее общих размеров и рода грунта. Обычно применяются конструкции фрезы с 5—8 ножами. При работе на связных грунтах число ножей фрезы меньше, чем при работе на песчаных или песчано-гравийных грунтах. Просветы между ножами рассчитываются на пропуск камня, допускаемого размерами землесоса. Ножи фрезы открытого типа обычно бывают плоскими или слабоизогнутыми, а у фрезы закрытого типа — выгнутыми по спирали.

При папильонировании фреза движется, прилегая к грунту боковой поверхностью. При постоянном направлении вращения фрезы и различных направлениях папильонирования она режет грунт либо снизу вверх, и реакция грунта прижимает ее книзу, либо резание происходит сверху вниз. В последнем случае реакция грунта поднимает фрезу кверху, вследствие чего она может выкатываться на поверхность забоя. Нажатие ножей фрезы на грунт при резании сверху вниз обеспечивается опорной реакцией веса разрыхлителя в момент его выкатывания на поверхность, поэтому вес разрыхлителя не должен быть меньше некоторой, определяемой расчетом величины. Иногда для постоянного обеспечения резания грунта снизу вверх при различных направлениях папильонирования применяют фрезы с реверсивным вращением.

Черпаковые (ковшовые) разрыхлители. В землесосных установках черпаковую (многоковшовую) цепь можно использовать как для экскавации и транспорта грунта из забоя, так и только в ка-

честве разрыхлительного устройства, подающего грунт непосредственно в сосун.

Черпаковая цепь состоит из ряда черпаков, шарнирно соединенных между собой звеньями цепи. Черпак имеет форму, напоминающую усеченный конус с открытым большим основанием, которое направлено в сторону забоя грунта. Цепь обычно имеет два барабана: верхний (как правило, приводной) и нижний (натяжной), для меньшего провисания цепи по пути ее движения устанавливаются направляющие ролики (роульсы).

Грунт разрабатывается черпаками снизу вверх. При разработке тонких слоев черпаки наполняются грунтом в пределах участка цепи, прилегающей к нижнему барабану, при этом вследствие волочения грунта впереди черпака образуется валик. При разработке грунта толстыми стружками валика перед черпаком не образуется.

Разработку грунта установками, оборудованными многочерпаковыми рабочими органами, ведут обычно способом папильонирования на якорях. Грунт, выгружаясь из черпаков, попадает или в приемный бункер, откуда он затем засасывается землесосом и транспортируется по трубопроводам на берег, или на транспортеры, подающие его непосредственно на берег (при узком канале), или в специальные лодки-шаланды (при широком канале), предназначенные для вывозки грунта и его разгрузки за пределами очищаемого канала.

Производительность черпакового разрыхлителя можно определить по формуле:

$$П = 60 E n K_{н} K_{р} \; м^3/ч,$$

где E — емкость черпака, $м^3$;

n — число ссыпок грунта в минуту;

$K_{н}$ — коэффициент наполнения черпака, принимается для несвязных грунтов равным $0{,}8 \div 0{,}95$, а для связных — $0{,}9 \div 1{,}1$;

$K_{р}$ — коэффициент разрыхления грунта, принимается в зависимости от рода грунта в пределах $0{,}7 \div 0{,}9$ (большее значение коэффициента относится к грунтам несвязным, меньшее — к связным).

Разрыхлитель скребкового (подрезного) типа. Рабочий орган разрыхлителя скребкового типа состоит из двух плужных отвалов с оттянутыми и заостренными концами — ножами, соединенными между собой и имеющими возможность перемещаться в горизонтальной плоскости относительно неподвижной оси, расположенной в передней их части.

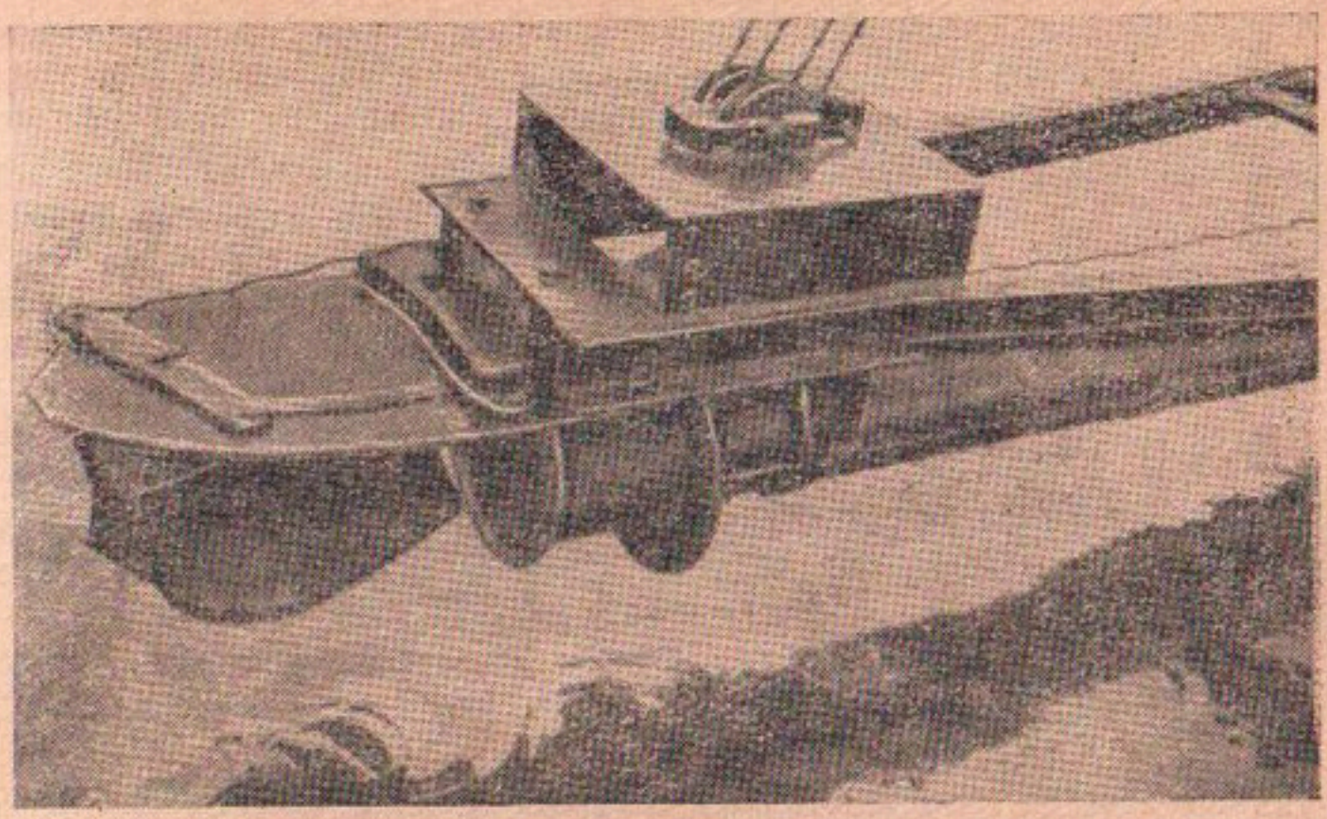


Рис. 45. Разрыхлитель скребкового типа.

Разработка наносного грунта ведется способом непрерывного папильонирования на сваях путем снятия слоев толщиной 0,3—0,5 *м*. При папильонировании отвалы разрыхлителя под воздействием сопротивления срезаемого грунта поворачиваются вокруг неподвижной оси на некоторый угол, в результате чего создается наклонная плоскость, по которой весь срезаемый слой грунта направляется во всасывающую трубу. Общий вид разрыхлителя показан на рисунке 45. По такому же принципу работает известная конструкция специального наконечника, предложенная канд. техн. наук Б. М. Шкундиным и названная им «землесослопата». Разрыхлитель такого типа не имеет вращающихся частей и может работать в водоемах с водной растительностью.

К недостаткам разрыхлителя следует отнести возможность разработки грунтов только при одном способе ведения работ — папильонировании на сваях при небольших толщинах снимаемого слоя.

Производительность разрыхлителя скребкового типа можно подсчитать по формуле:

$$П = L B v_{п} \cdot 60 \; м^3/ч,$$

где L — длина рабочего органа (ножа), *м*;
B — ширина рабочего органа, *м*;
$v_{п}$ — скорость папильонирования, *м/мин*.

Разрыхлитель маятникового типа с гидравлическим приводом конструкции ВНИИГиМ. Рыхлитель представляет собой две поворотные щеки, шарнирно закрепленные на сосуне, на которых расположены радиальные и торцовые ножи. Ножи прикреплены с наружной стороны щек (во избежание заклиниваний) болтами или заклепками. Радиальные ножи поставлены попеременно наружу и внутрь; торцовые ножи служат для более эффективной разработки грунта при папильонажном способе. Привод щек рыхлителя в колебательное движение — гидравлический.

Рыхление грунта ведется ножами, траектория движения которых — дуга окружности. Ножи закрепляются под различными углами наклона к плоскости щеки с таким расчетом, чтобы резание и рыхление грунта происходило на возможно большей ширины полосе, что повышает эффективность работы установки.

Работа разрыхлителя может осуществляться как папильонажным, так и траншейным способом при снятии грунта слоями толщиной 0,3—0,6 *м*.

Двухроторный разрыхлитель конструкции ВНИИГиМ. Конструкция двухроторного разрыхлителя разрабатывалась для рыхления вязких и заросших водной растительностью грунтов. Рабочий орган разрыхлителя этого типа выполнен в виде ротационного грунтообрабатывающего механизма, позволяющего не только разрыхлять грунт, но и размельчать его вместе с корневой системой растений и другими органическими остатками до размеров, свободно проходящих через всасывающее отверстие землесоса.

Рабочий орган разрыхлителя (рис. 46) состоит из двух вертикальных барабанов — роторов, имеющих различное направление вращения. Конструкция роторов аналогична конструкции барабанов болотных почвообрабатывающих фрез ФБ-1,0 и ФБ-1,9.

Диски роторов, на которых закреплены ножи, связаны с валом посредством фрикционов, сила нажатия которых регулируется пружинами. Наличие между дисками фрикционного зацепления предохраняет ножи и трансмиссию от поломок в случаях встречи с различного рода препятствиями (камень, пень и т. д.). Ножи разрыхлителя, выполненные по типу ножей болотных фрез, имеют острую стойку с лапой, плавно загнутой вбок. На дисках каждой секции они расположены так, что при вращении перекрывают друг друга, не оставляя огрехов при разработке грунта по всей площади боковой проекции барабана.

Вращение роторов в разные стороны создает ток пульпы, направленный к зеву сосуна, а их расположение позволяет разрабатывать грунт как узкими траншеями, так и широкими папильонажными полосами. Первое обстоятельство также позволяет по-

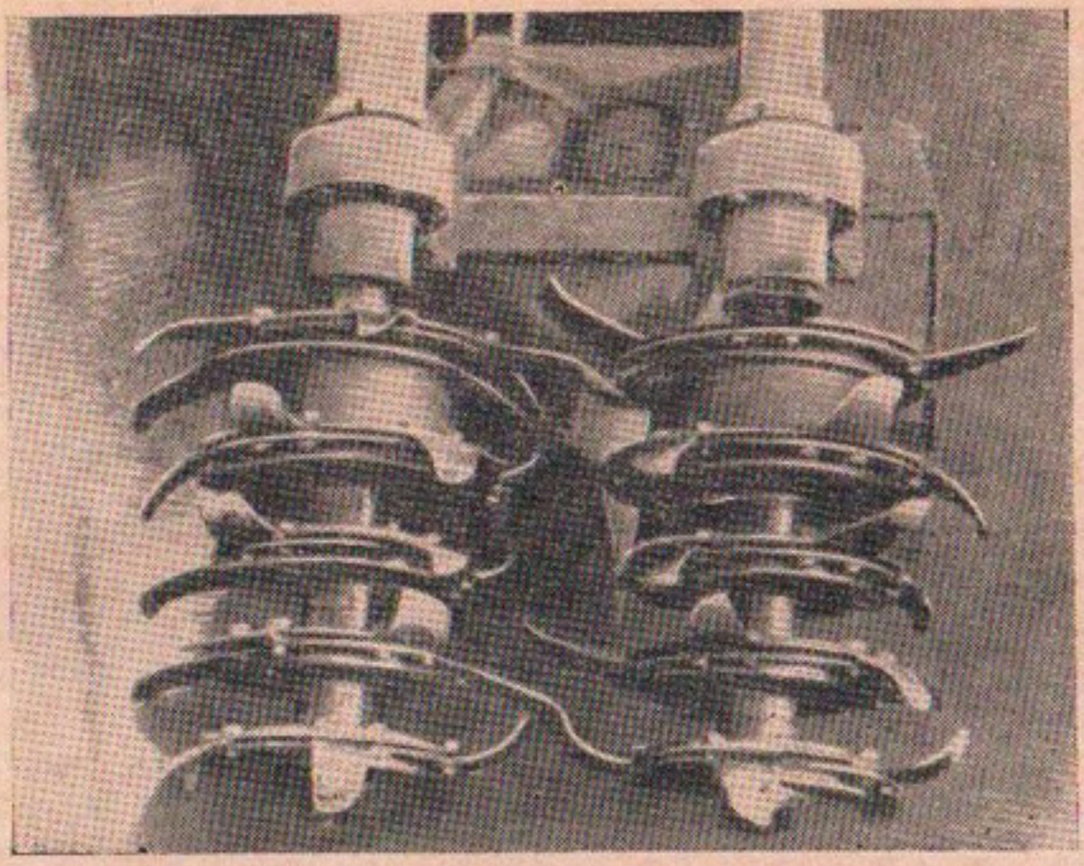


Рис. 46. Двухроторный разрыхлитель.

стоянно разрабатывать грунт «в подрез», то есть снизу вверх, что при работе на плотных связных грунтах эффективнее работы «в накат» (сверху вниз). Обтекаемая форма рабочего органа разрыхлителя, значительная окружная скорость (5,5—6 *м/сек*), противоположное вращение роторов, перекрытие ножей — все это препятствует наматыванию растительности на диски, а также залипанию их грунтом.

При определении размеров рабочего органа разрыхлителя следует исходить из определенного соотношения между производительностью разрыхлителя и водопроизводительностью землесоса. Производительность рыхлителя зависит от площади боковой проекции барабана и скорости папильонирования:

$$П = 60 F v_п K \; м^3/ч,$$

где F — активная площадь боковой проекции барабана, $м^3$;

K — коэффициент, учитывающий холостые проходы разрыхлителя и недоборы грунта при перекрытии смежных папильонажных лент, а также просор грунта (практически значение этого коэффициента находится в пределах 0,7—0,85, в зависимости от конструкции разрыхлителя и свайного хода).

Зная количество грунта, которым роторный разрыхлитель должен обеспечить землесос в единицу времени, и задавшись скоростью папильонирования, можно определить площадь боковой проекции барабана.

Вибрационные разрыхлители. Принцип действия вибрационных разрыхлителей основан на том, что грунт под действием вибраций приобретает свойство текучести. Применение вибрационных разрыхлителей может значительно повышать производительность земснаряда. Это особенно важно при разработке вязких налипающих грунтов, когда использование фрезерного разрыхлителя сопровождается быстрым залипанием ножей, спиц и ступицы. Экспериментальная проверка вибрационных разрыхлителей показала их большие преимущества.

В 1962 г. на каналах Берзен и Куль-Арык Туркменским институтом водных проблем и гидротехники испытывалось на электрифицированном земснаряде с грунтовым насосом 8НЗ вибровсасывающее устройство конструкции канд. техн. наук Ф. Ш. Доктора. Рабочим органом этого устройства (рис. 47) служила вибрирующая плита диаметром 700 *мм*, действующая от подрессоренного вибратора направленного действия типа ВПП-4-А, установленного

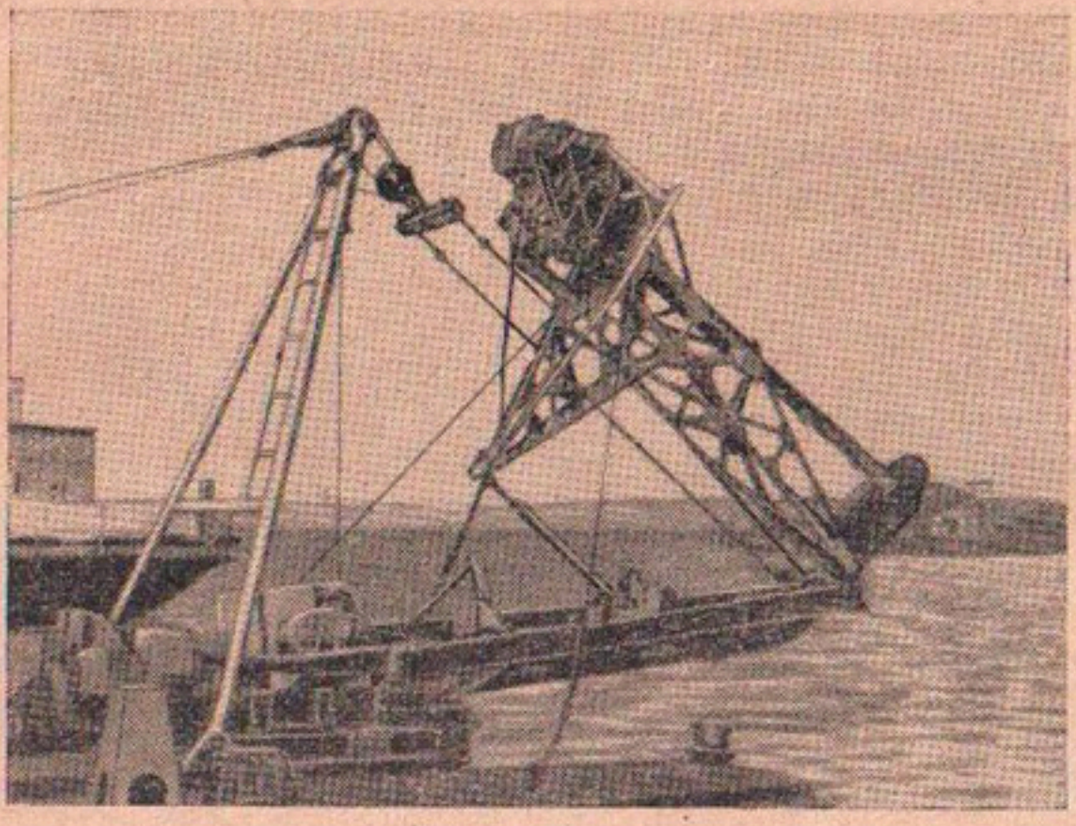


Рис. 47. Вибровсасывающее устройство на земснаряде ТМИР-8НУ.

на раме над уровнем воды и жестко скрепленного с плитой с помощью специального штока.

Исследования показали, что сползанию связного грунта к зеву сосуна препятствует структурная прочность этого грунта. В процессе вибраций связные наносные отложения теряют структурную прочность и приобретают свойства вязкого вещества, лишенного пластичности. По результатам исследований, коэффициент эффективной вязкости вибрируемого грунта снижается в 5—10 раз, что значительно повышает интенсивность поступления грунта к сосуну. Необходимо, чтобы диаметр виброплиты равнялся 3—3,5 диаметра всасывающей трубы.

Вибрационно-всасывающее устройство рекомендуется применять при разработке грунтов только папильонажным способом. Производительность земснарядов на очистке оросительных каналов от связных наносных отложений при применении такого устройства в 1,5—2 раза выше по сравнению с производительностью фрезы закрытого типа.

Гидравлические разрыхлители. Гидравлическое разрыхление грунтов может значительно повысить интенсивность грунтозабора и, следовательно, увеличить производительность земснаряда. Однако на разработке связных грунтов практического применения эти разрыхлители почти не получили ввиду их малой эффективности при подводном размыве.

В ирригации на очистке каналов от наносов наиболее распространены гидравлические разрыхлители с одним насадком. Иногда применяют гидравлические разрыхлители с несколькими насадками, расположенными по наружному периметру всасывающей трубы.

Удельный расход воды, потребляемой гидравлическим разрыхлителем, зависит от рода грунта и его плотности. При разработке песчано-гравийной смеси невысокой плотности расход воды на 1 $м^3$ грунта составляет не более 1 $м^3$ при напоре от 50 до 60 *ат*.

ТИПЫ ЗЕМЛЕСОСНЫХ УСТАНОВОК

Для очистки каналов гидромелиоративных систем применяют в основном дизельные плавучие землесосные установки следующих типов: 4ПЗУ, УПМ-1, 6ПЗУ, 8ПЗУ-1,2 и 3М, ТМИР-Д-6, 3РС-1. Наиболее распространены земснаряды 8ПЗУ-М Потийского завода гидромеханизмов, 8ПЗУ-3М ВНИИГиМ и 3РС-1 ЦНИИЛесосплава. Для очистки крупных магистральных каналов применяются более мощные земснаряды типа «Ирригатор», «Сормовский» и 300-40. Следует отметить, что электрические земсна-

ряды используют лишь при наличии электроэнергии высокого напряжения.

В таблице 41 приведены технико-экономические показатели основных дизельных, а также электрических землесосных снарядов 100-40 и 300-40.

Таблица 41

Показатели	Тип земснаряда						
	Дизельные				Электрические		
	4ПЗУ	4ПЗУ	8ПЗУ-3М	УПМ-1	ЗРС-1	100-40	300-40
Производительность по грунту, $м^3/ч$	25	50	80	25—35	80	100	300—400
Дальность транспортировки грунта, *м*	400	600	600	300	600	1200	1500
Наибольшая глубина опускания сосуна и рыхлителя, *м*	3,5	4	6	3,5	5	7	11
Вес землесосной установки, *т*	2,5	18	28	5,3	37	64	216,8
Установленная мощность:							
л. с.	20	93	150	55	150	—	—
квт	—	—	—	—	—	400	1450
Удельный расход горючего, *кг* на 1 $м^3$ вынутого грунта	0,2	0,2	0,29	—	0,3	—	—
Обслуживающий персонал в смену с учетом работ по намыву грунта, чел.	2	3	3	2	3	5	8
Выработка в смену, $м^3$ на 1 человека	80	120	144	80	86—140	107	246

Малогабаритная плавучая землесосная установка 4ПЗУ-3. Конструкция этой установки разработана во ВНИИГиМе. Землесосная установка 4ПЗУ-3 предназначена для очистки каналов, прудов и водоемов. Ее можно использовать на дноуглубительных работах на малых реках, для намыва небольших плотин, дамб и насыпей, разработки выемок, котлованов и каналов, для добычи песка и мелкого гравия, смыва отвалов (рашей) на мелиоративных каналах и выполнения других земляных работ. Землесосную установку можно использовать и как плавучую насосную станцию для орошения сельскохозяйственных культур.

Установка имеет сменное рабочее оборудование (маятниковый разрыхлитель и сосун) и может разрабатывать как легкие, так и плотные грунты. Легкие грунты (пески и неплотные супеси) разрабатывают без разрыхлительного устройства — сосуном, при

работе в плотных грунтах (плотные супеси, легкие суглинки) и на строительстве новых каналов применяют рыхлительное устройство. Замена сосуна рыхлительным устройством или обратная операция требует 1—$1^1/_2$ часа.

Разработку грунта как сосуном, так и рыхлительным устройством ведут папильонажным способом на сваях с двумя носовыми тросами. При работе установки в узких каналах, где невозможен поворот корпуса на сваях, разработку грунта ведут поворотом всасывающей трубы при неподвижном корпусе. Для передвижения установки во время работы, а также для подъема и опускания свай на палубе в носовой части корпуса установлена ручная четырехбарабанная лебедка.

Пульпа, всасываемая землесосом со дна водоема, транспортируется по металлическим трубам плавучего пульповода, а при работе в узких каналах и водоемах может выбрасываться струей при помощи гидромониторного устройства (трубы с насадкой) непосредственно с установки на любой берег канала. Длина вылета струи достигает 25 *м*.

Землесосную установку обслуживают двое рабочих, один из которых (багермейстер) работает непосредственно на установке, а другой — на берегу на операциях, связанных с укладкой грунта.

К месту работы установку перевозят в собранном виде на автомашине. По каналу или водоему установка может передвигаться самостоятельно при помощи реактивного действия струи со скоростью (в спокойной воде) до 11 *км/ч*.

Техническая характеристика

Производительность при работе на легких суглинках, супесях, песчаных или илистых грунтах, $м^3/ч$	20—25
Максимальная глубина разработки, *м*	3,0
Минимальная ширина канала, *м*	2,5
Осадка в рабочем состоянии, *м*	0,36
Двигатель-дизель:	
марка	Д-35
мощность, *л. с.*	37
номинальное число оборотов, *об/мин*	1400
Насос:	
марка	4НФ
производительность при работе на оптимальном режиме (по пульпе), $м^3/ч$	180
развиваемый напор при оптимальном расходе, *м вод. ст.*	23
Габаритные размеры (без плавучего пульповода), *м*	
длина	4,7
ширина	2,2
высота (без свай)	2,8
Вес установки (без пульповода), *т*	3,4

Универсальная плавучая машина УПМ-1. Универсальная плавучая машина УПМ-1 (рис. 48) создана Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова и предназначена для очистки от наносов оросительных и осушительных каналов, прудов и водоемов, добычи сапропеля и других работ. Она представляет собой малогабаритный дизель-электрический плавучий снаряд с комбинированным способом разработки и транспортирования грунта. Установка имеет сменное рабочее оборудование: роторный рыхлитель, черпаковое устройство и сосун. Легкие грунты (пески и неплотные супеси) разрабатывают без рыхлительного устройства — сосуном; при работе в вязких и заросших грунтах применяют роторный рыхлитель. Плотные супеси и легкие суглинки можно разрабатывать черпаковым устройством или роторным рыхлителем (в зависимости от глубины разработки грунта). На замену сосуна черпаковым устройством или роторным рыхлителем затрачивается $1\frac{1}{2}$—2 часа. Разработку грунта как роторным рыхлителем, так и черпаковым устройством ведут папильонажным способом с напорным свайным ходом.

Для подъема свай, рабочего перемещения и для поворота обоймы свайного механизма на машине установлено пять лебедок с тяговым усилием на каждом барабане по 500 *кг*. Привод папиль-

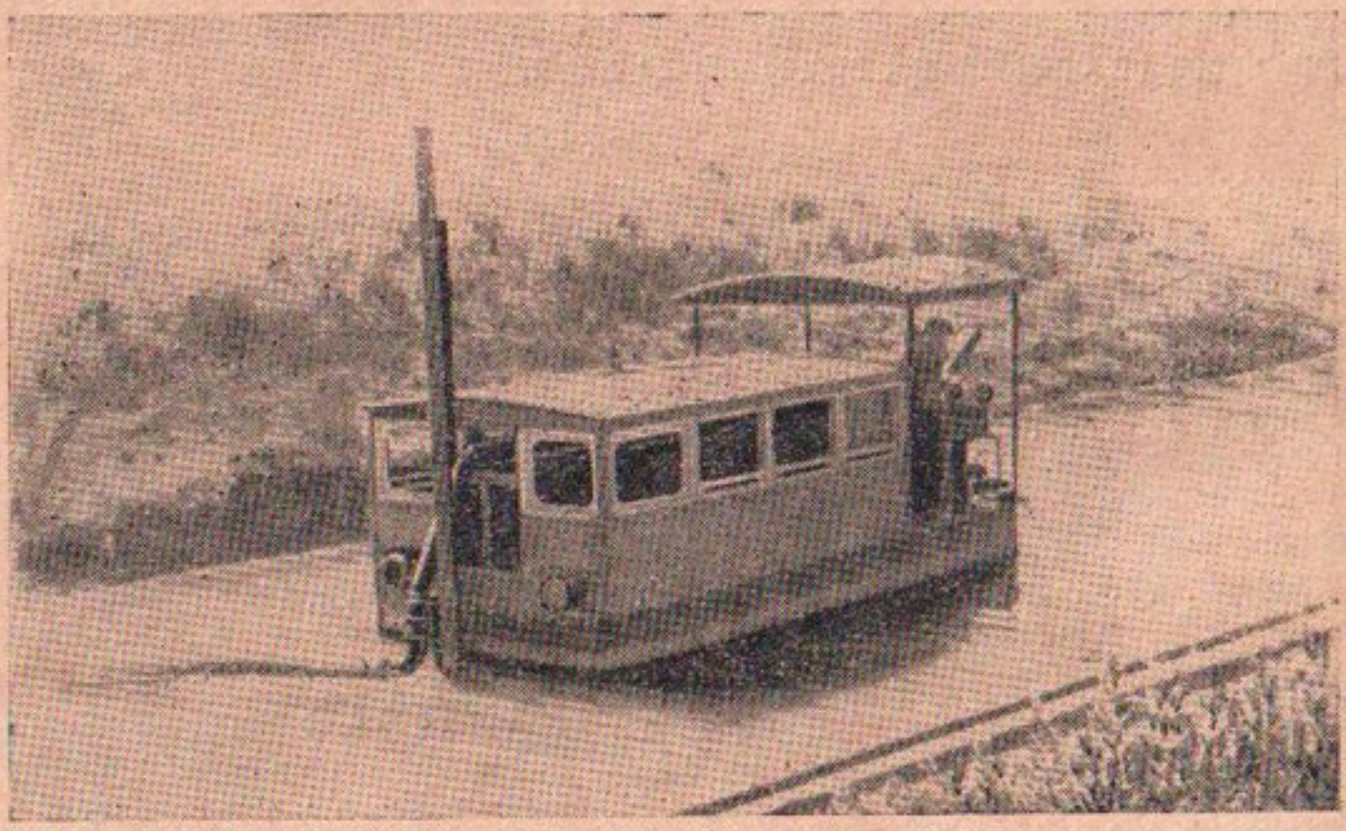


Рис. 48. Универсальная плавучая машина УПМ-1 в работе.

онажных лебедек, рыхлителя и других механизмов индивидуальный от электродвигателей. Управление всеми механизмами дистанционное, кнопочное. Обслуживают установку двое рабочих, багермейстер и машинист.

Пульпа, всасываемая землесосом со дна водоема или из смесительного бункера, транспортируется по трубам плавучего пульповода, а при работе в узких каналах пульпа может выбрасываться струей при помощи гидромониторного устройства (трубы с насадкой) непосредственно с установки на любой берег канала. Длина вылета струи достигает 25 *м*.

Универсальная плавучая машина на объекты перевозится на автомашине в собранном виде (снимаются рыхлитель и сваи).

Техническая характеристика

Производительность по грунту, $м^3/ч$	25—35
Максимальная глубина разработки грунта, *м*:	
сосуном	3,5
черпаковым устройством	2,5
роторным рыхлителем	2,5
Максимальная ширина забоя за один проход, *м*	10
Двигатель-дизель:	
тип	СМД-7
мощность, *л. с.*	55
Землесос:	
тип	6НЗ *
производительность по воде, $м^3/ч$	240—320
напор, *м вод. ст.*	16—23
Генератор:	
тип	МСА-72/4А
мощность, *квт*	15
Габаритные размеры корпуса, *м*:	
длина по палубе	5,5
ширина	2,2
высота борта	0,9
Осадка в рабочем положении, *м*	0,55
Вес машины, *т*	5,4

* Конструкция грунтового насоса разработана во ВНИИГиМе на основе модернизации насоса 4НФ.

Плавучий землесосный снаряд 6ПЗУ. Применяется для добычи песка и гравия, возведения плотин и дамб, для очистки каналов, прудов и водоемов, дноуглубления и намыва площадей. Оборудование земснаряда 6ПЗУ размещено на палубе металлического сварного понтона длиной 12 *м*, шириной 3,2 и высотой 1 *м*. Рабо-

чим агрегатом является грунтовый насос 6НЗ, соединенный с тракторным дизельным двигателем КДМ-46, имеющим 980 *об/мин*. Производительность грунтового насоса (по грунту) 50 *м³/ч*. Глубина разработки с рыхлением до 3 *м*, всасыванием без рыхления до 4 *м*.

Во время работы земснаряд передвигается при помощи пятибарабанной лебедки и свайного аппарата, приводимых в движение через трансмиссию от основного дизель-двигателя. Конструкция разработана во ВНИИГиМе.

Землесосные плавучие установки типа 8ПЗУ. Землесосный снаряд 8ПЗУ-М Потийского завода оборудован фрезерным разрыхлителем и электрифицированными лебедками. Его дизель-двигатель 3Д6 и грунтовой насос 8НЗ-М установлены в трюме. Для выработки электроэнергии установлен генератор МСА-73/4А, который приводится в движение от вала отбора мощности дизеля. Фрезерный разрыхлитель приводится в движение от установленного на его раме электродвигателя.

Плавучие земснаряды 8ПЗУ ВНИИГиМ изготовлялись двух типов: 8ПЗУ-1 с неразборным корпусом размером $3{,}8 \times 12 \times 1$ *м* и 8ПЗУ-2 с разборным корпусом размером $4{,}5 \times 15 \times 1$ *м*. Принципиальные схемы обоих снарядов одинаковы.

8ПЗУ-1 и 8ПЗУ-2 представляют собой агрегаты, в которых механизированы основные процессы: папильонирование, подъем и опускание рабочего органа и свай, пуск и остановка грунтового насоса. Управление осуществляется при помощи пятибарабанной лебедки. На земснарядах установлен грунтовой насос 8НЗ. В качестве двигателя используется судовой дизель-двигатель 3-Д6 мощностью 150 *л. с.* при 1500 *об/мин* с муфтой и редуктором, понижающим число оборотов в 2 раза. Общая мощность установки 135 *л. с.*, в том числе для землесоса 110 *л. с.*, для рыхлителя 15 *л. с.*, для пятибарабанной лебедки 6 *л. с.* и для заливочного насоса 4 *л. с.* Земснаряд имеет сменные рабочие органы: сосун и фрезерный или черпаковый разрыхлитель.

Дизель-электрическая плавучая землесосная установка 8ПЗУ-3М разработана также во ВНИИГиМ и является последней модификацией земснарядов этого типа.

Плавучая землесосная установка 8ПЗУ-3М предназначена для работ по очистке от наносов крупных каналов, отстойников, прудов и других водоемов, а также для дноуглубительных работ на малых реках и подводящих каналах насосных станций, на строительстве оросительных и осушительных каналов, рытье котлованов и других работах (рис. 49). Землесосная установка имеет напорный свайный ход и оборудована сменными рабочими органами: сосуном, фрезерным и роторным разрыхлителями. Привод всех механиз-

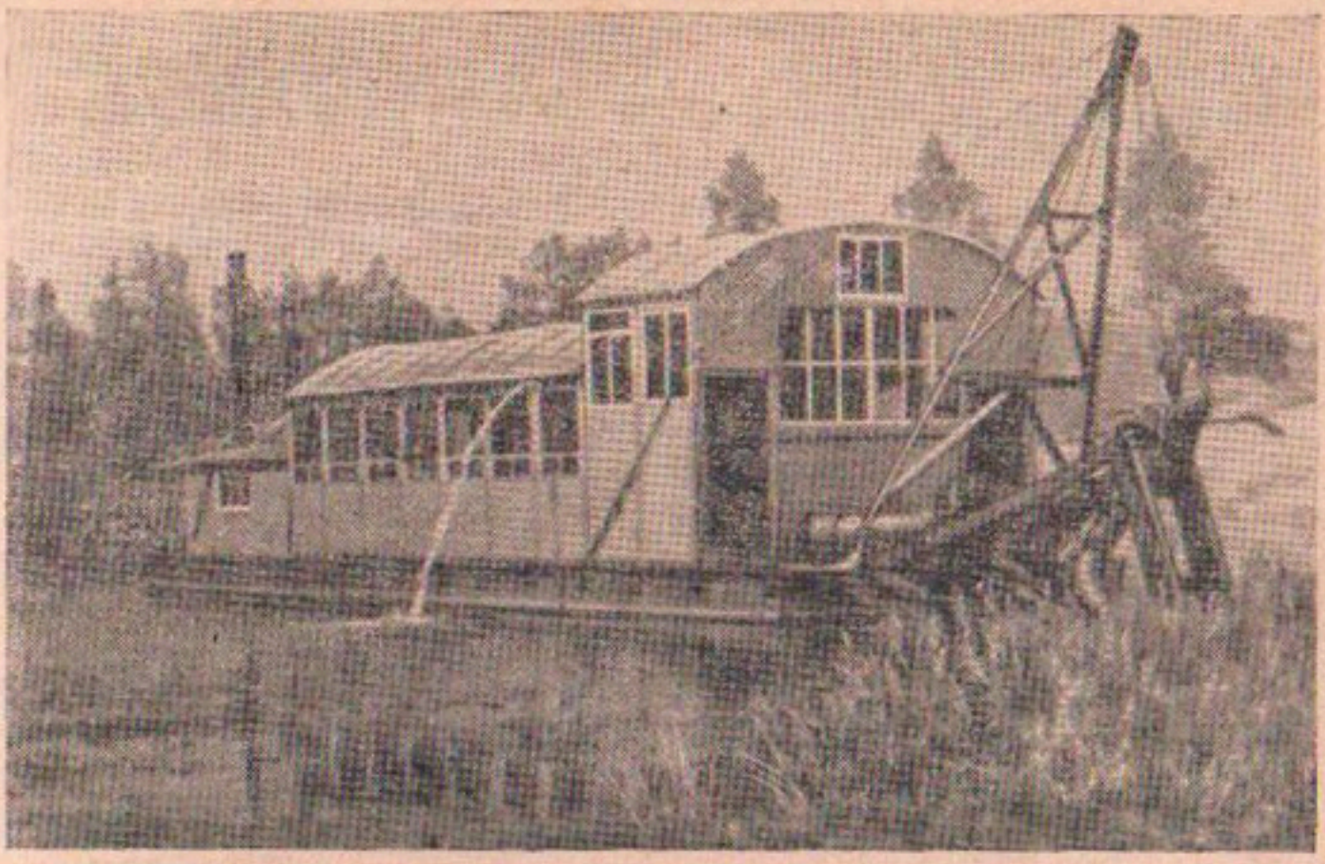


Рис. 49. Плавучая землесосная установка 8ПЗУ-3М в работе.

мов — индивидуальный, электрический. Машина может разрабатывать как легкие, так и плотные, заросшие водной растительностью грунты.

Легкие грунты (пески и неплотные супеси) разрабатывают без разрыхлителя — сосуном; на плотных грунтах (плотные супеси, суглинки, легкие глины) рекомендуется применять фрезерный разрыхлитель, на вязких илистых грунтах, заросших водной растительностью, используется роторный разрыхлитель. При производстве работ возможно комбинированное использование рабочих органов: верхний растительный слой разрабатывается роторным разрыхлителем, а нижний — фрезерным разрыхлителем или сосуном. На замену одного рабочего органа другими требуется $1^1/_2$—2 часа. Обслуживают установку трое рабочих: багермейстер, машинист-электрик и помощник машиниста.

Техническая характеристика

Производительность установки в час чистой работы (по грунту), $м^3/ч$	80—90
Максимальная глубина разработки грунта, $м$	
сосупом	6
роторным рыхлителем	3,5
фрезерным рыхлителем	4,5

Максимальная ширина разработки за один проход, *м*	32
Осадка в рабочем состоянии, *м*	0,5
Двигатель — дизель-мотор:	
марка	3Д-6
номинальная мощность, *л. с.*	150
номинальное число оборотов, *об/мин.*	1500
Землесос:	
марка	8НЗМ
производительность по пульпе, *м³/ч*	1000
напор, *м вод. ст.*	20
Генератор:	
тип	МСА 73/4А
мощность, *квт*	24
Габаритные размеры корпуса (корпус разборный), *м*:	
длина	15
ширина	4,5
высота борта	1,0
Вес установки (без плавучего грунтопровода), *т*	26,5
Вес сменного оборудования, *т*	2,1
Вес плавучего грунтопровода, включая наливную лодку для топлива, *т*	13,1

Землесосный снаряд ЗРС-1 (рис. 50) предназначен для дноуглубительных работ в руслах сплавных рек, но его используют также в сельскохозяйственном строительстве и на очистке ирригационных каналов. Применение земснарядов ЗРС-1 на разработке тяжелых и заросших грунтов малоэффективно. Конструкция земснаряда разработана в ЦНИИЛесосплаве.

Земснаряд ЗРС-1 имеет разборный корпус, состоящий из трех отдельных понтонов. Средний, основной понтон, в котором размещается оборудование, трюмной конструкции.

Основной агрегат земснаряда — это грунтовый насос 8НЗМ с дизель-двигателем мощностью 150 *л. с.* К его валу присоединен генератор переменного тока мощностью 24 *квт,* питающий энергией электродвигателя все остальные механизмы земснаряда. Снаряд оборудован фрезерным разрыхлителем, позволяющим вести разработку грунта на глубину до 3,5 *м* от уровня воды. С помощью свободного всасывания снаряд может разрабатывать грунт на глубину до 5 *м*. Фреза диаметром 900 *мм* с шестью ножами приводится в движение многоскоростным электродвигателем мощностью 10/12, 15/14 *квт*. Рабочие перемещения снаряд совершает при помощи носовых и кормовых папильонажных тросов. Для подъема рамы разрыхлителя и папильонирования имеются четыре лебедки с тяговым усилием 5,15 *т* каждая. Для привода лебедок установ-

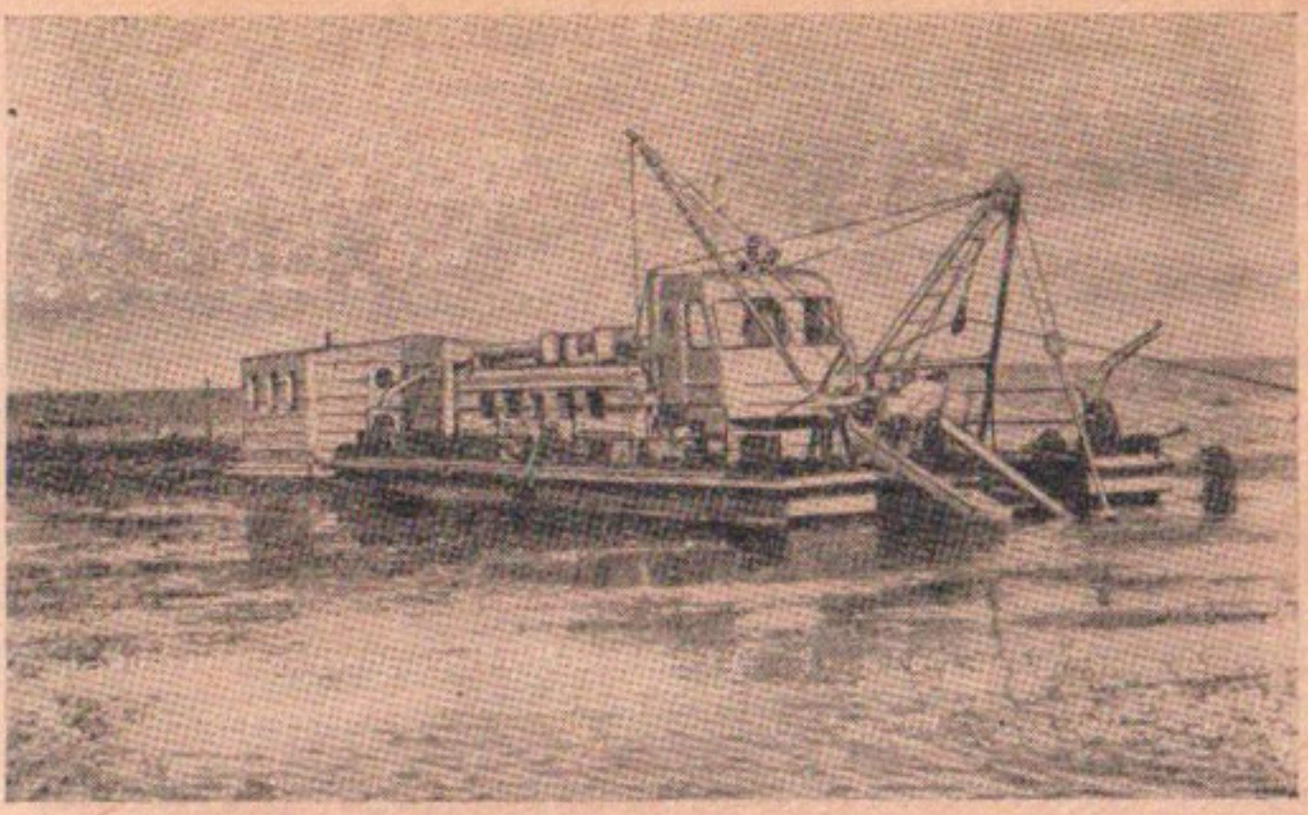


Рис. 50. Землесосный снаряд ЗРС-1 в работе.

лены скоростные электродвигатели. Земснаряд оборудован краном-укосиной грузоподъемностью 0,5 *т*.

Управление всеми механизмами — дистанционное из рубки баргермейстера. Обслуживает земснаряд бригада из трех человек (в смену): багермейстер, механик-электрик и матрос.

Земснаряд 100-40к, это самый распространенный электрический земснаряд, который работает главным образом на разработке песчано-гравийных грунтов. Корпус его длиной 20 *м* и шириной 8 *м* имеет водонепроницаемые отсеки. На построенных земснарядах этого типа установлены грунтовые насосы как раннего выпуска — ЗГМ-1, так и более новые — ЗГМ-2 и ЗГМ-2М. Разрыхлителем служит стальная литая фреза. Снаряд рассчитан для работы на двух глубинах — до 8 и до 12 *м* от уровня воды. При разработке грунта на глубину до 12 *м* раму грунтозаборного устройства при помощи специальной вставки удлиняют, а в носовой части корпуса снаряда устанавливают два приставных понтона, что обеспечивает необходимую устойчивость. Снаряд 100-40к оборудован свайным ходом в неподвижных направляющих обоймах.

Электрический ток напряжением 6000 *в* подается на снаряд с берега по гибкому резиновому кабелю, проложенному по поплавкам плавучего пульповода. Внутри надстройки имеется пусковой ящик для основного электродвигателя мощностью 350 *квт* и напря-

жением 6000 *в*, а также силовой понизительный трансформатор, преобразующий напряжение на 380 *в* для питания остальных электродвигателей.

При перевозке земснаряда оборудование демонтируют, надстройку и корпус разбирают.

Электрический земснаряд 300-40 получил распространение на крупных гидротехнических стройках и его начали применять в мелиоративном строительстве. Корпус снаряда цельносварной, неразборный состоит из отдельных водонепроницаемых отсеков. Длина корпуса 31 *м*, ширина 9,5 *м* и высота 2,01 *м*.

Земснаряд оборудован грунтовым насосом или с рабочим колесом диаметром 1250 *мм*, работает от синхронного электродвигателя мощностью 1250 *квт*. В качестве разрыхлителя используется стальная литая фреза диаметром 1650 *мм* митрообразной формы с пятью ножами. Подъем и опускание рамы разрыхлителя производятся лебедкой грузоподъемностью 8,5 *т*.

Свайно-якорный папильонаж снаряда состоит из двух папильонажных электролебедок грузоподъемностью по 8,5 *т*. Сваи диаметром 637 *мм* поднимаются этими лебедками при помощи фрикционно-пружинных захватов.

Снаряд оборудован ручным мостовым однобалочным краном грузоподъемностью 5 *т* и двумя стреловыми кранами по 3 *т* каждый. В кормовой части снаряда расположена специальная будка, в которой помещается силовой трансформатор мощностью 350 *ква*. Управление снарядом централизованное — из рубки багермейстера.

В комплект снаряда входит 50 звеньев плавучего пульповода с трубами диаметром 600 *мм*. Их осадка при полной загрузке 1 *м*.

Наряду с перечисленными землесосными снарядами в гидромелиоративном строительстве еще используются и земснаряды более ранних выпусков, которые здесь не рассматриваются.

ГЛАВА VII

ХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБ БОРЬБЫ С РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ НА КАНАЛАХ

Химические вещества, применяемые для уничтожения сорняков, называются гербицидами (травоубивателями).

По характеру действия на растения гербициды условно делятся на сплошные, действующие на все виды растений, и избирательные (селективные), действующие только на одни виды растений и безопасные для других.

По внешнему характеру действия на растения и способу применения гербициды сплошного и избирательного действия делятся на следующие основные группы: контактного действия, системные гербициды, и гербициды, действующие на корневую систему растений или на прорастающие семена.

Контактные гербициды поражают листья и стебли растений при непосредственном контакте их с препаратом. При попадании таких веществ на листья растения гибнут. Однако эти гербициды поражают главным образом наземные части растения и в некоторых случаях сорняки отрастают, так как корневая система их сохраняется.

Системные гербициды, попадая на листья или корни растений, быстро распространяются по всему растению, вызывая его гибель. Эти гербициды особенно ценны в борьбе с многолетними сорняками и сорняками, имеющими мощную корневую систему.

Гербициды третьей группы вносят в почву для уничтожения прорастающих семян и корней сорных растений.

Химический способ борьбы с сорняками в последние годы получил в отечественной и зарубежной практике широкое распространение, как наиболее эффективный, экономичный, нетрудоемкий и

быстродействующий. Однако действие гербицидов может быть различным в зависимости от местных почвенно-климатических условий, поэтому до применения их в широких масштабах требуется предварительная проверка.

Гербициды вносят разбрызгиванием растворов, эмульсий, суспензий или гранулами в почву.

Гербициды применяют в разных дозах до полного уничтожения сорняков, иначе этот способ будет потерей времени и средств.

ОСНОВНЫЕ ГЕРБИЦИДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ БОРЬБЫ С РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ НА ОТКРЫТЫХ ОСУШИТЕЛЬНЫХ КАНАЛАХ

В нечерноземной полосе европейской части СССР каналы сильно зарастают травянистой растительностью. Наибольший вред осушительным каналам приносят водно-воздушные растения: манник, ситник, рогоз, осоки, камыш, частуха, ежеголовник, поручейник, хвощ и др. В крупных каналах, действующих в течение всего вегетационного периода, интенсивно развиваются погруженные и полупогруженные растения: рдесты, уруть, элодея, кубышка, кувшинка, красовласка и др.

На осушительных каналах почвенные гербициды вносят в виде гранул сразу после схода паводковых вод до начала массового отрастания водных растений. Гранулированные гербициды действуют на водную растительность тем эффективнее, чем ниже уровень воды в каналах и чем меньше скорость ее течения. Особенно хорошие результаты получаются в тех случаях, когда уровень воды в каналах в меженный период не превышает 20 *см*, а скорость течения не более 5 *м/сек*. Однократная обработка гранулированными гербицидами с заделкой в грунт обеспечивает полное очищение от погруженной и полупогруженной растительности открытых осушителей и мелких собирателей на 3—4 года, более крупных каналов на 2 года. Почвенные гранулированные гербициды применяют в следующих дозах*: монурон — 40—50 *кг/га*, фенурон и диурон — 50—60 *кг/га*, симазин — 30—40 *кг/га*, атразин — 20—25 *кг/га*.

При необходимости уничтожать уже вегетирующие сорняки проводят опрыскивание растений системными гербицидами в фазу интенсивного роста до начала массового цветения. Весьма эффективна также обработка молодых побегов, отрастающих в конце лета после окашивания огрубевшей растительности как в рабочей части, так и на откосах каналов. При наличии воды в каналах химическую обработку начинают, когда высота надводных частей расте-

* Дозы гербицидов даны по действующему началу.

ний превысит половину их общей высоты. Древесно-кустарниковые породы наиболее чувствительны к гербициду 2,4Д в период интенсивного роста молодых побегов (в июне — июле).

Погодные условия сильно влияют на эффективность действия системных гербицидов. Опрыскивание не проводят при скорости ветра более 3 *м/сек*. При высокой или умеренной влажности воздуха контактные гербициды сильнее поражают растения, чем при низкой. Опрыскивание проводят при температурах воздуха 15—25° С, при более низкой температуре воздуха активность гербицидов снижается. Слишком высокая температура усиливает испарение гербицидов с листьев. Дожди, выпадающие после опрыскивания, могут смыть препараты с листьев растений. Поэтому если в течение 6 часов после опрыскивания пройдет дождь, то химическую обработку повторяют.

Для полного уничтожения вегетирующих растений, как правило, необходима двукратная, а в иных случаях трехкратная обработка в сезон. В тех случаях, когда первичная обработка проводится в начале вегетационного периода, повторую обработку проводят в конце лета или следующей весной, по мере отрастания новых побегов. Если первичная обработка проводится во второй половине лета, после окашивания травостоя и отрастания новых побегов, повторную обработку проводят следующим летом.

При проведении химической обработки вегетирующей растительности необходимо добиваться, чтобы гербициды не попадали на задернованные откосы канала.

Для уничтожения вегетирующей травянистой растительности на осушительных системах применяют смеси гербицидов: далапон 30 — 40 + 2,4Д 3 — 4 *кг/га*; далапон 30 — 40 + 2,4Д 3,4 + атразин 5—8 *кг/га* и др.

В условиях Северо-Западной зоны РСФСР злостным засорителем осушительных каналов является быстро развивающаяся древесно-кустарниковая растительность: береза, ольха, ива, осина.

Химические вещества, применяемые для борьбы с древесно-кустарниковой растительностью, называются арборицидами. Уничтожение кустарника с применением арборицидов можно проводить двумя способами: двукратной химической обработкой с последующей ломкой, сгребанием в кучи и сжиганием древесных остатков или вырубкой деревьев и кустарника с последующей обработкой молодой поросли, отрастающей от пней и корней. Последний способ более рациональный с хозяйственной точки зрения, так как дает возможность утилизировать товарную древесину, запас которой достигает 100 $м^3/га$ и более, а для подавления жизнеспособ-

ности новой поросли арборицидами достаточно однократной химической обработки.

Для уничтожения кустарника химическим способом применяют эфиры и соли 2,4Д (2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты) и 2, 4, 5-Т (2, 4, 5-трихлорфеноксиуксусной кислоты) в период интенсивного роста побегов. Эти препараты обладают избирательностью действия: сильно повреждают ольху, березу, большинство видов кустарниковых ив, слабее — осину, рябину, черемуху и почти не повреждают сосну, ель, крушину, малину. Этими препаратами можно уничтожать кустарник и во вневегетационный период — ранней весной и осенью.

УНИЧТОЖЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ОТКРЫТОЙ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ

Дренажные каналы уже в первый год эксплуатации начинают зарастать сорняками. Малые уклоны и слабое течение воды способствуют зарастанию всего поперечного сечения канала.

В условиях южных полупустынных районов, в частности в Средней Азии, большое распространение на дренажных каналах получили типично водные прикрепляющиеся и неприкрепляющиеся ко дну сорняки: уруть, элодея, рдесты, потамогетон, а также полупогруженные водные сорняки, большая часть надземной массы которых находится под водой, корневища же проникают глубоко в почву — рогоз, тростник, камыш, осоки. Эти растения образуют высокие и густые заросли. Густота стояния растений может достигать 250 стеблей на 1 $м^2$ водной поверхности, а высота 3—5 *м*. Основную опасность на дренажных каналах представляют надводные сорняки.

Тростник и рогоз, принадлежащие к семейству злаковых корневищных сорняков, наиболее трудны для уничтожения. Особенно трудно искоренить тростник, имеющий сильно развитые корневища, располагающиеся ярусами примерно до глубины 1,5—2 *м*. Основная масса корневищ находится в слое до 60 *см* глубины. Длина горизонтальных корневищ 5—6 *см*. Каждый участок корневища имеет спящие почки, которые могут дать начало новой поросли.

Механический способ (ручной и механизированный) часто не дает желаемого результата, поэтому очистка от растительности открытой коллекторно-дренажной сети химическим способом особенно перспективна.

Гербициды для борьбы с растительностью на дренажных каналах можно вносить путем опрыскивания растений, разбрасывания гранул и путем инъекции в дно канала.

Опрыскивание наземной массы проводят препаратами: далапоном дозой 40 *кг/га*, сульфаматом аммония дозой 300 *кг/га* и трихлорацетатом натрия дозой 100 *кг/га*. Полное уничтожение сорняков достигается при обработке далапоном 1 раз в сезон, сульфаматом 3 раза и трихлорацетатом натрия 2 раза в сезон.

Известно, что уничтожить уже вегетирующие растения труднее, чем предупредить их появление. Поэтому для этих целей применяют гранулированные гербициды: диурон, монурон, фенурон и симазин в дозах 20 *кг/га*.

Время внесения гранулированных гербицидов в коллекторы и дрены — март—апрель. При внесении гранулированных препаратов в указанные сроки и в необходимых дозах достигается очистка коллекторов на весь вегетационный период. Гранулы медленно отдают препарат, длительное время создавая постоянную концентрацию гербицида в слое наносов, что приводит к полной гибели растений. Для предупреждения повторного зарастания дрен обработку проводят ежегодно весной путем сплошного разбрасывания гранул на всей протяженности дрены.

УНИЧТОЖЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Открытая оросительная сеть также сильно зарастает различными сорными растениями. Сорняки поселяются и на каналах с антифильтрационными одеждами в швах бетонной облицовки, и на защитном слое грунта на каналах с противофильтрационными экранами из синтетических пленок, битумов и асфальтобетона. Если в первый год эксплуатации каналы в течение всего вегетационного периода остаются сравнительно чистыми, то начиная со второго года они зарастают настолько, что пропускная способность их резко уменьшается.

При зарастании каналов наблюдается определенная закономерность. В первый год откосы каналов зарастают преимущественно различными видами степной и полевой растительности — янтаком, каперцами, качимом, полынью. Во второй и третий год на каналах начинают расти и быстро распространяются различные виды полевых и водных сорняков: тростник, камыш, рогоз, осоки, ситники, свинорой, гумай, осоты, вьюнки, молокан и др., а на дне заиляющихся каналов поселяются погруженные водные растения (заннихелия, наяда, валиснерия). Эти растения образуют заросли густотой 200—400 и более стеблей на 1 $м^2$.

Изучение корневой системы погруженных и полупогруженных водных растений, растущих на дне и смоченном периметре канала, показало, что главная масса корней и корневищ этих растений

развивается главным образом в слое наносов и в верхнем слое коренного грунта, который она пронизывает во всех направлениях. Толщина пронизанного слоя 15—30 *см* и больше. Основная масса корневищ тростника развивается на глубину от 15 до 60 *см*, а при длительном существовании тростник распространяет свои корневища на бо́льшую глубину.

Такая последовательность в смене растительного состава дает возможность легко и просто организовать очистку каналов в первые годы эксплуатации до появления злостных корневищных сорняков. Для очистки оросительной сети гербициды применяют в виде водных растворов суспензий и эмульсий.

Когда каналы уже заросли сорняками, для их уничтожения проводят опрыскивание вегетирующих растений. При необходимости уничтожения вегетирующего тростника, заросли которого достигают большой высоты (1,5—2 *м*) и вызывают сложность их тщательной обработки, предварительно скашивают растения с последующей обработкой стерни.

Для предупреждения появления растений ложе канала до пуска воды опрыскивают атразином, симазином, монуроном в дозах 25—40 *кг/га* без заделки гербицида в почву. Заделка гербицидов в почву в условиях эксплуатируемого канала нецелесообразна, так как такой способ очень трудоемок и связан с необходимостью нарушения закальматировавшегося верхнего слоя грунта, что ведет к увеличению фильтрации. Препараты же, внесенные на поверхность почвы, при достаточном разрыве между внесением и пуском в канал воды, действуют так же, как и при заделке в почву. Когда нет необходимости в полной обработке ложа канала, то применяют или опрыскивание куртин сорняков, или инъекцию гербицида в зону активного роста корней.

При обработке гербицидами канала с первого года эксплуатации можно добиться того, что он будет оставаться все дальнейшее время свободным от сорняков.

Наиболее трудноискоренимым сорняком на внутрихозяйственных оросителях является тростник. Густота стояния его на некоторых каналах достигает 200 стеблей на 1 $м^2$.

Необходимо отметить, что корневищные сорняки достаточно устойчивы к действию почвенных гербицидов. Иногда при особенно сильном зарастании каналов тростником одной обработки бывает мало, и тогда, помимо внесения почвенных гербицидов, необходимо провести дополнительную обработку растений тростника гербицидом далапон дозой 15—20 *кг/га*.

Хорошие результаты при борьбе с тростником показали препараты — далапон и трихлорацетат натрия. Трихлорацетат натрия

был значительно слабее далапона при уничтожении тростника. Полная гибель тростника достигается при двукратной обработке предварительно скошенного тростника трихлорацетатом натрия в дозе 100 *кг/га*. Далапон лучше всего вносить во время активного роста тростника, при достижении им высоты 0,5—0,7 *м*.

Для уничтожения тростника применяются смеси гербицидов. Из всех смесей наиболее эффективна смесь: 15 *кг/га* атразина плюс 10 *кг/га* далапона.

В борьбе с зарастанием каналов с помощью гербицидов следует учитывать специфику роста сорняков в каналах, где обилие воды и питательных веществ создает более благоприятные условия для их развития, чем на полях. Почти круглогодовое наполнение каналов водой создает дополнительные трудности при внесении гербицидов, а также влияет на длительность действия и сохранность гербицидов в русле канала. Поэтому необходимо подбирать такие способы и сроки внесения гербицидов, чтобы наполнение канала водой не уменьшало токсичность их действия и не приводило к смыву препарата или попаданию его на чувствительные культуры.

Благодаря малой растворимости почвенные гербициды действуют медленно. Поэтому обработку ложа канала целесообразнее проводить за 3—4 недели до пуска в канал воды. За этот период гербицид полностью проявляет свое токсическое действие и нет опасности смыва препарата поступившей водой, а следовательно, и снижения эффективности его действия. Если упущен срок обработки ложа канала почвенными гербицидами и сорняки уже появились, то опрыскивать их нужно до пуска в канал воды, чтобы поступившая вода не смыла препараты с обработанных растений. При наличии воды в канале обработку необходимо проводить при минимальном уровне стояния ее в канале, поддерживая этот уровень еще 2—3 дня после обработки. При необходимости повторных обработок в течение вегетационного периода их целесообразно проводить в перерывах между поливами, когда обрабатываемый канал свободен от воды.

Следует учитывать, что обработка вегетирующих растений менее эффективна, чем обработка почвы для предупреждения их появления, и связана с большими трудностями и затратами.

Чем позже проводится обработка растений гербицидами, тем меньше гарантия уничтожения растений. Если при внесении гербицидов на поверхность почвы препарат непосредственно поступает в корневую систему растений или находится в сравнительной близости к ней, то обработка уже появившихся растений должна проводиться препаратами системного действия с тем, чтобы по-

павший на листья и стебли гербицид проник в корневую систему и уничтожил ее. В некоторых случаях приходится прибегать к повторным обработкам этим же или другим гербицидом.

ЗАЩИТА ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ОДЕЖД И ЭКРАНОВ ОТ ПОВРЕЖДЕНИЯ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ

Антифильтрационные покрытия из сборного железобетона и асфальтобетона, экраны из полимерных пленок и битума повреждаются сорными растениями. Сорняки поселяются в некачественно сделанных швах бетонной облицовки, разрушая бетонные плиты. Особенно повреждаются сорняками одежды из асфальтобетона, битума и пленок. Поэтому при строительстве каналов с противофильтрационными экранами и одеждами необходимо предупреждать появление растений из-под одежды, уничтожая их на подготовленном для укладки одежды основании.

При укладке таких одежд на канале без земляной защиты они могут повреждаться проростками тростника, карелинии, тамарикса.

В районах нового освоения при строительстве каналов обработка основания под эти одежды не требуется, так как здесь на глубине выемки грунта семян и корневищ сорных растений, опасных для пленочной одежды, нет. В районе старопахотных земель при реконструкции оросительной сети и строительстве противофильтрационных экранов из битума, асфальтобетона и синтетических пленок необходима обработка гербицидами подстилающего пленку основания в целях уничтожения проростков и корневищ сорных растений.

При поверхностном способе укладки пленки на канале необходима обработка гербицидами ложа канала как в новых, так и в старых районах освоения. Дозы гербицидов при строительстве в новых районах обычно ниже, чем в районах старого освоения. Гербициды вносят разбрызгиванием препарата — опыление, с предварительным увлажнением грунта (6000 *л/га*).

Для этой цели применяют следующие гербициды:

при зарастании тростником:
- трихлорацетат натрия в дозе . . . . . 100—200 *кг/га*
- далапон . . . . . 15—30 *кг/га*

при смешанной растительности:
- атразин, монурон в дозе . . . . . 15—25 *кг/га*
- симазин, фенурон в дозе . . . . . 25—50 *кг/га*
- дефолиант хлорат магния . . . . . 150—300 *кг/га*

Основание обрабатывают гербицидами за 1—2 месяца до строительства экрана, чтобы полностью уничтожить все растения.

Для предупреждения появления и уничтожения уже появившихся сорняков на слое грунта, защищающем антифильтрационный экран, применяют те же препараты и в тех же дозах.

Особенно сильно зарастают швы бетонной облицовки на откосах канала. Для уничтожения или предупреждения роста сорняков в швах бетонной облицовки на откосах можно применять любые препараты в зависимости от вида сорняков; если это злаковые — противозлаковые ТХА в дозе 100 *кг/га,* далапон в дозе 15—30 *кг/га;* если двудольные — препарат 2КФ в дозе 5—10 *кг/га.* Препараты лучше всего вносить после появления проростков растений, но до пуска воды в канал.

При единичном зарастании швов бетонной облицовки инъектируют препараты корневого действия непосредственно под растение. Доза препаратов для инъекции принимается та же или даже несколько меньше. Опытным путем установлено, что инъекцию можно проводить только во влажные грунты. Для лёссов оптимальная влажность составляет 18—20%.

Асфальтобетонные одежды легко повреждаются сорными растениями, и поэтому требуется обязательная стерилизация грунта до их укладки. Для этого пригодны все гербициды и отходы производства, применяемые для стерилизации почв.

Способы внесения гербицидов

Все гербициды выпускаются химической промышленностью в виде порошков, концентрированных жидкостей и гранул. Состояние препарата определяет способ его внесения.

Гранулированные препараты дают хорошие результаты при применении их для уничтожения сорняков в коллекторно-дренажной сети, при незначительном слое воды, слабом течении и большом количестве ила на дне. Гранулы, попавшие на дно коллектора в ил, растворяются медленно, высвобождая гербицид. Это создает определенную концентрацию гербицида в зоне корневой системы растений и приводит к их гибели, что особенно важно для коллекторно-дренажной сети. Однако гранулированные препараты нецелесообразно применять для уничтожения сорняков в русле оросительного канала, так как плотность сложения грунта на откосах, крутизна их заложения, глубина наполнения и скорость течения воды в канале не создадут тех специфических условий, которые необходимы для проявления действия гранулированных гербицидов. Поэтому для уничтожения сорняков в ложе оросител-

ного канала целесообразнее применять порошковидные или жидкие гербициды, которые вносятся с водой. Для опрыскивания применяются растворы, эмульсии и суспензии. Чтобы получить стойкие эмульсии и суспензии, в состав препаратов вводятся эмульгаторы и стабилизаторы (ОП-7, мыло, глина и т. д.).

Для правильного приготовления растворов прежде всего необходимо строго отвешивать или отмеривать гектарную норму препарата, из которого готовится маточный раствор. Для этого препарат смешивают со 100 *л* воды, добавляя ее малыми порциями и перемешивая. Свежеприготовленный маточный раствор заливают в опрыскиватель через сетку и, помешивая, разбавляют нужным количеством воды.

Все нормы гербицидов всегда даются по наличию действующего начала в препарате. Для приготовления раствора исходя из нормы расхода действующего начала в препарате необходимо рассчитывать, сколько нужно фактически внести гербицида (содержание действующего вещества указывается в паспорте и на этикетке тары).

Норму внесения препарата, которая соответствует намеченной дозировке его действующего вещества, определяют по формуле:

$$A = \frac{100Д}{a},$$

где A — норма внесения препарата, *кг/га*;

$Д$ — дозировка действующего начала, *кг/га;*

a — содержание действующего начала в препарате, %.

Если емкость аппаратуры меньше расхода рабочего вещества, необходимо так же рассчитать количество потребных заправок для обработки 1 *га* (или другой площади) и разделить соответственно объем маточного раствора на это количество. При опрыскивании больших площадей обычно организуют заправочный пункт, где в больших емкостях подготавливают раствор.

Заливать рабочий раствор в опрыскиватель необходимо обязательно через фильтр. Это предохранит от засорения наконечник опрыскивателя.

Перед началом обработок проводят пробное опрыскивание водой для установления скорости передвижения опрыскивателя, которая дает возможность вносить нужную дозу гербицида. Действительный расход раствора периодически проверяют делением израсходованного количества на величину обработанной площади.

Применяя гербициды, следует руководствоваться «Санитарными правилами по хранению, транспортировке и применению ядохимикатов в сельском хозяйстве», утвержденными Главным санитарным врачом СССР 10 июня 1965 г.

Химическую обработку нежелательной и сорной растительности в каналах проводят с помощью тракторных, конно-моторных, конных и ручных опрыскивателей. На больших массивах могут работать самолеты, оборудованные опрыскивателями. Выбор аппаратуры определяется условиями работы, характером растительности, наличием технических средств и т. д.

В силу того что специальных опрыскивателей для обработки каналов промышленность не выпускает, пользуются приспособленными тракторными опрыскивателями ОНК-Б, ОВТ-1, ОНК-100, ГАН-8, ОТ-2, ОТН-4,8 и др., конными и конно-моторными ОКМ, ОК-6, ОМП-А и др. Из авиационной аппаратуры наибольшее распространение получили опрыскиватели и опыливатели, установленные на самолетах АН-2, ЯК-12 и вертолетах МИ-1 и КА-15.

В зависимости от условий работы для опрыскивания применяют штанги или брандспойты, соединенные с опрыскивателем шлангами длиной 8—10 *м*. На небольших каналах шириной по дну до 1 *м* обработку проводят из одного брандспойта, в более крупных каналах — одновременно из двух, причем один оператор идет по левому, другой по правому откосу. Оператор, идущий по откосу, противоположному тому, по которому движется агрегат, должен идти несколько впереди, чтобы не стряхивать шлангом раствор гербицидов с растений.

При небольших объемах работ, а также в местах, где применение машин затруднено, химическую обработку проводят с помощью ранцевых опрыскивателей ОРП-10. Если каналы имеют заросшую рабочую часть шириной более 1 *м*, целесообразно работать спаренными опрыскивателями. Для этого нужно у двух ранцевых опрыскивателей отсоединить брандспойты и к шлангам с помощью металлических муфт с резьбой или небольших отрезков резиново-тканевых шлангов присоединить штангу длиной 2—4 *м*, снабженную распыливающими наконечниками, которые должны располагаться на расстоянии 40—50 *см* один от другого. Штангу можно изготовить из металлической трубы диаметром 2,5—3 *см* или использовать виноградниковые штанги из опрыскивателя ОНК.

Спаренные опрыскиватели подготавливают к работе обычным способом: заливают в резервуары через горловины раствор гербицидов и нагнетают воздух до давления 5 *ат*.

При опрыскивании один рабочий должен идти по правому, другой по левому откосу, пронося штангу на расстоянии 0,5 *м* от верхушек растений. Ширину захвата регулируют путем разворота штанги под углом к оси канала, для чего один рабочий должен идти несколько впереди другого, причем идущий сзади обязан сле-

дить за тем, чтобы волна распыленного гербицида полностью покрывала всю водную растительность.

При наличии в хозяйстве только одного опрыскивателя ОРП-10 для обработки каналов шириной по дну до 4 *м* можно использовать штанги соответствующей длины. При этом один конец штанги присоединяют к шлангу опрыскивателя, а другой закрывают деревянной заглушкой или металлической крышкой с резьбой. При обработке один рабочий несет опрыскиватель, другой — свободный конец штанги.

Все наземные опрыскиватели устроены так, что расходуют жидкость в зависимости от скорости их движения, размера отверстия наконечника, числа работающих наконечников на штанге и от давления в нагнетательной сети. При большой скорости движения агрегата расход жидкости уменьшается. Опрыскиватели заправляют по мере необходимости, гербициды подвозят к месту работы агрегата в автоцистернах.

Перед внесением гербицидов весьма важно отрегулировать опрыскиватель и установить его на требуемую норму расхода жидкости. При определении нормы расхода жидкости важное значение имеет размер наконечника. Полевые наконечники для наземных опрыскивателей выпускают двух размеров: обыкновенные (с диаметром выходного отверстия 1,5 *мм* и шириной каналов сердечника 2 *мм*) и экономичные (с диаметром отверстия 1,25 *мм* и шириной каналов сердечника 0,75 *мм*). Чем меньше диаметр наконечника и ширина канала сердечника, тем меньше его пропускная способность. Правильность установки нормы расхода жидкости на единицу площади (пропускную способность полевых наконечников в *л/мин)* можно проверить по таблице 42.

Таблица 42

Тип наконечника	Давление, *ат*						
	2	3	4	5–6	7–8	8–9	10
Обыкновенные	0,8	1,1	1,4	1,5	1,7	1,7	2,1
Экономичные	0,4	0,4	0,45	0,5	0,6	0,6	0,8

Из таблицы видно, что чем меньше давление, тем меньше расход жидкости. С понижением давления капли становятся крупнее. Они лучше смачивают листья и стебли растений.

Расход жидкости зависит также от расстояния между наконечниками. Чем больше шаг между наконечниками, тем меньшее количество их надо устанавливать на штанге, а следовательно, тем

меньше и расход жидкости. В штангах всех опрыскивателей нормальное расстояние между наконечниками, равное 45 *см*, можно увеличить до 90 *см*, а в штангах опрыскивателей ОК-6, ОКМ, ОНК — до 75 *см*. Увеличить это расстояние можно и в том случае, если струи, посылаемые смежными наконечниками, несколько перекрывают друг друга. При давлении 5 *ат* и слабом ветре струи перекрываются даже при расстоянии между наконечниками 90 *см*. Однако распыляемая жидкость устойчивее против ветра, если наконечники на штанге расположены на расстоянии 45 или 75 *см* один от другого.

Качество опрыскивания во многом зависит от высоты штанги над землей. При выходе из отверстия наконечника струя приобретает форму, близкую к конусу. Поэтому устанавливать штангу очень низко нельзя, так как на поверхности земли струи могут не сойтись. Высота установки штанги над землей должна быть от 40 до 90 *см*. Чем ниже она установлена, тем больше стойкость струи против ветра, но при неровном рельефе низко установленная штанга может сломаться.

Наземные механизмы и машины

Опрыскиватель-опыливатель ОНК-Б работает в агрегате с колесными тракторами небольшой мощности (ДТ-20 и др.). Агрегат обслуживает тракторист. Опрыскиватель имеет два цилиндрических бака емкостью по 275 *л* каждый. Баки установлены по бокам трактора. На опрыскивателе смонтирован поршневой насос производительностью 32 *л/мин* при рабочем давлении до 25 *ат*. Горизонтальная штанга имеет рабочий захват до 10 *м*. Высоту установки штанги над землей можно регулировать от 40 до 90 *см*. Производительность опрыскивателя за 7 часов работы до 20 *га*.

Опрыскиватель ОВТ-1 производителен, дает хорошее качество распыла и покрытия раствором листовой поверхности. Для опрыскивания (методом бокового дутья) служит дальнобойное вентиляторное распыливающее устройство одностороннего действия.

Опрыскиватель установлен на одноосном прицепе с пневматическими колесами. Его агрегатируют с тракторами типа Т-38 и «Беларусь» всех модификаций. Опрыскиватель обслуживает один тракторист с помощью дистанционного гидроуправления.

Работает опрыскиватель в следующем порядке. Жидкий ядохимикат, постоянно перемешиваемый в резервуаре винтовой мешалкой, засасывается насосом и подается в предохранительно-редукционный клапан. Отсюда жидкость по нагнетательному трубопроводу поступает в распыливающие органы опрыскивателя. Воздуш-

ный поток, создаваемый осевым вентилятором, подхватывает распыленную жидкость и направляет ее в распыливающие шайбы, через калиброванные отверстия которых она направляется на растения.

Карданная передача, вентилятор и все основные вращающиеся части опрыскивателя имеют защитные ограждения, обеспечивающие полную безопасность обслуживания машины.

Опрыскиватель имеет следующие технические данные: эксплуатационная ширина захвата в полевом варианте достигает 25 *м*, что позволяет повысить производительность агрегата на обработке полевых культур до 5 *га* за час работы; емкость резервуара 1200 *л*; производительность насоса до 80 *л/мин;* максимальное рабочее давление в нагнетательной сети до 20 *кг/см*^{2} при производительности вентилятора до 30 000 *м*^{3}*/ч;* производительность заправочного устройства — эжектора — до 200 *л/мин;* дорожный просвет от 290 до 365 *мм*. Опрыскиватель обслуживает тракторист.

Опрыскиватель ОНК-100 предназначен для обработки сельскохозяйственных культур, а также садовых и лесных насаждений. Механизмы опрыскивателя приводятся в действие от вала отбора мощности трактора при помощи цепной передачи.

Опрыскиватель состоит из насоса, воздушного колпака, предохранительного клапана, механизма передачи, всасывающего и нагнетательного трубопроводов, двух резервуаров с мешалками, распыливающих и заправочных устройств.

Плунжерный двухцилиндровый насос опрыскивателя установлен на двух кронштейнах, которые крепятся к картеру заднего моста трактора. Резервуары имеют неправильную эллиптическую форму; их устанавливают по бокам трактора, под гусеницами. Внутри резервуаров имеются перегородки и лопастные мешалки. Мешалки приводятся в действие цепной передачей от звездочки на валу насоса. Перегородки увеличивают жесткость резервуара и уменьшают силу гидравлических ударов при движении опрыскивателя. Для заправки резервуаров жидкостью служит эжектор.

Общая емкость резервуаров 950 *л*, в том числе правого 415, левого 535. Диаметр плунжера насоса 75 *мм,* ход плунжера 100 *мм*. Число двойных ходов плунжера в минуту 177. Рабочее давление при опрыскивании из горизонтальной штанги в пределах 5—10 *ат,* а при работе эжектора 20—25 *ат*. Производительность заправочного устройства до 300 *л/мин*. Производительность опрыскивателя за час непрерывной работы до 12 *га*. Основные габариты опрыскивателя в сборе: длина 430 *см,* ширина с развернутой горизонтальной штангой 1917 *см* и высота 273 *см*. Агрегат обслуживают два механизатора и двое подсобных рабочих.

Конно-моторный опрыскиватель ОКМ-А состоит из трехколесной одноконной повозки, резервуара с мешалкой, поршневого насоса дифференциального действия, всасывающей и нагнетательной магистралей с воздушным колпаком, распыливающих органов (универсальной штанги и брандспойтов), заправочного эжектора, одноцилиндрового двухтактного двигателя ОДВ-300В с эластичной муфтой и редуктора с эксцентриковым механизмом. Опрыскиватель имеет три сетчатых фильтра. Они размещены в горловине резервуара, в корпусе всасывающего клапана и в крестовине с тремя вентилями.

Нормальное рабочее давление на манометре при работе с полевой штангой устанавливают не более 5—7 *ат*. Производительность насоса при 187 двойных ходах поршня равна 30 *л/мин*. Колея колес опрыскивателя 72 *см*, а с удлинителями — 120 и 135 *см*. Дорожный просвет 32 *см*. Емкость резервуара 170 *л*. Опрыскиватель обслуживает ездовой.

Конный опрыскиватель ОК-5А имеет металлическую раму на двух колесах с одноконным упряжным устройством. В заводской комплект опрыскивателя входят специальные удлинители вала ходовых колес. На раме укреплен резервуар с горловиной, который закрывается крышкой с сиденьем для рабочего. Позади резервуара укреплен плунжерный насос двойного действия. Производительность насоса можно устанавливать равной 6; 9 и 17 *л/мин*. Производительность опрыскивателя до 1,2 *га/ч* при ширине рабочего захвата 5,5 *м*.

Гербицидно-аммиачная навесная машина ГАН-8. Универсальная подвеска резервуаров и насоса машины выполнена так, что позволяет устанавливать ее на тракторы ДТ-54, ДТ-54А, КДП-35, Т-38, «Беларусь» и т. д. К машине прилагаются два резервуара емкостью по 280 *л* каждый, они крепятся по бокам трактора на специальных кронштейнах. На машине установлен шестеренчатый насос, который приводится в действие от вала отбора мощности трактора. Насос развивает в нагнетательной сети давление до 6 *ат*.

Производительность машины при сплошном опрыскивании гербицидами 3,5 *га/час*. Радиус поворота агрегата зависит от применяемого трактора.

При работе с опрыскивателями необходимо соблюдать следующие меры предосторожности. По окончании работы на опрыскивании всю тару (бочки, ведра, мешки, ящики и т. п.) тщательно очищают, моют горячей водой и сдают на хранение на склад. Нельзя промывать резервуары, гидравлический насос, всасывающую и нагнетательную магистрали вблизи водоемов. Это необходимо выполнять в поле, в специально отведенном месте.

Запрещается пользоваться опрыскивателем при неисправном манометре. Неисправный манометр не покажет превышения рабочего давления над нормальным, в результате чего может произойти авария. Нельзя работать на опрыскивателе, если давление в нагнетательной сети будет превышать 25 *ат*.

По окончании работы баки и всю систему, подающую раствор гербицидов, тщательно очищают и промывают от остатков раствора.

Для внесения гранулированных гербицидов необходимы специальные машины.

Заслуживает внимания опыт применения гербицидов для борьбы с сорной растительностью на каналах и механизации процессов их внесения в США.

АВИАЦИОННАЯ АППАРАТУРА

Для опрыскивания ядохимикатами трасс мелиоративных каналов можно применять различную авиационную аппаратуру. Самолеты, применяемые для этих целей, позволяют производить взлет и посадку на грунтовых аэродромах ограниченных размеров.

Самолет АН-2 при ширине полосы до 40 *м* в любых дозировках равномерно распределяет вносимые химикаты.

Эксплуатационные данные самолета следующие: скорость в сельскохозяйственном варианте 160 *км/ч;* емкость бака для химикатов 1400 *л*; ширина обрабатываемой полосы при опыливании до 60 *м*, при опрыскивании до 40 *м*; производительность при опыливании и опрыскивании от 50 до 250 *га* в летный час.

Самолет ЯК-12 при ширине полосы во время опрыскивания до 25 *м* в любых дозировках равномерно распределяет вносимые химикаты.

Основные технические данные самолета следующие: емкость баков для химикатов 470 *л*; вес загружаемых химикатов 350 *кг;* скорость полета над участком 140 *км/ч,* ширина рабочего захвата 10—25 *м* при опрыскивании и 15—40 *м* при опыливании; производительность от 30 до 75 *га* в летный час.

Вертолет МИ-1 при ширине полосы во время опрыскивания до 11 *м* в любых дозировках равномерно распределяет вносимые химикаты в удобрения на каждый гектар обрабатываемой площади.

Основные эксплуатационные данные вертолета следующие: вес загружаемых химикатов 300 *кг,* скорость полета при обработке сельскохозяйственных культур до 40 *км/ч;* ширина рабочего захвата от 8 до 11 *м* при опрыскивании и от 24 до 33 *м* при опыливании; производительность до 25 *га* в летный час.

Авиаопрыскивание проводят в ранние утренние и вечерние часы.

При определении нормы расхода химикатов на 1 *га* обрабатываемой площади учитывают вид, возраст и фазу развития сорных растений, физические и химические свойства химикатов, метеорологические условия и другие факторы, обеспечивающие максимальную эффективность работ.

Точное соблюдение заданной нормы расхода химикатов достигается установкой специальной аппаратуры самолета на соответствующий этой норме секундный выпуск химикатов с расчетом обязательного опорожнения загрузочного бака на границе обрабатываемого участка (в конце последнего захода самолета). Поэтому, прежде чем установить секундный выпуск для заданной нормы расхода химикатов, необходимо определить (соответствующими расчетами): наивыгоднейшую ширину захвата (переход сигнальщиков на очередной гон); число заходов самолета на обрабатываемый участок за один полет и наивыгоднейший вес разовой загрузки самолета химикатами.

Общую ширину рабочего захвата за один полет определяют по формуле:

$$Ш_{общ} = \frac{Г \cdot 10\,000}{НД},$$

где $Ш_{общ}$ — общая ширина захвата самолета за полет, *м*;

$Г$ — грузоподъемность (разовая загрузка бака самолета) химикатами, *кг* или *л*;

$Н$ — норма расхода химикатов на 1 *га*, *кг* или *л*;

$Д$ — длина гона обрабатываемого участка, *м*.

Пределы колебаний ширины рабочего захвата самолета зависят от аэродинамических свойств химикатов, высоты полета, направления и скорости ветра, конструкции опыливателя или опрыскивателя, умения пилотировать (вождение самолета по сигналам) и т. д. Для отдельных видов авиахимических работ допустимые пределы колебаний ширины захвата при высоте полета до 5 *м* составляют: для самолета АН-2 — 25 *м*, для ЯК-12 — 20 *м*.

К каждому выпускаемому опрыскивателю самолета АН-2 прилагается комплект заглушек и пять комплектов распылителей со следующими размерами выходных отверстий: 1×5 *мм*; 2×5; 3×5; 4×5 и 5×5 *мм*.

ГЛАВА VIII

РАБОТЫ ПО УСТРОЙСТВУ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ АНТИФИЛЬТРАЦИОННОЙ ОДЕЖДЫ КАНАЛОВ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСОВ

Борьба с фильтрацией воды из каналов, изыскание новых более совершенных и эффективных способов и мероприятий, позволяющих комплексно механизировать выполнение работ по устройству антифильтрационных покрытий и одежд каналов, снизить себестоимость производства этого вида работ, является одной из первоочередных задач мелиоративной науки и практики.

На ряде существующих оросительных систем значительное количество воды, забираемой из водоисточника, теряется на фильтрацию через ложе каналов по пути к поливным полям, снижая коэффициент полезного действия и ухудшая мелиоративное состояние систем и прилегающих территорий. Мероприятия по уменьшению потерь воды из каналов должны быть комплексными и включать в себя: внедрение планового водопользования, техническую реконструкцию систем и применение противофильтрационных облицовок на каналах.

В таблице 43 приведены сравнительные данные по некоторым противофильтрационным мероприятиям, которые в разное время рекомендовались для оросительных каналов.

Таблица 43

Наименование облицовки или способа уменьшения потерь	Потребность в материалах на 1 $м^2$ поверхности канала	Стоимость 1 $м^2$, руб.	Срок службы, лет	Сокращение потерь по сравнению с каналами в земляном русле, %
Бетонная облицовка . .	0,07—0,20 $м^3$	8—3	50	До 95
Железобетонная облицовка	0,05—0,10 $м^3$	3—4	50	95
Асфальтобетонная облицовка	0,03—0,08 $м^3$	2	5—6	До 98
Глиняная облицовка . .	0,10—0,35 $м^3$	0,3—0,4	10	До 85

Продолжение

Наименование облицовки или способа уменьшения потерь	Потребность в материалах на 1 $м^2$ поверхности канала	Стоимость 1 $м^2$, руб.	Срок службы, лет	Сокращение потерь по сравнению с каналами в земляном русле, %
Облицовка из известкового грунтобетона . .	0,10—0,15 $м^3$	0,2—0,3	2—3	До 70
Экран из пластмассовых пленок	50—270 *г*	1—2	—	До 95
Нефтевание грунта . .	4—15 *кг*	0,2	4—5	До 60
Оглеение грунта . . .	3—4 *кг* соломы	0,03—0,04	Неизвестен	50
Кольматация грунта . .	4—5 *кг* глины	0,112—0,03	12	До 60
Осолонцевание грунта (поверхностное) . . .	3—5 *кг* соли			До 95
Рыхление грунта . . .	—	0,01	—	10—20
Затирание грунта ложа канала	—	0,01	—	10—20
Уплотнение грунта:				
поверхностное	—	0,02	1—3	60
глубокое	—	0,06—0,12	7—10	80

Принимая, что затраты на устройство антифильтрационных мероприятий должны быть меньше или равны стоимости съэкономленной воды, стоимость 1 $м^2$ антифильтрационного покрытия можно приблизительно подсчитать по формуле:

$$M = \frac{K\,T\,A\,C\,a}{100}\ руб/м^2,$$

где M — затраты на устройство антифильтрационных мероприятий, *руб* /$м^2$;

K — скорость впитывания воды в почву (без антифильтрационных мероприятий); *м/сутки*;

T — время работы канала за год, *сутки/год;*

A — срок службы антифильтрационного покрытия, год;

C — стоимость оросительной воды, *руб*/$м^3$;

a — процент снижения потерь воды в результате применения антифильтрационного мероприятия.

Величину a определяют по формуле:

$$a = \frac{\eta_1 - \eta_0}{1 - \eta_0}\ 100\%,$$

где η_1 — к. п. д. канала после применения антифильтрационного мероприятия (планируемый к. п. д.);

η_2 — к. п. д. канала без применения антифильтрационного мероприятия (существующий к. п. д.).

Приведенная формула не учитывает многих важных факторов, но она вполне пригодна для ориентировочных подсчетов допустимой стоимости устройства антифильтрационных мероприятий, особенно на внутрихозяйственных распределителях, если будет известна стоимость оросительной воды.

Одним из самых дешевых и простых способов борьбы с потерями воды на фильтрацию является уплотнение грунтов. Однако его в настоящее время в ирригационном строительстве применяют еще в незначительных размерах.

Большое будущее у полимерных пленок, которые применяют как противофильтрационные экраны. Работы по их укладке возможно полностью механизировать, но стоимость пленок велика. Кроме того, нет еще достаточных опытов, показывающих долговечность существования таких экранов. В настоящее время, несмотря на большую стоимость, применяют в основном бетонные облицовки (монолитные и сборные), железобетонные плиты и лотки, как наиболее надежные и долговечные.

При оценке различных способов необходимо учитывать также уровень механизации выполнения работ по созданию одежд. Механизировано в настоящее время только устройство бетонных и железобетонных одежд, частично уплотнение грунтов и некоторые работы по укладке в качестве противофильтрационных экранов полимерной пленки. Технология устройства одежд способами кольматации, укладки известкового грунтобетона, оглеения, осолонцевания, укладки асфальтобетона еще не разработана до стадии, позволяющей составить технические требования на конструирование машин.

ТЕХНОЛОГИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ АНТИФИЛЬТРАЦИОННЫХ ОДЕЖД КАНАЛОВ

К материалам, применяемым для облицовки каналов, относятся бетон и железобетон, асфальтобетон, грунты нарушенной и ненарушенной структуры, полимерные и синтетические массы и т. д. Широко используется сборный железобетон, позволяющий строить каналы индустриальными методами, механизировать технологический процесс, ликвидировать сезонность в работе, значительно повысить производительность труда и качество работы.

Применение сборных железобетонных конструкций, изготавливаемых на специальных заводах и полигонах, дает возможность выбрать комплекс машин и механизмов, используемых в разных областях народного хозяйства (автомобили, панелевозы и автокраны различных мощностей и грузоподъемности). В этом случае

проблема комплексной механизации не требует создания специальных машин для данного вида работ, а сводится лишь к правильному подбору количественного и качественного состава механизмов и к увязке их по последовательности выполняемых операций и по производительности.

При использовании в качестве антифильтрационной одежды сборного железобетона приходится заделывать швы между элементами конструкции, без чего теряется общий эффект применения сборного железобетона. Необходимость этой операции — один из недостатков такого типа одежды. Поэтому вопрос механизации заделки стыков, выполняемый вручную, требует также безотлагательного решения.

Наряду со сборным железобетоном при облицовке средних и крупных каналов применяется монолитный бетон. Практика показывает, что монолитная одежда благодаря значительно меньшему количеству швов и плотному прилеганию к покрываемой поверхности более надежна и долговечна в эксплуатации. Стоимость монолитной облицовки ниже сборной. Однако для облицовки оросительной сети монолитным бетоном к настоящему времени еще нет в достаточном количестве надежно работающих машин, предназначенных для планировки, уплотнения и бетонирования дна и откосов канала.

Ограниченное применение в водохозяйственном строительстве бетонных и железобетонных облицовок каналов объясняется главным образом их высокой строительной стоимостью. Ближайшая задача заключается в дальнейшем облегчении и упрощении конструкций облицовок, усовершенствовании технологии и снижении стоимости их изготовления.

Устройство облицовок каналов из железобетона и бетона

Облицовка каналов одеждой из бетона или железобетона рекомендуется на участках с коэффициентами фильтрации более 0,5 *м/сутки* при любых грунтах вплоть до трещиноватой скалы, кроме сильнопросадочных (до стабилизации просадок), плывунных и сильно сжимаемых с большим содержанием органических остатков. В качестве облицовок применяют:

а) неармированный монолитный бетон марки не ниже 150, который укладывают слоем по периметрам средних и крупных каналов, разрезая на конструктивные блоки температурными и осадочными швами;

б) армированный монолитный бетон (железобетон), который также укладывают на месте после установки арматурной сетки; его применяют на средних и крупных каналах при наличии неодно-

родных грунтов по глубине канала и на участках в полувыемке и полунасыпи;

в) сборные железобетонные конструкции одежд при применении бетона с марками не ниже 200, которые изготовляют на заводах или полигонах железобетонных изделий и укладывают по периметру облицовываемого канала (плиты) с устройством швов между ними. Рекомендуются также сборные облицовки в виде лотков, укладываемых непосредственно на грунтовое основание или на специальные опоры.

Толщина бетонных облицовок зависит от размеров канала и типа одежды и колеблется от 5 *см* (сборные железобетонные лотки) до 10—12 *см* (монолитный бетон).

Лотковая сеть — один из основных объектов применения сборного железобетона в ирригационном строительстве СССР. Вначале это были бетонные лотки полукруглого сечения диаметром 70 и 90 *см*, длиной 70 *см* и толщиной 6 *см*. Их применяли на каналах Самгорской оросительной системы в Грузинской ССР. Такая облицовка была по существу лишь защитным средством от размыва земляного русла и только частично сокращала потери воды на фильтрацию. В последующем лотки небольшого сечения из бетона и железобетона длиной 3—5 *м* начали применять в Армянской и Молдавской ССР.

В настоящее время крупное строительство лотковых каналов ведется в Узбекской, Грузинской, Украинской, Армянской, Молдавской, Таджикской, Туркменской ССР, а также в ряде орошаемых районов РСФСР.

На строительстве оросительных систем в СССР в настоящее время применяют лотки длиной до 8 *м* и глубиной до 1,6 *м*, в основном параболического, а также полукруглого сечения. В Голодной степи применяют лотки длиной 6 *м* параболического сечения, которые укладывают на рамные или свайные опоры разной конструкции и высоты (рис. 51). На поворотах трассы лоткового канала ставят косые лотки на опорах или специальные вставки и колодцы.

Лотки, как правило, располагают на опорах, состоящих из седел, рамной стойки и фундаментной плиты. Реже их размещают на сваях или седлах, под которые устраивают специальную подготовку. Для рамных опор фундамент разработан в двух вариантах: в виде плоской плиты, с которой стойка соединяется сваркой, и стаканного типа с замоноличиванием стойки раствором. В последние годы Гипроводхоз разработал новые типовые проекты ненапряженных железобетонных раструбных лотков длиной 6 *м* и глубиной 40, 60, 80 и 100 *см* на свайных опорах. Конструкции глад-

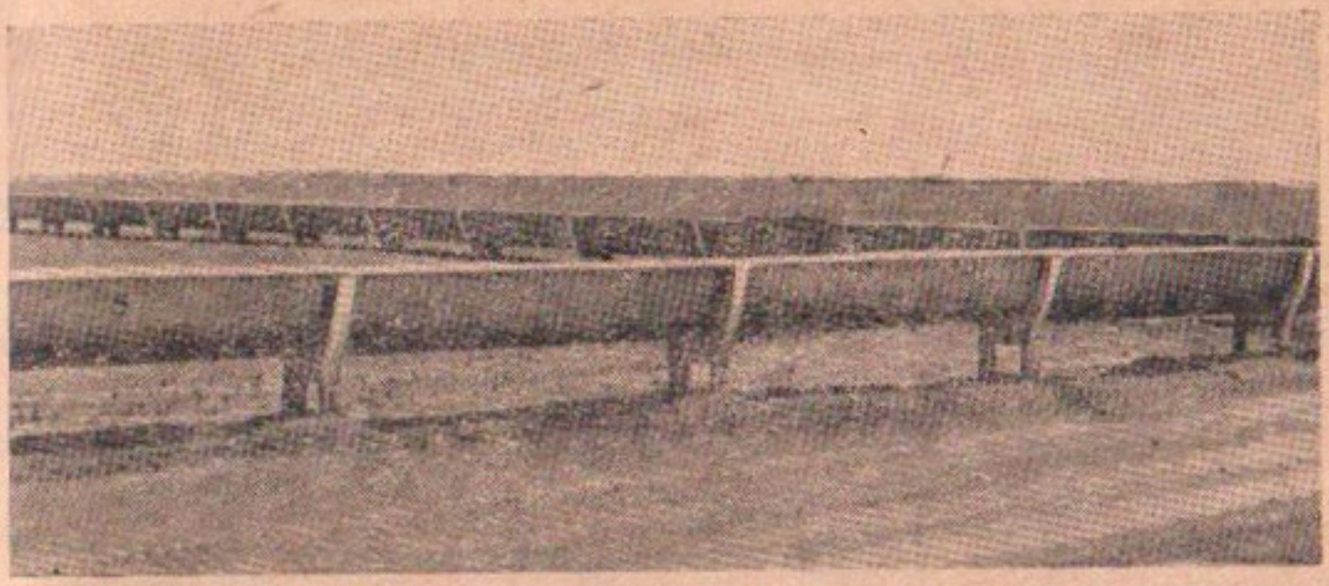


Рис. 51. Лотковые каналы в совхозе № 4 Голодной степи (глубиной до 1 *м* при длине звеньев 6 *м*).

ких и раструбных лотков опор для них, а также уплотнений в местах стыкования элементов лотка показаны на рисунке 52.

Технико-экономические показатели по ненапряженным лотковым каналам на 1 *км* длины для наиболее характерных сечений приведены в таблице 44, а по раструбным лоткам в таблице 45.

Таблица 44

Глубина лотка, *см*	Объем бетона, $м^3$			Арматурная сталь, *кг*			Сметная стоимость, тыс. руб.
	лоток	опора высотой 2 *м*	всего	лоток	опора высотой 2 *м*	всего	
40	63,0	19,8	82,8	2 950	2 050	5 000	6,8
60	96,4	22,2	118,6	3 880	2 270	6 150	8,9
80	118,4	23,2	141,6	5 630	2 720	8 350	11,1
100	171,2	82,2	253,4	14 450	4 550	19 000	18,73
120	194,9	85,4	280,3	17 640	5 000	22 640	22,73
140	264,2	136,5	400,7	22 000	9 140	31 140	31,54

Таблица 45

Глубина лотка, *см*	Объем бетона, $м^3$			Вес арматурной стали, *кг*			Сметная стоимость, тыс. руб.
	лоток	свайная опора*	всего	лоток	свайная опора	всего	
40	54,74	26	100,7	3 219	3 083	6 202	6,09
60	85,99	26	112,0	4 164	3 083	7 247	7,52
80	121,50	26	147,0	66,03	3 083	9 686	9,87
110	198,30	52	250,3	14 620	6 166	20 786	17,33

* Высота опор над землей равна 1 *м* при общей длине свай 3,5 *м*, забитых на глубину 2,5 *м*.

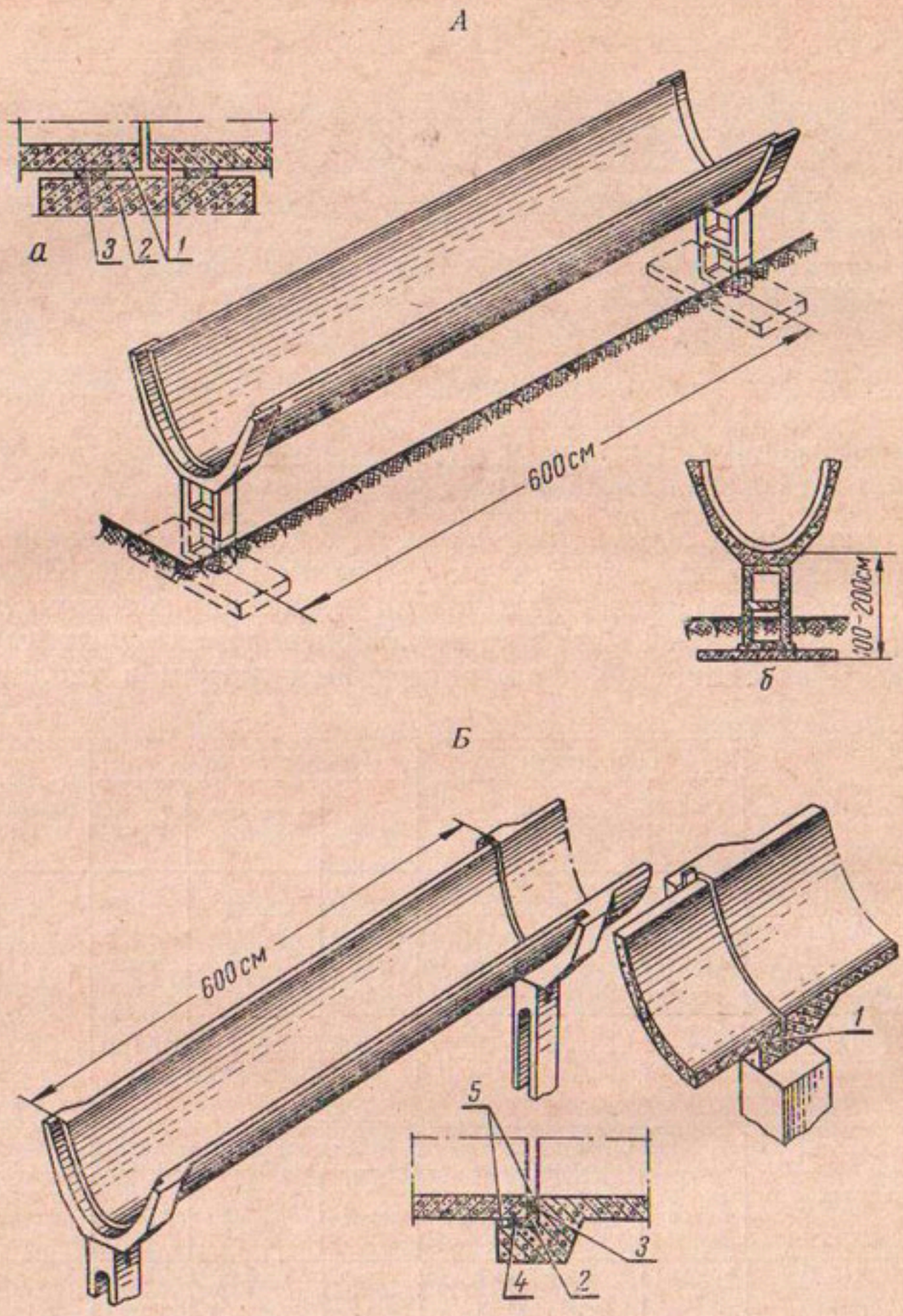


Рис. 52. Конструкции лотков:

А — параболические лотки из ненапряженного железобетона длиной 6 *м* на рамных опорах; *а* — деталь стыка между лотками; *б* — поперечное сечение лотка; *Б* — лотки раструбного типа на свайных опорах и их стыки: *1* — прокладка из резины, пороизола или пенькового жгута, пропитанного битумом; *2* — заливка битумной мастикой; *4* — пеньковый жгут, пропитанный битумной мастикой; *5* — затирка цементным раствором.

В зависимости от наличия материалов стыковые соединения лотков могут быть выполнены на круглой резине диаметром 20—25 *мм* или из пенькового круглосвитого жгута, пропитанного битумной эмульсией и мастикой. Стыковые водонепроницаемые соединения лотковых каналов можно выполнять также с помощью эластичных прокладок из пороизола или гернита.

Многолетний опыт эксплуатации каналов-лотков в Голодной степи показал устойчивость и водонепроницаемость стыковых соединений, выполненных с прокладкой пеньковых жгутов. При установке лотков, имеющих отклонения в допусках на посадочных местах, для большей надежности соединений стыки выполняют с заливкой битумной мастикой. Стык лотков на раструбах позволяет вдвое уменьшить количество прокладок на опорах и исключить седла как детали.

Кроме лотков из ненапряженного железобетона, в последние годы начали применять лотки с напряженной арматурой длиной 7 и 8 *м*, в основном параболического сечения, по проектам Грузгипроводхоза и Гипроводхоза. Наиболее прогрессивными являются железобетонные предварительно напряженные лотки параболического сечения длиной 8 *м* с толщиной стенки от 4,6 до 8 *см*. Каналы из таких лотков пропускают расход воды до 5 $м^3/сек$. В зависимости от величины расходов применяют лотки со строительной глубиной 30—40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 *см* с весом одного звена от 800 до 5700 *кг*.

Запроектированные Гипроводхозом напряженные железобетонные лотки параболического сечения длиной до 8 *м* дают экономию по сравнению с ненапряженными лотками длиной 6 *м* при тех же опорах: по бетону 4—11%, по арматуре 18—25% и по стоимости 10%. Лотки Грузгипроводхоза изготовляются только с продольной арматурой, что дает значительную экономию металла при сохранении одинаковой прочности их по сравнению с зарубежными лотками, имеющими и поперечную арматуру. В таблице 46 приведены технико-экономические показатели по сборным железобетонным лоткам из ненапряженного и предварительно напряженного сборного железобетона при длине лотка 8 *м*.

Облицовка земляных каналов плитами. До последнего времени каналы облицовывали плоскими ненапряженными плитами различных размеров: площадью до 10 $м^2$ и толщиной от 5 до 12 *см*. Применение для этой цели предварительно напряженных плит позволяет снизить расход металла на 50% и бетона на 10% по сравнению с ненапряженными плитами.

Значительный опыт в облицовке каналов железобетонными плитами имеется у строителей Верхне-Дальверзинской ороситель-

Таблица 46

Напряженный железобетон					Ненапряженный железобетон			
Глубина лотков, *см*	Площадь строительного сечения, $м^2$	Толщина стенки, *см*	Объем железобетона, $м^3$	Расход металла, *кг* на 1 $м^3$ бетона	Площадь строительного сечения, $м^2$	Толщина стенки, *см*	Объем железобетона, $м^3$	Расход металла, *кг* на 1 $м^3$ бетона
30	0,11	4,6	0,32	48	0,11	4,6	0,24	62
40	0,21	5	0,48	37	0,21	5	0,36	50
60	0,39	6	0,72	33	0,39	6	0,54	41
80	0,60	6	0,88	39	0,60	6	0,66	47
100	1,12	6	1,27	68	1,12	6	0,97	83
120	1,46	6	1,44	74	1,46	6	1,10	89
140	1,85	8	1,95	68	1,85	8	1,48	83
160	2,26	8	2,12	79	2,26	8	1,68	95
180	2,69	8	2,28	96	2,69	8	1,72	113

ной системы Таджикской ССР. Применение железобетонных плит при неравномерной осадке дамб дает возможность избежать значительных повреждений облицовки и позволяет легко восстановить проектное сечение канала. Фактическая стоимость 100 $м^2$ облицовки откосов плитами размерами $4 \times 2 \times 0{,}08$ *м* здесь составила 221,7 руб.

Технико-экономические показатели применения плит сборной облицовки, разработанные Гипроводхозом, приведены в таблице 47. Гипроводхозом разработана также конструкция ребристых ненапряженных плит, которые по сравнению с плоскими плитами дают экономию по бетону 19%, по арматуре 45% и по стоимости 20%.

Таблица 47

Тип плит	Размеры в плане, *м*	Объем бетона, $м^3$	Содержание арматуры в 1 $м^3$ бетона, *кг*	Содержание бетона в 1 $м^2$ плиты, $м^3$	Содержание арматуры в 1 $м^2$ плиты, *кг*
Плоские предварительно напряженные плиты толщиной 4,5 *см*					
НП-2×3 . . .	2×3	0,27	59,0	0,045	2,65
НП-2×4 . . .	2×4	0,36	58,6	0,045	2,63
В среднем . .	—	—	58,8	0,045	2,64
Плоские напряженные плиты толщиной 5 *см*					
П-2×3	2×3	0,3	37,7	0,05	1,88
П-3×4	3×4	0,6	67,4	0,05	3,37
В среднем . .	—	—	52,5	0,05	2,62

Для расходов воды до 3 *м*³/*сек* технико-экономические показатели у лотков, как правило, лучше, чем у плит, а их стыки работают надежнее и с меньшими потерями воды. При больших расходах каналов экономичнее применять облицовку из сборных железобетонных плит или монолитного армированного бетона. В целях максимального сокращения длины швов желательно увеличивать размеры плит, увязывая их с габаритами сечения каналов. Плиты больших размеров изготовляют железобетонные и, как правило, с предварительно напряженной арматурой.

Бетонная и железобетонная облицовка канала должна иметь устойчивое и прочное основание; осадка грунта под облицовкой может вызвать местные разрушения ее. Это требование особенно важно для неармированной облицовки, а в каналах, проложенных в насыпи или на косогорах, и для армированной.

Способы производства подготовительных работ (планировка земляного откоса, отсыпка дренажа по земляному откосу или противопучинистого защитного слоя — «шубы», разравнивание отсыпки) и используемое для них строительное оборудование должны соответствовать свойствам верхнего слоя грунтов ложа каналов, виду и объему отсыпаемых по откосам канала материалов. Подготовка основания в общем случае состоит из следующих операций: замочки канала; уплотнения насыпных или неплотных природных грунтов по периметру канала; окончательной планировки, зачистки и выравнивания грунта непосредственно перед бетонированием или укладкой песчано-гравелистого слоя; укладки специальных слоев подготовки.

Замочка канала перед бетонированием обязательна при макропористых, просадочных грунтах и на насыпных участках канала. Применение замочки полезно и при других водоустойчивых грунтах основания одежды.

Если после окончания земляных работ канал будет находиться без бетонной одежды долгое время, то во избежание выветривания и разрыхления поверхностного слоя земляные работы проводят с недобором на 25—50 *см*. Окончательно канал приводят к проектному профилю незадолго до выполнения бетонных работ.

Ниже приводятся некоторые примеры выполнения механизированных подготовительных работ по устройству облицовки каналов.

При облицовке опытных участков каналов Верхне-Дальверзинской оросительной системы было предложено применить виброплощадку для планировки откосов канала перед укладкой больших железобетонных плит. Гравий, отсыпаемый слоем 15—20 *см*, разравнивали вручную по маякам в виде деревянных реек. Маяки устанавливали на откосе через каждые 3 *м*. По маякам снизу

вверх при помощи автокрана перемещалась виброплощадка, состоящая из щита размером 3 × 1 *м* с установленными на нем вибраторами. Щит переставляли для последовательной планировки 3-метровых полос откоса. Планировку дна канала или подготовку по дну выполняли бульдозером.

Для планировки откосов канала Северный Донец — Донбасс была впервые в Союзе сконструирована, изготовлена и применена в опытном порядке профилировочная машина. Ее использовали на участках канала со сборной железобетонной облицовкой, где были повышены требования к точности очертания поперечного сечения канала.

Все рабочее оборудование профилировочной машины размещалось на пространственной сварной ферме длиной 33 *м* и шириной 7,5 *м*; ферма передвигалась с помощью электротяги по рельсам, уложенным по бермам вдоль канала, со скоростью до 5 *м/мин*. Для изготовления рабочего оборудования машины были использованы различные части и целые узлы механизмов, серийно выпускаемых нашей промышленностью. Производительность машины составляла около 100 $м^3$ в час чистой работы. Машина заменяла более 100 рабочих, которые потребовались бы при планировке откосов вручную.

Основное количество сборного железобетона в водохозяйственном строительстве падает на мелкую оросительную сеть и лишь 8—15% приходится на строительство сооружений с расходом более 3 $м^3/сек$. Вес блоков в этом диапазоне расходов в большинстве случаев не превышает 3 *т*, для некоторых сооружений вес блоков колеблется от 3 до 6 *т* и лишь в отдельных случаях бывает более 6 *т*.

Для монтажа блоков крановое оборудование выбирают по их весу. Учитывая специфику водохозяйственных объектов, на строительстве сборных гидротехнических сооружений следует применять автомобильные краны, высокая скорость и быстрота маневрирования которых позволяют уменьшить сроки монтажа. Техническая характеристика некоторых автомобильных кранов приведена в таблице 48.

На рисунке 53 показана укладка сборных железобетонных плит с помощью автокрана.

При смене ковша на крановое оборудование успешно можно использовать экскаваторы.

Из двух наиболее передовых методов производства работ — поточно-скоростной и комплексной механизации более целесообразным для условий водохозяйственного строительства является первый. Поточно-скоростной метод строительства заключается в рас-

Таблица 48

Показатели	Марка крана								
	ЛАЗ-В90	К-52		АК-75		К-104			
Длина стрелы, *м* . .	6,2	7,5	12	7,5	12	10	18	18+2,2	
Грузоподъемность, *т*:									
при наименьшем вылете	1	2	1	1,7	1,2	2,2	0,75	2	
при наибольшем вылете	3	5	3	7,5	2,75	10	6	2	
Вылет стрелы, *м*:									
наибольший . . .	5,5	6,5	9	7	9	10	15	10	
наименьший . . .	2,5	3,8	4,5	2,9	5	4	5	7,2	
Высота подъема крюка, *м*:									
при наибольшем вылете	5,0	4,8	8,2	5,2	9,8	4,5	10	13,3	
при наименьшем вылете	6,6	7,0	11,0	8,0	12,4	9,5	16,4	18,5	
Скорость:									
подъема грузов, *м/мин*	12,04	12,0	5,7; 18	1,95; 7,8	1,95; 7,8	3,5; 9	5; 12,5	4,5; 15	
вращения крана, *об/мин*	3,1	0,38—1,87	0,38—1,87	0,84—3,35	0,84—3,35	0,5—1,5	0,5—1,5	0,5—1,5	
передвижения крана, *км/час* . . .	45	30	30	40	40	35	35	35	

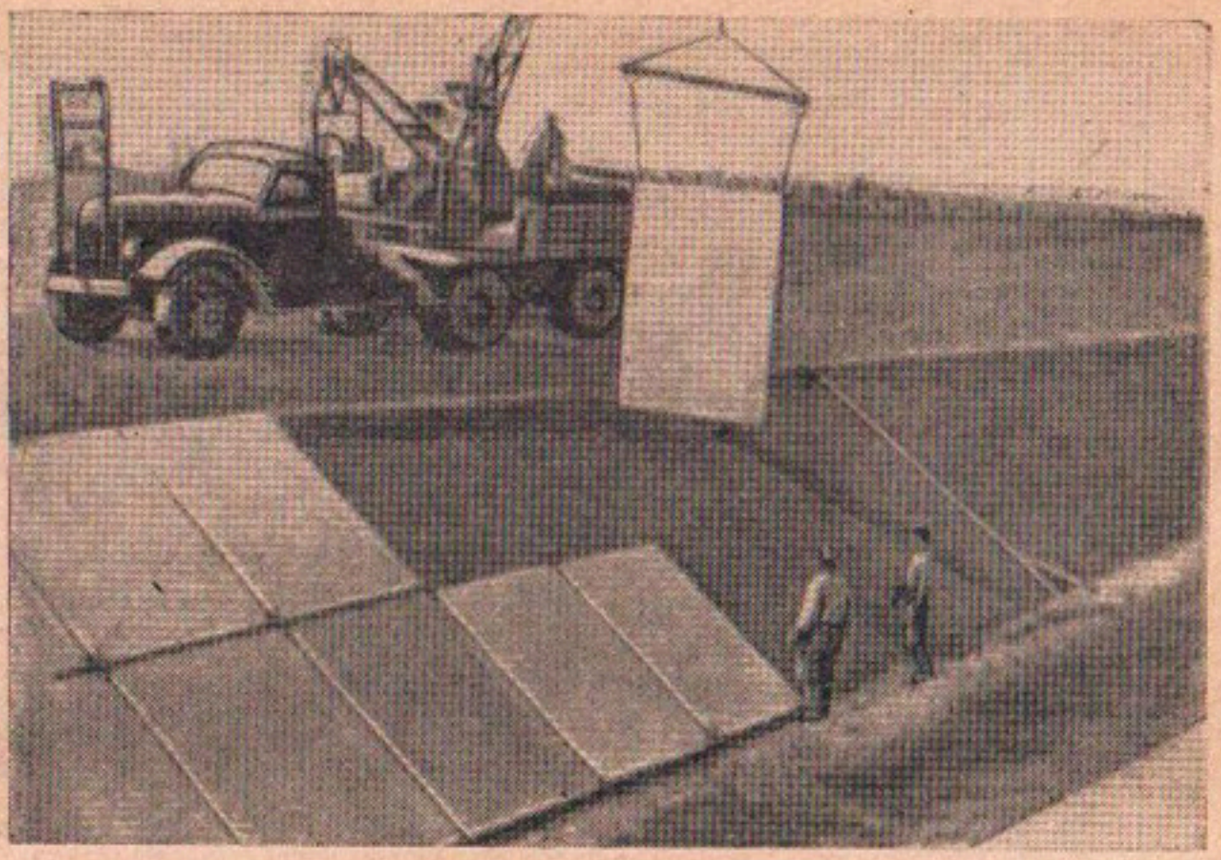


Рис. 53. Укладка плит автокраном.

членении работ по элементам сооружения на ряд последовательно повторяющихся операций. Он целесообразен на тех объектах, где может быть достигнута непрерывность работ потока.

Этот метод применяют на строительстве каналов, облицованных железобетонными плитами, лотковых каналов, трубопроводов, мелких сооружений на оросительной сети.

Большая протяженность каналов позволяет организовать работы по устройству одежд поточным методом как при монолитной укладке бетона, так и при использовании сборных элементов. Весь комплекс строительных операций по устройству облицовки канала выполняется одновременно на разных захватках, с соблюдением технологической последовательности, на участке длиной

$$L = m\,l_з,$$

где L — фронт работ, *м*;

m — число последовательно выполняемых операций;

$l_з$ — длина захватки, на которой выполняется одна операция в течение смены, *м*;

Для сооружения лотковых каналов поточно-скоростным методом необходимы специализированные звенья следующего состава:

1) для снятия растительного слоя — бульдозер на тракторе с 1 машинистом;

2) для разбивки осей сооружения — 1 техник, 2 рабочих;

3) для рытья котлована, доработки, планировки — экскаватор с 1 машинистом и 2 рабочими;

4) для завоза и складирования блоков — автомашина с гидравлическим краном, 1 шофер, 2 такелажника;

5) для монтажа блоков с заделкой стыков и обратной засыпкой — 1 бульдозер, 1 автокран, 1 автоцистерна, 3 шофера, 2 монтажника, 2 рабочих.

Возведение лотковых каналов можно проследить по трем вариантам (табл. 49).

Таблица 49

Необходимые операции при возведении лотковых каналов на опорах	Выполнение операций по вариантам			Необходимое количество человек в звеньях по вариантам			Количество звеньев по вариантам		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Разбивка осей сооружений	+	+	+	3	3	3	—	—	—
Транспортирование и складирование изделий	+	+	+	3	3	3	—	—	—
Разработка грунта котлованов	+	+	—	1	3	—	—	—	—
Ручная доработка грунта	+	—	—	7	—	—	8	7	4
Устройство подготовки	+	+	—	—	3	—	—	—	—
Монтаж блоков опор	+	+	—	6	3	—	—	—	—
Устройство обратной засыпки	+	+	—	4	3	—	—	—	—
Забивка свай опор	—	—	+	—		3	—	—	—
Монтаж блоков-лотков	+	+	+	3	3	3	—	—	—
Итого операции	8	7	4	27	21	12	—	—	—

Примечание. + выполняемая операция при возведении лотка; — невыполняемая операция по возведению лотка; I, II и III — варианты сравнения по возведению лотка.

I вариант — лотки на рамных опорах; для рытья котлованов используется экскаватор Э-221 на тракторе „Беларусь".

II вариант — лотки на рамных опорах; для рытья котлованов используется ямобур Д-309А на тракторе „Беларусь".

III вариант — лотки на свайных опорах; установка свай-опор производится вибровдавливающим агрегатом на тракторе Т-100.

Как видно из таблицы, оптимальным вариантом является третий, по которому количество рабочих, занятых при монтаже, минимальное — 12 человек. Из таблицы также видно, что затраты ручного труда по различным операциям еще велики, и тем выше, чем больше количество типоразмеров сооружения.

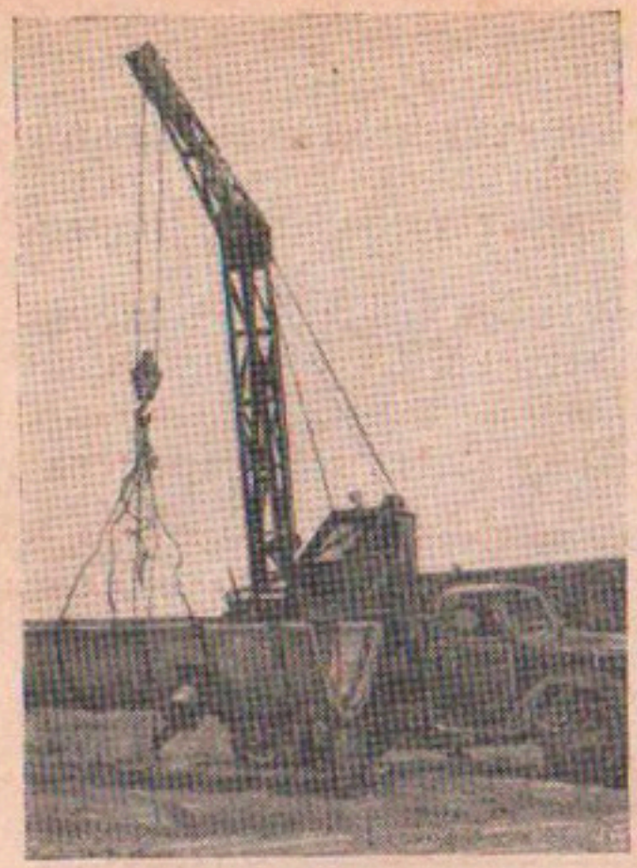


Рис. 54. Монтаж раструбных лотков в совхозе № 10 Голодной степи с помощью автокранов.

На рисунке 54 показан монтаж раструбных лотков с помощью автокрана в совхозе № 10 Голодной степи.

В составе комплекса операций по устройству облицовок из монолитного бетона необходимо выполнять: планировку и выравнивание поверхности для укладки арматурной сетки и опалубки, если они предусмотрены; смачивание основания водой непосредственно перед укладкой бетонной смеси; укладку бетонной смеси; нарезку швов; уход за бетоном; заполнение швов гидроизоляционным материалом.

Монолитный бетон укладывают в облицовку обычными способами, доставляя бетонную смесь и распределяя ее по откосам и дну канала лотками, вибролотками, переносными транспортерами и т. д. При большой крутизне откосов (в трещиноватых скальных грунтах) бетон укладывают в опалубку. Щиты опалубки можно раскреплять распорками и подкосами или анкерами, заделанными в скалу.

Для устройства монолитных облицовок из бетона или железобетона в последнее время начинают применять специальные бетоноукладочные машины, позволяющие вести процесс бетонирования циклично или непрерывно по всему сечению канала или части его. Некоторые из них могут выполнять одновременно укладку, разравнивание и уплотнение бетонной смеси, а также нарезку швов.

Бетоноукладчики цикличного действия применяют для бетонирования крупных каналов. Они представляют собой металлические пространственные фермы, передвигаемые вдоль откосов канала по рельсам. Вдоль фермы перемещаются бункер-тележка, а также устройства для разравнивания и уплотнения укладываемой смеси. После укладки смеси в одной ленте бетоноукладчик смещается вдоль канала на ширину, равную ширине ленты укладываемой смеси, и весь процесс повторяется.

Для бетонирования каналов небольших и средних размеров применяют бетоноукладчики непрерывного действия. Характерной

особенностью работы этих машин является непрерывная укладка смеси по всему периметру канала. Готовую бетонную смесь загружают в бункер бетоноукладчика, который перекрывает все сечение канала.

Из бункера смесь под действием собственного веса и побуждаемая вибратором выходит ровным слоем через нижнюю щель по всему периметру канала. Уложенный слой бетонной смеси уплотняется вибраторами, установленными на бетоноукладчике. Толщина укладываемого слоя регулируется затворами, установленными на выходе из бункера.

Для бетонирования мелких каналов разработана (Узгипроводхоз) бетоноукладочная машина непрерывного действия без специального ходового оборудования. Направление ее передвижения определяется откосами русла канала, по которым скользит форма — поддон машины.

Бетоноукладчики непрерывного действия применяли на строительстве канала Северный Донец — Донбасс. Бетоноукладчик служил не только для укладки бетонной смеси, но также для укладки материала подготовки под облицовку и для отсыпки «шубы». Основные показатели машины: вес 135 *т*, установленная мощность двигателей около 300 *квт*, производительность по бетону до 1500 *м*^{3}/*смену*, обслуживающий персонал 3 человека, периметр облицовки канала 27 *м*.

Бетоноукладчики подобного типа позволяют полностью механизировать процесс укладки бетонной смеси в облицовке и значительно снизить затраты труда. Однако они имеют ряд существенных недостатков:

а) возможность применения для одного определенного сечения канала, что практически исключает повторное использование бетоноукладчика на других объектах;

б) громоздкость и большой вес оборудования, что вызывает трудности, связанные с необходимостью демонтажа и монтажа бетоноукладчика при встрече с препятствиями (сооружения на трассе канала и т. п.).

в) необходимость устройства рельсового пути для бетоноукладчиков.

В настоящее время разработаны комплексы машин непрерывного действия для выполнения на каналах профилировочных работ, устройства монолитных бетонных облицовок, а также для нарезки и заделки температурных швов в этих облицовках. Комплекс машин, включающий в себя экскаватор-профилировщик Д-654 (рис. 55), бетоноукладчик Д-655 (рис. 56) и нарезчик швов Д-656, позволяющий вести работы по облицовке всего поперечного сече-

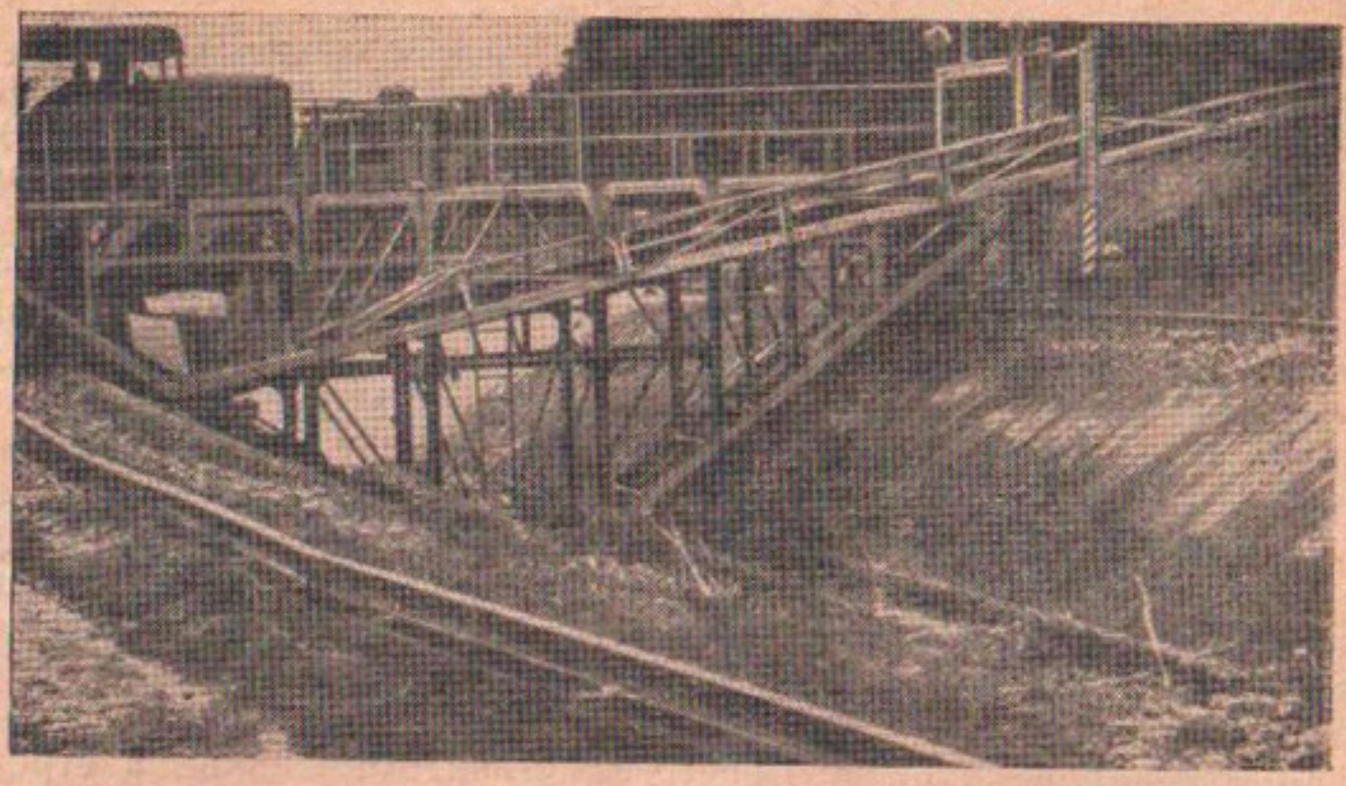


Рис. 55. Экскаватор-профилировщик Д-654.

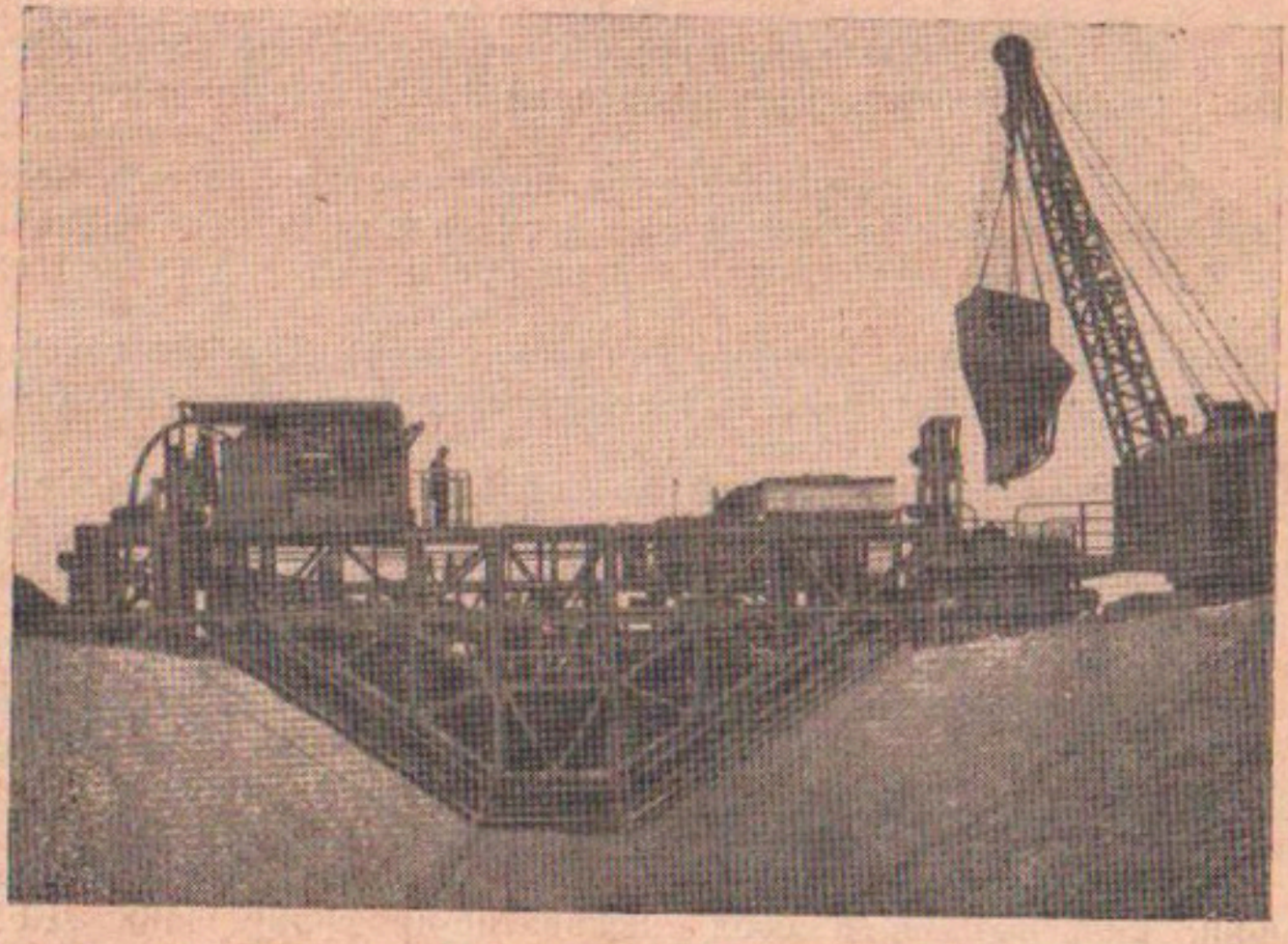


Рис. 56. Бетоноукладчик Д-655.

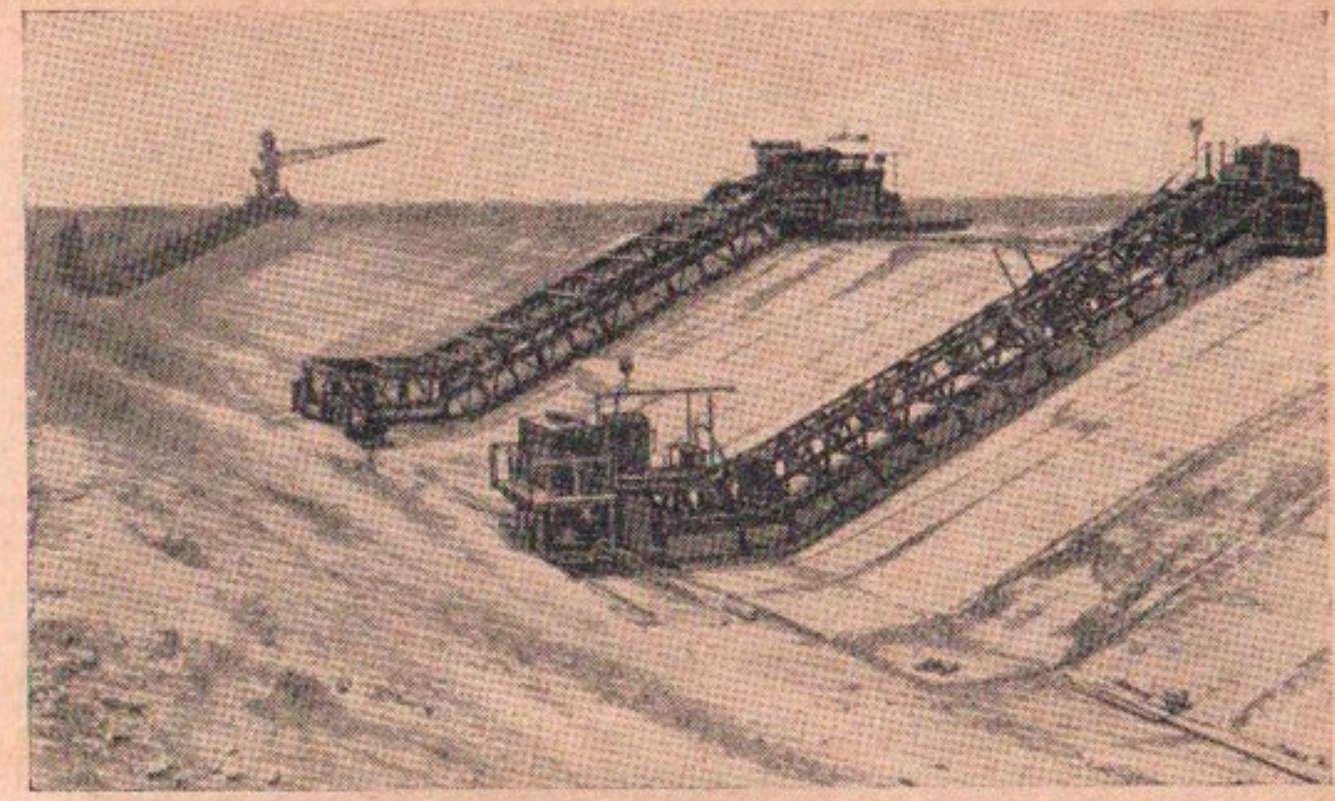


Рис. 57. Комплекс машин для облицовки каналов глубиной до 4 *м* монолитным бетоном.

ния каналов глубиной до 3 *м* монолитным бетоном, проходит испытание на различных объектах орошаемой зоны.

Другой комплекс машин, предназначенный для устройства монолитных бетонных облицовок на каналах глубиной до 4 *м*, включает экскаватор-планировщик Д-582, бетоноукладчик Д-580 и нарезчик швов Д-651 и может за один проход обрабатывать половину сечения канала (рис. 57).

Бетоноукладчик Д-580 представляет собой наклонную (параллельную откосу канала) ферму П-образного сечения, опирающуюся горизонтально заканчивающимися концами на ходовые тележки (верхнюю и нижнюю), передвигающиеся по монорельсам, уложенным по берме (или гребню приканальной дамбы) и дну канала. Машина самоходная, цикличного действия; бетонирует полное сечение канала за два прохода — по одной и другой стороне; предназначена для работы на каналах шириной по дну 4—8 *м*, глубиной 2,5—4 *м* и крутизной откосов 1 : 1,5 и 1 : 2. Производительность машины 600 $м^2$/*смену*, вес 20 *т*. Силовое оборудование электрическое.

При работе бетоноукладчика Д-580 необходимо хорошо и точно планировать поперечное сечение канала, для чего в комплексе предусматривается также специальная профилировочная машина

Д-582, которая заодно может и прикатывать поверхность бетонирования. На этих работах могут быть использованы и многоковшовые экскаваторы поперечного копания. Так, например, при испытаниях машины Д-580 дно и откосы канала планировали экскаватором ЭМ-201. Прикатку поверхности откоса и дна выполняли после профилирования цилиндрическим катком при помощи экскаватора-драглайна.

Результаты испытания машин Д-580, Д-582 и Д-651 на каналах в Голодной степи показали, что этот комплекс может быть рекомендован к производству.

Устройство противофильтрационных экранов путем уплотнения грунтов ложа каналов

Необходимая степень уплотнения грунтов устанавливается в зависимости от назначения сооружений соответствующими техническими условиями. Различают поверхностное и глубокое уплотнение грунтов. Основным критерием для суждения о степени уплотнения служит значение объемного веса скелета грунта.

Грунты при оптимальной влажности уплотняют одним из следующих методов: укаткой, трамбованием, вибрацией.

При укатке грунты уплотняют давлением перекатываемого по их поверхности барабана или колеса. Под действием этого давления уплотняемый слой грунта приобретает остаточную деформацию, которая может служить мерой степени уплотнения. На этом принципе основана работа всех прицепных и самоходных катков.

При трамбовании грунты уплотняются падающей массой. Таким образом, трамбование связано с ударом о грунт рабочего органа машины.

При вибрировании масса помещается либо на поверхности уплотняемого слоя (поверхностные вибраторы), либо внутри слоя (глубинные вибраторы). При помощи специального механизма масса приводится в состояние колебательного движения. За счет кинематической энергии массы частицы грунта также начинают колебаться. При этом происходят относительные смещения частиц, в результате чего достигается их более плотная укладка.

Для поверхностного уплотнения грунтов применяют механизмы статического действия — катки разных типов (гладкие, кулачковые, пневмошинные и др.).

Гладкие катки при уплотнении грунтов в мелиоративном строительстве широкого распространения не получили из-за их технологических недостатков.

Кулачковые и пневмошинные катки в том виде, в котором они изготовляются для создания противофильтрационных экранов, в готовых каналах непригодны. Но их широко используют при устройстве качественных насыпей (плотин, дамб, насыпей для каналов).

Промышленность выпускает два типа кулачковых катков: Д-130 весом 5 *т* и Д-220 весом 29 *т*. У катка Д-220 длина кулачка равна 40 *см* против 17,8 *см* у Д-130, а максимальное удельное давление больше на 14 *кг/см*^{2} и равно 74 *кг/см*^{2}. Глубина проработки грунта катком Д-130 равна 25—30 *см*, а для катка Д-220 она достигает 50—60 *см*. Каток Д-220 рассчитан на тягу трактора Т-140.

Пневмошинные катки в СССР начали создаваться позже кулачковых, но сразу же обратили на себя внимание строителей. Они более маневренны в работе, транспортабельны, легче загружаются балластом. К настоящему времени разработаны и применяются катки весом 10, 25, 50 и 70 *т* (марки соответственно Д-219, Д-263, Д-326, Д-242). В зарубежной практике встречаются пневмошинные катки весом до 250 *т*. При конструировании новых катков таких типов стремятся увеличить их вес и создать устройство для изменения давления в шинах.

Технические характеристики некоторых пневмошинных катков приведены в таблице 50.

Таблица 50

Параметры	Марка катка		
	Д-219	Д-263	Д-242
Габаритные размеры, *мм*:			
длина	4 750	7 260	12 270
ширина	2 200	3 290	3 200
высота	1 700	2 210	3 175
Количество осей	1	1	1
Количество колес	8	6	6
Размер шин, дюймы	7,00—20	4,00—20	18,00—28
Вес катка, *кг*:			
без балласта	1 900	5 050	10 000
с балластом	10 000	25 000	70 000
Ширина укатываемой полосы, *мм*	2 100	2 645	3 000
Давление в шинах, *кг/см*^{2}	6	4—6	4—6
Емкость кузова, *м*^{3}	5,25	11,4	37,5
Толщина уплотняемого слоя связного грунта оптимальной влажности, *см*	15—20	25—30	35—40
Тип трактора для работ	КД-35	Т-100	Т-100 (2 трактора)

По результатам некоторых научно-исследовательских работ геотехнической лабораторией АзНИИГиМ совместно с АзГипрозаводхозом были разработаны технологические схемы для глубокого уплотнения ложа каналов, содержащие следующие положения: 1) уплотнение следует проводить в потоке с землеройным процессом и выполнять при строительстве каналов; 2) все работы по уплотнению проводить ударным способом, хотя не исключается возможность послойной укатки насыпных дамб; 3) малые каналы выштамповывают, а в крупных раздельно уплотняют дно и откосы ударными машинами.

Ударные грунтоуплотняющие машины (машины динамического действия) за недолгий путь своего развития значительно видоизменились.

Для машин, использующих удар свободно падающего тела, путем увеличения эффективности служило изменение веса груза, что быстро исчерпывало возможности той или иной схемы, так как машина с большим грузом менее маневренна, время на подъем более тяжелого груза также увеличивается, а следовательно, производительность машин возрастает незначительно. Поэтому в более поздних конструкциях машин был использован другой принцип: ударяющая часть делается небольшого веса, но движется с большой скоростью. Отказ от тяжелых ударников облегчает рабочий орган, обеспечивает большое число ударов в единицу времени и тем самым намного увеличивает производительность машин.

Эффективность удара определяется ударным импульсом:

$$i = \frac{mv}{F},$$

где m — масса ударяющего тела, $\frac{кгс \cdot сек^2}{м}$;

v — скорость ударяющего тела в момент удара, *м/сек;*

F — площадь соприкосновения ударяющего тела и грунта, *м.*

Другая сторона совершенствования ударных машин — это применение продольной или поперечной технологии уплотнения, то есть или непрерывного уплотнения при движении машины вдоль канала, или уплотнения со стоянок при движении рабочего органа поперек канала. Как показывают подсчеты, поперечная технология дает большие потери рабочего времени, и, следовательно, машины должны конструироваться только из расчета работы по продольной технологии с непрерывным рабочим циклом.

Имеется ряд конструкций грунтоуправляющих машин ударного действия.

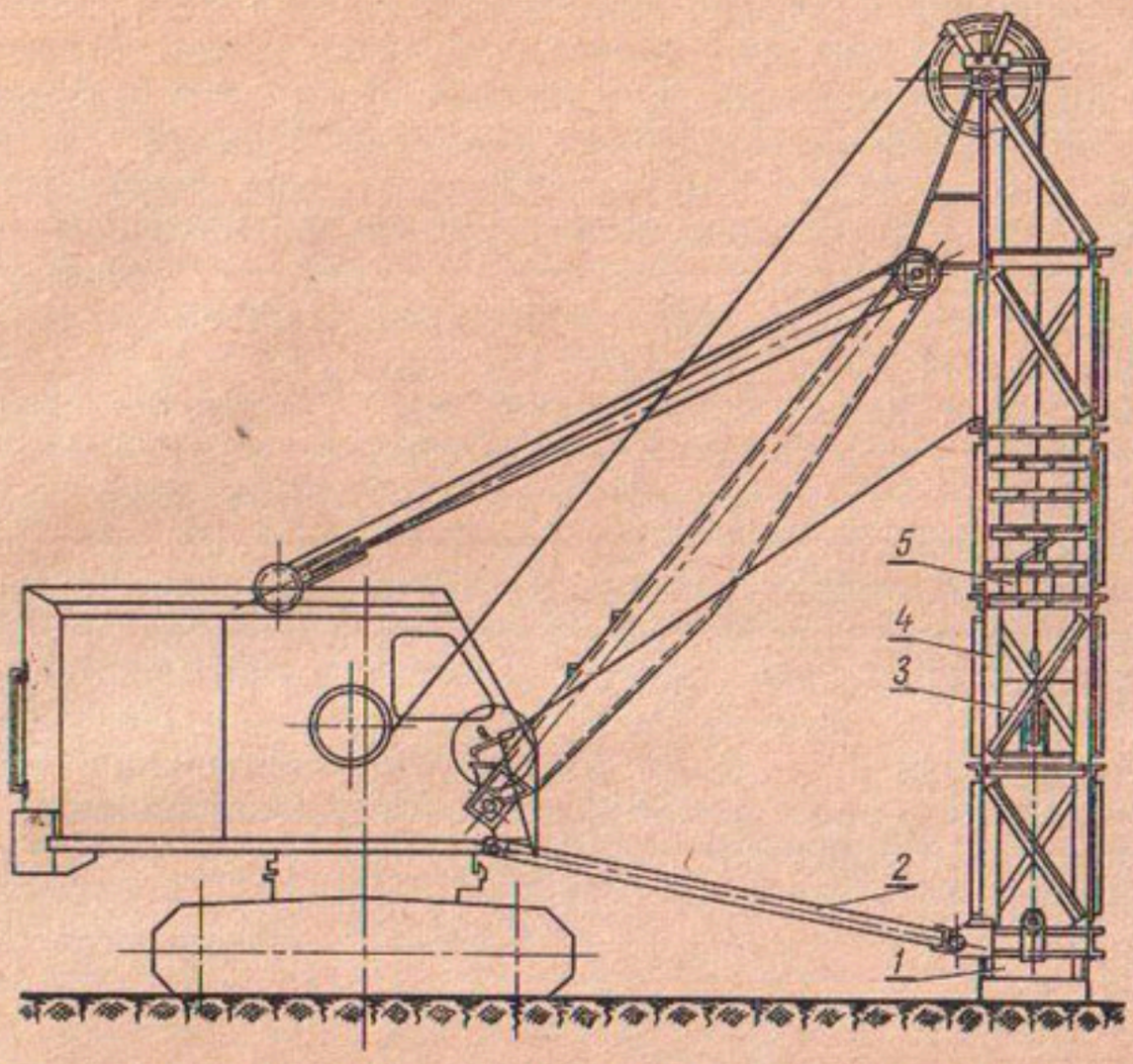


Рис. 58. Схема устройства грунтоуплотняющей машины ТП-Э-505:
1 — трамбующая плита; *2* — распорная стрела; *3* — захватное приспособление; *4* — направляющая плита; *5* — упорные кронштейны.

Трамбующая плита ТП-Э-505 конструкции АзНИИГиМ—сменный рабочий орган к экскаватору Э-505, предназначена для уплотнения дна оросительных каналов, ложа водохранилища и земляных насыпей (рис. 58). Трамбующая плита работает по поперечной технологической схеме.

Техническая характеристика грунтоуплотняющей машины ТП-Э-505

Вес трамбующей плиты, *кг*	2610
Размер основания плиты, *см*	88 × 88
Статическое удельное давление плиты на грунт, *кг/см²*	0,33
Радиус действия плиты (от оси плиты стрелы), *м*	4,39
Высота подъема плиты, *м*	от 1 до 2,5
Число ударов в минуту при высоте падения плиты $H = 1$ *м*	12
Скорость подъема плиты, *м/сек*	0,96

Вальцовая трамбовка (ВТ) конструкции АзНИИГиМ — сменное оборудование к экскаватору, предназначена для уплотнения откосов каналов. Диаметр вальца, присоединяемого с помощью мягкой подвески к подъемному и подтяжному тросам экскаватора, равен 1400 *мм*, длина его 2000 *мм*. Вес трамбовки 2,5 *т*, а максимальная высота падения 2,5 *м*. Следовательно, энергия удара равна 6,25 *тм*. Оптимальное количество ударов по одному месту по результатам испытаний равно шести, при этом глубина уплотнения достигает 0,8—1 *м*. Производительность ВТ за час сменного времени равна 34—45 $м^3$ уплотненного грунта.

Трамбующий каток предназначен для уплотнения глубоких слоев грунта с ненарушенной структурой (на дне магистральных каналов, в ложе водохранилищ и др.) и грунтов, укладываемых в насыпь. Работает каток с трактором Т-100 (рис. 59).

Уплотняющее действие катка на грунт основано на ударах, следующих один за другим, трех трамбовок, установленных в полости катка. Трамбовки падают с высоты, равной диаметру дисков, вмонтированных в полость катка (копиры). Последующий подъем трамбовки происходит за счет перекатывания корпуса катка, что исключает необходимость в специальном приводе.

Диаметр катка 2000 *мм*, высота падения грузов 1560 *мм*. Вес каждого груза 1,8 *т*. Производительность катка при 6 проходах по одному месту и глубине уплотнения 0,7 *м* равна 180 $м^3$ уплотненного грунта за час сменного времени.

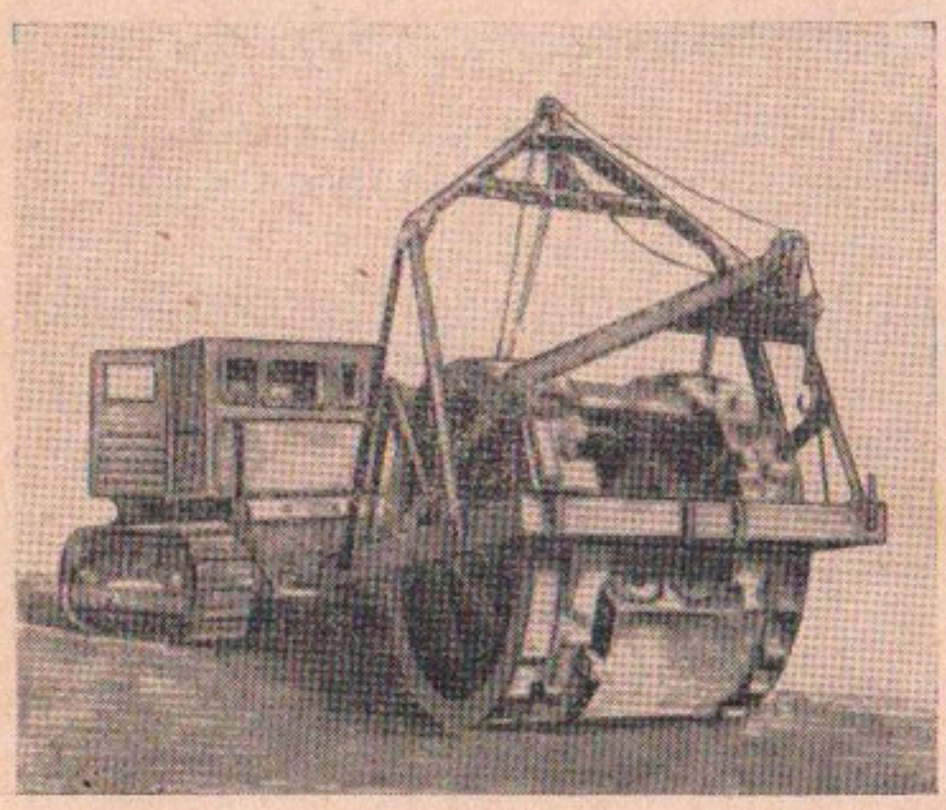


Рис. 59. Трамбующий каток с падающими грузами.

Работами МИСИ показано, что большим числом ударов тяжелой плиты можно достичь сравнительно глубокого уплотнения грунта (до 2 *м*). Была разработана и апробирована методика увлажнения грунта до оптимальной влажности в откосах крупных каналов, а также проверена возмож-

ность использования при уплотнении крупных каналов плоской плиты на экскаваторе и машины конструкции МАДИ.

Машина для уплотнения дна и откосов крупных каналов конструкции МАДИ состоит из решетчатого сварного моста пролетом 37 *м*, опирающегося на две рельсовые тележки с самостоятельными механизмами передвижения. По мосту движется рабочая тележка, на которой смонтирована шахта и механизмы передвижения тележки, поворота шахты, подъема и сброса рабочих грузов. Мост движется вдоль канала по рельсовым путям и грузами весом 5 *т* уплотняет дно и откосы канала. Грузы поднимаются на высоту 5 *м*, чем создается удар значительной энергии — 25 *тм*. Машина производит четыре удара в минуту. Производительность машины при восьми ударах по одному месту равна 38 $м^3/ч$. При испытаниях машины на стройтельстве Чир-Юртского деривационного канала для достижения глубины уплотнения 2 *м* потребовалось до 20 ударов по одному месту.

Машина ударного действия конструкции ГрузНИИГиМ выполнена в виде навесного оборудования, смонтированного на гусеничном тракторе. Рабочий орган состоит из шагающих штампов, которые соединены с тележкой при помощи шарнирно-поворотного устройства в виде параллелограмма. Устройство предохраняет тележку машины от реактивных ударов со стороны штампов. В этой машине сила удара зависит в основном от мощности двигателя.

Для уплотнения дамб, плотин и насыпей применяют рабочий орган с горизонтальными штампами, для уплотнения малых каналов — штампы профиля, соответствующего проектному сечению канала. Поворотно-перекосная колонка на машине дает возможность рабочему органу менять положение относительно горизонтальной и вертикальной осей тележки, что обеспечивает высокую маневренность машины и позволяет применять веерный способ работы. Это обеспечивает полосу трамбования шириной до 4 *м*. При транспортном положении машины рабочий орган поднимается подъемным механизмом и закрепляется.

Эффект уплотнения грунтов при вибрировании зависит от многих факторов, главные из них — это степень однородности размеров частиц, составляющих грунт, и силы связей между ними.

Качество уплотнения грунтов вибрированием при прочих равных условиях полностью зависит от параметров применяемых вибраторов. Если их параметры подобраны неправильно, то даже после весьма продолжительного вибрирования грунты окажутся недоуплотненными.

Параметры вибраторов должны соответствовать следующим факторам, определяющим условия их применения: свойствам уп-

лотняемых грунтов; требуемой плотности грунта; толщине уплотняемого слоя; ширине уплотняемой полосы.

К числу основных параметров вибраторов относятся: вес колеблющихся частей; величина возмущающей силы; частота колебаний; размеры площадки основания (площадь контакта вибратора с грунтом).

Вес колеблющихся частей вибратора целесообразно оценивать по удельному статическому давлению:

$$P = \frac{Q}{F},$$

где P — удельное статическое давление, $кг/м^2$;
Q — вес колеблющихся частей вибратора, $кг$;
F — опорная площадь вибратора, $м^2$.

Опытным путем удалось установить необходимые значения удельного статического давления. При проектировании вибраторов их удельное статическое давление принимают не ниже следующих значений:

переувлажненные пески при возможности стока избыточной воды	300—400 $кг/м^2$
пески оптимальной влажности	600—1000 $кг/м^2$
супесчаный грунт при влажности, близкой к оптимальной	1000—2000 $кг/м^2$

Для расчета оптимальной величины возмущающей силы вибраторов, предназначенных для уплотнения несвязных грунтов, можно пользоваться следующей формулой:

$$R = R_0 Q,$$

где R_0 — коэффициент, значения которого следующие:

число колебаний в минуту	750—1500	1500—3000	3000—5000
значение коэффициентов R_0	0,9—1,0	1,0—1,4	1,4—2,3

Результаты некоторых экспериментальных исследований дают основание предполагать, что лучший эффект уплотнения получится в том случае, когда частота колебаний вибратора будет близка к частотам собственных колебаний слоя уплотняемого грунта или же основания этого слоя.

В настоящее время нет еще обоснованного метода расчета частот собственных колебаний таких материалов, как грунт. Поэтому к выбору частот колебаний вибраторов пока можно подойти только на основании опыта эксплуатации их существующих конструкций, а также результатов некоторых измерений частот собст-

венных колебаний грунта. Ориентировочные оптимальные значения частот колебаний вибраторов следующие:

удельное статическое давление, *кг/м²*	500—1000	1000—2000
частота колебаний в минуту	1200—2000	900—1200

Опыты показали, что даже при правильном выборе веса колеблющихся частей вибратора, частоты и величины возмущающей силы эффект уплотнения на тех глубинах, которые уже превышают поперечные размеры площадки вибратора, сильно падает. Поэтому их размеры нужно выбирать таким образом, чтобы минимальный размер площадки превышал ту толщину слоя грунта, на уплотнение которой рассчитывается вибратор.

Для динамического уплотнения несвязных грунтов на строительстве Волгоградской ГЭС широко применяли вибрационные катки и глубинные вибраторы. Представляет интерес прицепной вибрационный каток ПВК-25 к трактору Т-100 для уплотнения больших масс несвязных грунтов. Мощность двигателя тягового трактора используется для привода вибратора катка.

Виброкаток весом 6,3 *т* имеет вибратор направленного действия с моментом 500 *кгсм,* числом колебаний 1500—1800 в минуту и возмущающей силой от 17 до 25 *т*. Вальцы катка пустотелые диаметром 1160 *мм*. Ширина укатываемой полосы 2000 *мм*. Тяговое усилие на горизонтальном участке равно 1500 *кг,* а при уклоне 10—14° составляет 4000 *кг* без вибрирования и с вибрированием. Наиболее эффективное уплотнение несвязных грунтов достигалось при оптимальной влажности, равной 4—8%, плюсовых температурах, толщине уплотняемого слоя до 1,5 *м* после шести проходов виброкатка по одному месту.

Выше были рассмотрены два основных варианта создания уплотненного ложа каналов — глубокое и поверхностное. К этому необходимо добавить послойное уплотнение при строительстве плоских или лотковых экранов под каналами, а также в процессе строительства насыпей, в которых проходят каналы.

Применительно к этим вариантам уплотнения и необходимо рассматривать возможности различных машин. Послойное уплотнение горизонтальных плоскостей (слоев дамбы или ложа канала) полностью обеспечивается существующими типами машин. Для этого пригодны машины непрерывного действия — кулачковые и пневматические катки. Таким образом, если необходимо в процессе строительства создать уплотненную дамбу под оросительный канал или уплотненные экраны, то их можно выполнить существующим грунтоуплотняющим оборудованием при соответствующей технологии производства работ.

Одним из дешевых способов, не требующих специальных материалов и легко поддающихся полной механизации, следует отнести облицовку каналов уплотненным грунтом нарушенной структуры. Сущность этого метода облицовки каналов заключается в том, что поверхность канала покрывается послойно уплотненным грунтом. При этом толщина экрана по дну делается немногим более 0,6 *м*, а по откосам (по горизонтали) около 0,25 *м* исходя из возможности прохода машин. На этих работах применяются экскаваторы, скреперы и катки.

Такой тип облицовки испытывался в США на крупных каналах Фрайент Керн и Дельта Мендота с расходом воды 140 и 94 $м^3/сек$. На первом канале участок с грунтовой облицовкой имел протяженность 40 *км*, на втором — 29 *км*. Исследование потерь воды на фильтрацию из каналов в период эксплуатации показало, что на участке с грунтовой облицовкой потери всего в 1,3 раза больше, чем на бетонированных участках. Это говорит о необходимости испытания данного способа в наших условиях, тем более, что возможность применения таких строительных машин, как экскаваторы, скреперы и др., делает его недорогим и общедоступным.

Устройство на оросительных каналах противофильтрационных экранов из пленки

В мировой практике водохозяйственного строительства имеются примеры использования для противофильтрационных покрытий тонкой пленки из пластического материала (хлорвинила или полиэтилена). Пленка размещается или на поверхности откоса канала и, следовательно, находится в непосредственном контакте с водой, или на некоторой глубине под поверхностью откоса или дна и пригружается сверху грунтом или каменной отсыпкой.

Поверхностные пластические пленки хорошо сокращают потери на фильтрацию. Имеются данные о снижении фильтрационных потерь с помощью одежд из пластической пленки до 96%.

Полиэтиленовые пленки имеют существенные преимущества перед применением других противофильтрационных мероприятий: они легки по весу, химически инертны, совершенно водонепроницаемы, достаточно плотны и устойчивы в отношении динамических нагрузок, хорошо заглушают развитие растительности, процесс подготовки русла канала и укладки пленки весьма прост, производителен и легко поддается механизации.

Установлено, что в качестве поверхностной противофильтрационной одежды каналов полиэтиленовая пластическая пленка об-

ладает серьезными преимуществами перед хлорвиниловой пленкой и пригруженными экранами. Последние предпочтительно применять в условиях относительно постоянного режима влажности, слабого развития растительного покрова и малой скорости течения воды. Такие условия более характерны для водохранилищ, чем для каналов.

Пленочные экраны можно устраивать на любых грунтах, требующих применения противофильтрационных мероприятий. При этом необходимо иметь в виду следующее:

1) укладывать пленку непосредственно на галечниковый грунт, содержащий угловатую гальку (щебень), или на гравелистый грунт со значительным содержанием острых включений во избежание механического повреждения пленки не рекомендуется без устройства специальной подготовки;

2) эластичный экран из пленки будет всегда лучше работать в просадочных или суффозионных грунтах, чем жесткие экраны. Однако при больших значениях просадочности или при наличии большого количества легко вымываемых солей следует предусмотреть до укладки экрана уплотнение, промывку или другие меры, ослабляющие последствия значительной деформации грунта у экрана.

Укладка пленочного экрана производится по траншейной или периметрической схеме. При выборе схемы учитывают: свойства грунта, слагающего канал, уровень и средства механизации, а также необходимость ограничить площадь, занимаемую каналом.

При траншейной схеме по оси будущего канала разрабатывают траншею. Очертание этой траншеи, в особенности над линией выемки, условно принимают прямоугольным. Дно и стенки траншеи выстилают пленкой до отметки наивысшего горизонта воды в канале. После этого траншею засыпают грунтом выше краев уложенного экрана. Засыпку лучше выполнять бульдозером, ведя работы вдоль траншеи. В заполненной грунтом траншее канавокопателем вырезают канал проектного сечения.

Толщина защитного слоя, оставляемого над пленкой на дне канала при проходе канавокопателя, должна быть не меньше 0,2 *м* для каналов с расходом до 0,5 $м^3/сек$ и 0,3 *м* для каналов с бóльшим расходом. Такое же расстояние по горизонтали между пленкой и откосом канала надо как минимум оставлять на отметке наивысшего горизонта воды у канала.

По периметрической схеме в начальной стадии разработки канала землеройными механизмами дно и откосы канала соответствуют поверхности закладки пленочного экрана, а отметку дамбы доводят до отметки заделываемого края пленки. После укладки

экрана экскаватором отсыпают защитный слой грунта, а дамбы досыпают до проектной отметки. Толщина защитного слоя на дне и откосах канала должна быть не менее 0,2 *м* для каналов с расходом 0,5 *м*³/*сек* и 0,3 *м* для каналов с бóльшим расходом.

Если канал проходит в гравелистых или галечниковых грунтах, под пленкой, укладываемой по периметрической схеме, требуется подготовка из рыхлого однородного грунта без включений крупных фракций. Толщина подготовки, по опытным данным, должна быть равна 5—7 *см*.

Отдельные полосы пленочных материалов соединяют в полотнища сваркой. Для этого используют специальную сварочную аппаратуру. При сварке необходимо учитывать следующее:

1) пленка не выносит соприкосновения с металлической поверхностью сваривающего устройства, и сварку нужно вести через термостойкие материалы, например фторопласт-4, целлофан и др.;

2) разные виды пленочных материалов (например, полиэтилен и поливинилхлорвинил) между собой не свариваются.

После того как полотнища подготовлены, пленку доставляют к месту укладки в количестве, которое можно уложить за смену. К этому времени ложе канала должно быть подготовлено к укладке пленки: уложен подстилающий слой, убраны камни, остатки корневищ и стеблей, проведена обработка гербицидами и прикатка грунта. При периметрической схеме должны быть подготовлены продольные борозды для заделки в них краев экрана.

Доставленные на канал полотнища расстилают по всему защищаемому контуру (периметрическая схема), и одновременно края пленки укладывают в заранее подготовленную борозду и засыпают грунтом. После этого сваривают концы полотнищ, в результате чего образуется поперечный шов по всему периметру канала. Сварку ведут сразу на всей длине участка канала, на котором может быть закончено устройство экрана с насыпкой защитного слоя в течение одной смены.

При траншейном способе полотнища укладывают сначала по дну траншеи одно за другим, после чего сваривают поперечные швы на всем протяжении обрабатываемого за смену участка. Затем края экрана поднимают над бортами траншеи на 10—15 *см* и укладывают на горизонтальную площадку у кромки траншеи.

Свариваемые поверхности пленок должны быть предварительно очищены и высушены. Весь процесс укладки рекомендуется выполнять в безветренную погоду днем, за исключением самого жаркого времени дня. Уложенный экран из пленки следует немедленно засыпать грунтом, что гарантирует его сохранность.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ПОВРЕЖДЕНИЯ И РЕМОНТ АНТИФИЛЬТРАЦИОННЫХ ОДЕЖД КАНАЛОВ

Повреждение одежд каналов мелиоративных систем является главным образом следствием нарушения условий правильной их эксплуатации. Повреждения облицовок и креплений каналов происходят от многих причин: вследствие деформации дна и откосов (осадка), действия льда (удары льда при ледоходе или вмерзание льда в крепления), выноса грунта из-под креплений через швы и трещины, промерзания насыщенных водой грунтов под облицовкой (пучение) и др.

Основная причина разрушений бетонных или железобетонных облицовок — это фильтрация воды через строительные и температурные швы. Наиболее опасны в отношении фильтрации швы, образуемые вдоль канала между дном и откосами, так как они находятся под максимальным напором воды в канале. Просачиваясь через швы, вода постепенно размывает грунт под облицовкой дна и откосов канала. Облицовка вначале трескается, а затем размывается. Так, в результате фильтрации воды через швы с уплотнением из деревянных реек были разрушены отдельные участки Нижне-Разданского магистрального канала (рис. 60).

Применение для облицовки каналов отдельных плит ухудшает условия их эксплуатации и приводит к разрушению одежды каналов в короткое время, так как подавляющая часть аварий и разрушений происходит не потому, что уложенный бетон плохого качества и фильтрует много воды, размывающей грунт, а главным образом потому, что вода беспрепятственно проходит через многочисленные строительные и температурные швы, водонепроницаемость которых обеспечивается еще недостаточно. Нередки случаи прорастания растительности в стыках между плитами и даже пробивания самих плит (рис. 61), что также опасно, так как при отмирании растений остаются пустоты, сквозь которые возможна фильтрация воды.

В результате фильтрации воды происходит размыв грунта, отслоение основания и образование под плитами пустот, смещение плит и зачастую их разрушение. Опасны также сквозные продольные струи под плитами, вымывающие грунт основания.

Борьбу с этим явлением необходимо начинать с прекращения поступления воды под плиты через их стыки, далее необходимо уничтожить сквозные пути движения потока под плитами путем устройства, например, поперечных перегородок (диафрагм) через каждые 8—10 *м*. Для этого в местах стыков вырубают траншеи шириной 25—30 *см* на глубину 0,3—0,5 *м* ниже основания. Тран-

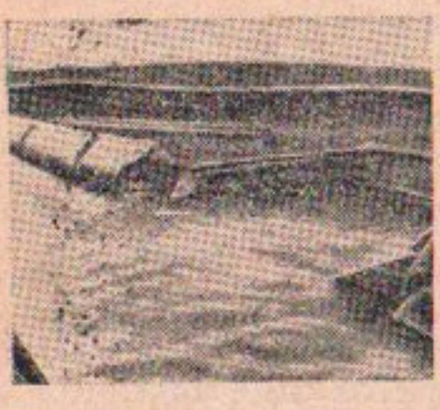


Рис. 60. Разрушение бетонной облицовки откоса канала.

шеи закладывают бетоном. Устройство таких перегородок ликвидирует пути сквозного струйчатого движения, и вымыв грунта под плитами прекращается. Для ликвидации образовавшихся под плитами пустот следует засыпать их грунтом и уплотнять. Для заделки пустот и отслоений под плитами применяют также цементацию. Перед паводком стыки надо расчистить от грязи и заполнить их горячим битумом.

Во избежание повреждения как сборной, так и монолитной облицовки от гидростатического давления, возникающего при быстром снижении горизонта воды в канале, на дне канала устраивают дренаж со смотровыми колодцами.

Для наблюдений за уровнем грунтовых вод и работой дренажных устройств параллельно откосу через 250 *м* устанавливают пьезометры.

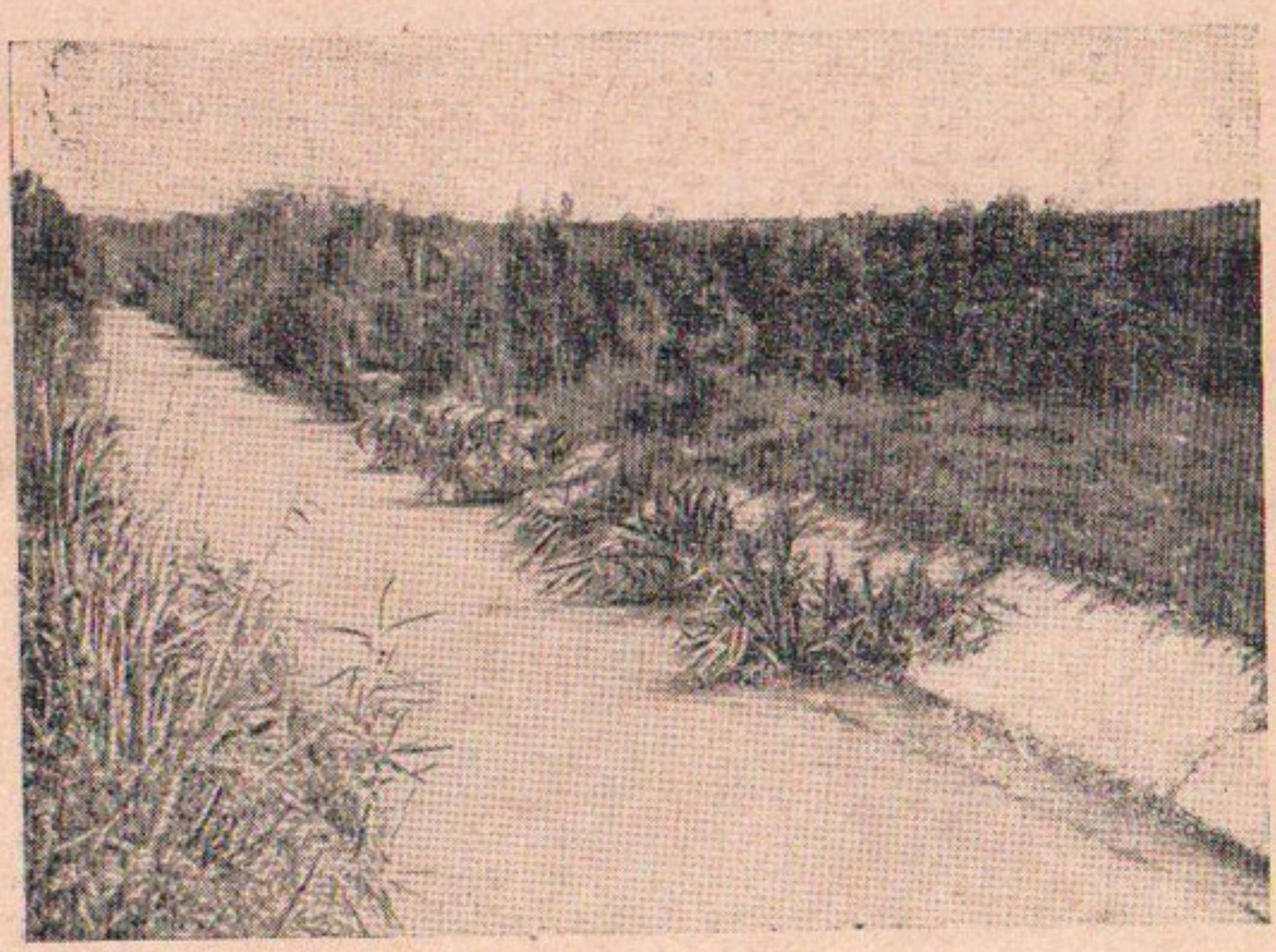


Рис. 61. Прорастание растительности на канале, облицованном плитами.

Повреждения могут выражаться в появлении трещин в плитах. Трещины могут быть волосые или с развитой (раздвинутой) щелью. Первые можно не ремонтировать, вторые же уширяют до 10—16 *см* конусной срезкой бетона (ласточкиным хвостом) и затем бетонируют. В тех случаях, когда появление трещин вызывается постоянно действующими факторами (колебания температуры, незатухающие деформации грунта и т. д.), трещины заделывают следующим способом: при ширине трещины до 5 *мм* ее заливают горячим битумом; при ширине до 20 *мм* конопатят просмоленной прядью; при ширине более 20 *мм* разделывают и заливают жирным безусадочным цементным раствором. Более широкие трещины разделывают ласточкиным хвостом и заполняют бетоном на мелком гравии. Лопнувшие и частично разрушенные плиты заделывают бетоном, а поверх кладут армированную рубашку, закрепленную штырями (пиронами). Иногда в практике эксплуатации разрушенные плиты извлекают и деформированное русло канала крепят каменной отмосткой (рис. 62).

Обследование эксплуатируемых с 1951—1952 гг. каналов Верхне-Самгорской оросительной системы показало, что общее состоя-

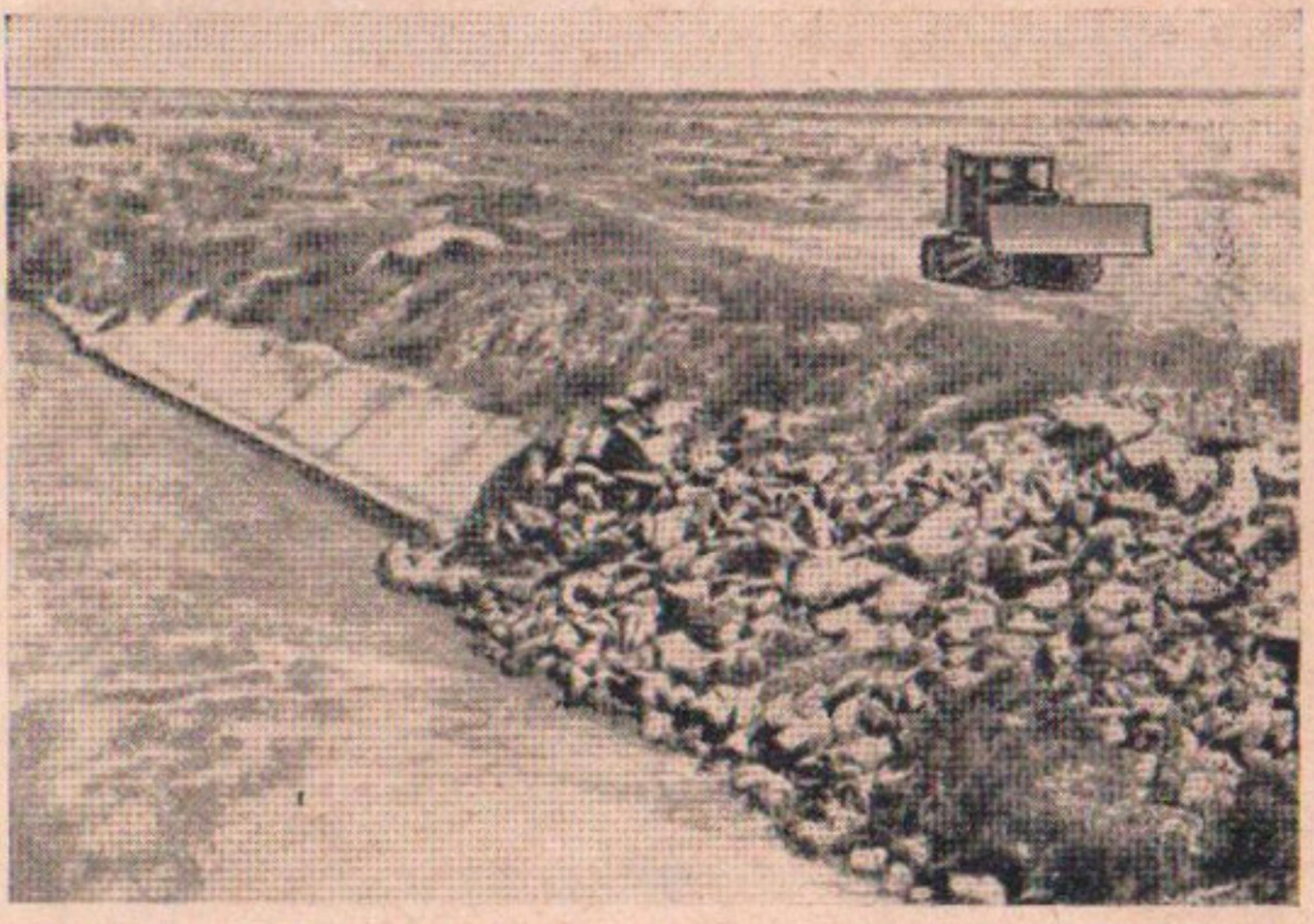


Рис. 62. Крепление деформированного русла облицованного канала каменной отмосткой.

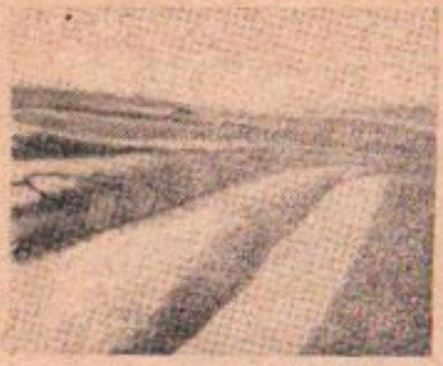


Рис. 63. Участок канала с деформированной облицовкой.

ние различных типов облицовки и уплотнение швов удовлетворительные. Однако на участках каналов, проходящих в загипсованных грунтах, наблюдаются продольные и наклонные трещины и обнажение заполнителей бетона. Причинами разрушения покрытия явились: фильтрация через облицовку, плохое качество бетона и уплотнения швов, образование усадочно-температурных трещин между швами. Следует подчеркнуть, что деформации в основном произошли на участках с однослойными бетонными облицовками, где продольные и поперечные швы сделаны впритык, что и способствовало начальному увлажнению грунтов (рис. 63).

Вследствие указанных причин возникновения различных видов деформаций и повреждений облицовок и креплений каналов, а также трудоемкости мер по их устранению необходимо все внимание и все поиски направить на получение такого метода облицовки, который бы обеспечивал максимальную монолитность одежды каналов и минимальное количество швов при высоком уровне механизации производства работ и более низкой стоимости устройства покрытий и их ремонтов.

Правильная эксплуатация мелиоративных каналов и их одежд требует, чтобы соблюдались все технические условия и нормы, своевременно выполнялись профилактические меры борьбы с возможными повреждениями, проводились ежегодные ремонты каналов, очистка их от заиления и растительности и систематические мероприятия по техническому улучшению отдельных звеньев и систем в целом.

ЛИТЕРАТУРА

Антонов С. В., Емельянов В. А. Мероприятия по предотвращению повышенных потерь воды из прудов центральной лесостепи. «Гидротехника и мелиорация» № 9, 1956.

Баграмян Г. А. Об облицовках оросительных каналов. «Гидротехника и мелиорация» № 8, 1958.

Бальсевичюс А. И. О качестве экскаваторных работ при прокладке каналов. «Гидротехника и мелиорация» № 8, 1967.

Байрактарский И. Изменение КПД оросительных каналов в результате противофильтрационных мероприятий. «Гидротехника и мелиорация» № 7, 1956.

Бердышев В. Д. О расчете водопроницаемости уплотненных грунтов. Труды совещания по теоретическим основам технической мелиорации грунтов Изд-во МГУ, 1961.

Бердышев В. Д. Водопроницаемость и устойчивость уплотненных грунтов. Труды Молдавского института орошаемого земледелия, т. 1, 1959.

Богомолов В. Н., Зайдман Н. Д., Кондрашенко А. К. Облицовка распределительных каналов оросительных систем. «Гидротехника и мелиорация» № 7, 1958.

Васильев М. В. Разработка грунтов способом гидромеханизации при очистке магистральных оросительных каналов. В сб. докладов «Гидромеханизация земляных и открытых горных работ», Госэнергоиздат, 1961.

Гантман В. Б. Машины для очистки осушительных каналов. «Гидротехника и мелиорация» № 1, 1967.

Гантман В. Б. Новая машина для прокладки мелиоративных каналов. «Техника в сельском хозяйстве» № 6, 1967.

Гарбузов З. Е. и др. Землеройные машины непрерывного действия. Изд-во «Машиностроение», 1965.

Глейзер Б. А. Оценка эффективности применения противофильтрационных одежд на каналах. «Гидротехника и мелиорация» № 6, 1956.

Дадаев Г. Т. Строительство оросительных каналов малых размеров штампованием с противофильтрационным экраном из уплотненных грунтов. «Гидротехника и мелиорация» № 1, 1955.

Дадаев Г. Т. Трамбующий каток для уплотнения грунтов. «Гидротехника и мелиорация» № 3, 1958.

Жеребцов В. В. и Зайдман Н. Д. Уплотнение грунтов оросительных каналов в противофильтрационных целях и грунтоуплотняющие машины. Гипроводхоз, М., 1952.

Зубец В. М. Содержание и ремонт осушительных систем. Изд-во «Урожай», 1963.

Кантор Е. Е. Методы и обоснования эффективности применения машин в строительстве. Стройиздат, 1961.

Кащенко Ю. С. Химические средства борьбы с зарастанием оросительных каналов в Голодной степи. «Гидротехника и мелиорация» № 6, 1964.

Ковалеров А. А. Струг-метатель Д-524. «Строительные и дорожные машины» № 6, 1967.

Копьев Е. И. и Кокоз В. А. Испытания двухфрезерных канавокопателей. «Гидротехника и мелиорация» № 7, 1966.

Кривовяз С. М. Уплотнение грунта в целях борьбы с фильтрацией из каналов. «Гидротехника и мелиорация» № 3, 1958.

Крылов Ю. А. Химическая борьба с зарастанием каналов. «Сельское хозяйство Северного Кавказа» № 5, 1962.

Меламут Д. Л Гидромеханизация в ирригационном и сельскохозяйственном строительстве. Изд-во литературы по строительству. М., 1967.

Мер И. И. Мелиоративные машины. Изд-во «Колос», 1965.

Оффенгенден С. Р. и др. Эксплуатация гидромелиоративных систем. Сельхозгиз, М., 1956.

Пулатов У. Ю. Комплексная механизация работ в ирригации Средней Азии. Вопросы гидротехники, вып. 22. Изд-во «Наука». Узб. ССР.

Романенко А. М. Опыт механизации строительства осушительных систем. Сельхозгиз, 1962.

Самойлов В. Г. Методы борьбы с фильтрацией из прудов и водоемов ЦЧО. «Гидротехника и мелиорация» № 3, 1952.

Санников Г. П. и др. Методическое указание по испытанию гербицидов для борьбы с сорной растительностью на каналах мелиоративных систем. Ленинград, 1965.

Томин Е. Д., Копьев Е. И., Жилин Г. В. Машины для очистки мелких осушительных каналов. «Гидротехника и мелиорация» № 7, 1965.

Томин Е. Д., Копьев Е. И., Жилин Г. В. Механизация очистки мелиоративных каналов. «Строительные и дорожные машины» № 3, 1966.

Томин Е. Д. К вопросу о механизации очистки осушительных каналов регулирующей сети. «Вестник сельскохозяйственной науки» № 4, 1966.

Томин Е. Д. Научно-технические проблемы механизации мелиоративных работ. «Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства» № 7, 1966.

Федоров Д. И., Недорезов И. А., Бондарович Б. А. Анализ направлений развития отечественных грейдер-элеваторов. «Строительные и дорожные машины» № 6, 1967.

Фенин Н. К., Ясинецкий В. Г. Организация и технология гидромелиоративных работ. Сельхозиздат, М., 1963.

Фенин Н. К., Громов В. И., Ясинецкий В. Г. Проектирование производства гидромелиоративных работ. Изд-во «Колос», 1966.

Хархута Н. Я. Машины для уплотнения грунтов. Машгиз, 1953.

Царевский А. М. Гидромеханизация мелиоративных работ. Сельхозиздат, 1963.

Чевкин А. И. Из опыта строительства каналов взрывами на выброс. «Гидротехника и мелиорация» № 1, 1967 г.

Черникевич Л. А. и Шаров П. А. Применение сборного железобетона в мелиоративном строительстве. Изд-во «Колос», 1965.

Шаров И. А. Эксплуатация гидромелиоративных систем. Сельхозгиз, 1959.

Шварц Р. М. Применение бетона в борьбе с фильтрацией из оросительных каналов. Гипроводхоз, 1959.

Юневич Д. П. Эксплуатация осушительных систем. Сельхозгиз, 1955.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I. **Мелиоративные каналы, их состояние. Строительно-эксплуатационные работы** 3
Классификация, состав и основные особенности оросительных и осушительных систем 4
Общая характеристика и состояние мелиоративных каналов 8
Глава II. **Технология и механизация работ по строительству каналов** 15
Строительство оросительных каналов в выемке 17
Строительство каналов в полувыемке-полунасыпи и в насыпи 23
Строительство осушительных каналов 25
Глава III. **Машины для строительства каналов** 28
Технико-экономические показатели землеройных машин на строительстве каналов 28
Двухроторный экскаватор ЭТР-122 34
Опыт применения двухроторных экскаваторов ЭТР-122 42
Применение грейдер-элеваторов 46
Струг-метатель Д-524 48
Фрезерный канавокопатель КФН-1200 50
Землеройная машина Д-583 56
Глава IV. **Технология и механизация работ по ремонту и содержанию мелиоративных каналов** 62
Повреждения и разрушения мелиоративных каналов 62
Номенклатура ремонтных работ и сроки службы каналов 70
Основные технологические требования к каналоочистительным машинам 74
Основные операции ремонта каналов и технология их проведения 79
Глава V. **Машины для очистки мелиоративных каналов** 86
Специальные машины (каналоочистители) 86
Каналоочиститель Д-490М 86
Каналоочиститель КОБ-1,5 95
Каналоочиститель ЭМ-152А 103
Шнековые каналоочистители 109
Очистка мелиоративных каналов одноковшовыми экскаваторами 112
Драглайн с боковой стрелой 114
Ремонтная лопата ЛР-2 116
Поворотный ковш на экскаваторе Э-153 117
Ковшовые очистители на тракторах 118
Тракторный ковш ЛС-4500 119
Тракторный отвал для профилирования откосов 121
Механические способы уничтожения сорной растительности на каналах . . 123
Машины для скашивания растительности на каналах 125

Каналоокашивающая машина КОК-5,8 130
Косилки сельскохозяйственного типа 132
Машины и приспособления для скашивания растительности на крупных каналах 132
Сжигание растительности на каналах 134
Технико-экономические показатели машин, применяемых на очистке мелиоративных каналов 137
Загрузка машин на очистке каналов 142
Производительность машин на очистке каналов 145
Расчет потребного количества очистных машин 150
Глава VI. **Очистка каналов способом гидромеханизации** 152
Сущность гидромеханизации 152
Очистка каналов землесосными установками 154
Грунтозаборные устройства землесосных установок 162
Типы землесосных установок 169
Глава VII. **Химический способ борьбы с растительностью на каналах** 179
Основные гербициды, применяемые для борьбы с растительностью на открытых осушительных каналах 180
Уничтожение растительности на открытой коллекторно-дренажной сети . . 182
Уничтожение растительности на оросительной сети 183
Защита противофильтрационных одежд и экранов от повреждений сорной растительностью 186
Способы внесения гербицидов 187
Наземные механизмы и машины 191
Авиационная аппаратура 194
Глава VIII. **Работы по устройству, эксплуатации и ремонту антифильтрационной одежды каналов** 196
Современное состояние вопросов 196
Технология и механизация работ по устройству антифильтрационных одежд каналов 198
Устройство облицовок каналов из железобетона и бетона 199
Устройство противофильтрационных экранов путем уплотнения грунтов ложа каналов 214
Устройство на оросительных каналах противофильтрационных экранов из пленки 222
Эксплуатация, повреждения и ремонт антифильтрационных одежд каналов 225
Литература 229