

ТС
368



МИНИСТЕРСТВО
МЕЛИОРАЦИИ
И ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА СССР

ISSN 0135-6003

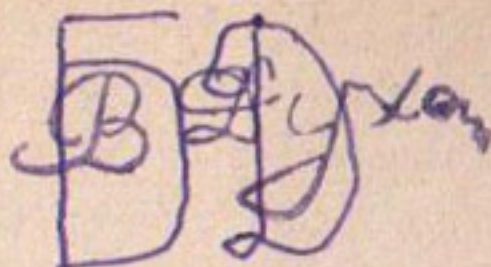
ЦЕНТРАЛЬНОЕ
БЮРО
НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ
•ЦБТИ•

ОБЗОРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**БЕСТРАНШЕЙНЫЕ ДРЕНОУКЛАДЧИКИ
В СССР
И ЗА РУБЕЖОМ**

13

Москва 1983



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор Б.С. Маслов; заместители главного редактора: А.В. Ермаков, Л.С. Литвак; ученый секретарь редколлегии М.И. Михайлова; члены редколлегии В.Н. Богомолов, А.М. Бодренко, В.Н. Буравцев, В.М. Венгерский, М.З. Ганкин, И.А. Долгушев, В.В. Жеребцов, В.А. Жуков, Д.Д. Козлов, В.Ф. Костин, Н.Н. Кременецкий, В.Д. Кусков, Б.О. Миленин, В.А. Михайлов, И.П. Мареев, А.Ф. Никишин, В.М. Новиков, Е.А. Нестеров, Ю.В. Одинцов, И.С. Остапов, Е.П. Панов, В.А. Сикидин, О.П. Соленов, С.В. Скорик, Л.П. Фадеев, Н.М. Якушев

ВВЕДЕНИЕ

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981...1985 гг. и на период до 1990 г., утвержденными XXVI съездом КПСС и получившими дальнейшее развитие в решениях майского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС, предусматривается дальнейшее развитие мелиорации земель. За пятилетие намечено ввести в эксплуатацию 3,4...3,6 млн. га орошаемых и 3,7...3,9 млн. га осушенных земель. К 1990 г. общая площадь орошаемых земель в нашей стране должна быть доведена до 23...25 млн. га, а осушенных до 18...19 млн. га.

Основной объем работ при мелиорации земель приходится на строительство закрытого дренажа. Дренаж стал обязательным элементом в комплексе работ по орошению новых земель в Средней Азии, Поволжье, на Украине, при осушении земель Нечерноземья.

Важным фактором успешного претворения в жизнь программы партии в области мелиорации земель и реализации на ее основе Продовольственной программы является ускоренное внедрение в практику мелиоративного строительства новых образцов более совершенной техники и соответствующей ей прогрессивной технологии. В этом отношении одним из наиболее перспективных направлений является широкое распространение бестраншейного способа строительства дренажа, который позволяет в три-пять раз повысить скорость прокладки дрена, снизить до минимума объем вспомогательных земляных работ и связанное с этим нарушение пахотного слоя, производить работы в оплывающих и обрушающихся грунтах при высоком уровне стояния грунтовых вод, а также в грунтах с наличием каменных включений диаметром 30 и более сантиметров, погребенной древесины диаметром 10...20 см и мощностью слоя промерзания до 30 см. Указанные преимущества позволяют сократить сроки строительства и затраты на сооружение дренажа, в значительной степени ликвидировать сезонность в проведении мелиоративно-строительных работ. По сравнению с традиционными траншейным и узкотраншейным способами строительства производительность труда при бестраншейном способе строительства в зависимости

от условий работы и применяемой техники повышается от трех-четырех до нескольких десятков раз.

Первые сведения о дренажных плугах, отдаленно напоминающих рабочие органы современных бестраншейных дренаукладчиков, относятся ко второй половине XVIII в., т.е. задолго до появления цепных и роторных траншейных машин. Оснащенные элементарными устройствами поддержания требуемого уклона или полностью лишенные таковых, они приводились в движение тягловой силой запряженных в них лошадей. Низкое качество дренажа, обусловленное уровнем развития техники того времени, привело к тому, что вскоре дренажные плуги были забыты.

В нашей стране активное развитие мелиоративной техники, в том числе и бестраншейных дренаукладчиков, началось после Октябрьской революции. В 1928 г. начались исследования по бестраншейному способу строительства дренажа кротового типа. Сначала для этих целей использовался кротовый плуг ДК-2, не имевший устройства для регулирования глубины и прокладывавший дренаж-кротовины параллельно поверхности земли. Затем был создан кротовый навесной плуг ДКН-2 с регулированием глубины опускания нога.

Однако, подлинное второе рождение бестраншейных дренаукладчиков произошло лишь в 50-е годы XX в., спустя более двухсот лет с момента появления первых машин подобного типа. В значительной степени это было вызвано появлением достаточного количества гибких пластмассовых дренажных труб.

Первые образцы машин не отличались сложностью конструкции. Прицепные или с лебедочным приводом, они имели ручной механизм регулирования глубины заложения дрена.

Начиная с конца 50-х годов различные конструкции бестраншейных дренаукладчиков были созданы в СССР, Австралии, Англии, ФРГ, ГДР, Финляндии, США, Голландии, Австрии и ряде других стран. Первоначально эти машины позволяли осуществлять укладку дрена на глубину не более 1,2...1,7 м, т.е. они были пригодны для строительства дренажа только в зоне осушения. В дальнейшем появились машины способные производить укладку дрена на глубину до 3 м, т.е. пригодные для использования в районах орошения.

Совершенствование бестраншейных дренаукладчиков происходило ускоренными темпами. Уже в 1975 г. объемы работ, выполняемые с их помощью, составляли: в Австрии, Голландии - 5%, Англии - 10%, Польше - 15%, Франции - 30%, ФРГ - около 70%, ГДР - 80...90%.

7 В Советском Союзе на 01.10.1982 г. бестраншейными дренажерами МД-4 был уложен дренаж на площади свыше 14 тыс. га. Ориентировочная площадь земель с перспективой внедрения на них в ближайшие годы бестраншейного способа строительства дренажа превышает 1,1 млн. га.

Настоящий обзор имеет целью ознакомить работников научно-исследовательских, проектно-конструкторских и мелиоративно-строительных организаций, занимающихся вопросами разработки дренажной техники, а также строительства и эксплуатации мелиоративных сооружений с достигнутым уровнем в области создания бестраншейных дренажеров и технологии строительства дренажа бестраншейным способом.

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕСТРАНШЕЙНЫХ ДРЕНАЖЕРОВ

Начало широкого применения бестраншейных дренажеров относится к середине 60-х годов. За истекший период во многих странах накоплен значительный опыт их эксплуатации, который позволил выявить как преимущества этих машин, так и их недостатки. К преимуществам относятся возможность производить работы в обрушающихся и оплывающих грунтах при высоком уровне стояния грунтовых вод, в грунтах с наличием каменных включений и поврежденной древесины диаметрами соответственно до 30 и 20 см, слоем промерзания до 30 см.

К наиболее существенным недостаткам бестраншейных дренажеров относятся недостаточная мелиоративная эффективность дренажа, заложенного с их помощью в малопроницаемых грунтах, и повышенная, по сравнению с траншейными машинами, зависимость их работоспособности от гидрогеологических и погодных условий.

Полученные в ряде европейских стран результаты систематических наблюдений за работой бестраншейных дренажеров и мелиоративной эффективностью заложенного в их помощью дренажа показали, что в малопроницаемых грунтах водопримная способность его в два раза ниже, по сравнению с дренажем, заложенным традиционным траншейным способом. Эти данные подтверждаются исследованиями, проведенными в нашей стране.

В Англии значительный объем работ выполнен бестраншейными дренажерами с лебедочным приводом TG-I и TG-3. На тяжелых малопроницаемых почвах дренаж часто сочетается с кротованием.

Дрены укладывают в среднем на глубину 0,9 м и засыпают песчано-гравийной смесью. Перпендикулярно этой системе устраивается кротовый дренаж на глубине, позволяющей кротовинам отводить воду в дренаж через гравийную засыпку. До конца 70-х годов в Англии доля керамических труб при строительстве дренажа достигала 80%.

В ФРГ, на севере и западе страны, начиная с 1976 г., примерно две трети дренажа строят бестраншейным способом. Керамический дренаж постепенно вытеснялся пластмассовым и в настоящее время на его долю приходится 95% строящегося дренажа. Лишь в некоторых южных районах страны продолжают строить дренаж из керамических труб. Накоплен опыт применения бестраншейных дренажников на малопроницаемых грунтах с коэффициентами фильтрации $K_{\text{ф}} < 0,5$ м/сут. Достаточная мелиоративная эффективность дренажа, построенного бестраншейным способом, достигается благодаря проведению ряда дополнительных агро-мелиоративных мероприятий, в частности, глубокой вспашки и рыхления, кротования, известкования и проч. Ежегодный объем работ по строительству дренажа достигает 110 тыс.га.

Во Франции исследований по сравнению осушительного действия дренажа, построенного траншейным и бестраншейным способами, не проводилось. Значительный объем работ здесь приходится вести в грунтах с каменистыми включениями, где преимущества более простого и надежного рабочего органа бестраншейного типа очевидны. К качеству работы дренажа, построенного бестраншейным способом, землепользователи претензий не предъявляют, так что считается, что он работает удовлетворительно.

В ГДР ежегодный объем работ по строительству дренажа достигает 45 тыс.га. Бестраншейные дренажники типа "Мелиомат" с момента внедрения (1970 г.) успешно работают в 13 округах республики. По мнению экспертов бестраншейным способом в ближайшие годы будет строиться 80...90% дренажа.

В Польше внедрение бестраншейного способа строительства дренажа началось в 1971 г. В 1976...1980 гг. намечалось половину площадей, нуждающихся в регулировании водного режима, дренировать бестраншейным способом, а к 1985 г. выполнять этим способом весь объем работ.

В Австрии в 1975 г. бестраншейным способом было осушено 5% всех земель на общей площади 2 тыс.га. Исследованиями института культуртехники и технологии в Петзенкирхене (Австрия) установлена значительная зависимость степени осушающего действия дренажа, заложенного бестраншейным способом, от работ по глубокому рыхлению почв. Исследования в этом направлении проводятся и в нашей стране.

Изучение работы дренажных плугов фирмы "Корнелиус" (ФРГ), проведенной в Стейбрунне, показало, что значительный вынос рабочего органа назад относительно опорной поверхности гусеничного или колесного движителя базовой машины, вызывает неравномерное распределение давления движителя на грунт и ухудшает условия проходимости машин, особенно на переувлажненных почвах. Кроме того, вследствие особенностей конструкции рабочего органа грунт в придренной зоне оказывается чрезмерно уплотненным и его водопроницаемость на тяжелых почвах снижается до 10 и более раз.

В 1971 г. в Шлезвиг-Гольштейне (ФРГ) начались исследования по выявлению характера процесса релаксации грунта в придренной зоне при строительстве дренажа траншейным и бестраншейным способами. Траншейным способом с помощью машины "Вискеуе" закладывали керамические трубы внутренним диаметром 50 мм. Бестраншейным способом с помощью дренажного плуга фирмы "Корнелиус" закладывали пластмассовые трубы диаметром 50 мм с фильтром и без него. В результате было установлено, что с течением времени сопротивление току воды в дренаже уменьшается, а водопроницаемость грунта увеличивается. Из графика, представленного на рис.1, видно, что релаксация грунта придренной зоны идет быстрее после укладки дренажа траншейным способом, а при бестраншейном — ускоряется в случае использования фильтра. За 17 месяцев после укладки дренажа водопроницаемость грунта придренной зоны при траншейном способе строительства увеличилась в 3,3...3,7 раза, а при бестраншейном в 5...5,4 раза, составляя соответственно 79...94% и 40...43% от водопроницаемости грунта с ненарушенной структурой, коэффициент фильтрации которого равнялся 0,5 м/сут. Столь сильное снижение водопроницаемости грунта придренной зоны связано с тем, что рабочий орган дренажного плуга фирмы "Корнелиус" с острозаточенной передней кромкой практически не рыхлит грунт, а только прорезает его.

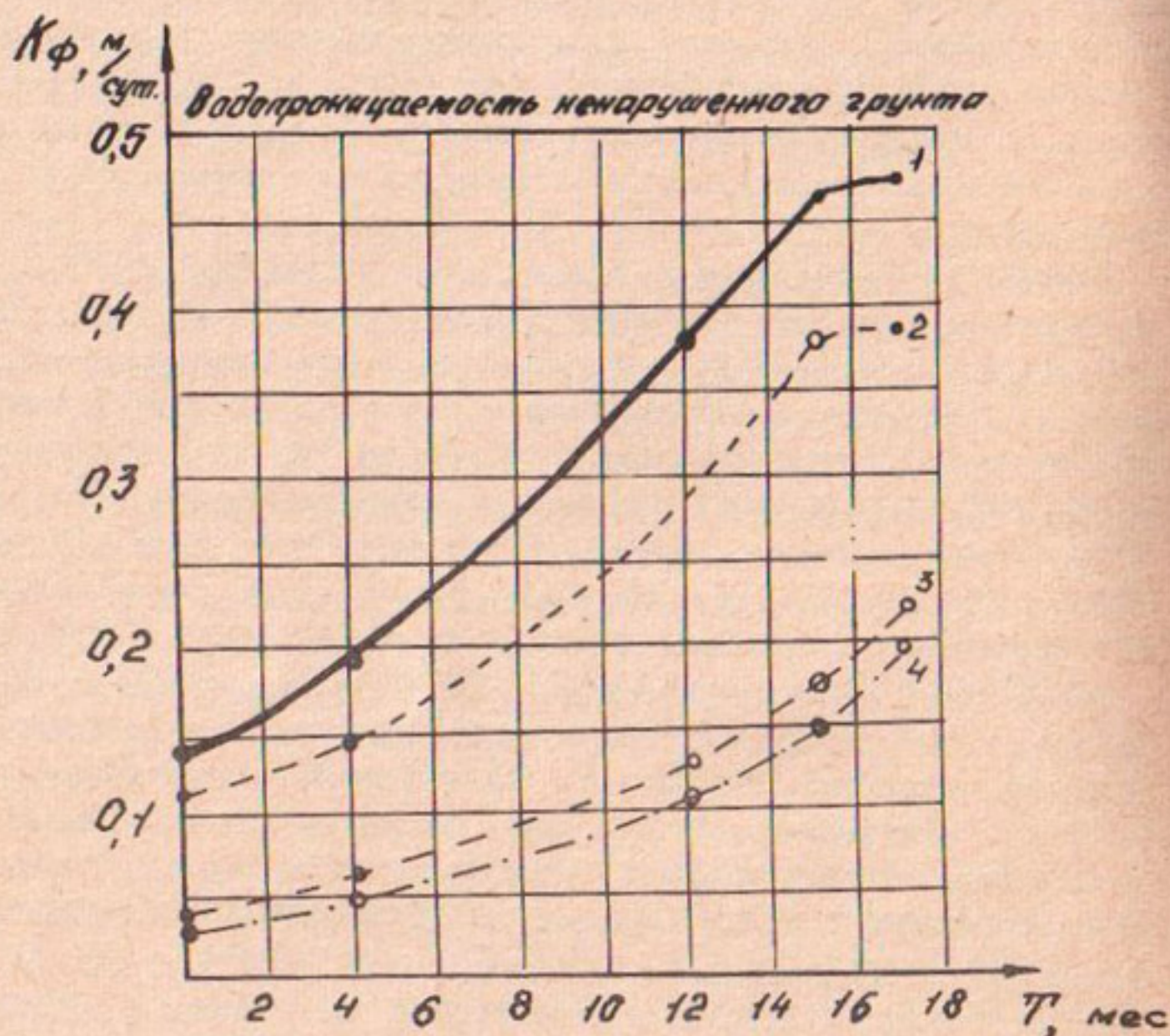


Рис. I. Зависимость водопрооницаемости грунта придренной зоны от времени с момента укладки дренажа, заложенного: 1 — траншейным способом из керамических труб длиной 50 см; 2 — траншейным способом из керамических труб длиной 33 см; 3 — бестраншейным способом из пластмассовых труб с фильтром; 4 — бестраншейным способом из пластмассовых труб без фильтра

В Голландии исследования показали, что на участках с торфяным грунтом на песчаном основании водопримная способность дренажа, заложенного бестраншейным способом, не отличается от аналогичного показателя дренажа, заложенного траншейным способом. В легких суглинках водопримная способность дрена, заложенных бестраншейным способом, с синтетическим плоским фильтром была на 48%, а при использовании объемной засыпки на 20% ниже, чем у дренажа, заложенного траншейным способом. При укладке дренажа в 1975 г. на опытном участке "Анлоо", почвы которого сложены из торфяников на песчаном основании, разницы в осушительном

действию дренажа, заложенного траншейным и бестраншейным способами, не обнаружено. Эти результаты подтверждены результатами опытов, полученных на других участках.

Существенное влияние на работоспособность бестраншейных дренажников оказывает влажность дренируемого грунта. Работающие по принципу прямой тяги бестраншейные дренажники не развивают достаточного тягового усилия при высокой влажности поверхностного слоя. Так, увеличение влажности поверхностного слоя грунта с 19 до 27% снижает развиваемое дренажником тяговое усилие до 20% от номинального. Грунтовые условия, при которых подпахотный слой переувлажнен, а поверхностный обеспечивает хорошие сцепные качества, встречаются крайне редко.

ДРЕНАЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Основными материалами при строительстве дренажа являются гофрированные пластмассовые и керамические дренажные трубы. Соотношение объемов работ, выполняемых с помощью этих материалов, для разных стран неодинаково. Так, к концу 70-х годов из пластмассовых дренажных труб строилось от 20% дренажа в Англии до 95% — в ФРГ. Однако во всех странах пластмассовый дренаж все более вытесняет керамический. Изготовление труб осуществляется из полимерных материалов с помощью экструдеров.

На протяжении более двух десятилетий широкого производства и применения пластмассовых дренажных труб в различных странах к ним были выработаны во многом сходные технические требования: в Голландии — KOMOKI6, Дании — DSR 2077, Великобритании — BS 4962, Франции — ST&REF, ФРГ — DIN 1187, США — ^{F405-77}ANSI/ASTM.

В СССР гофрированные пластмассовые дренажные трубы выпускают из полиэтилена высокой плотности (ПВП) согласно ТУ-6-05-1078-72, ТУ-6-05-051-1078-78 и из поливинилхлорида (ПВХ) по ТУ-6-05-1371-70. Небольшая часть труб изготавливается из полиэтилена низкой плотности (ПНП). Минимальная температура, при которой допускается транспортировка и укладка труб из ПВХ, +5°C. Минимальная температура для перевозки труб из полиэтилена не лимитируется, а укладка допускается при температуре не ниже -20°C.

Техническая характеристика пластмасс, используемых
для производства дренажных труб

	ПВП	ПНП	ПВХ
Плотность, г/см ³	0,94...0,96	0,92...0,93	1,38...1,43
Предел прочности при сжатии, кг/см ²	240	125	600
Предел прочности при растяжении, кг/см ²	220...400	100...160	400
Предел прочности на изгиб, кг/см ²	-	-	900
Модуль упругости, кг/см ²	5000...9000	1000...2500	$2 \cdot 10^4$
Температура плавления, °С.....	125...135	108...120	-
Температура хрупкости, °С.....	-30	-60	-
Коэффициент линейного расширения на 1°С	0,0002	0,0002	0,00008

В последнее время наибольшее распространение получили гофрированные дренажные трубы из ПВХ и ПЭ. Водопроницаемые отверстия равномерно распределены по окружности такой трубы и располагаются в углублениях между гофрами, где они относительно хорошо защищены от проникновения в трубу частиц грунта.

Перфорация пластмассовых труб, выпускаемых в СССР, имеет вид круглых отверстий. Такой вид перфорации требует обязательной защиты трубы фильтрующим материалом. Ряд зарубежных фирм выпускает пластмассовые дренажные трубы с перфорацией в виде узких поперечных щелей, расположенных между гофрами.

В табл. I приведены характеристики, выпускаемых в СССР гофрированных труб из ПВП (по ТУ-6-05-1078-78).

Т а б л и ц а I

Размеры труб, мм		Размеры профиля гофра, мм		Водоприемные отверстия		Теоретическая масса, кг/м	Длина труб в бухте, м
наружный диаметр	толщина стенки	шаг	высота	диаметр, мм	площадь трубы, см ² /м		
50	0,8±0,3	10,0	3,6±0,6	3,0±0,3	14	0,18	200
63	0,9±0,3	11,0	4,3±0,6	3,5±0,3	17	0,25	160
75	0,9±0,4	13,75	4,9±0,8	4,0±0,3	18	0,32	120
90	0,9±0,4	16,0	6,4±0,9	4,0±0,3	23	0,38	100
110	0,9±0,5	19,5	7,8±1,0	4,0±0,3	19	0,47	70

Дренажная арматура для соединения дрена с коллектором выпускается по ТУ-6-05-1577-74 "Детали соединительные унифицированные из полиэтилена к дренажным трубам" и по ТУ-4-74 "Заготовки соединительных деталей для гончарного дренажа" в следующем сортаменте: тройники для соединения осушительных дрена и коллекторов, переходники для соединения труб разных типов, муфты для соединения гофрированных полиэтиленовых труб одного диаметра, заглушки концевые.

В западноевропейских странах и Японии при строительстве материального дренажа широко применяются гофрированные трубы из поливинилхлорида.

Одной из фирм, выпускающих гофрированные дренажные трубы из ПВХ, фасонные детали к ним и оборудование для производства труб, является "Ольтманс машинен ГМБХ", расположенная в г.Эдевехт (ФРГ). В составе фирмы 10 заводов. Один из них во Франции выпускает 50 млн. условных метров труб^{*)}. Технические характеристики гофрированных труб, выпускаемых в ФРГ, приведены в табл.2 и 3.

^{*)} Условный метр трубы - 1 м трубы диаметром 50 мм.

Т а б л и ц а 2

Номиналь- ный диаметр трубы, мм	Наружный диаметр трубы, мм	Допустимое отклонение, мм	Внутрен- ний диа- метр тру- бы, мм	Допусти- мое откло- нение, мм	Средняя масса 1 м трубы, кг
40	42,5	-1,5	36,5	+2,0	0,136
50	50,5	-1,5	43,9	+2,0	0,165
65	65,5	-1,5	58,0	+2,0	0,235
80	80,5	-1,5	71,5	+2,0	0,32
100	100,5	-1,5	91,0	+2,0	0,48
125	126,0	-2,0	115,0	+2,5	0,65
160	160,0	-2,0	148,5	+2,5	1,40
200	200,0	-2,0	187,0	+2,5	1,40

Т а б л и ц а 3

Номинальный диаметр трубы, мм	Общая площадь водоприемных отверстий, см ² /м			Число щелей на 1 м
	ширина щели, мм			
	0,6...0,9 (узкая)	1,1...1,5 (средняя)	1,7...2,0 (большая)	
50	23	34	51	560
65	27	41	62	570
80	29	43	64	715
100	30	45	68	625
125	35	52	80	625
160	40	60	90	625
200	32	48	72	500

Дренажные трубы из ПВХ по своим механическим и гидравлическим характеристикам пригодны для использования на всех типах почв.

В ФРГ заводы фирмы "Ольтманс" выпускают ежегодно 110 млн. условных метров труб из ПВХ в год. Потребителю трубы поставляются с намотанным на трубу фильтром или без него.

Керамические дренажные трубы изготавливают из кирпично-черепичных глин и суглинков без добавок или с добавками и обжигают. Основным сырьем для производства керамических дренажных труб служат легкоплавкие глины и суглинки, а также их смеси с различными добавками.

Трубы должны иметь гладкую внутреннюю поверхность (отдельные выплавки, пузыри и инородные включения допускаются размером до 3 мм в количестве не более 5); сквозные отколы торцов не допускаются. Трубы должны быть морозостойкими и иметь водопоглощение не выше 18%. Торцевые плоскости труб должны быть перпендикулярны ее продольной оси. Керамические дренажные трубы изготавливают с помощью шнековых экструдеров, производительность которых по сырью составляет 3...40 т/ч.

ЗАЩИТНЫЕ И ФИЛЬТРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Многолетний опыт строительства и эксплуатации дренажа во всех странах убедительно показал, что правильно устроенный фильтр улучшает осушительное действие дренажа и удлиняет срок его службы.

В настоящее время в качестве фильтров применяются как естественные (торф, мох, древесные опилки, солома, кокосовое волокно, вереск, камыш, песчано-гравийные смеси и др.), так и искусственные синтетические (стеклоткань, стеклохолст, штапельное и вискозное волокно, хлопья полистирола и др.) материалы.

Наибольшее распространение при укладке дренажа бестраншейным способом получили рулонные защитные тканевые материалы и объемные фильтры из инертных материалов типа песчано-гравийных смесей. В табл. 4 приведены характеристики меллоративных холстов и полотен, созданных в СССР и предназначенных для защиты дренажных труб от механического заиления.

Т а б л и ц а 4

Материал	Толщина, мм	Ширина, мм	Коэффициент фильтрации, м/с 10^{-4}	Стоимость $\frac{1000 \text{ м}^2}{\text{кг руб.}}$	Длина холста в рулоне, м	Поверхностная плотность, г/м ²
Холст стекловолокнистый ВВ-АМ 0,61...0,9	310	12,5	<u>314</u>	200	93	
Холст стекловолокнистый ВВ-М	1,25	305	6,4	<u>380</u>	105	148
Полотно нетканое иглопробивное защитноизолирующее (СИЗИ)	4,31	290	6,2	<u>406</u>	50	163

Продолжение табл.4

Материал	Толщина, мм	Ширина, мм	Коэффициент фильтра- ции, $\text{м/с} \cdot 10^{-4}$	Стои- мость 1000м ² , кг руб	Длина холота в дуло- не, м	Поверх- ностная плот- ность, г/м ²
Полотно нетканое иглопробивное (ИП)	1,03	245	7,8	$\frac{334}{-}$	80	100
Полотно нетканое клееное мелкодати- вное (ИКЛМ)	0,84	295	6,9	$\frac{-}{3,87}$	117	107
Полотно нетканое каркасное мелко- дативное (ИКМ)	1,18	300	8,6	$\frac{-}{1,04}$	100	246
Полиэтиленовый холст (ПЭ-холст)	1,50	295	7,3	-	110	371

Для обмотки пластмассовых труб может использоваться стеклоткань марок Э-0,06, Э-0,08, Э-01. Считается, что круговой фильтр уменьшает сопротивление на вход воды в дренаж на 65...90%, тогда как увеличение диаметра дренажной трубы в два раза дает уменьшение сопротивления только на 10%. Поэтому круговой фильтр особенно полезен для дренаж малого диаметра (40...50 мм). При этом сумма увеличения стоимости дренажа значительно уступает расходам на высоконапорную промывку незащищенных и заиленных дренаж.

Использование дренажных труб, имеющих сквозную пористость стенок, позволяет во многих случаях отказаться от специальной фильтровой защиты дренаж. Это упрощает технологию строительства дренажа и снижает его стоимость. Такие трубофильтры можно использовать в виде муфт, соединяющих водонепроницаемые керамические дренажные трубы и непосредственно в виде пористых дренажных труб. Муфты имеют прорези, защищенные кольцом из пористого полиуретана, устойчивого к заиливанию.

Трубофильтры из пористого материала изготавливают пористыми по всей длине, за исключением торцевых стыков. Однако за рубежом в настоящее время трубофильтры применяются преимущественно в промышленных дренажах.

Наряду с традиционными рулонными синтетическими материалами все большее распространение получают "объемные" фильтры из органических материалов типа верхового торфа, соломы, кокосового волокна, а также синтетических материалов типа промышленного волокна. Оборудование для защиты дренажных труб такими фильтрами выпускают фирмы "Голланддрейн" (Голландия), "Рааб Кархер" (Бельгия), "Ольтманс", "Френисис Роверк", "Тиссен Пластик" (ФРГ), "Цинцинати Милакрон" (Австрия).

Фильтр из органических материалов обладает свойством регенерации, поскольку находящиеся в нем бактерии создают дополнительные поры взамен закольматированных. Слой торфа толщиной 1,5 см закрепляют на трубе, оборачивая его синтетической тканью, которую обматывают нитями. Фильтр из кокосового волокна, соломы или пропиленового волокна, сходного по структуре с кокосовым, закрепляют на трубе, обматывая нитями в поперечном направлении. Пропиленовое волокно отличается высокой стойкостью к разложению, особенно в почвах с высоким содержанием минеральных солей. Стоимость 1 м "объемного" фильтра равна стоимости 1 м незащищенной трубы, что существенно сдерживает его применение.

РАБОЧИЕ ОРГАНЫ БЕСТРАНШЕЙНЫХ ДРЕНУУКЛАДЧИКОВ И ИХ МЕЛИОРАТИВНАЯ ОЦЕНКА

Землеройный рабочий орган — нож бестраншейного дренажника предназначен для прорезания в грунте щели заданной глубины и укладки на ее дно пластмассовой или керамической дренажной трубы, защищенной фильтроматериалом.

Основные требования предъявляются к режущей кромке рабочего органа, которая воспринимает внешние нагрузки, возникающие в процессе работы, и определяет преимущественный характер деформации грунта в зоне резания. Геометрические параметры режущей кромки должны отвечать двум основным требованиям: обеспечивать возможно минимальную энергоемкость процесса резания и максимальное сохранение естественной структуры грунта. Кроме того, конструкция рабочего органа должна обеспечивать высокую абразивную стойкость режущих и трущихся поверхностей, прочность и надежность, простоту монтажа, демонтажа и ремонта. Классификация землеройных рабочих органов, применяемых на бестраншейных дренажниках, представлена на рис. 2.

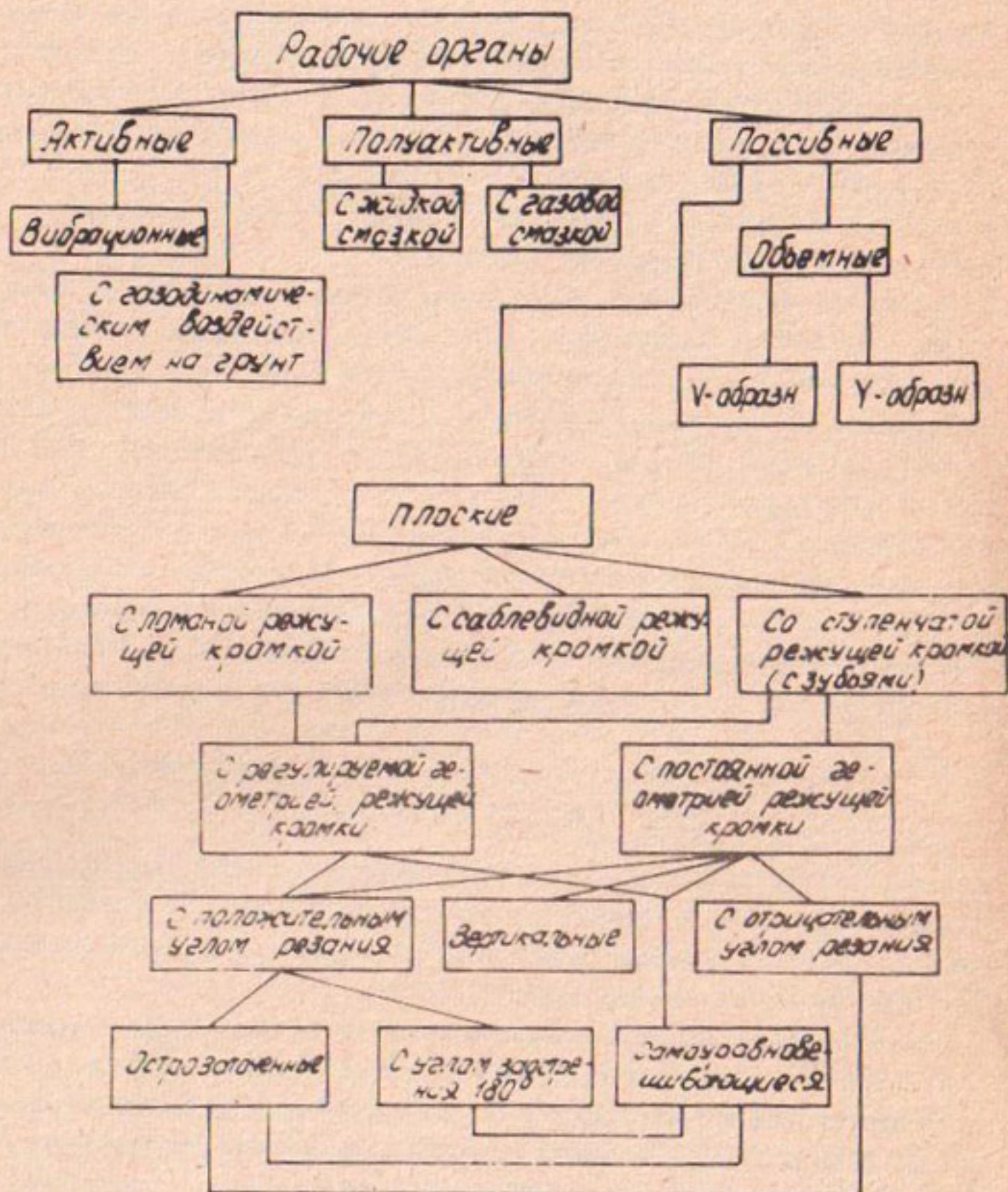


Рис. 2. Классификация рабочих органов бестраншейных преноукладчиков

На рубеже 60-х годов при создании образцов бестраншейных преноукладчиков обращалось внимание, в основном, на снижение тягового сопротивления рабочего органа преноукладчика. С этой целью предлагалось осуществлять предварительную замочку по трассе дрена, облицовку трущихся о грунт поверхностей рабочего органа антифрикционными материалами, например, тефлоном, использовать жидкую, консистентную или газовую смазку, применять вибрационные ножи, а также ножи со сложной ступенчатой конфигурацией.

Как было установлено, около 30% тягового усилия тратится на преодоление силы трения между грунтом и рабочим органом. Предварительная замочка трассы дрена позволяет в ряде случаев снизить усилие резания до 30%. Однако в грунтах, имеющих малую фильтрационную способность, на замочку тратится много времени. Кроме того, на замоченной трассе ухудшаются сцепные качества и маневренность преноукладчика, что существенно снижает производительность машины и увеличивает стоимость строительства.

Подача в зону резания напорной жидкости снижает тяговое сопротивление в 4...5 раз по сравнению с резанием "всухую". Однако при этом водовыпускные отверстия в ноже нередко забиваются грунтом, и, кроме того, часто вблизи от места проведения работ нет источников воды.

Воздушная смазка поверхностей рабочего органа позволяет снизить тяговое сопротивление на 30...50%, однако, в этом случае существенно усложняется и удорожается рабочее оборудование.

Применение вибрационных ножей позволяет снизить тяговое сопротивление до 50%, однако этот эффект достигается при малых рабочих скоростях. Наличие зон рыхления и уплотнения в процессе резания требует подбора оптимальных параметров вибрации (амплитуды и частоты) для каждой из зон. Существенно возрастает энергоемкость процесса и значительно усложняется рабочее оборудование.

Экспериментальные исследования процесса глубокого резания грунта пассивным рабочим органом позволили установить, что можно выделить три зоны по характеру его деформаций в результате воздействия режущей кромки рабочего органа. В нижней зоне грунт подвергается упругопластичному сжатию и вытесняется в дно и стенки траншеи. Это зона уплотнения, в которой сопротивление грунта резанию мало зависит от геометрических параметров рабочего органа.

В средней зоне начинает сказываться влияние открытой дневной поверхности. После сжатия определенного объема грунта происходит потеря устойчивости и отрыв его от массива. Эту зону можно назвать переходной. Наименьшее сопротивление резанию в этой зоне будет иметь плоская режущая кромка с углом резания $30...36^{\circ}$.

В зоне, непосредственно примыкающей к дневной поверхности, режущая кромка взаимодействует с грунтом уже нарушенного состояния. Здесь происходит сдвиг, дробление и выпирание в сторону открытой поверхности массива грунта, оторванного от материка в переходной зоне. Наилучшие условия работы обеспечиваются при применении в этой зоне острозаточенной режущей кромки.

На рис. 3 представлены схемы рабочих органов, применяющихся на бестраншейных дренаукладчиках. Первые конструкции представляли собой элементарный нож-стойку с острозаточенной режущей кромкой (рис. 3а). Пластмассовая дренажная труба малого диаметра поступала на дно прорезаемой щели по желобу в теле ножа или трубоукладчика. Диаметр укладываемых труб не превышал 50 мм, а глубина укладки 1,2 м. Грунт в процессе работы вдавливался в стенки прорезаемой щели, что обуславливало низкую методическую эффективность дренажа.

В дальнейшем вертикальный нож-стойку стали дополнять снизу зубом с уширителем (рис. 3 б). Рабочим органом подобного типа оснащены дренажные плуги фирмы "Корнелиус". Исследованиями в Голландии установлено, что их использование не обеспечивает достаточного взрыхления грунта, а зона уплотнения вблизи дрена составляет 5...10 см. Кроме того, нерациональным следует признать вертикальное расположение ножа-стойки рабочего органа, поскольку в этом случае даже вблизи открытой поверхности происходит частичное вдавливание грунта в стенки траншеи. Вынос на поверхность каменистых включений или погребенной древесины сильно затруднен, что требует дополнительного прохода для их обнаружения и дальнейшего обхода.

Форма рабочего органа, представленная на рис. 3в, предполагала возможность получения минимального тягового сопротивления. Такую форму имеет нож дренаукладчика "Тердел" (США). Дальнейшее совершенствование этой конструкции — это придание рабочему органу плоской режущей кромки (рис. 3г), способствующей более эффективному выносу части грунта на поверхность и, как следствие

этого, уменьшению зоны уплотнения. Подобные рабочие органы имеют цреноукладчики фирм "Баджер" (Англия), "Зор-Плоу" (Канада), "Меломат" (ИР) и для других.

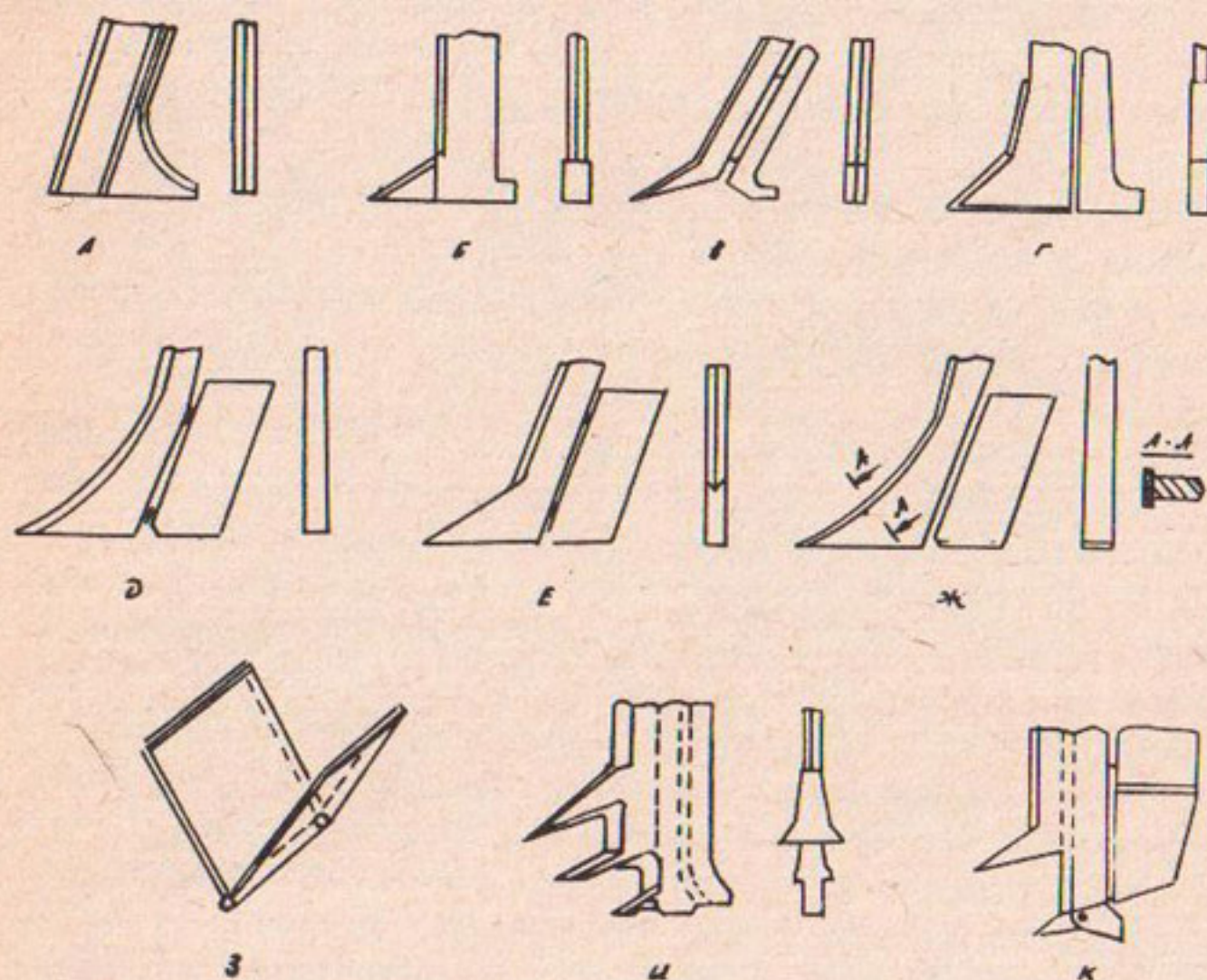


Рис.3. Схемы рабочих органов бестраншейных цреноукладчиков

Опыт эксплуатации так называемых "самоуравновешивающих" ножей показал, что отклоненная назад по ходу движения машины нижняя часть рабочего органа, вызывала интенсивное уплотнение грунта припренной зоны. Величина зоны уплотнения достигала 30 см и более, что снижало фильтрационные свойства грунта в этой зоне в 4...6 раз. Кроме того, в этом случае снижаются пригрузка от ножа на базовую машину, а, следовательно, и развиваемое тяговое усилие. Этими факторами объясняется отказ от применения рабочих органов подобного типа.

Примером рабочего органа с острозаточенной саблевиной режущей кромкой может служить нож цреноукладчика "Крэк" (США).

Острозаточенная режущая кромка способствует вытеснению грунта в стенки прорезаемой щели.

Переход острозаточенной режущей кромки на конце ножа в плоскозаточенный зуб способствует снижению зоны уплотнения и более эффективной пригрузке базовой машины вертикальной составляющей силы резания (рис. 3е). Подобную форму рабочего органа имеют дренаукладчики "Дреномат" (Австрия), ARS (США) и некоторые другие.

Рабочими органами с саблевидной плоскозаточенной режущей кромкой оснащены дренаукладчики "Хюес" (ФРГ) и "Барт" (Голландия). Причем у дренаукладчиков фирмы "Хюес" ширина плоскозаточенной саблевидной режущей кромки несколько больше, чем ширина тела ножа (рис. 3 в).

Рабочие органы V-образной формы системы "Вильнер" создавались с целью повысить эффективность рыхления грунта. Опускание пластмассовой трубы осуществляется через полость в одной из стенок ножа. Рабочими органами такого типа оснащаются дренаукладчики "Олеманн Гигант I" и "Гидромак" (ФРГ). Есть подобные машины и в Голландии. Опыт их эксплуатации показал, что V-образная форма ножа обеспечивает хорошую пригрузку машины вертикальной составляющей силы резания. Это позволяет дренаукладчикам развивать значительные тяговые усилия без увеличения сцепного веса. Однако значительная площадь поверхности стенок

V-образного рабочего органа способствует интенсивному затуплению капиляров грунта. Нижняя часть массива грунта под действием собственного веса сильно уплотняется — зона уплотнения достигает 12...17 см, что очень существенно снижает мелиоративную эффективность уложенного дренажа. Вследствие этого рабочие органы такого типа находят ограниченное применение.

Усовершенствованная конструкция Y-образного ножа сочетает в себе V-образную форму и зуб, расположенный снизу V-образной формы. Испытания, проведенные в Голландии, показали, что Y-образный нож обеспечивает некоторое снижение уплотнения грунта в придренной зоне.

Отличие рабочих органов, представленных на рис. 3 и, к, заключается в том, что они позволяют свести к минимуму размеры зоны нарушения естественной структуры грунта. Режущая кромка рабочего органа представляет собой ступенчатый нож (рис. 3 и).

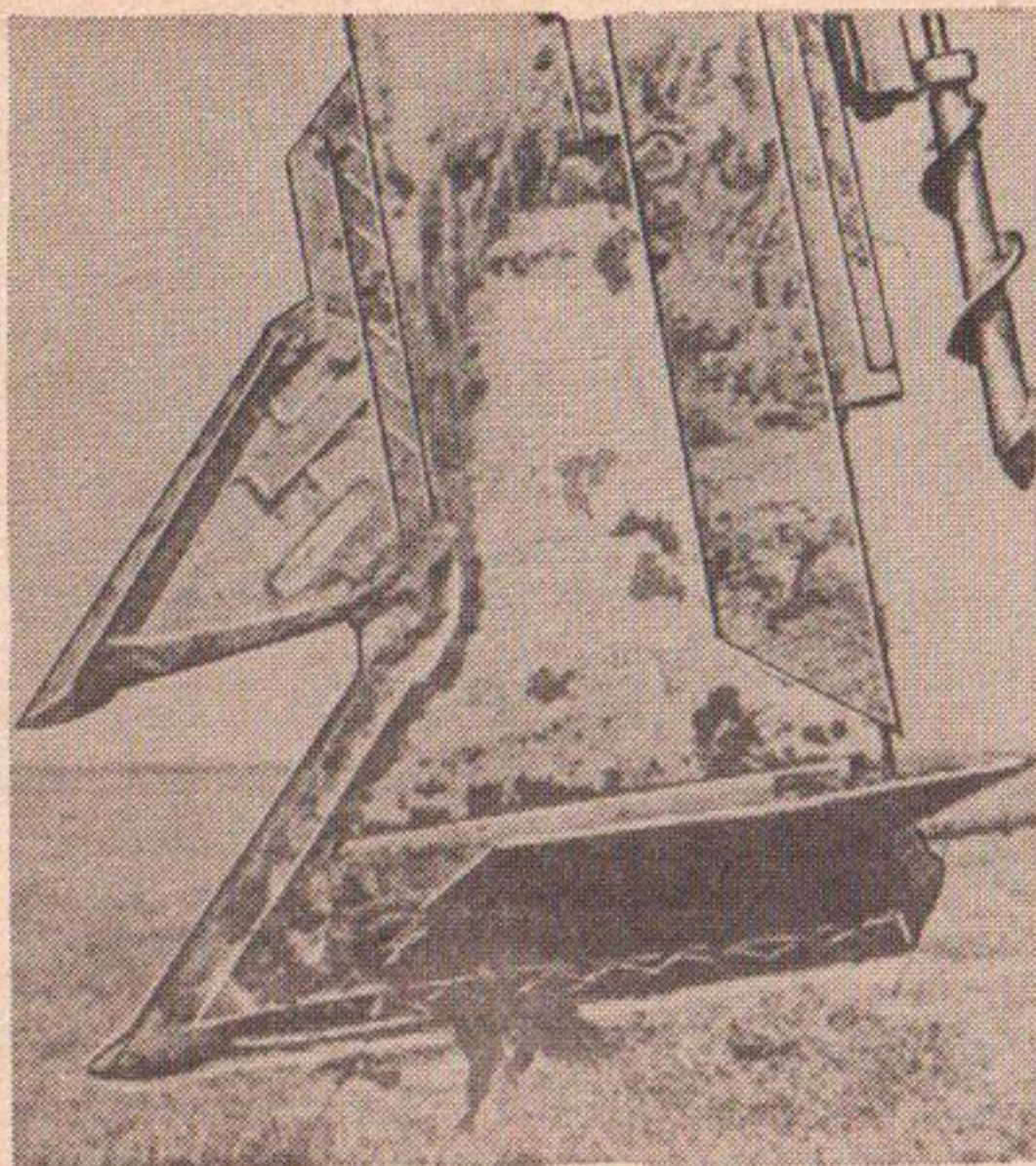


Рис.4. Рабочий орган агрегатной конструкции фирмы "Корнелиус" (ФРГ)

Каждая из ступеней представляет собой острозаточенный, вертикально поставленный рассекающий, имеющий в своей нижней части зуб с трапециевидально расширяющейся книзу плоской режущей кромкой, поставленной под углом $30^{\circ} \dots 36^{\circ}$ к направлению движения. Плоские режущие кромки зубьев смещены относительно друг друга в направлении, обратном движению, а рассекатели второй и третьей ступеней расположены соответственно за уширяющимися частями плоских режущих кромок второй и третьей ступеней. Бестраншейный дренажукладчик БДМ-301 с рабочим органом такого типа может производить укладку труб на глубину 2,5 м. Аналогичную схему имеет рабочий орган дренажукладчика ДБ-2,0М (рис.3 к). Поскольку он предназначен для укладки дренажа на глубину до 2 м, то минимальное нарушение структуры грунта достигается здесь за счет установки двух зубьев на режущей кромке. К преимуществам этой конструкции следует отнести

возможность регулирования глубины укладки посредством заглубления-выглубления не всего рабочего органа, а только нижней его ступени. Это значительно увеличивает скорость отработки команд от системы автоматического поддержания заданного уклона и, следовательно, повышает точность укладки дрена.

Агрегатная конструкция рабочего органа, позволяющая осуществлять быструю смену ножей и изменение геометрических параметров режущей кромки в соответствии с характером дренируемых почв, разработана фирмой "Корнелиус", ФРГ (рис. 4).

ЗАРУБЕЖНЫЕ БЕСТРАНШЕЙНЫЕ ДРЕНУКЛАДЧИКИ

Одной из первых стран на европейском континенте, где началось широкое внедрение в практику мелиоративного строительства бестраншейных дренаукладчиков, была Англия. Дренаукладчики с пассивным рабочим органом системы Баджер, выпускаемые фирмой Хацсвелл Лейтс Левелопмент ЛТД, и дренаукладчики фирмы "Бруфф" вскоре стали известны далеко за пределами страны. В систему Баджер входят следующие бестраншейные дренаукладчики: Баджер Майнер, Баджер Мэйджер, Баджер Клейтон и Баджер Линкидж.

Дренаукладчик Баджер Майнер (рис. 5, табл. 5) предназначен для строительства дренажа из гибких пластмассовых труб в зоне осушения. Рабочее оборудование обеспечивает укладку труб диаметром до 150 мм на глубину до 1,7 м. Базой для машины служит гусеничный трактор ВТД-20 фирмы Интернашнл Харвестер с мощностью дизельного двигателя фирмы Роллс-Ройс 100 кВт или трактор Катерпиллер Д-8Н мощностью 200 кВт. Рабочая скорость в зависимости от глубины укладки и грунтовых условий развивается в пределах 0,55... 2,4 км/ч. Хоповое оборудование оказывает достаточно высокое давление на грунт — 0,074 МПа. Рабочим оборудованием всех дренаукладчиков системы "Баджер" служит нож с наклоненной под 35...50° режущей кромкой и трубоукладочное оборудование — спускной лоток или дренаер (уширитель), бункер для приема и подачи сыпучего фильтрационного материала.

Нож закреплен на балке, передний конец которой свободно перемещается на роликах в пазах кулисы, входящей в параллелограммную навеску трактора. Это помогает уменьшить передачу колебаний базовой машины на рабочее оборудование. Спереди базовой машины имеется гидравлическая лебедка. При работе в легких грунтах машина передвигается за счет гусеничного движителя, имеющего развитые грунтозацепы. В тяжелых грунтах мощность двигателя распределяется на привод гусениц и лебедки, конец троса которой крепится к якорю.



Рис. 5. Дреноукладчик "Баджер Майнер" (Англия)

Максимальное тяговое усилие лебедки 182 кН, а при использовании полиспаста до 360 кН. Максимальная скорость движения при тяге лебедкой 40 м/мин, минимальная — 10 м/мин. Длина тягового троса 185 м, диаметр 22,2 мм.

При работе в более тяжелых условиях применяется якорный тягач "Тагмастер", который представляет собой гусеничный трактор ВТД-20 с навесным якорным устройством в виде зубьев и опорной плиты, а также лебедки. Привод лебедки вместе с якорным устройством в виде наклоненного вперед зуба и опорной плиты смонтирован спереди трактора на охватывающей его раме, один конец которой шарнирно крепится с двух сторон к лонжеронам ходовой рамы трактора, а другой с помощью гидроцилиндров, поднимающих и опускающих устройство, — к корпусу трактора. Максимальная глубина заглубления зуба в землю равна 0,916 м, прямая максимальная канатная тяга — 180 кН; максимальная тяга с полиспастом 360 кН; длина троса 140 м, диаметр 22,2 мм; максимальная скорость 40 м/мин, минимальная — 10 м/мин. Вес тягача 20,83 т, ширина 3,12 м.

Т а б л и ц а 5

Наименование машины, станка	Тип конструкции двигателя	Базовая машина	Максимальная мощность двигателя, кВт	Максимальная скорость вращения вала, об/мин	Мощность привода, кВт	Рабочая скорость, км/ч	Транспортная скорость, км/ч	Запасное колесо, мм	Масса, кг	Удельная нагрузка на грунт, МПа	Привод	Материал двигателя
Боллер МД-20, Англия	Боллер	БД-20; Д-20	1,7	150 (до 300) об/мин	100	0,55...2,4	-	720	24,2	0,074	Металлический	Слиток
Боллер МД-20, Англия	-	БД-20	2,75	200 (до 600) об/мин	100	-	-	1500	34,5	-	-	Слиток
Боллер МД-20, Англия	Полуприцеп	4-х колесная тележка	1,7	100 - 150 об/мин	22	0,72...2,7	-	70...560	4,02 12,77 (с тягачом)	0,060	Легированный	Слиток
Боллер МД-20, Англия	Полуприцеп	САТ-6 САТ-21 САТ-21	2,4	110-150 об/мин	165...230	Запасная скорость	Запасная скорость	300...500	32,6...39,6	-	Металлический	Слиток
Боллер ТГ-1, Англия	Полуприцеп	-	1,2	100-150 об/мин	3	2,5	24	100 (до 120) об/мин	-	0,015	Легированный	Слиток
Боллер ТГ-3, Англия	То же	-	1,65	150-180 об/мин	64	2,5	24	120 (до 150) об/мин	10	-	То же	То же
Боллер ТГ-4, Англия	Самосвал	-	2,10	150-180 об/мин	170	2,73	5,47	560 (до 600) об/мин	19	0,035	Гидравлический	-
Боллер ТГ-5, Англия	То же	-	2,1	190-200 об/мин	175	2,73	5,47	560	-	-	То же	-
Боллер 622, 62Т	-	Б-7	1,90	95-110 об/мин	235	3,4	7,0	460	25	0,031	Гидравлический	-
Боллер 623, 62Т	-	Б-7	1,90	95-110 об/мин	235	5,2	7,0	460	26,5	0,034	То же	-
Боллер 783, 78Т	-	-	1,70	147 об/мин	147	0...5,5	-	-	16,5	0,025	Бесшумный	-
Боллер 784, 78Т	-	-	1,70	100-110 об/мин	157	5,2	-	330	-	0,028	Гидравлический	-
Боллер 784, 78Т	-	-	1,70	100-110 об/мин	226	5,2	-	330	19,7	0,026	То же	-
Боллер 784, 78Т	Боллер	-	1,60	160-180 об/мин	136	0...10,3 (5 скоростей)	-	-	23	0,029	Гидравлический	-
Боллер 784, 78Т	То же	-	1,60	160-180 об/мин	136	0...9,0 (3 скорости)	-	-	23	0,029	То же	-
Боллер 784, 78Т	-	-	1,80	160-180 об/мин	162	0...9,8 (4 скорости)	-	-	27	0,065	-	-
Боллер 784, 78Т	-	-	2,0	160-180 об/мин	235	0...11,6 (3 скорости)	-	-	41	0,072	-	-

Уточнить в справочнике

Наименование машины, станка	Тип привода, двигателя	Базовая машина	Макс. масса груза, т	Максимальная нагрузка на ствол, т	Мощность двигателя, кВт	Рабочая скорость, км/ч	Транспортные свойства, км/ч	Двигатель, кВт	Масса прицепа, т	Удельное давление на грунт, МПа	Примечание	Материал фильтра
Копан БМ, фр	Самостоятельный	-	1,40	80-850, фронтальная 100-0 фронтальная	151	0...4,0	-	-	16,2	0,030	Бесступенчатый гидродвигатель	-
Гидромех. фр	То же	-	2,20	120-плотность 0,0-0,0	147	0,9...2,7	2,7...5,4	100...300	22	0,0245	То же	-
Раздат. фр	-	-	2,10	200-характеристики 106 и 132 кг, плотность 0,0-0,0	106 и 132	0...2,5	0...5,2	-	13,5 17,5 28 (13,5 т) 28 (17,5 т)	0,019 (13,5 т) 0,024 (17,5 т)	-	Различные
Механизм-150 фр	Навесной	-	1,6	50-характеристики 65-плотность 0,0-0,0	103	2,4	по II, 0	-	18	0,029	-	-
Двигатель Bep 143, Аустрия	То же	САТ Д-7	1,50	140-характеристики 105 кг, плотность 0,0-0,0	105	0...1,9	0...6,0	240 (200 м/ч) 160 (600 м/ч)	13	0,025	Гидродвигатель с переключением	-
Двигатель TL 715, Германия	Самостоятельный	-	1,80	120-характеристики 107 кг, плотность 0,0-0,0	107	3,4 (4 акс-двигатель)	4,25	-	22	0,0265	Ходовые механизмы гидродвигатель с переключением	Различные
Двигатель TL 75, Германия	То же	-	2,0	характеристики 134 кг, плотность 0,0-0,0	134	0...3,4	-	-	22	1,0265	Гидродвигатель с переключением	То же
Барт Двигатель TL 80, Германия	-	-	2,0	характеристики 134 кг, плотность 0,0-0,0	134	0...3,4	-	-	23	0,0265	Бесступенчатый гидродвигатель с переключением	-
Барт Двигатель TL 80M, Германия	-	-	2,0	250-плотность 0,0-0,0	188	0...4,8	-	-	25	-	Бесступенчатый гидродвигатель с переключением	-
Барт Холдинг TL-EHC, Германия	-	-	2,0	150-плотность 0,0-0,0	184	0...2,65	0...2,65	370	25,37	-	Гидродвигатель с переключением	-
Барт Холдинг TL 82, Германия	-	-	2,3	150-плотность 0,0-0,0	239	0...2,65	0...2,65	486	30,87	-	Гидродвигатель с переключением	-
Голландия-Вн GSK, Германия	-	САТ Д-4	1,0	150-плотность 0,0-0,0	148	0...2,4	5,3	-	20	0,030	Бесступенчатый гидродвигатель	Различные

Продолжение табл. 5

Наименование машины, отсюда	Тип конструкции двигателя	Название машины	Максимальная глубина вспашки, м	Максимальная ширина вспашки, мм	Мощность двигателя, кВт	Рабочая скорость, км/ч	Транспортная скорость, км/ч	Литовое устройство, кг	Масса прицепа, кг	Удельное давление на грунт, МПа	Примечание	Материал двигателя
Голландия GSU, Супер поляри Голландия	-	CAT Л-6	1,80	100-пластиковые	208	2,600	5,15	-	27,5...30	0,037...0,041	То же	-
Голландия GSX-40, Голландия	-	CAT Л-6	1,80	200-пластиковые	196,5	2,120	5,3	-	20...25	0,026...0,033	-	Различные
Голландия GSX-супер Голландия	-	CAT Л-7 2,0	2,0	200-пластиковые	232	0...1,84 0...2,13	4,22	-	30...36	0,045...0,047	-	То же
Голландия BSX-супер, Голландия	-	CAT Л-7 2,1	2,1	250-пластиковые	280	2,3	5,2	-	36	-	Гидромеханический	-
Стандарт В710-Л/01, Механизм Голландия	Навесной	T-100MII 1,3	60	100-пластиковые	78	0,67...1,53	6,37	100	16	0,062	Механический	-
Механизм Удмуртская В710-С/02, ИР	То же	T-100MII 1,4	50-керамические 60-пластиковые	78	0,67...1,53	6,37	-	100	-	0,032	То же	-
Механизм Удмуртская В710-А/11, ИР	-	T-100MII 1,4	150-керамические	78	0,67...1,53	6,37	-	100	-	0,035	-	-
ЗРР-160, Поляри	Самосвал	-	1,60	пластиковые	162	0...3,3 (3 скорости)	10...6,7 (4 скорости)	-	20	0,028	Гидромеханический	-
Полка SC-150L, Франция	Навесной	Оксфорд-1,65 мне входы-мотор	1,65	100-пластиковые	94	0...1,9	0...3,8	198 360 (9 л-с-сачков)	24 32	0,027	Гидромеханический	-
Полка 160 СК, Франция	То же	То же	2,2	160-пластиковые	116	-	-	530 (9 л-с-сачков)	32	0,039	То же	-
Канга SW-45, Канада	-	Канга SW-45 трактор	1,65	150-пластиковые	220	1,4...3,36	Замонт. от трактора	Замонт. от трактора	13,62	Замонт. от трактора	Замонт. от трактора	-
Канга SW-55, Канада	-	То же	1,80	150-пластиковые	257	1,4...4,0	То же	То же	16,34	То же	То же	-
Канга SW 510, Канада	-	-	1,80	150-пластиковые	257	1,4...4,0	-	-	16,34	-	-	-
Канга SW 610, Канада	-	-	2,10	200-пластиковые	330	1,4...4,0	-	-	22,7	-	-	-
Канга SW 510, Канада	-	Гусеничный трактор IB-97	1,80	200-пластиковые	125	1,4...3,36	-	-	16,34	-	-	-
Канга SW 610, Канада	-	Гусеничный трактор К7-16	2,10	300-пластиковые	202	1,4...4,0	-	-	24,97	-	-	-

Наименование машины, станка	Тип двигателя	Базовая модель	Максимальная мощность, кВт	Максимальная скорость, км/ч	Мощность двигателя, кВт	Рабочие скорости, км/ч	Транспортная скорость, км/ч	Двигатель, кВт	Масса, кг	Удельная нагрузка, т/м²	Примечание	Материал конструкции
КамАЗ С/В 710,	Двигатель	Гусеничный трактор Т-80	2,35	300-плотность почвы	220	1,4...4,0	-	-	29,51	-	Зависит от трактора	-
КамАЗ С/В 810,	-	Гусеничный трактор Т-80	2,70	300-плотность почвы	-	1,4...4,0	-	-	Зависит от трактора	-	-	-
Зубр Плат 2000,	-	Д-8, МН-21	2,0	300-плотность почвы	Зависит от трактора	Зависит от трактора	-	-	5,45 (для трактора) 50,65 (для трактора)	-	-	Бетонные
Зубр Плат 75,	-	Колесный или гусеничный трактор	1,70	200-плотность почвы	То же	То же	-	-	-	-	-	-
Зубр Плат 250,	-	То же	2,30	400-плотность почвы	-	-	-	-	-	-	-	-
Стелтер Коак К.С-502,	-	Колесный трактор	1,75	152-плотность почвы	184	0...3,5	-	-	20,43	-	Гидромеханический	-
Коак КС-500А,	-	Гусеничный трактор	1,75	152-плотность почвы	от 150	до 3,96	-	-	5,9 (для трактора)	-	-	-
Коак КС-600А,	-	Гусеничный или колесный трактор	2,05	203-плотность почвы	-	-	-	-	6,03 (для трактора)	-	-	-

Суммарное тяговое усилие, развиваемое лебедками дреноукладчика и тягача, с применением полиспаста — 720 кН.

С помощью оборудования Баджер Майнер можно также производить укладку методом "затаскивания" жестких или полужестких труб диаметром до 300 мм. При этом труба втягивается в кротовину, образованную предварительным проходом рабочего органа дреноукладчика.

Дреноукладчик Баджер Мэйцвер (табл. 5) — более тяжелая машина, пригодная для строительства дренажа в зоне орошения, позволяет укладывать гибкие пластмассовые трубы диаметром до 200 мм на глубину до 2,75 м. Базой для рабочего оборудования является гусеничный трактор ВТД-20 мощностью 100 кВт. Пассивный рабочий орган, выполненный в виде ножа-стойки, наклонен вперед по ходу движения машины и имеет плоскую режущую кромку. Внутри ножа имеется желоб для подачи гибких пластмассовых труб на дно прорезаемой щели. С помощью специальной рамы рабочий орган крепится к трактору, а заглубление и выглубление его обеспечивается гидроцилиндром. Передний конец рамы шарнирно крепится к балке трактора, на которой расположена лебедка с гидроприводом. Гидроцилиндр одним концом закреплен на раме рабочего органа, а другим соединен с корпусом заднего моста трактора. Большая ширина ножа и длина нижней опорной поверхности позволяют гидроцилиндру при работе находиться в плавающем положении. При этом вертикальное усилие резания и вес ножа распределяется между трактором и нижней поверхностью ножа, опирающегося на дно щели.

При укладке дрена на полную глубину (2,75 м) машина перемещается под действием собственных лебедок и якорного устройства, установленного впереди по трассе. Лебедка приводится в действие с помощью гидромоторов, развивая усилие на тросе 18,2 т с максимальной скоростью 40 м/мин и минимальной — 10 м/мин. При работе в тяжелых грунтах с дреноукладчиком используется якорный тягач "Сайтхаслер", также смонтированный на тракторе ВТД-20, в этом случае тяговое усилие достигает 150 т. Тягач имеет лебедку с гидроприводом. Силовое оборудование лебедки и барабан установлены

на раме трактора, вилчатый конец которой шарнирно крепится к лонжеронам трактора, а второй — с помощью двух гидроцилиндров — к корпусу трактора. В передней части охватывающей рамы имеется плита и два зуба, удерживающие тросы при буксировании дренаукладчика. Зубья перемещаются вдоль своих осей перпендикулярно охватывающей раме, что позволяет в зависимости от тяговых сопротивлений дренажной машины менять величину заглубления от 1 до 2 м. Подъем и опускание охватывающей рамы вместе с якорным устройством и лебедкой обеспечивается гидроцилиндрами. Вес троса 26,4 т, ширина 3,83 м; ширина траков 812 мм, длина опорной поверхности 2,7 м. Длина троса 107 м, диаметр 22,2 мм. Дневная производительность при работе одного дренаукладчика 9,1 км труб диаметром 100 мм, а в комплекте с тросом 1,8...3 км. Дренаукладчик Бацкер Мейцкер позволяет также укладывать методом "затаскивания" жесткие и полужесткие трубы диаметром до 600 мм.

Дренаукладчик Бацкер Клейтон (табл. 5) предназначен для укладки пластмассовых дренажных труб диаметром до 150 мм на глубину до 1,7 м в зоне осушения. Рабочее оборудование смонтировано на базе четырехколесной несамоходной пневмоколесной тележки и включает в себя рабочий орган с наклоненной вперед плоской режущей кромкой, трубоукладчик со спускным желобом и бункер для сыпучего фильтроматериала. Рабочий орган с помощью штифтов крепится к балке, передний конец которой шарнирно связан с рамой ходовой системы, имеющей две оси с независимой подвеской. Поднимается и опускается рабочий орган с помощью гидроцилиндров. Привод гидроборудования дренаукладчика осуществляется от установленного на нем двигателя мощностью 22 кВт. Вес машины 4,02 т.

Работает дренаукладчик в паре с якорным тросом "Роторам", базой которого является колесный трактор "Мьюир Хилл" мощностью 93 кВт, имеющий гидромеханический привод на все колеса. Якорное устройство, снимающее нагрузку с трактора при работе лебедки, состоит из двух зубьев и прижимной плиты. Поднимается и опускается якорь с помощью гидросистемы трактора. Длина тягового троса 108 м, диаметр 26 мм; вес троса 8,75 т. Тяговая лебедка развивает усилие 280 кН при скорости троса 12 м/мин. Максимально возможная скорость троса составляет 45 м/мин, но при этом тяговое усилие не превышает 70 кН. При работе дренаукладчика в тяжелых грунтах используется полиспаст, при этом тяговое усилие лебедки удваивается.

Дреноукладчик Баджер Линкикс (табл 5) предназначен для укладки дренажа из гибких пластмассовых дренажных труб диаметром до 110 мм на глубину до 2,2 м. Рабочее оборудование монтируется на гусеничных тракторах типа Катерпиллер Д-8, Интернэшнл Харвестер ТД-25 или Аллис Чалмерс НД-21 мощностью 165...239 кВт и массой 20...27 т. Оно включает в себя режущий нож, трубоукладчик, крановое оборудование и противовес. Масса оборудования 12,6 т, а вместе с базовой машиной 32,6...39,6 т. Тяговое сопротивление рабочего органа в зависимости от ширины ножа, глубины укладки и грунтовых условий изменяется от 200 до 600 кН (рис.6). Тяговое усилие, развиваемое на первой передаче, в зависимости от базовой машины составляет 300...500 кН, дневная производительность достигает 11 км.

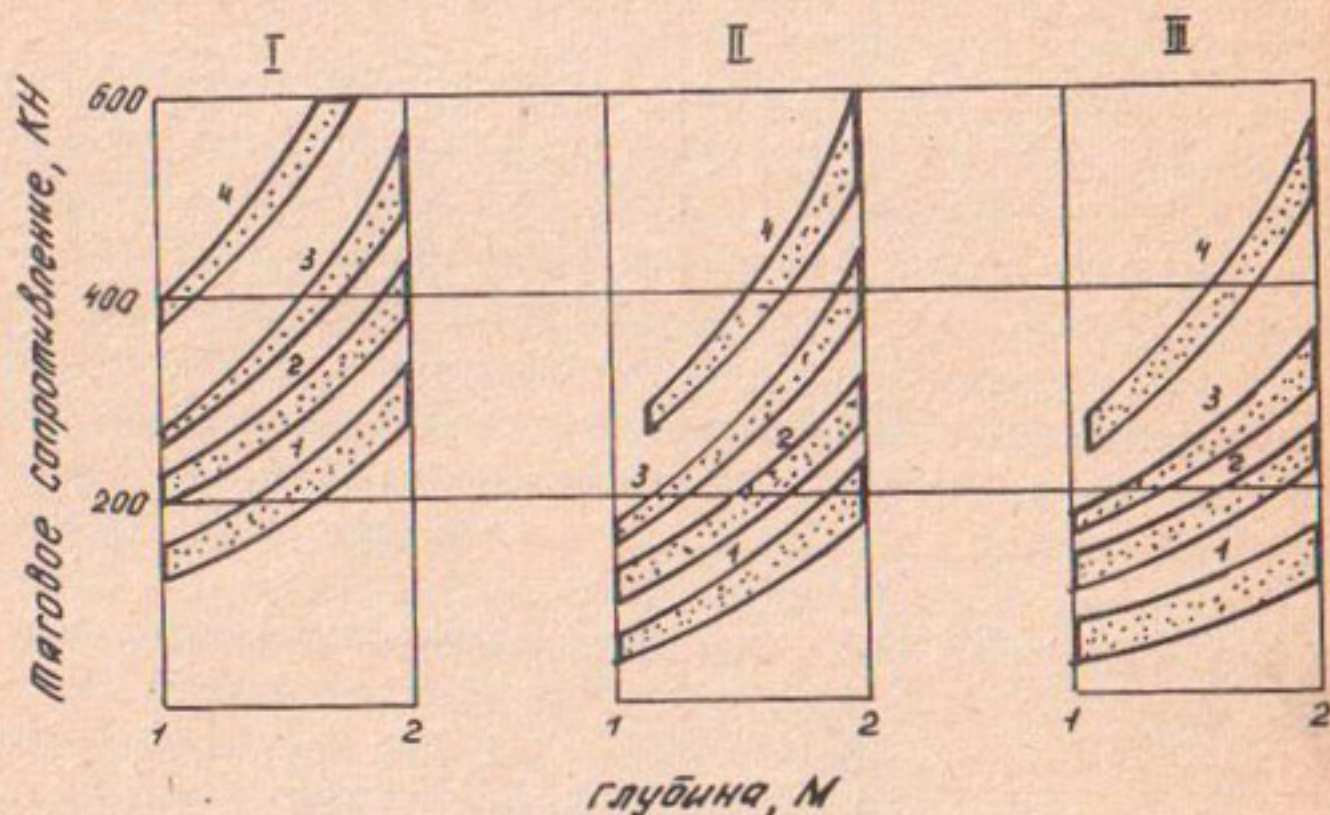


Рис. 6. Тяговое сопротивление дреноукладчика "Баджер Линкикс" (Англия): 1, 2, 3, 4 - ширина ножа соответственно 60, 110, 160 и 300 мм; I - связный грунт; II - несвязный грунт; III - ил

Регулирование глубины укладки дрена на машинах системы Баджер может осуществляться с помощью лазерной системы "Лазерплейн-систем".

В комплект машин "Баджер" входит также полуприцепной погрузчик с боковым транспортером, агрегатируемый с колесным трактором. Он позволяет производить загрузку бункера дреноукладчика сыпучим фильтроматериалом без остановок в процессе работы.

Другая английская фирма "Бруфф" является разработчиком и изготовителем моделей бестраншейных дренаукладчиков TG -1, TG -3, TG -4, TG -5. Дренаукладчик TG -1 (табл. 5) предназначен для укладки керамических труб диаметром до 100 мм или пластмассовых до 120 мм на глубину до 1,2 м. Конструктивно он несколько схож с дренаукладчиком Бацвер Клейтон и представляет собой тележку на двухколесном пневмоходу, на которой монтируется рабочее оборудование, включающее рабочий орган, бухтодержатель, дизельный двигатель мощностью 3 кВт, гидрооборудование и тяговый механизм в виде лебедки с полиспастом. Лебедка обеспечивает тяговое усилие до 100 кН. В качестве якоря используется колесный трактор с анкерным устройством. При работе дренаукладчик опирается на опорные лыжи, а колеса переводятся в верхнее положение. Заданный уклон выдерживается оператором с помощью визиров. Конструкция обеспечивает возможность защиты укладываемых труб плоским синтетическим или объемным сыпучим фильтроматериалом.

Дренаукладчик TG -3 смонтирован на базе полноприводного колесного трактора мощностью 84 кВт, имеющего мощный лебедочный привод, и обеспечивает возможность укладки керамических или пластмассовых дренажных труб диаметром соответственно до 150 и 200 мм на глубину до 1,65 м (табл. 5). Тяговая лебедка смонтирована впереди базового трактора и развивает усилие до 120 кН (без применения полиспаста). В качестве якоря используется трос ДС-3 фирмы Торнтон-Гарнет с анкерным устройством. Конструкция дренаукладчика обеспечивает возможность защиты укладываемой трубы как синтетическим, так и сыпучим фильтроматериалом, для чего в задней части трубоукладчика имеется приемный бункер. Заданный уклон выдерживается оператором с помощью визиров.

Дренаукладчик TG -4 является самоходной, полностью гидрофицированной машиной на гусеничном ходу и позволяет закладывать дренаж в зоне осушения из керамических труб диаметром до 150 мм, пластмассовых до 200 мм на глубину до 2,1 м (табл. 5). Мощность двигателя базовой машины 170 кВт. Она имеет отдельный гидростатический привод каждой гусеницы, что обеспечивает возможность бесступенчатого регулирования рабочей скорости в пределах 0...2,73 км/ч в I диапазоне и 0...5,47 км/ч во II диапазоне скоростей. Предусмотрена возможность установки траков гусе-

ниц шириной 508, 760 и 915 мм. На уширенных траках удельное давление машины на грунт составляет 0,035 МПа, что расширяет возможности ее работы на грунтах с малой несущей способностью.

В передней части машины установлена тяговая лебедка с гидродrive. Максимальное тяговое усилие, развиваемое дреноукладчиком с использованием дополнительной тяги лебедки, достигает 560 кН. В комплект поставки входит анкерное устройство, которое навешивается сзади гусеничного трактора, выполняющего роль якоря при работе с лебедочной тягой. Длина тягового троса лебедки 122 м, диаметр 19 мм.

Рабочее оборудование включает в себя вертикальный нос-стойку, снабженный на конце плоскостаточным лемехом, трубоукладчик и бункер для подачи сыпучего фильтроматериала. Шарнирное крепление рабочего органа обеспечивает его вертикальное положение при поперечном уклоне до 10° . Модель TG-4 явилась одной из первых машин, где кабина оператора вынесена на раму рабочего органа. Это способствует лучшему визуальному контролю за процессом укладки. Выдерживание заданного уклона осуществляется здесь с помощью визиров, однако, возможна установка лазерной системы регулирования глубины. Укладываемые трубы защищаются песчано-гравийным или синтетическим фильтроматериалом.

Дреноукладчик TG-5 является последней моделью фирмы "Бруфф" (табл. 5). От модели TG-4 он отличается более мощным двигателем, закрытой кабиной, дополнительным бункероносителем. Все машины этой модели оснащаются лазерными системами выдерживания заданного уклона.

Для работы в комплекте с бестраншейными дреноукладчиками фирма "Бруфф" выпускает погрузчик Грейвел Трейлер с боковым транспортером, который может поворачиваться на 180° . Вместимость бункера погрузчика с увеличенными бортами до 4 м^3 , грузоподъемность до 5,25 т; высота выгрузки до 1,25 м. Агрегатируется погрузчик с колесным трактором мощностью 44 кВт.

Гидрофицированный дреноукладчик Беллер Дреномат (Австрия), (рис. 7) предназначен для укладки дрена из керамических и пластмассовых труб диаметром до 140 мм на глубину до 1,5 м. Он экспортируется в СССР, Францию, ФРГ (табл. 5).

Базой для машины служит гусеничный трактор Д-7 фирмы "Катерпиллер" с дизельным двигателем BEL-143 фирмы "Форд" (модель 270ET) мощностью 105 кВт. Гидропривод обеспечивает возможность бесступенчатого регулирования рабочей скорости в пределах $0 \dots 1,8 \text{ км/ч}$ и транспортной скорости в пределах $0 \dots 6 \text{ км/ч}$.

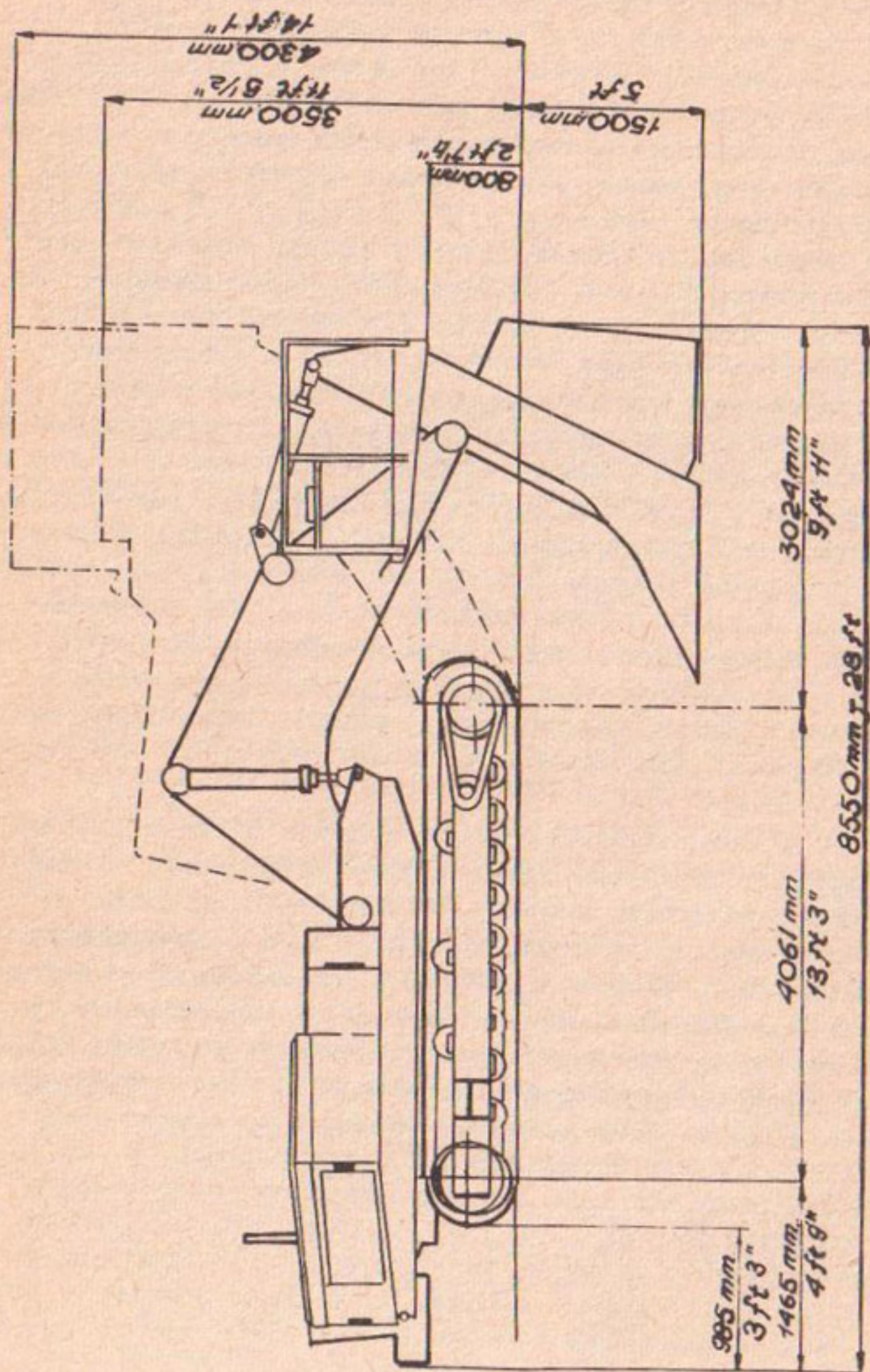


Рис. 7. Схема дрепоукладчика "Беллер Дренсмаг" (Австрия)

Рабочий орган дренаукладчика имеет маятниковую навеску, которая образуется рамой, шарнирно прикрепленной передней частью к базовому трактору, а в центре опирающейся на штоки двух гидроцилиндров, находящихся при работе в плавающем положении. Два других гидроцилиндра изменяют наклон нога относительно рамы, чем достигается необходимый заглубляющий или выглубляющий момент. Угол наклона режущей кромки рабочего органа шириной 180 мм плавно изменяется от 25° у носка до 65° в верхней части. Перед рабочим органом между гусеницами установлен дисковый нож-дернорез. Сменное трубоукладочное оборудование позволяет устраивать защиту укладываемых керамических или пластмассовых дренажных труб как синтетическим, так и естественным сыпучим фильтроматериалом. В процессе работы пластмассовая труба поступает в трубоукладчик с катушки, расположенной спереди и сбоку базового трактора. Запас керамических дренажных труб в объеме на 150 м диаметром 70 мм или на 100 м диаметром 80 мм находится на специальной платформе, расположенной на рабочем органе или базовом тракторе. В спускной лоток керамические трубы подаются рабочим вручную. Трубы в лотке при необходимости застопориваются специальным устройством. На слабых грунтах под керамические трубы во избежание их проседания подкладывается пленка, разматываемая с катушки. Выдерживание заданного уклона осуществляется с помощью визиров или лазерной системы "Сименс" (ФРГ).

В ФРГ наибольшее распространение получили бестраншейные дренаукладчики, выпускаемые фирмами "Хюес" и "Корнелиус". Бестраншейные дренаукладчики типа Титан фирмы "Хюес" (табл. 5) предназначены для строительства дренажа из пластмассовых труб диаметром 95...100 мм на глубину 1,7...1,9 м (рис. 8). Созданы они на базе гидрофицированных машин с удлиненно-уширенным гусеничным ходом, оказывающим удельное давление на грунт в пределах 0,031 МПа. У всех дренаукладчиков фирмы "Хюес" кабина машиниста вынесена на раму рабочего органа, что улучшает обзор оператора. Режущая кромка рабочего органа плоская, она на 5...6 см шире, чем тело нога. Угол резания нижней части рабочего органа составляет $25...30^{\circ}$. Для разрезания дернового покрова впереди рабочего органа имеется черенковый нож. Дренаукладчики оборудованы лазерными системами поддержания заданного уклона, выпускаемыми фирмой "Спектра физикс" (США). Сменная выработка дренаукладчиков достигает 3 км.

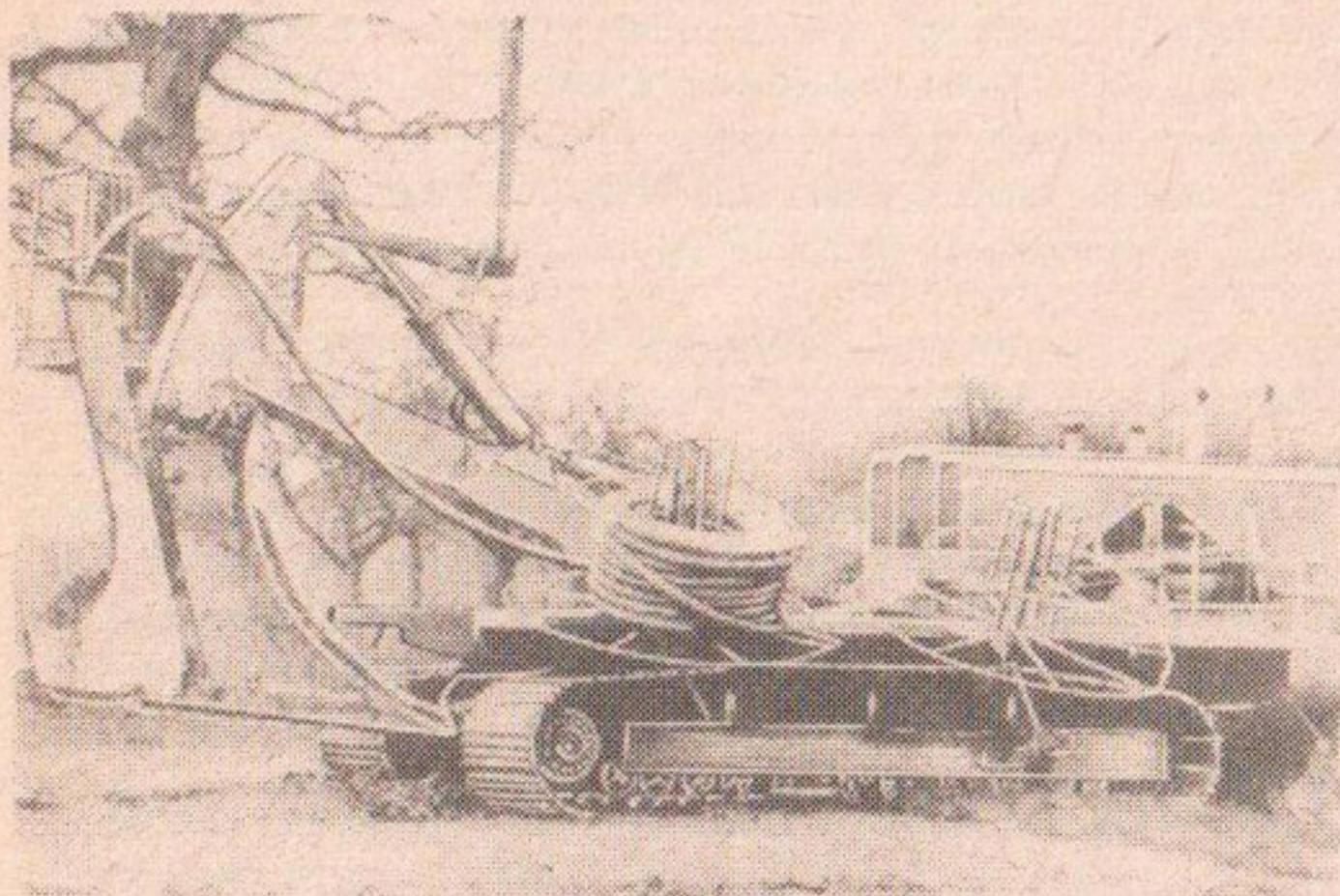


Рис. 8. Дреноукладчик "Хоес 784" (ФРГ)

Дренажные плуги N/P фирмы "Корнелиус" предназначены для укладки дренажа из пластмассовых труб диаметром до 160 мм на глубину до 2 м (табл. 5). В качестве базовых машин используются гусеничные тракторы в обычном или болотоходном исполнении мощностью 136...162 кВт, а также колесные тракторы мощностью до 235 кВт. Гидромеханическая трансмиссия базовых машин обеспечивает возможность бесступенчатого регулирования рабочих и транспортных скоростей в широком диапазоне. Рабочий орган представляет собой вертикальный нож-стойку, на конце которой имеется лемех с углом резания 22° . На некоторых моделях дреноукладчиков для снижения усилия резания рабочему органу через рычажно-шарнирную систему сообщаются вибрационные колебания в плоскости резания. В комплект рабочего оборудования также могут входить дыхлитель, устанавливаемый сверху и спереди ножа дреноукладчика, бункер для подачи сыпучего фильтроматериала (гравий, стиромуль), сменный нож для работы в каменистых грунтах, имеющий два расположенных один над другим зуба с углами резания 50° , режущая кромка которых наплавлена износостойким сплавом. Нож имеет стреловидные открывки-стабилизаторы (рис. 4).

В процессе работы сыпучий фильтроматериал подается в бункер дренаукладчика боковым транспортером прицепного погрузчика, а стирмульт, упакованный в полиэтиленовые мешки - вручную. Задаваемая глубина укладки выдерживается с помощью дистанционного радиоуправления или лазерной системы. Производительность одной машины, обслуживаемой бригадой из трех человек, может достичь 15 км в день.

Западногерманская фирма "Олеманн" выпускает бестраншейный дренаукладчик Олеманн Гигант I, предназначенный для укладки дренажа из пластмассовых труб диаметром до 120 мм и глубину до 2,2 м (табл. 5). Базой для машины служит гусеничное шасси собственного изготовления с раздельным гидростатическим приводом каждой гусеницы. Восемьцилиндровый дизельный двигатель Дойц типа Ф8Л 413 с воздушным охлаждением мощностью 147 кВт обеспечивает машине тяговое усилие 100...300 кН при рабочей скорости 2700...900 м/ч.

Рабочий орган V-образной формы образован двумя наклонными друг к другу под углом 45° ножами, соединенными на конце дренаером. Гидроцилиндры навески обеспечивают управление рабочим органом в горизонтальной, вертикальной и поперечной плоскостях.

В процессе работы пластмассовая труба поступает с одного из двух наклонных барабанов, установленных сбоку машины, и затем через полость в одном из ножей и соединяющий ножи дренаер она опускается в грунт. Вертикальная составляющая силы резания грунта рабочим органом дренаукладчика достигает 10 т. Это обеспечивает машине хорошие сцепные качества.

Бестраншейный дренаукладчик Разант, выпускаемый фирмой "Антон Мехрингс" (табл. 5), предназначен для укладки дренажа как из керамических, так и пластмассовых труб диаметром 80...200 мм на глубину до 2,1 м. Базовая машина имеет бесступенчатый гидропривод; рабочие скорости изменяются в пределах 0...2,5 км/ч, а транспортные - в пределах 0...5,2 км/ч. На машине устанавливается двигатель Дойц (106 кВт) или Мерседес Бенц (132 кВт).

Рабочий орган навешивается с помощью фермы, передний конец которой шарнирно крепится близко к центру опорных тележек. Гидросистема навески обеспечивает возможность изменения угла резания рабочего органа, передняя кромка которого имеет вогнутую саблевидную форму с плоской в нижней части лобовой поверх-

ностью. Конструкцию трубоукладчика позволяет применять различные типы защитно-фильтрующего материала. Управление машиной вынесено в кабину, расположенную на ферме рядом с рабочим органом.

Широкую известность приобрели бестраншейные дренаукладчики, выпускаемые голландскими фирмами "Барт" и "Стеенберген Голланд-прейн". Фирма "Барт" производит модели бестраншейных дренаукладчиков TL-7IS, TL-75, TL-80, TL-80M, TL-82, TL-*Excalibur* (рис. 9, табл. 5). Дренаукладчик TL 7IS предназначен для строительства керамического или пластмассового дренажа из труб диаметром до 120 мм на глубину 1,8 м. В качестве базовой машины используется гусеничный тягач. Трансмиссия машины гидродинамическая с гидротрансформатором. Установленный на машине двигатель мощностью 107 кВт обеспечивает рабочую скорость до 3,4 км/ч и транспортную до 4,25 км/ч. На дренаукладчике установлена тяговая лебедка с гидроприводом. Длина гусеничных тележек 6,6 м.

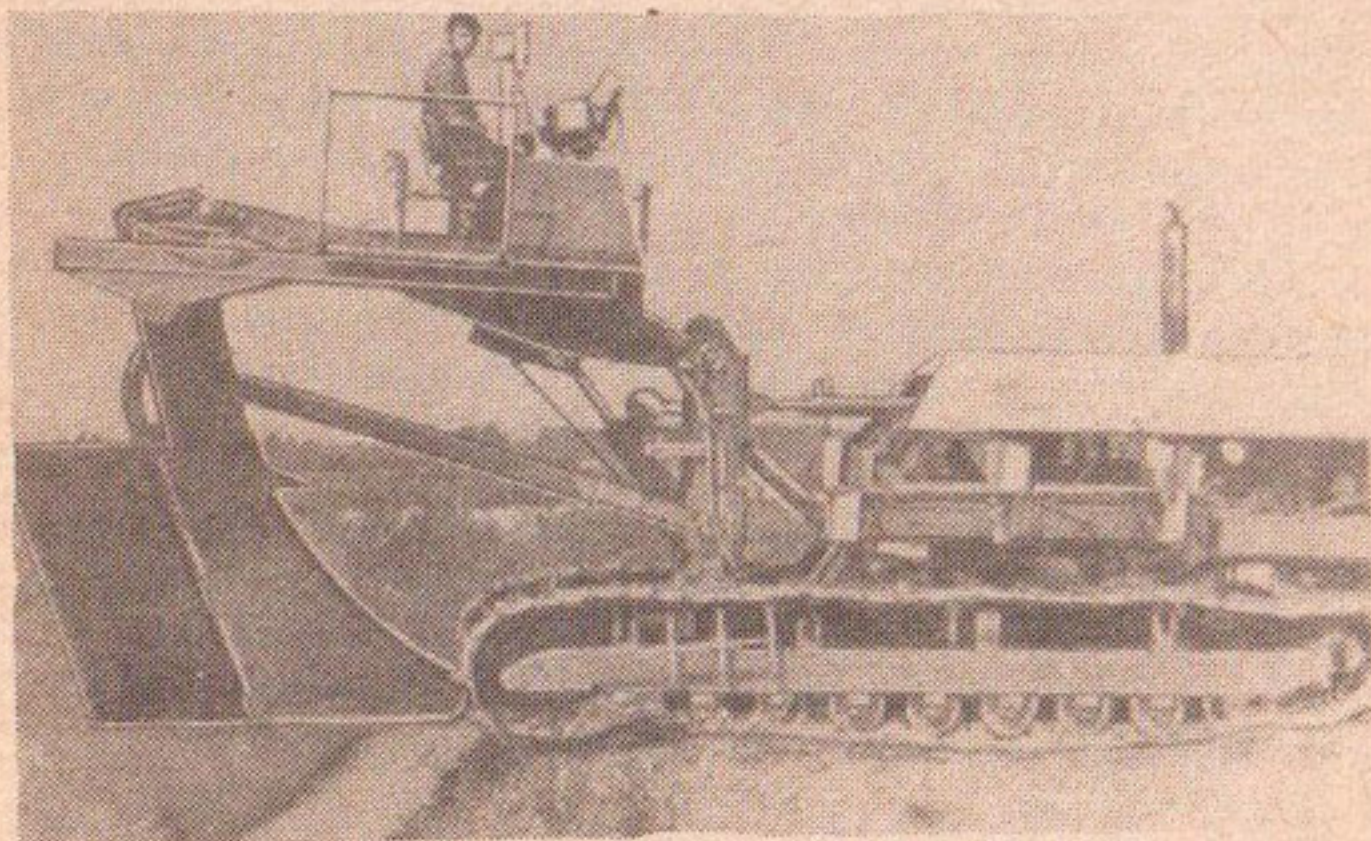


Рис. 9. Дренаукладчик "Барт" (Голландия)

Рабочий орган к базовой машине крепится с помощью параллелограммной навески и вертикального шарнира, улучшающего маневренность машины при работе. Режущая кромка рабочего органа

имеет вогнутую саблевидную форму с углом заострения в нижней и средней части 180° . Ближе к открытой поверхности на ней имеется острозаточенный рассекаТЕЛЬ.

Модели дренаукладчиков TL-75, TL-80, TL-80M предназначены для укладки пластмассовых дренажных труб диаметром 150...250 мм на глубину до 2 м (табл. 5). Базовые машины имеют ходовое оборудование от тракторов фирмы "Катерпиллер". Предусмотрена возможность установки усиленного гусеничного хода. Машины имеют бесступенчатую гидростатическую трансмиссию с отдельным приводом каждой гусеницы. Конструкция рабочего органа этих машин аналогична таковой на дренаукладчике TL-7IS.

Последними моделями, разработанными фирмой "Барт", являются бестраншейные дренаукладчики TL-*Excalibur* и TL-82. Эти машины имеют ходовое оборудование от тракторов "Катерпиллер" Д6 и Д7. Бесступенчатый гидростатический привод каждой гусеницы обеспечивает машинам скорость до 2,65 км/ч вперед и назад. Развиваемое тяговое усилие достигает 370 кН для машины TL-*Excalibur* и 486 кН для машины TL-82. Традиционная компоновка бестраншейных дренаукладчиков предыдущих моделей в машинах TL-*Excalibur* и TL-82 несколько изменена. Кабина оператора крепится с помощью вертикального шарнира с левой стороны портала и при работе устанавливается перпендикулярно продольной оси машины, а при переездах — вдоль продольной оси машины.

Рабочий орган навешивается с помощью удлиненной параллелограммной навески. Вогнутая саблевидная режущая кромка рабочего органа лишена в верхней части острозаточенного рассекаТеля, имеющегося у предыдущих машин серии TL.

Конструкция рабочего оборудования бестраншейных дренаукладчиков фирмы "Барт" предусматривает укладку пластмассовых труб, предварительно разложенных вдоль трасс дрен. Выдерживание заданного уклона на дренаукладчиках серии TL осуществляется с помощью лазерных систем в основном сканирующего типа.

Другой голландской фирмой "Стеенберген Голландпрейн" созданы следующие конструкции бестраншейных дренаукладчиков: GSX-стандарт, GSX-супер, GSX-Н.Д., BSX, GSY (рис. 10, 11, табл. 5).

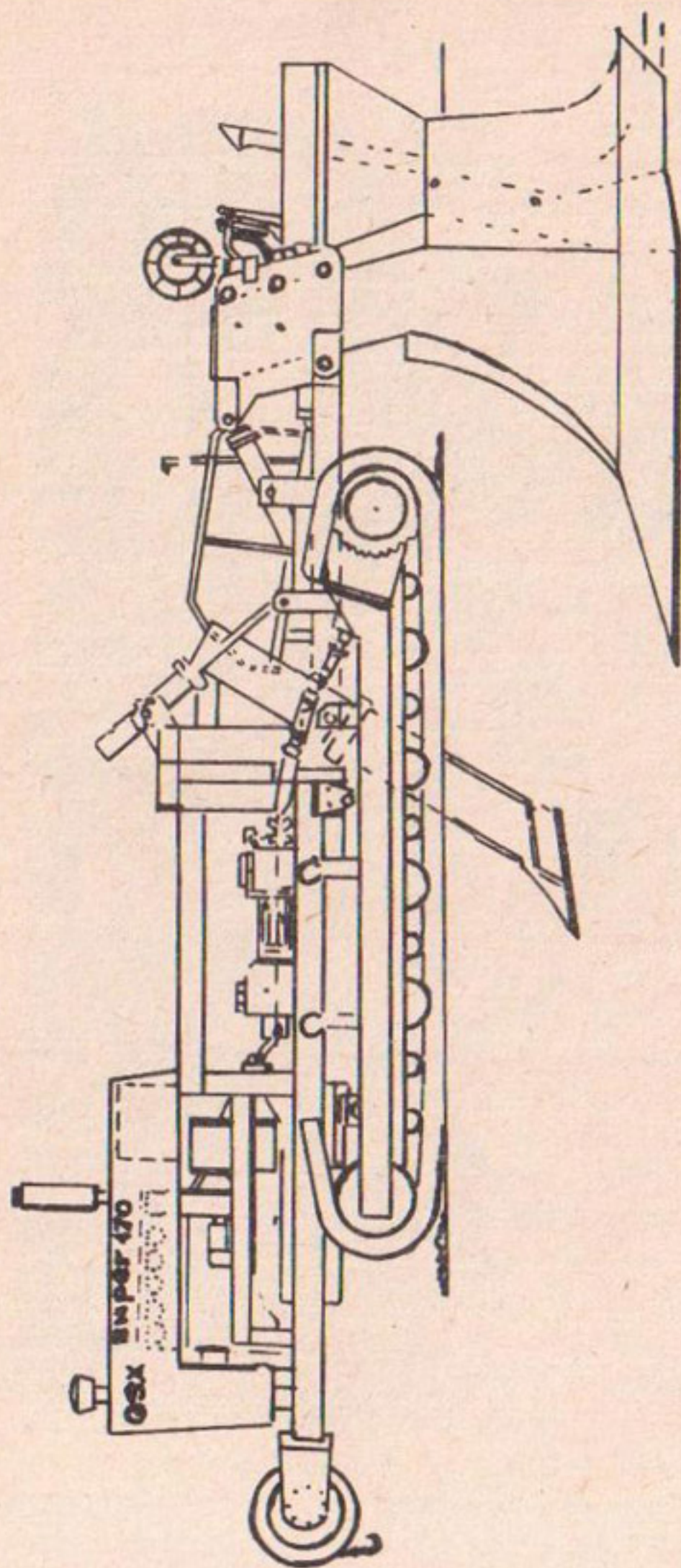


Рис.10. Схема преноуклацника "GSH-супер" (Голландия)

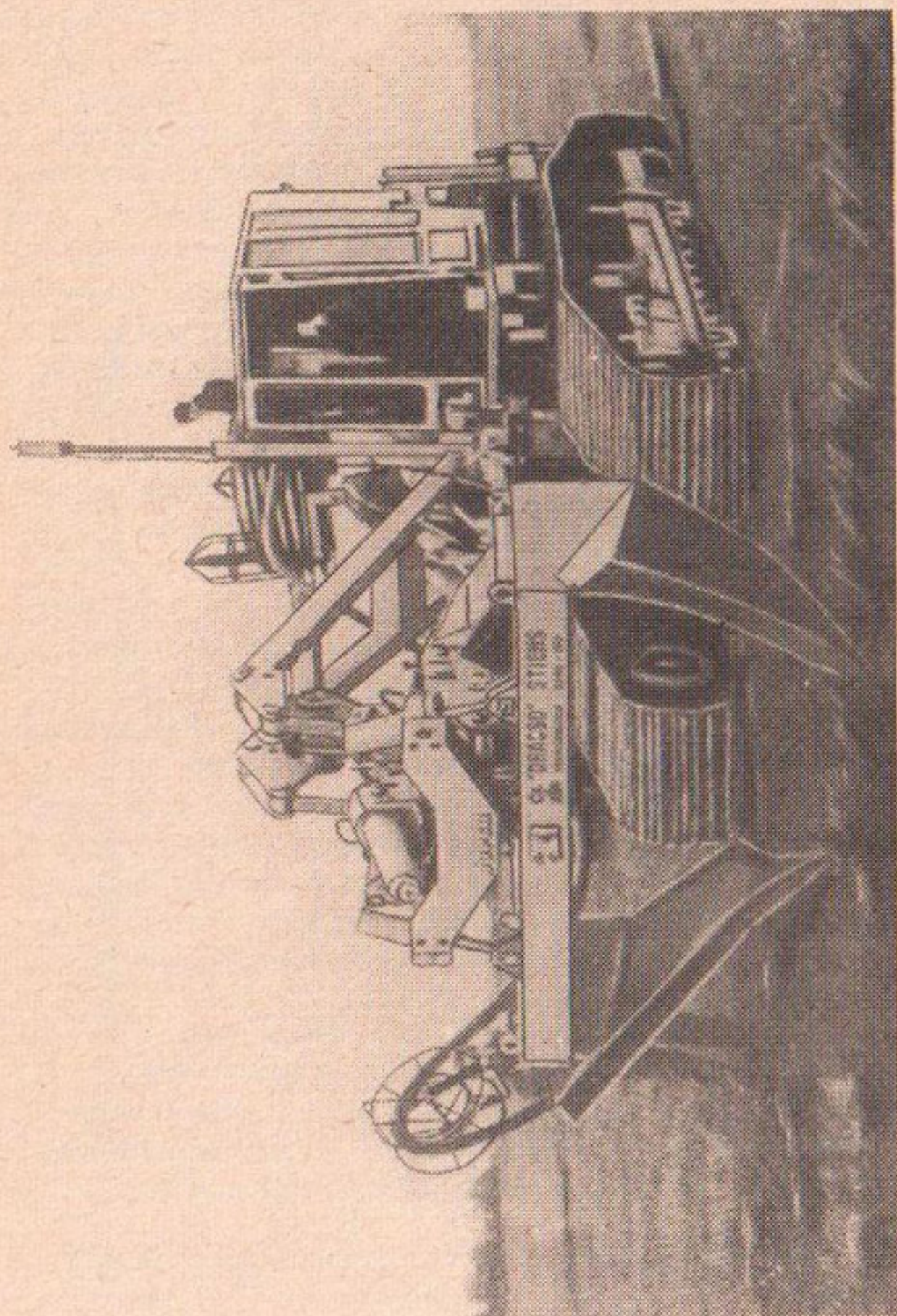


Рис. II. Дреноукладчик "GSH-супер пелта" (Голландия)

Дреноукладчик *GSX* -стандарт и его модификации предназначены для укладки пластмассовых дренажных труб диаметром до 150 мм на максимальную глубину до 1,6 м. Ходовое оборудование - от трактора Д4 фирмы "Катерпиллер", удельное давление гусеничного движителя на грунт составляет 0,03 МПа. Гидростатическая трансмиссия обеспечивает бесступенчатое регулирование рабочей скорости в диапазоне 0...2,4 км/ч и транспортной - в диапазоне 0...5,3 км/ч. Машина приводится в движение от четырехтактного шестицилиндрового дизельного двигателя мощностью 148 кВт. Рабочий орган крепится к базовой машине с помощью консольной рамы, способной опускаться и подниматься с помощью двух гидроцилиндров. Два других гидроцилиндра позволяют наклонять рабочий орган в продольной плоскости и менять тем самым угол резания. Рабочее место оператора вынесено на рабочий орган. Конструкция плоской саблевидной режущей кромки рабочего органа позволяет производить замену режущих и трущихся элементов по мере их износа. Регулирование уклона осуществляется с помощью лазерной системы контроля или оператором по визирам.

Дреноукладчик *GSX* -супер позволяет укладывать пластмассовые дренажные трубы диаметром 100 мм на глубину до 1,8 м. Гусеничный движитель от трактора Д6 с шириной гусениц 71 см и длиной опорной поверхности 6,15 м обеспечивает удельное давление в пределах 0,034 МПа. Двигатель мощностью 208 кВт позволяет машине развивать рабочую скорость до 2,6 км/ч и транспортную до 5,45 км/ч. Гидростатическая трансмиссия обеспечивает бесступенчатое регулирование рабочей и транспортной скоростей. Навеска рабочего оборудования аналогична навеске дреноукладчика *GSX* -стандарт. Режущая кромка рабочего органа отличается наличием двух участков: нижний - плоский, с углом резания 20° и верхний - острозаточенный, саблевидной формы. Спереди рабочего органа дреноукладчика может быть установленрыхлитель, который крепится между опорными тележками гусениц. Максимальная глубина рыхления - 1,2 м. На раме машины устанавливается гидравлическая лебедка, развивающая тяговое усилие до 200 кН. Конструкция дреноукладчика предусматривает возможность защиты дренажных труб песчано-гравийным фильтроматериалом. Выдерживание заданного уклона осуществляется с помощью лазерной системы регулирования.

Дреноукладчик *GSX* -Н.Д. предназначен для укладки пластмассовых дренажных труб диаметром до 200 мм на глубину до 1,8 м

в тяжелых грунтах. Базовая машина имеет ходовое оборудование трактора Д6 фирмы "Катерпиллер". Гусеницы шириной 71 см обеспечивают удельное давление в пределах 0,031 МПа. Двигатель мощностью 176 кВт позволяет машине развивать рабочую скорость до 2,1 км/ч и транспортную – до 5,3 км/ч. Гидравлическая трансмиссия обеспечивает бесступенчатую регулировку рабочей и транспортной скоростей во всем диапазоне. Машина имеет повышенные сцепные качества за счет развитых грунтозацепов, устанавливаемых на расстоянии нескольких траков один от другого. Установленная на раме машины тяговая лебедка с гидроприводом обеспечивает тяговое усилие 200 кН.

Конфигурация рабочего органа аналогична таковой на дренаукладчике *GSX*-супер. Выдерживание заданного уклона здесь осуществляется также с помощью лазерной системы регулирования. По данным фирмы, производительность машины превышает 5 км дренажа в день.

Одной из последних моделей бестраншейных дренаукладчиков, разработанных фирмой "Стеенберген Голландпрейн", явился дренаукладчик *GSY*-супер дельта с *V*-образной формой рабочего органа, предназначенный для укладки пластмассовых дренажных труб диаметром до 100 мм на глубину до 2,0 м. Базовая машина имеет ходовое оборудование трактора Д6 фирмы "Катерпиллер". На машине устанавливается четырехтактный дизельный двигатель OM 403 фирмы "Мерседес Бенц" мощностью 220 кВт. Гидромеханическая трансмиссия обеспечивает бесступенчатое регулирование рабочей скорости в пределах 0...2,4 км/ч и транспортной – в пределах 0...5,1 км/ч. Масса машины составляет 27...30 т; удельное давление на грунт при уширенных гусеницах – 0,037...0,041 МПа. Рабочий орган *V*-образной формы оборудован двумя ногами, соединенными внизу цренером. В левом ноге имеется спускной лоток для подачи гибкой дренажной трубы, которая выходит через цренер. Режущие поверхности рабочего органа износостойкие. К базовой машине рабочий орган крепится с помощью параллелограммной навески. Гидроцилиндры навески обеспечивают изменение положения рабочего органа в продольной, поперечной и горизонтальной плоскостях. В процессе работы пластмассовая труба подается из бухт, установленных на двух бухтодержателях, которые расположены слева по ходу машины. Выдерживание заданного уклона осуществляется с помощью лазерной системы сканирующего типа.

Дреноукладчик ВСХ-супер – наиболее мощная машина, выпускаемая фирмой "Стеенберген Голланддрейн", позволяющая укладывать трубы диаметром до 250 мм на глубину до 2,1 м. Базовая машина имеет ходовое оборудование от трактора Д7 фирмы "Катерпиллер". Длина опорной поверхности гусениц 6,5 м. В движение машина приводится дизельным двигателем мощностью 280 кВт (380 л.с.). Раздельный гидромеханический привод обеспечивает среднюю рабочую скорость 2,3 км/ч. При укладке труб небольшого диаметра на глубину 100...150 см рабочая скорость достигает 7 км/ч, а при укладке труб максимального диаметра (250 мм) на полную глубину (2,1 м) – 1,2 км/ч. Масса машины 36 т. Машина такого класса укладывает 1500 км дрен за год.

Помимо перечисленных машин в Голландии создан бестраншейный дреноукладчик с Y-образным рабочим органом.

Для строительства дренажа бестраншейным способом в ГДР разработаны следующие машины (рис. 12, табл. 5): дреноукладчик "Мелиомат Стандарт В710-Д/01", предназначенный для укладки дренажных труб диаметром до 60 мм на глубину до 1,3 м; дреноукладчик "Мелиомат Универсал В710-С/02", позволяющий укладывать керамические трубы диаметром 50 мм или пластмассовые диаметром 60 мм на глубину до 1,4 м; дреноукладчик "Мелиомат Универсал В710-А/11", позволяющий при той же глубине строить дренажи из керамических или пластмассовых труб диаметром до 150 мм.

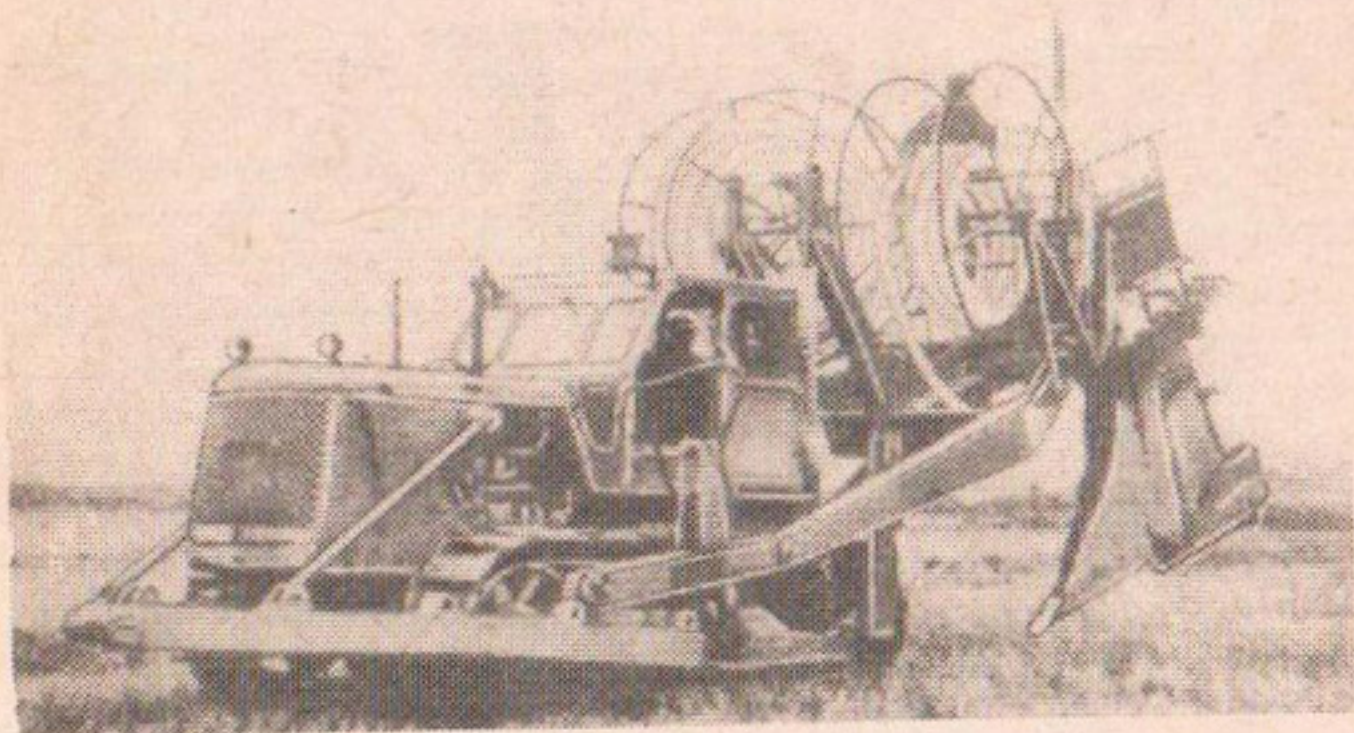


Рис. 12. Дреноукладчик "Мелиомат" (ГДР)

Рабочий орган имеет плоскую декущую кромку с углом резания 35° и крепится на раме, охватывающей трактор, с помощью маятниковой навески. Передний конец навески шарнирно соединен с коленчатым рычагом. Последний с помощью гидроцилиндра поворачивается вокруг шарнира, закрепленного на раме трактора. Другой гидроцилиндр служит для перевода рабочего органа в транспортное положение, а при работе находится в плавающем положении. Гидроцилиндры, воздействуя на среднюю точку шарнирно-сочлененной рамы навески, обеспечивают самозаглубление или выглубление рабочего органа.

Контейнер с керамическими трубами размещается на рабочей платформе, закрепленной на охватывающей раме. Там же установлены два барабана для гибких пластмассовых труб. Разработан вариант установки крупногабаритного барабана. Дреноукладчики "Мелиомат" позволяют строить дренаж в грунтах I...II категории (2...5 классов по классификации ГДР). Высота отдельных неровностей не должна превышать 0,3 м, а поперечный уклон 8 %. При уплотненном или промерзшем верхнем слое почвы необходимо предварительное рыление трассы дрен. Использование тягача в сцепе с дреноукладчиком не рекомендуется ввиду перегрузки машины. Выдерживание заданного уклона осуществляется с помощью бескопидной системы или дистанционного радиоуправления. По сравнению с траншейными машинами дреноукладчики "Мелиомат" позволяют в 3...4 раза повысить производительность труда и на 30% сократить сроки строительства. В зависимости от условий работы годовая выработка машины составляет 640...1030 га. Производительность дреноукладчика "Мелиомат" зависит от длины дрены и категории грунта (рис. 13).

В Полюе бестраншейный способ строительства дренажа осуществляется в основном с помощью импортного оборудования — дренажных плугов фирмы "Корнелиус" (ФРГ), дреноукладчика "Мелиомат-Универсал" (ГДР). Среди машин собственного изготовления выделяется бестраншейный дреноукладчик JAR-160, предназначенный для укладки пластмассовых дренажных труб на глубину до 1,6 м (табл. 5). Базовая машина на гусеничном ходу с гидромеханическим приводом обеспечивает возможность работы на четырех скоростях. Рабочий орган имеет плоскую в нижней части саблевидную форму. К базовой машине он крепится с помощью портала, установленного шарнирно в средней части машины, и параллелограммной навески. В процессе работы пластмассовая труба подается на дно прорезаемой рабочим органом щели через полость в его задней части. Выдерживание заданного уклона осуществляется по визирам.

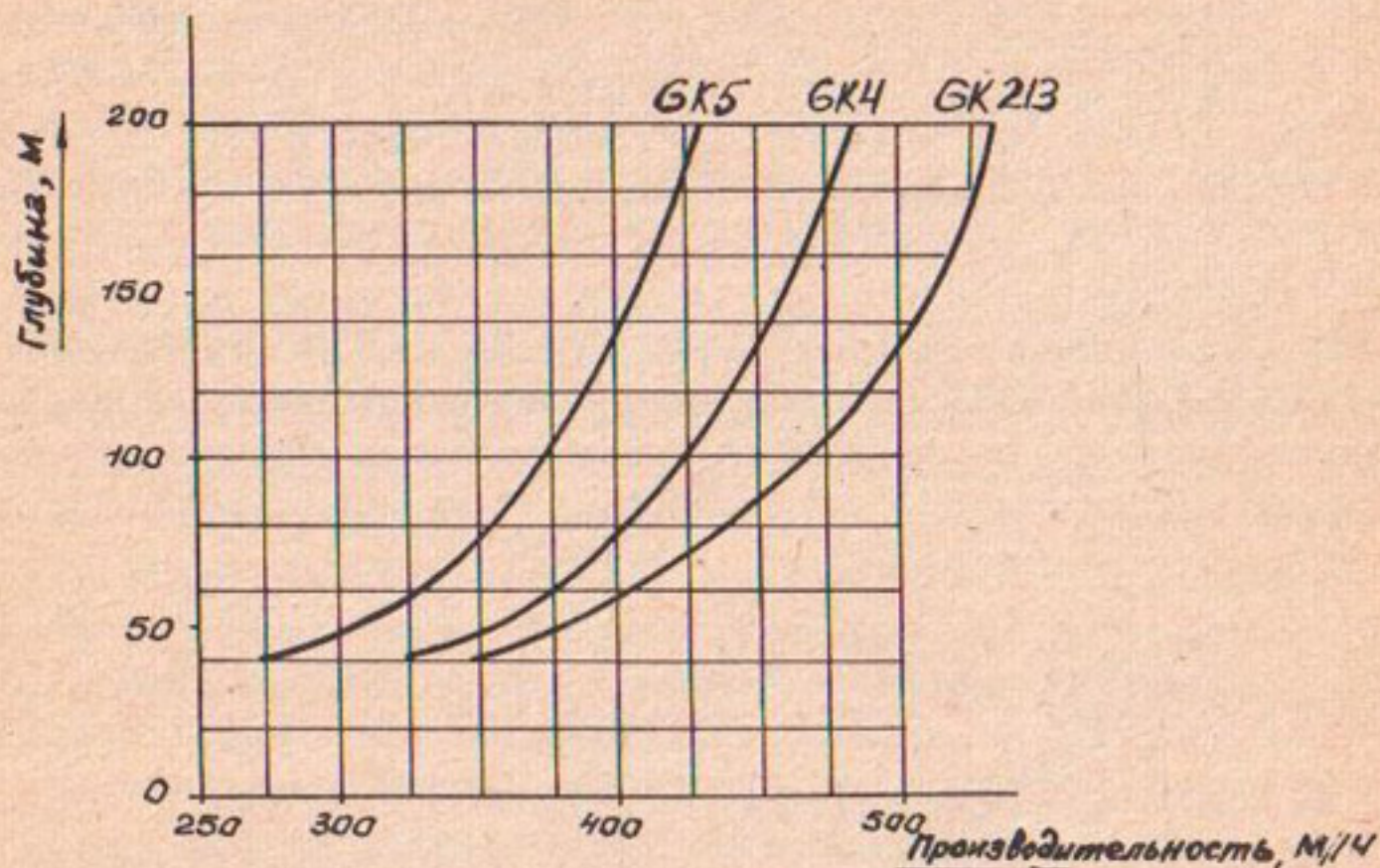


Рис. 13. Зависимость производительности дренаукладчика "Мелиомат" от длины дрен и категории грунта (по классификации ГДР)

Экскаваторное оборудование "Полдрен КД-20" (ПНР) позволяет укладывать пластмассовые дренажные трубы диаметром 50 мм на глубину 1,2 м и производить в процессе укладки засыпку труб сыпучим фильтроматериалом, загружаемым механизированно с прицепа. В качестве базовой машины используется трактор ТД-15 "Сталова Воля" или другие мощные гусеничные трактора. Рабочая скорость при укладке достигает 2,8 км/ч.

В Чехословакии строительство дренажа бестраншейным способом осуществляется с помощью импортного оборудования и машин собственного изготовления. В частности, используется бестраншейный дренаукладчик "Миневра-150" (ФРГ), предназначенный для укладки пластмассовых дренажных труб диаметром до 65 мм на глубину до 1,65 м (табл. 5). На базовую машину (гусеничный трактор мощностью 103 кВт с гидроприводом японского производства) навешивается дренаукладочное оборудование фирмы "Корнелиус". Рабочая скорость достигает 2,4 км/ч, а транспортная - 11 км/ч. Используется также бестраншейный дренаукладчик "Дреномат" (Австрия).

На базе тягача мощностью 360 кВт в Чехословакии создан собственный бестраншейный дренаукладчик ТКВД-120, предназначенный

для кладки керамических дренажных труб диаметром до 100 мм и пластмассовых до 80 мм на глубину до 1,25 м. Ширина гусениц дренаукладчика 580 мм, длина — 4425 мм, масса 24000 кг. Дренаукладчик имеет бункер вместимостью до 4000 шт. керамических труб диаметром 50 мм. Производительность машины составляет от 400 до 1000 м дренажа в час.

Во Франции фирма "Поклейн" выпускает две модели бестраншейных дренаукладчиков: SC-I50L для укладки пластмассовых труб диаметром 100 мм на глубину до 1,65 м и дренаукладчик I60CK для укладки пластмассовых труб диаметром до 160 мм на глубину до 2,2 м (рис. 14, табл. 5).

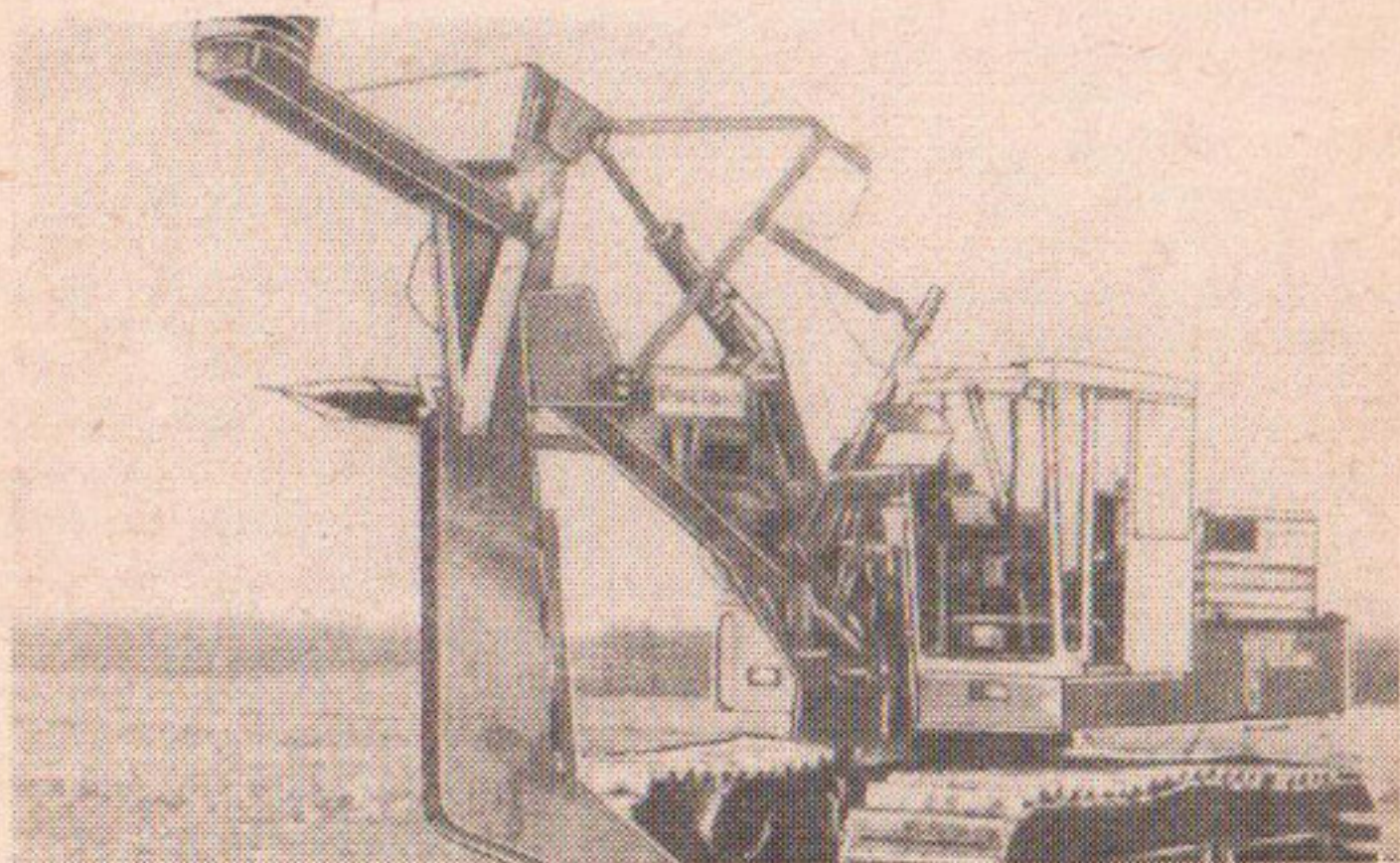


Рис. 14. Дренаукладчик "Поклейн SC-I50L" (Франция)

Рабочий орган навешивается на стрелу экскаватора вместо рукояти с ковшом. Угол резания нижней части рабочего органа 20° , верхней — 70° . При переводе рабочего органа в транспортное положение стрела поднимается с помощью двух гидроцилиндров. Другой гидроцилиндр на стреле обеспечивает возможность регулирования угла резания рабочего органа. Привод гусеничного хода осуществляется от двух высокомоментных низкооборотных гидродвигателей с редукторами. Траки гусениц снабжены эффективными грунтозацепами треугольной формы высотой 100 мм. Накипной барабан емкостью

до 100 м пластмассовых труб расположен сбоку базовой машины. Суммарное тяговое усилие, развиваемое гусеничным двигателем и лебедкой дренаукладчика *SCI50L*, достигает 360 кН, а дренаукладчика *I60CK-530* кН, что и обеспечивает возможность укладки труб большого диаметра на большую глубину. Гидросистемой базовой машины предусмотрена защита рабочего оборудования от перегрузки, что значительно снижает затраты на текущий ремонт.

Несомненный интерес представляет французский бестраншейный дренаукладчик "Евродрейн АВР" с дополнительным ротором (рис.15). Роторное колесо с шестью зубьями вынесено на раму, задний конец которой шарнирно крепится к базовой машине. На ней же установлен двигатель привода ротора. Подъем и опускание рамы осуществляется двумя гидроцилиндрами базового трактора. В процессе работы роторное колесо, врезаясь зубьями в землю, увеличивает тяговое усилие базовой машины. К достоинствам конструкции следует отнести:

- замену дорогостоящего и громоздкого дополнительного тягового оборудования (прицепных тросов, лебедок и т.п.) более простым и дешевым роторным оборудованием;
- снижение усилия на рабочем органе при резании грунта, взрыхленного роторным колесом;
- повышенная мелиоративная эффективность дренажа за счет взрыхления ротором уплотненного подпочвенного слоя и, следовательно, улучшения гидравлической связи поверхностных слоев почвы с дренажной.

Широкое распространение получили бестраншейные дренаукладчики в США и Канаде. Канадская фирма "Кантеко ЛТД" выпускает навесное оборудование для бестраншейной укладки пластмассовых дренажных труб к различным типам колесных и гусеничных тракторов (табл. 5). Базой для навесных дренаукладчиков моделей *SW-45*, *SW-55*, *SW-510* служат колесные тракторы мощностью 220...330 кВт. Машины этой группы позволяют производить укладку пластмассовых труб диаметром до 150 мм на глубину 1,65...1,80 м.

Рабочее оборудование дренаукладчика *SW-710* навешивается на гусеничный трактор Д-8 или Д-9 фирмы "Катерпиллер" и позволяет укладывать пластмассовые трубы диаметром до 300 мм на глубину до 2,35 м.

Рабочее оборудование дренаукладчика *SW-810* позволяет укладывать пластмассовые трубы диаметром до 300 мм уже на глубину 2,75 м. Для создания необходимого тягового усилия используются гусеничные тракторы в сцепе.

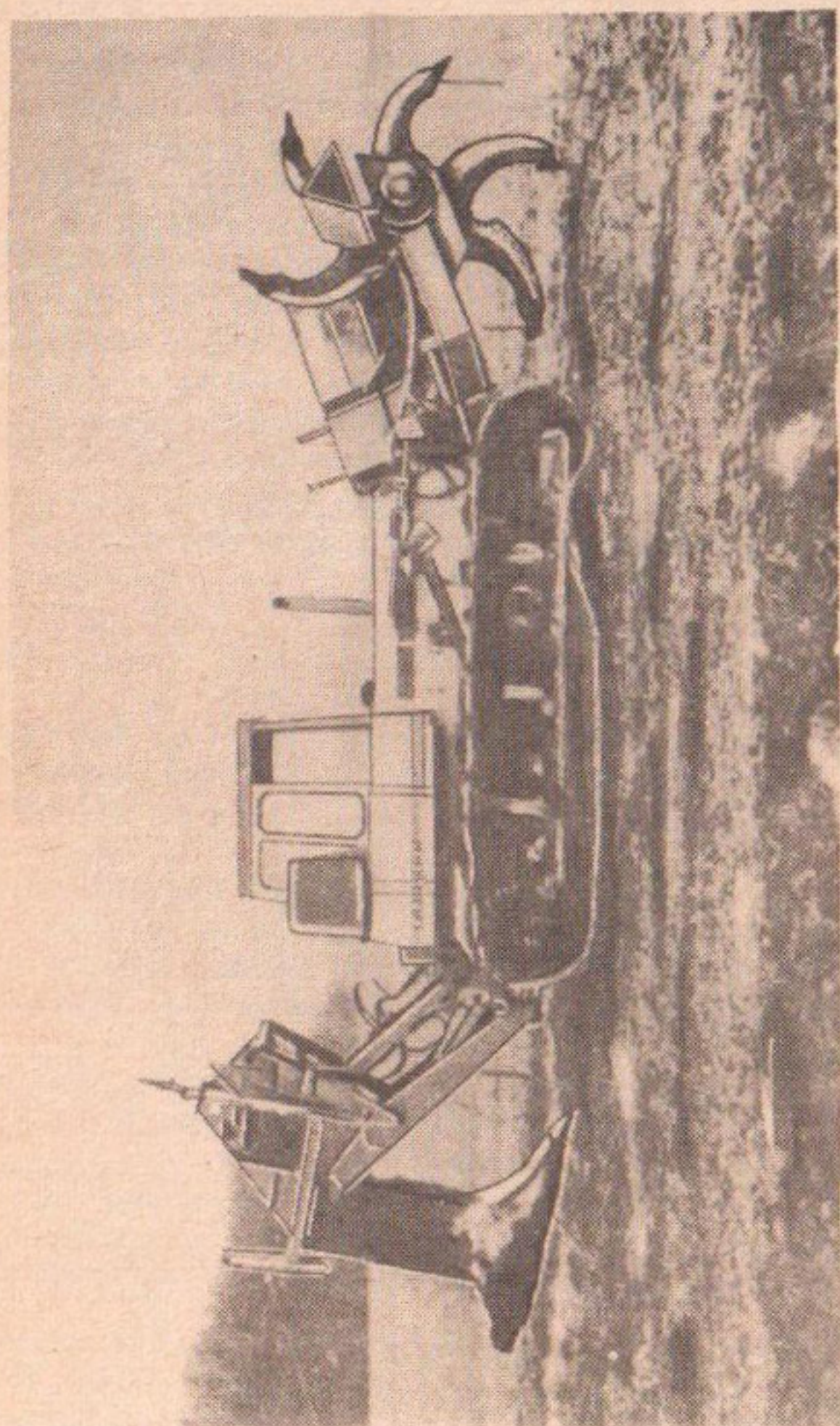


Рис. 15. Дренукладчик "Евродэйн АВР" с дополнительным ротором (Франция)

Навесное оборудование моделей SW-510 и SW-610 (рис. 16) может агрегатироваться как с колесными, так и гусеничными тракторами. С колесными тракторами эти машины способны укладывать трубы диаметром 150 и 200 мм, соответственно на глубину 1,8 и 2,1 м. При агрегатировании с гусеничными тракторами диаметр укладываемых труб увеличивается до 200 и 300 мм.

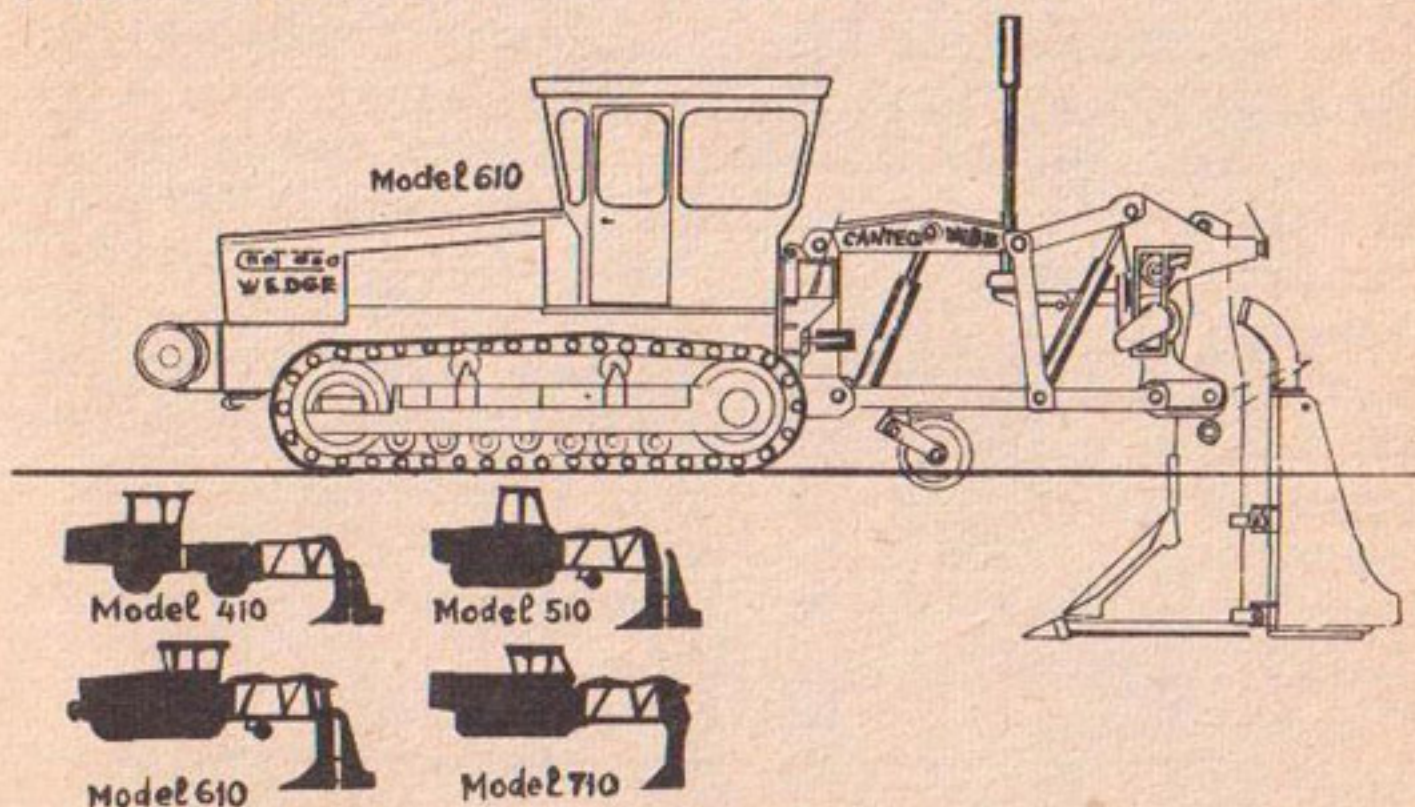


Рис. 16. Схема преноукладчика "Кантеко SW610" (Канада)

Отличительной чертой конструкции машин фирмы "Кантеко ЛТД" является двухпараллелограммная система навески, позволяющая снизить передачу колебаний базовой машины на рабочий орган и обеспечить его клиренс в транспортном положении в пределах 600...760 мм для различных моделей навесного оборудования.

На конце рабочего органа имеется сменный зуб из твердого сплава, а лобовая поверхность режущей кромки защищается износостойкой накладкой. На моделях SW-510 и SW-610 перед рабочим органом устанавливается регулируемый дисковый нож-дернорез диаметром 500 мм. Спереди базовой машины преноукладчика SW-610 устанавливается тяговая лебедка с гидроприводом. В процессе работы пластмассовые трубы диаметром 100...150 мм подаются в спускной желоб трубоукладчика с помощью приводного питателя, который крепится на раме рабочего органа и представляет собой конструкцию из ведущего и ведомого роликов, покрытых фрикционным материалом.

Конструкции дренаукладчиков предусматривают укладку пластмассовых труб, предварительно разложенных вдоль трасс дрена. Большинство дренаукладчиков, выпускаемых фирмой "Кантеко ЛТД", оснащается лазерной сканирующей системой поддержания заданного уклона.

Фирма "Зор Индастриз ЛТД" (Канада) выпускает навесное оборудование ДР200А, ДР200В, ДР200С, ДР300 (рис. 17, табл. 5) для бестраншейной укладки пластмассовых дренажных труб диаметром до 300 мм на глубину до 2,1 м. Базовыми машинами служат мощные колесные или гусеничные тракторы типа Д-8, НД-21; Терекс 8 240; Мичиган 280, Комацу 155 и им подобные. Рабочий орган имеет несколько фиксированных по высоте положений. Режущая кромка в нижней части плоская, с углом резания 45° . Модели отличаются конструкцией навески. Конструкция рабочего оборудования предусматривает укладку пластмассовых труб, предварительно разложенных вдоль трассы дрена. Заданный уклон, поддерживается с помощью лазерных систем сканирующего типа.

Фирма "Линк Плоу" (Канада) выпускает две модели навесного оборудования для бестраншейной укладки пластмассовых дренажных труб. Модель "Линк Плоу 75" позволяет укладывать трубы диаметром до 200 мм на глубину до 1,7 м в районах осушения. Модель "Линк Плоу 250" осуществляет укладку пластмассовых труб диаметром до 400 мм на глубину до 2,3 м, т.е. применима в зоне орошения (табл. 5). В качестве базовой машины могут быть использованы как гусеничные, так и колесные тракторы достаточной мощности. Тяговое сопротивление дренаукладчика "Линк Плоу 250" при работе на полную глубину достигает 1150 кН, что вызывает необходимость использовать дополнительные средства тяги. Гидросистема навески обеспечивает возможность поворота рабочего органа в горизонтальной плоскости, улучшая маневренность машины. На раме рабочего органа имеется роликовый питатель, подающий уложенную вдоль трассы дрена пластмассовую трубу в спускной лоток трубоукладчика. Для поддержания заданного уклона машины оборудованы лазерными системами сканирующего типа.

Фирма "Крафт Машинери ЛТД" (США) выпускает навесное оборудование моделей КС-502 и КС-500А для бестраншейной укладки пластмассовых дренажных труб диаметром до 150 мм на глубину до 1,75 м и модель КС-600А для укладки труб диаметром до 200 мм на глубину до 2,05 м (рис. 18, табл. 5).

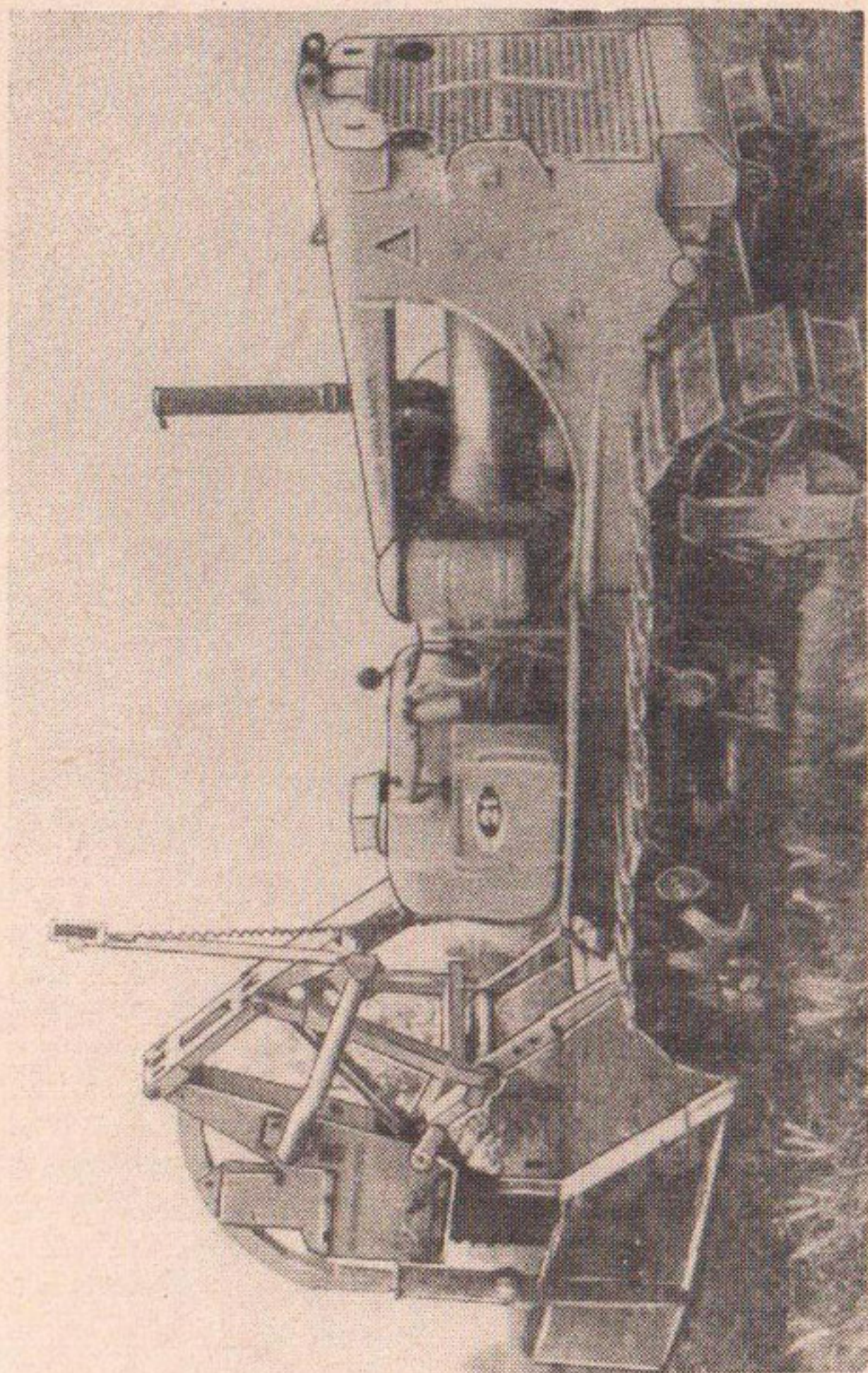


Рис. 17. Дренуклацник "Зор Плу" (Канада) на базе трактора "Алис Чалмерс"

Базовой машиной для дренаукладочного оборудования модели КС-502 служит колесный тягач типа "Стейгер" мощностью 184 кВт. Гидромеханическая трансмиссия базовой машины позволяет бесступенчато регулировать рабочую скорость в пределах 0...3,5 км/ч.

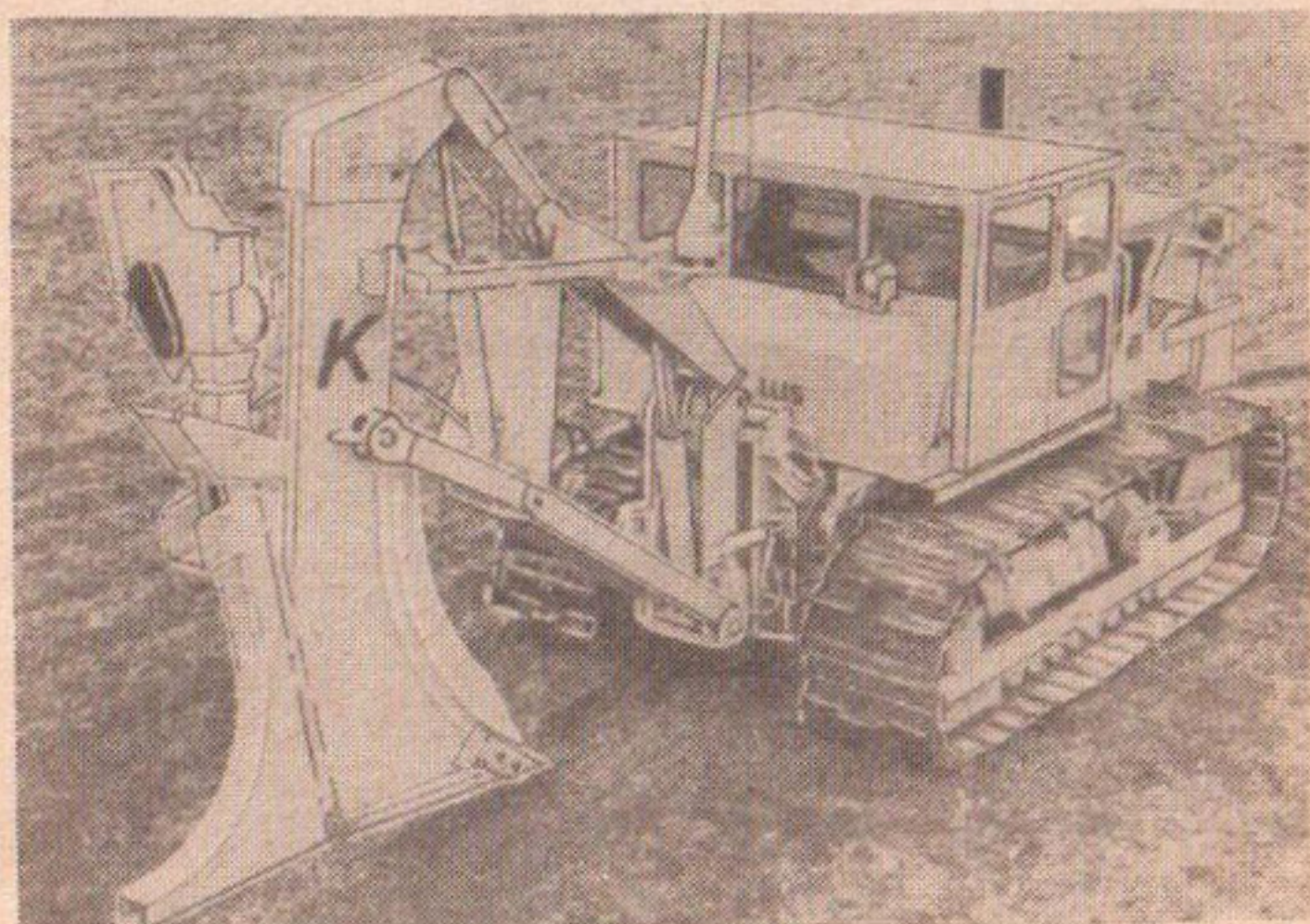


Рис. 18. Дренаукладчик "Крэк" (США)

Базой для рабочего оборудования КС-500А массой 5,9 т может служить гусеничный трактор мощностью свыше 110 кВт, при этом рабочая скорость достигает 3,96 км/ч.

Рабочее оборудование КС-600А массой 6,03 т может агрегатироваться как с мощным колесным, так и с гусеничным трактором.

Рабочий орган бестраншейных дренаукладчиков фирмы "Крафт" крепится к базовой машине с помощью двухпараллелограммной навески. Нож дренаукладчика имеет вогнутую саблевидную кромку, которая защищена износостойкой острозаточенной накладкой. Ширина режущей кромки несколько больше, чем ширина тела ножа. Конструкцией дренаукладчиков предусмотрена укладка труб, предварительно разложенных вдоль трассы дрен. Выдерживание заданного уклона осуществляется с помощью лазерных систем сканирую-

щего типа. Бестраншейное дренаукладочное оборудование на базе маломощных гусеничных тракторов ARS (США) обеспечивает глубину укладки максимально на 1,5 м. Спускная труба образует режущую кромку ножа, имеющую выпуклость в направлении движения машины. Рабочий орган крепится на охватывающей П-образной раме. Вильчатый конец рамы шарнирно закреплен на обратной стороне бульдозерного отвала, расположенного спереди машины. Расстояние от кромки ножа от отвала 7,3 м. При работе рама ножа находится в плавающем положении, и глубина укладки регулируется за счет поворота рамы путем подъема и опускания отвала в пределах 0,6...1,86 м над землей. Рама с ножом может поворачиваться в горизонтальной плоскости. Тяговое сопротивление снижено за счет уменьшения сил трения грунта по задней части ножа более узкой, чем режущая кромка. На раме крепится приемник лазерной системы выдерживания заданного уклона.

Для укладки труб диаметром до 150 мм на глубину до 1,8 м применяется также вертикальный нож "Тервел" (США) с остроза- точенной режущей кромкой. Нож высотой 2,3 м имеет параллелограм- мную навеску, с помощью которой крепится к базовому тягачу. Ско- рость укладки дрен 2,27 км/ч на глубине 1,22...1,37 м. Дрено- укладчик оснащен лазерной системой выдерживания заданного уклона.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ БЕСТРАНШЕЙНЫЕ ДРЕНОУКЛАДЧИКИ

В нашей стране разработкой средств механизации для бестран- шейного строительства дренажа занимаются ВНИИГим, ВНИИЗеммаш и ряд других научных организаций.

В 1960 г. был сконструирован и изготовлен специальный ра- бочий орган для бестраншейного строительства дренажа кротово- го типа из винипластовой пленки. В 1965 г. на Мещерской зональ- ной опытно-мелиоративной станции ВНИИГима для работы на избы- точно увлажненных землях был создан бестраншейный навесной дренаукладчик ДПН-1,8 (табл. 6). Базовая машина — болотный трактор Т-100МБТС класса 10 т со стандартным механизмом навес- ки. Предназначен для укладки пластмассового дренажа диаметром 50 мм из гладкостенных и гофрированных труб или винипластовой ленты в торфяных грунтах на глубину 1,8 м, а в минеральных грунтах, при отсутствии каменистых включений и погребенной

древесины, на глубину 1,2 м. На базовый трактор Т-100МБТС с ходоуменьшителем навешивается рабочее оборудование, включающее острогаченный телескопический нож шириной 70 мм, с углом резания 70° , трубоукладчик или трубоформователь. Барабан с намотанными пластмассовыми трубами диаметром 40...50 мм емкостью 200...300 м устанавливается на раме, скрепленной с ножом. Трубоформователь сворачивает из винилпластовой ленты трубу с упругопластичным швом внехлестку или перфорированной нахлесткой. Для предотвращения разрыва пленки в холодное время в спускной кожух и формователь подводятся от выхлопной трубы двигателя трактора отработанные горючие газы. Рулон пластмассовой ленты устанавливается в верхней части спускного желоба, имеющего две полости: по одной пропускается пластмассовая лента, по другой — отработанные газы для ее подогрева. Сам трубоформователь представляет собой сварной конусный кожух со съемными крышками — боковой и верхней. В кожухе под лентопроводящей щелью имеется ролик для изменения направления движения ленты. На верхней крышке трубоформователя находится устройство, которое опрессовывает сформированные трубы грунтом для предотвращения их разворачивания. Задаваемая глубина дrena и ее уклон регулируются перемещением внутреннего ножа, управляемого через электрогидравлическую систему уклоноуказателем от экскаватора ЭТЦ-171, скользящим по копирной проволоке.

Эксплуатация дренаукладчиков ДПЕН-1,8 в ряде областей Нечерноземной зоны РСФСР показала, что по сравнению с траншейными их производительность оказалась на 20...40% выше, трудозатраты в 1,5...2 раза меньше, а стоимость на 10% ниже.

Вместе с тем были выявлены следующие существенные недостатки дренаукладчика ДПЕН-1,8: недостаточное тяговое усилие и мощность базового трактора и, как следствие этого, невысокие рабочие скорости, недостаточная прочность отдельных узлов конструкции, точность укладки труб и надежность автоматической системы регулирования; значительный удельный вес (40%) технологических простоев машины. В силу отмеченных недостатков дренаукладчик ДПЕН-1,8 не нашел широкого применения и выпуск его был прекращен.

В 1964 г. во ВНИИГиМе была спроектирована и изготовлена бестраншейная дренажная машина УДМ-151 для зоны орошения (табл. 6) для укладки пластмассовых дренажных труб диаметром 80 мм на глубину до 1,5 м.

Машина агрегатировалась с трактором Т-140 (или Т-180), оборудованным ходоуменьшителем и гидроприводом. Основные узлы машины: охватывающая П-образная рама и основная рама; ходовое устройство в виде четырехколесной тележки; землеройный рабочий орган; барабан для труб; сменные трубоукладчики для укладки перфорированных полиэтиленовых труб заводского изготовления и труб из винилпластовой пленки, формируемых в полости дрена; гидравлическая система.

Основная рама опирается на грунт с помощью двух сменных балансирующих тележек для колесного или гусеничного хода. Раму агрегата подвешивают к тележкам с помощью двух полуосей, вокруг которых могут поворачиваться тележки. В зависимости от условий работы (несущей способности грунта и т.п.) на полуоси устанавливается соответствующее ходовое оборудование (колесное или гусеничное).

Землеройный рабочий орган машины — нож с углом заострения 180° , шириной 110 мм, нижняя режущая кромка которого имеет угол резания 30° , а верхняя — 60° . Обе кромки соединены плавной кривой. К ножу шарнирно крепится трубоукладчик, с помощью которого на дно щели укладывается гибкая дренажная пластмассовая труба диаметром до 80 мм с синтетическим фильтром.

Испытания УДМ-151, проведенные в 1964...1965 гг., позволили заложить первые полевые опыты по определению мелиоративной эффективности бестраншейного дренажа. Скорость укладки дрена достигала в режиме ходоуменьшения 500 м/ч и без него — 2400 м/ч, а транспортная скорость — 12,5 км/ч.

Бестраншейная дренажная машина УДМ-152 (табл. 6) предназначалась для дренажа из пластмассовых труб диаметром до 100 мм с синтетическим фильтром и без него на глубину до 1,5 м. Машина агрегатировалась с трактором Т-180Г, оборудованным ходоуменьшителем, или ДЭТ-250.

Машины УДМ-151 и УДМ-152 имеют параллелограммную систему навески рабочего органа. Они маневренны в работе и легко перевозятся в транспортном положении. Система автоматического регулирования глубины и уклона у них отсутствует, и работа осуществляется по предварительно спланированной трассе.

С учетом накопленного опыта по бестраншейному строительству мелкого дренажа во ВНИИГиМе в 1966 г. был разработан экспериментальный образец бестраншейной дренажной машины БДМ-300

(табл. 6), предназначенный для укладки гибких пластмассовых труб диаметром до 100 мм с синтетическим фильтром (из стеклоткани или стекломата) на глубину до 2,5...3 м. Пассивный рабочий орган с помощью охватывающей рамы монтируется на базовую машину по типу маятниковой навески. Подъем и опускание рамы с рабочим органом осуществляется двумя гидроцилиндрами. Внутри рабочий орган имеет желоб, по которому гибкие пластмассовые трубы подаются с барабана на дно отрываемой щели. В качестве базовой машины использован трактор ДЭТ-250, имеющий электромеханическую трансмиссию, электроходоуменьшитель и осуществляющий автоматическое бесступенчатое регулирование скорости движения в зависимости от возникающего сопротивления. На легких грунтах укладка на глубину 2,5 м обеспечивается одним базовым трактором. На грунтах II...III категорий требуется дополнительно один-два трактора-тягача ДЭТ-250 или тяговая лебедка. Скорости работы машин составляют 500...2200 м/ч в зависимости от глубины резания, физического состояния и механических свойств грунтов.

В процессе работ было установлено, что рабочие органы самоуравновешивающегося типа, которыми оснащены бестраншейные машины УДМ-152 и БДМ-300, создают повышенное уплотнение грунта в прицепной зоне. Кроме того, они неудобны в работе, так как при плавающем положении гидроцилиндра они могут самопроизвольно заглубляться или выглубляться. Это при отсутствии систем автоматического поддержания уклона ведет к нарушению точности укладки дрена. Наличие отрицательного угла резания в нижней части ножа затрудняет заглубление рабочего органа с поверхности земли и чаще из заходного шурфа. Рабочие органы самоуравновешивающейся формы практически невозможно применять при укладке объемного песчано-гравийного фильтра. Вследствие этих причин от дальнейшего применения подобных рабочих органов отказались.

В 1973 г. была создана машина БДМ-301А, позволяющая укладывать пластмассовые трубы диаметром до 125 мм на глубину до 3 м с устройством защитного синтетического или песчано-гравийного фильтра. Для этого машина была дополнительно оборудована укладчиком объемного фильтра и изменены параметры режущей кромки ножа дренаукладчика (рис. 19, табл. 6). Базовой машиной служит трактор ДЭТ-250, на который навешивается с помощью рамы и гидроцилиндров полный нож с трубчатой направляющей для пропуска

трубы, бункер для фильтрующего материала, откидной приемный ковш, барабан емкостью до 500 м. Рабочий орган представляет собой трехступенчатый нож, позволяющий свести к минимуму нарушения естественной структуры грунта и степень его уплотнения, а также обеспечить достаточную фильтрующую способность грунта приценной зоны.

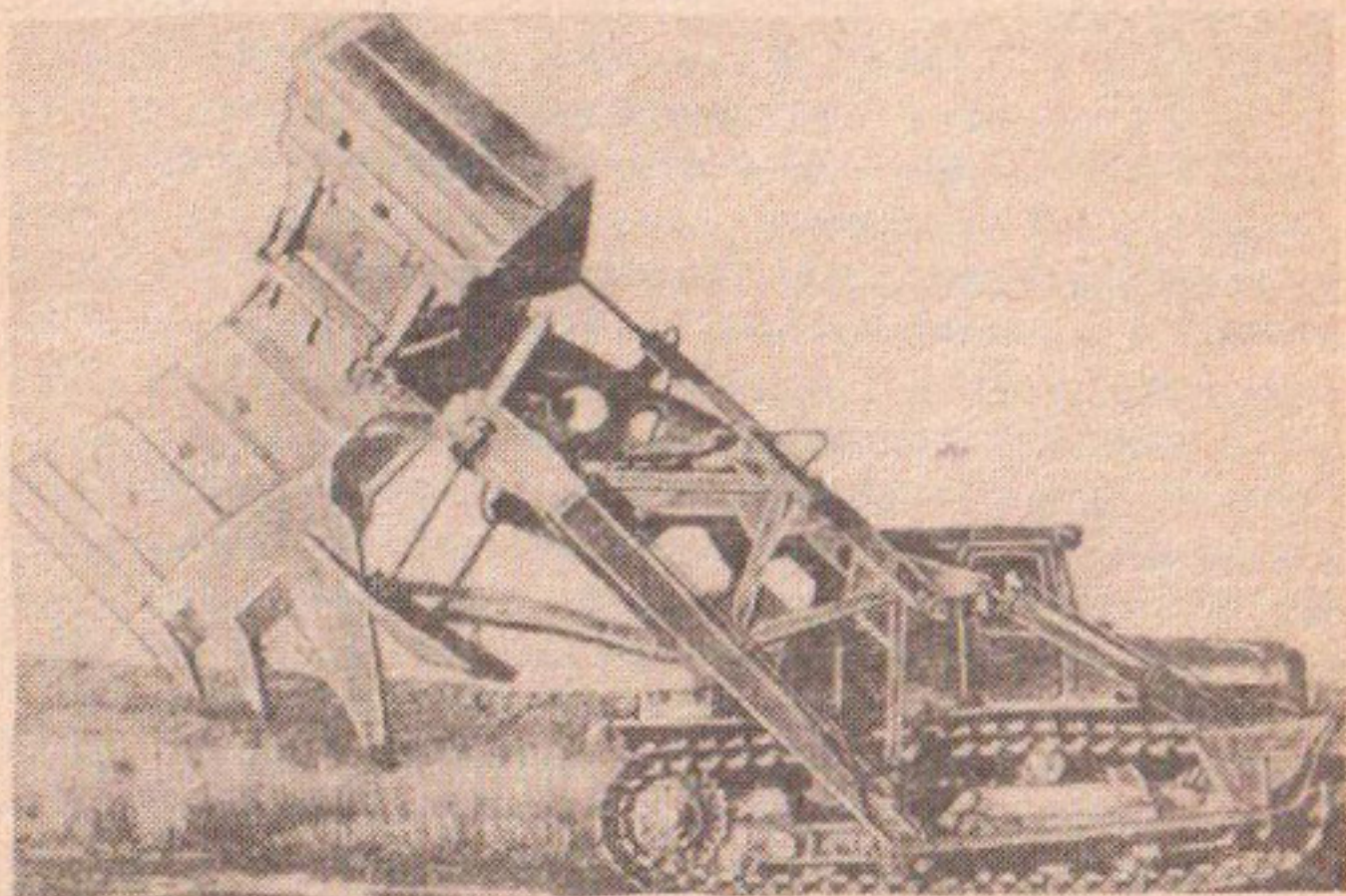


Рис.19. Дреноукладчик БДМ-301А

Рабочий орган снабжен бункером, (расположенным внутри тела рабочего органа и имеющим вертикальные приемную и спускную части. Спускная часть бункера имеет три отсека: передний — для опускания на дно щели и укладки там подстилающего слоя фильтра; средний — для опускания и укладки на подстилающий слой гибкой пластмассовой дренажной трубы; задний — для опускания и укладки по бокам трубы и над ней слоя песчано-гравийной смеси. Спускная часть выполнена расширенной книзу как в продольном, так и в поперечном вертикальном сечении, чтобы исключить зависание фильтрующего материала в процессе укладки.

Для загрузки фильтрующего материала в бункер дренаукладчика на рабочем органе предусмотрен скиповый подъемник, шарнирно закрепленный на правой стороне по ходу движения и управляемый с помощью гидроцилиндра и тросо-блочной системы. При укладке дренажа с песчано-гравийным фильтром производительность дренаукладчика за 1 ч чистой работы составляет 1518 м, а при использовании синтетического фильтроматериала — 1800 м. Часовая эксплуатационная производительность машины в этих случаях составляет соответственно 186 и 270 м.

Рама навески рабочего органа представляет собой П-образную пространственную ферму, навешенную на трактор при помощи двух шарниров, и служит для подъема и опускания рабочего органа в транспортное и рабочее положение. Раму и рабочий орган поднимают, опускают и удерживают в требуемом положении два гидроцилиндра, один конец которых шарнирно связан с рамой, а другой — закреплен на базовой машине. Чтобы рабочий орган самопроизвольно не заглублялся, на раме при помощи гидроцилиндров установлены опорные лыжи. Гидроцилиндры опорных лыж позволяют устанавливать рабочий орган на различную глубину копания.

Гидросистема дренаукладчика БДМ-301А автономная и включает в себя бак, редуктор с двумя насосами НШ-46, гидрораспределитель, дроссель, гидроцилиндры и жесткие и гибкие трубопроводы. Рабочее давление в гидросистеме 10 МПа, максимальное — 12,5 МПа.

Бестраншейный дренаукладчик БДМ-301А изготавливается опытным заводом ГСКБ по ирригации Главселекционерсовхозострой по заказам водохозяйственных организаций.

ГСКБ по ирригации Главселекционерсовхозострой создан бестраншейный дренаукладчик ДБ-2,0 для укладки дренажа из пластмассовых труб с круговым фильтром из сыпучих материалов в грунтах I...II категории на глубину до 2,0 м. Базовой машиной служит трактор класса тяги 10 т. Рабочий орган дренаукладчика выполнен по типу БДМ-301А. Ширина прорезаемой щели 200 мм. Машина работает по заранее подготовленному, спланированному под заданный уклон корыту. Машина агрегатируется дополнительно с двумя — тремя тракторами класса тяги 10 т.

В 1980 г. была завершена разработка конструкторской документации на экспериментальный образец дренаукладчика ДБ-2,0 М

с лазерной системой управления (рис. 20, табл. 6) ., предназначенного для укладки пластмассовых дренажных труб с объемным песчано-гравийным фильтром на глубину до 2 м в грунтах I...III категории.



Рис.20. Дренукладчик ДБ-2,0М

Дренукладчик представляет собой базовый трактор с навесным рабочим оборудованием, состоящим из ножа, зуба, заслонки, спускового желоба и бункера с загрузочным скипом. С помощью гидроцилиндра зуб может перемещаться вертикально относительно ножа. В механизм навески рабочего оборудования входят параллелограмм, опорные лыжи, перемещаемые гидроцилиндрами, и гидроцилиндр транспортного положения, устанавливаемый при работе в плавающее положение. Переднее вертикальное звено параллелограмма выполнено в виде колонки, обеспечивающей поворот навески с рабочим оборудованием в горизонтальной плоскости относительно трактора при помощи двух гидроцилиндров, устанавливаемых при работе в плавающее положение. Загрузка скипа емкостью $2,3 \text{ м}^3$ производится автосамосвалом при остановке дренукладчика.

Лазерная система автоматического регулирования глубины укладки дрена регулирует высотное положение зуба относительно ножа и обеспечивает точность укладки дрена в пределах ± 2 см.

В 1975 г. во ВНИИЗеммаше по техническим требованиям ВНИИГиМа создан дренаукладочный комплекс МД-4, МД-5 для бестраншейного строительства дренажа в зоне осушения. С 1979 г. он выпускается серийно. Рабочее оборудование дренаукладчика МД-4, смонтированное на базовом тракторе Т-130Г с удлиненным гусеничным ходом (рис. 21, табл. 6), позволяет производить укладку пластмассовых труб диаметром до 120 мм, защищенных дулонным фильтрующим материалом, на глубину до 1,8 м в грунтах I...III категорий с наличием отдельных каменистых включений диаметром до 30 см и слоем промерзания до 20 см.

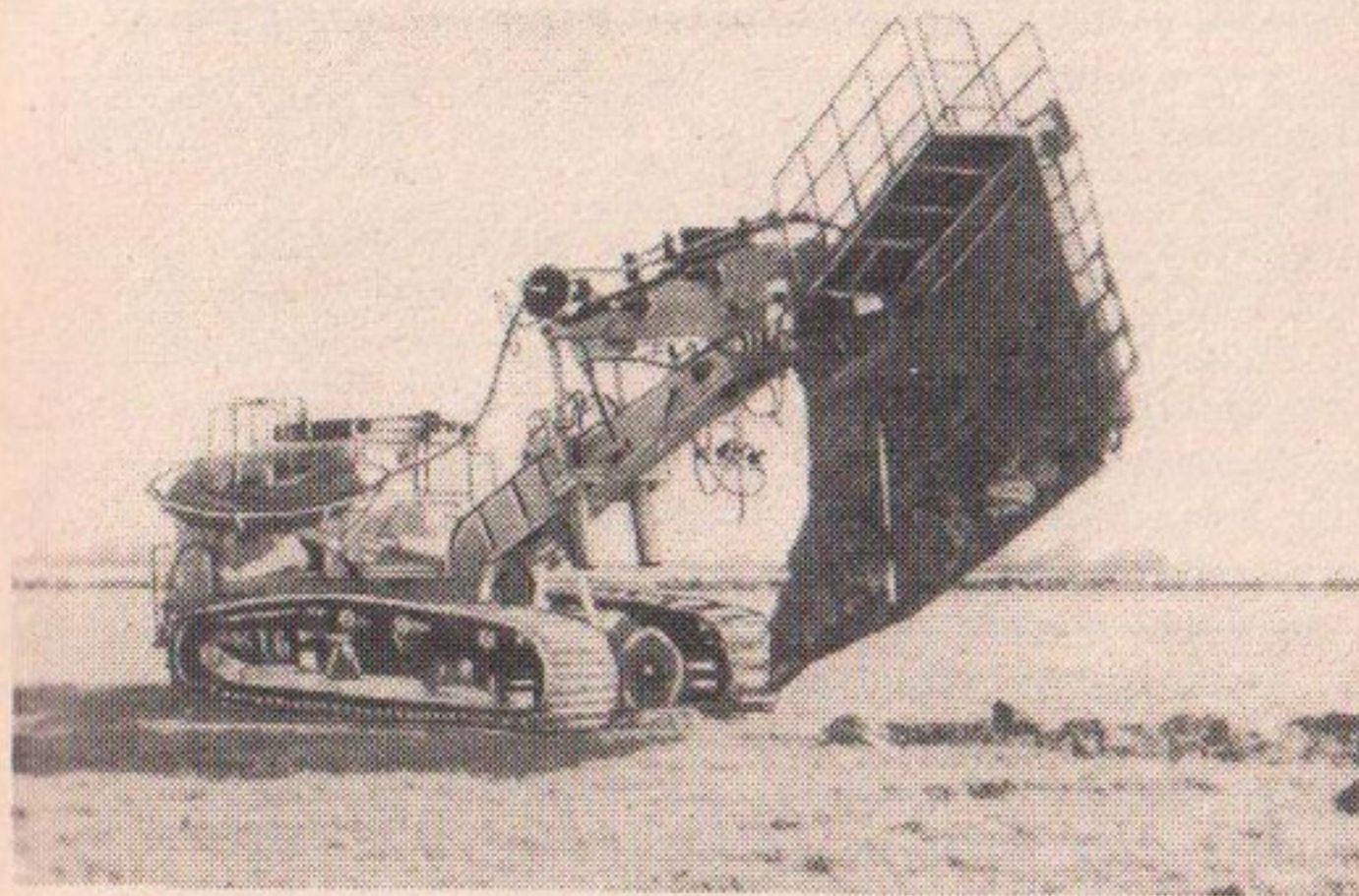


Рис. 21. Дренаукладчик МД-4

Навесное оборудование смонтировано на раме, которая шарнирно соединена с базовым трактором и перемещается относительно него с помощью гидроцилиндра подъема. Для разрезания дерна на глубину до 30 см служит дисковый передний нож, установленный перед

носом на раме трактора. Бухта пластмассовых труб размещена на барабане, смонтированном на раме трактора. В процессе укладки пластмассовая труба прижимается ко пну щели роликом. Для преодоления больших тяговых сопротивлений, возникающих при работе в грунтах II и III категории, дренаукладчик МД-4 комплектуется тягачом МД-5. Ходовое оборудование дренаукладчика и тягача полностью унифицированы. Сцепление осуществляется с помощью буксирного устройства, которое состоит из стального троса с крюками.

Дренаукладчик снабжен двумя независимыми системами регулирования глубины укладки дрен. Это система высотного регулирования, обеспечивающая выдерживание заданных величин глубины и уклона дрен, и система угловой стабилизации, которая поддерживает постоянный угол резания ножа.

Дренаукладчик обеспечивает хорошее качество укладки дрен, если высота неровностей трассы не превышает 20 см и длина их — не менее продольной базы машины. Поперечный уклон допускается в пределах $\pm 3^\circ$. Диапазон рабочих температур дренаукладчика от -10 до $+30^\circ\text{C}$.

В настоящее время ведутся работы над созданием нового дренаукладчика МД-12, предназначенного для укладки дрен на глубину 1,8 м. Базовой машиной для дренаукладчика служит универсальное шасси с использованием ходовой части трактора Т-130 и энергетической установки трактора К-701. Это позволяет повысить рабочую и транспортную скорости и исключить необходимость использования дополнительного тягача.

По сравнению с дренаукладчиком МД-4 навесное рабочее оборудование дренаукладчика МД-12 имеет ряд особенностей: до 100 мм снижен максимальный диаметр укладываемых пластмассовых труб; уменьшена площадь лобовой и боковой поверхностей рабочего органа; система регулирования глубины укладки дрен предусматривает возможность работы дренаукладчика по копирному тросу и с применением лазерной системы управления.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГЛУБИНЫ УКЛАДКИ ДРЕН

Одним из важнейших элементов рабочего оборудования дренаукладчиков является система регулирования глубины укладки дрен. Наибольшее распространение на бестрашечных дренаукладчиках получили копирные, бескопирные и комбинированные системы. Копирные системы характеризуются тем, что их датчик определяет высотное

положение рабочего органа дреноукладчика относительно копирной линии, ориентируемой параллельно уклону дрена. В качестве копира находят применение оптическая ось теодолита, натянутый трос и лазерный луч, а датчикам — соответственно глаз оператора, шуп и фоточувствительные элементы. Бескопирные системы отличаются тем, что их датчик (маятник, уровень или гидровертикаль) фиксирует угловые смещения рабочего органа относительно горизонта. Комбинированные системы сочетают в себе элементы копирных и бескопирных систем. Через датчик системы усиленное звено передает команды на электрогидравлическую систему дреноукладчика, которая устраняет возникшее отклонение рабочего органа и возвращает датчик по цепи обратной связи в заданное положение. При использовании теодолита команды управления передаются на электрогидравлическую систему оператором с помощью кабельной или радиосвязи.

Изменение высотного положения рабочего органа осуществляется путем его принудительного перемещения относительно базового тягача или дополнительной опоры, движущейся по поверхности земли или дну щели; изменения баланса сил на рабочем органе, под действием которых он в процессе движения самозаглубляется или самовыглубляется; перемещения относительно рабочего органа его нижней телескопической части; сочетания перечисленных способов.

Кинематическая схема дреноукладчика должна обеспечивать, с одной стороны, устойчивость рабочего органа и его минимальную чувствительность к возмущающим воздействиям от неровностей земли и переменных сил, действующих на рабочий орган, и, с другой стороны, его управляемость с необходимым быстродействием при отработке возмущающего воздействия.

Указанным требованиям отвечает плавающая (маятниковая или параллелограммная) навеска рабочего органа с опорой на дно щели или поверхность земли, получившая широкое распространение на бестраншейных дреноукладчиках. При плавающей навеске колебания базового тягача не передаются на рабочий орган как это происходит при жесткой навеске. Рабочий орган подвергается меньшим возмущающим воздействиям при опоре на профилированное дно щели, чем при опоре на неспланированную поверхность. Однако значительное снижение несущей способности грунта на дне щели из-за повышенной его влажности и ограничения площади

опоры в узкой щели приводят к увеличению проседания опоры, искажению готового профиля ложа дренн. В этом отношении условия работ при опоре на поверхность земли более благоприятны.

Изменение баланса сил на рабочем органе достигается, например, путем регулирования угла резания, поворота специальных дулей или носка ножа. Этот способ управления выглублением и заглублением отличается меньшим быстродействием по сравнению с принудительным перемещением рабочего органа относительно базового тягача или дополнительной опоры. Использование телескопического ножа позволяет уменьшить влияние силовых воздействий, повысить быстродействие и точность системы регулирования.

Из бескопирных систем с датчиком типа уровень практическое применение нашла конструкция, разработанная в ГДР на дреноукладчике "Мелиомат". Датчик этой системы представляет собой сосуд, наполненный ртутью. Один датчик устанавливается на ноже, а второй — на трубоукладчике. Глубина укладки дрен регулируется машинистом вручную по показаниям сигнальных лампочек первого датчика путем кратковременного включения ножа до момента устранения возникшего углового отклонения. Второй датчик служит для коррекции положения первого датчика. Оба датчика устанавливаются на заданный уклон с помощью торсионов.

Бескопирные системы не требуют установки копира на местности, что выгодно отличает их от копирных систем. Однако при использовании бескопирных систем требуется дополнительная привязка глубины дрен к опорной сети. Как показали испытания, эти системы имеют невысокую точность регулирования вследствие значительных погрешностей углового измерения, накопления ошибок пропорционально пройденному пути, нечувствительности датчика к просадкам опорных элементов и отрицательного влияния на него помех, возникающих при работе машины (толчков, вибраций).

Из копирных систем наибольшее распространение у нас в стране получили системы на базе использования копирного троса, позволяющие автоматизировать процесс регулирования глубины копания. Гидроусилитель системы имеет электромагниты, управляемые электрическим датчиком, взаимодействующим со скользящим по тросу щупом. Комбинированная система, состоящая из такой копирной и бескопирной систем с маятниковым датчиком, отработана на различных моделях бестраншейных дреноукладчиков и в том числе на отечественной конструкции МД-4. Копирная система слу-

шит для автоматического регулирования высотного положения нога, а бескопирная — для его автоматической угловой стабилизации.

Основными недостатками копирных систем на базе использования проволоки являются: большой объем ручных работ, связанных с установкой, натяжением и переносом проволоки, вследствие чего бывают вынужденные простои; значительные погрешности в работе копирно-шуповой системы вследствие ошибок при установке опор проволоки, ее провисаний и колебаний шупа, что часто приводит к несоблюдению требуемой точности укладки дрен.

Использование вместо проволоки теодолита сокращает объем подготовительных работ, что положительно сказывается на выработке дренаукладчика. Глубина дрены в этом случае регулируется по командам оператора вручную, который удерживает марку-мишень, установленную на ноге, на оси оптической трубы теодолита путем кратковременного включения исполнительного гидроцилиндра. В процессе укладки дрены оператор, наблюдающий в трубу теодолита за положением машины, передает сигналы управления на исполнительный цилиндр при помощи кабеля, сматываемого с барабана машины или радиопередатчика.

В первых моделях систем дистанционного радиоуправления сигналы, подаваемые оператором с помощью радиопередатчика, передавались на шит управления в виде световых сигналов или в виде устных команд на головные телефоны машиниста. В дальнейшем по мере усовершенствования этих систем сигналы управления стали поступать непосредственно в электрогидравлическую систему дренаукладчика, что существенно облегчило труд машиниста.

Во ВНИИГиме разработана аппаратура дистанционного радиоуправления на базе серийно выпускаемой радиостанции 2ОРТП-2-4М "Ласточка", которая, кроме передачи сигналов управления высотным положением нога дренаукладчика, позволяет осуществлять двустороннюю связь между оператором и машинистом дренаукладчика. В комплект радиопередающей аппаратуры входят ультракоротковолновый переносной радиопередатчик с выносным ручным пультом управления и радиоприемник, обеспечивающий передачу принятых команд управления непосредственно в электрогидравлическую систему дренаукладчика. Прием сигналов управления радиоприемником сопровождается световой и звуковой индикацией, которая сигнализирует об исправности аппаратуры. Радиоприемник и радиопередатчик снабжены соответственно радиопередающими и радиоприемными блоками, которые обеспечивают возможность дву-

сторонней радиотелефонной связи между оператором и машинистом с помощью микрофонов-динамиков.

Техническая характеристика аппаратуры дистанционного
радиоуправления на базе радиостанции
2ОРТП-2-4М "Ласточка"

Тип аппаратуры	Портативная, переносная
Дальность действия, км	До 1
Число модулирующих частот	2
Выходное устройство	Дешифратор резонансный, реле исполнительных механизмов;
Длина штыревых антенн, м:	
передатчика	1
приемника	1,5
Вес радиопередатчика, г	950
Габаритные размеры радиопередатчика, мм	210x80x40
Питание:	
радиопередатчика	От аккумуляторов
радиоприемника	От бортсети дрейноукладчика

Система дистанционного радиоуправления имеет ряд существенных недостатков, например, замена автоматического управления ручным требует постоянного присутствия рабочего для регулирования глубины укладки дрейн. Точность укладки в этом случае зависит от субъективных факторов, (острота зрения, скорость реакции, навык и степень утомления оператора). С увеличением дальности управления, размеров неровностей на трассе, скорости движения машины точность укладки снижается. Неблагоприятные метеорологические условия, ухудшающие видимость и условия работ, также отрицательно сказываются на точности регулирования. Отсутствие принципиальной возможности дальнейшей автоматизации процесса управления существенно ограничивает применение этого способа регулирования.

Наиболее перспективным по сравнению с перечисленными способами регулирования является применение в этих целях лазерных систем управления, которые в силу монохроматичности, когерентности и узконаправленности генерируемого излучения обеспечивают высокую точность задания эталонной плоскости и авто-

матическое регулирование глубины укладки дрен на расстоянии до 500 м. Датчиком лазерной системы служит фотоприемник, который преобразует лазерное излучение в электрические сигналы. По этим сигналам усилитель формирует команды управления на электрогидравлическую систему.

В СССР серийно выпускается лазерный указатель УКЛ-1, предназначенный для формирования веерообразной в плане плоскости лазерного излучения с проектным уклоном и выдачи команд автоматического управления на электрогидравлическую систему машины. В состав лазерного указателя входят световозлучатель (ЛСИ), фоточувствительная головка (ГФЧ) и блок выработки команд (БВК). Световозлучатель является переносным прибором и включает в себя задатчик уклона с механизмом наведения, штатив и аккумуляторную батарею.

Внутри корпуса задатчика расположены гелий-неоновый лазер, линзы коллиматора, формирующие веерообразный пучок лазерного излучения и преобразователь напряжения, обеспечивающий за счет импульсной работы лазера экономичный режим потребления электроэнергии и улучшение помехозащищенности фотоприемника.

Механизм наведения обеспечивает установку пучка лазерного излучения с требуемым уклоном. Штатив служит для регулирования высоты установки задатчика. ГФЧ состоит из корпуса, на лицевой стороне которого смонтированы три фотодиода, а внутри помещена печатная плата усилителей. Для повышения помехоустойчивости фотодиоды защищены интерференционными фильтрами и цилиндрическими блендами. Крайние фотодиоды могут перемещаться, что обеспечивает регулирование зоны нечувствительности. ГФЧ закрепляется на ноге дренаукладчика при помощи специального узла подвески.

БВК состоит из печатных плат формирователей команд управления и стабилизатора напряжения, смонтированных в корпусе. На лицевой панели БВК расположены сигнальные лампы и кнопки ручного управления рабочим органом. БВК устанавливается в кабине трактора. Подключение БВК к бортовой сети дренаукладчика производится с помощью кабелей через разъемные соединения, что позволяет производить быстрый монтаж и демонтаж аппаратуры.

Техническая характеристика лазерного указателя УКЛ-I

Дальность действия, м	До 500
Угол развертки луча в плане, град	I
Диапазон задания уклона, %	0...4,5
Зона нечувствительности, мм	+I, 0...2,5
Напряжение питания, В	
светоизлучателя	I2-I0%
фотоприемника	I2 $\pm$ 20%
Потребляемая мощность излучателя, Вт	75
Масса, кг:	
светоизлучателя	I3,7
ГФЧ	0,6
БВК	8,2

Интервал рабочих температур, °C-I0...+40

Среди зарубежных лазерных систем наибольшее распространение получила сканирующая система "Лазерплансистем" (США). Лазерный луч этой системы проходит через коллиматор и направляется на вращающуюся пента-призму, чем обеспечивается формирование круговой плоскости лазерного излучения, которая может располагаться под различными углами к горизонту. Фотоприемник устанавливается на телескопической мачте, имеющей электропривод. Мачта крепится на ноге дреноукладчика при помощи маятниковой подвески. Блок управления формирует по сигналам фотоприемника команды управления на электрогидрозолотник.

Техническая характеристика "Лазерплансистем"

Дальность действия, м	300
Частота сканирования луча, об/мин	300
Диапазон задания уклонов, %	$\pm$ I0
Зона нечувствительности, мм	$\pm$ 0,6
Напряжение питания, В:	
излучателя	I2
приемника	I2
Потребляемая мощность излучателя, Вт	60
Масса, кг:	
излучателя	23
фотоприемника	3,6
блока управления	5,4
Интервал рабочих температур, °C	- 20...+50.

Для задания уклона фотоприемник в процессе движения дреноукладчика плавно перемещается при помощи мачты по заданной программе в зависимости от пройденного пути, проектного уклона дрен и установленного уклона плоскости лазерного излучения. Одновременно система регулирования обеспечивает автоматическое удержание фотоприемника на круговой плоскости излучения по командам блока управления. Такая система позволяет вести работу одним или одновременно несколькими дреноукладчиками при одной установке излучателя на площади диаметром 600 м.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ДРЕНАЖА БЕСТРАНШЕЙНЫМ СПОСОБОМ

В технологическом процессе по строительству дренажа бестраншейным способом можно выделить два этапа: комплекс работ по подготовке дренажных материалов и земельных массивов к укладке дренажа и непосредственно сам процесс строительства.

В состав работ по подготовке земельных массивов к строительству дренажа бестраншейным способом входят операции по расчистке трассы дрен от кустарниковой растительности и вынос проекта дренажной сети в натуру. В значительной степени технологию производства работ при строительстве дренажа определяют следующие факторы:

- способ регулирования заданной глубины и уклона;

- тип применяемых дренажных труб;

- тип защитно-фильтрующего материала;

- схема укладки дрен;

- дополнительные мероприятия по повышению мелиоративной эффективности работы дрен (кротование, глубокое рыхление и др.).

Если на дреноукладчике отсутствует система по поддержанию заданного уклона, например, БДМ-301А (СССР), то в обязательном порядке производится планировка поверхности трассы дрен с помощью машин общестроительного назначения скреперов или бульдозеров. Точность планировки должна достигать ± 3 см. Если конструкция бестраншейного дреноукладчика не может обеспечить требуемую глубину укладки дрен, то по всей трассе дрен или на части ее необходимо устроить "корыто" на глубину не более 0,5 м.

Устройство "корыта" под заданный уклон производится с помощью скреперов. Ширина "корыта" должна обеспечивать свободный проход дренаукладчика.

Если бестраншейный дренаукладчик оснащен системой поддержания заданного уклона, то ограничиваются грубой бульдозерной планировкой с условием, чтобы величина неровностей на трассе не превышала предельно допустимых значений для данного типа машины и системы поддержания уклона.

Используемые для строительства дренажа керамические трубы либо размещают в контейнерах на специальной платформе дренаукладчика (в количестве, необходимом на 150...250 м дренажа), либо раскладывают вдоль трассы дрена. В спускной лоток трубы опускаются вручную. Замена контейнеров с керамическими трубами по мере их расходования производится с помощью имеющегося кранового оборудования.

Пластмассовые дренажные трубы опускают по спускному лотку на дно щели, прорезаемой ножом в процессе перемещения рабочего оборудования. Перед укладкой конец гибкой трубы закорючивают в предварительно отрытом заходном шурфе или откосе открытого канала, от которого начинается укладка. Запас труб на 300...500 м дренажа размещают сбоку по ходу машины в бухтах на специальных катушках, опускающихся с помощью гидроцилиндров для смены бухт по мере их расходования. Некоторые дренаукладчики снабжены в этих целях крановым оборудованием. Конструкция бестраншейных дренаукладчиков предусматривает также укладку пластмассовых труб, предварительно разломанных вдоль трасс дрена. В этом случае для раскладки труб применяют специальные машины на базе легких колесных тракторов.

В качестве защитно-фильтрующего материала при строительстве дренажа бестраншейным способом наибольшее распространение получили песчано-гравийные смеси и синтетические фильтры. Фильтр из песчано-гравийной смеси устраивают непосредственно в процессе укладки. Коэффициент фильтрации песчано-гравийной смеси должен быть не менее 8...10 м/сут, а гранулометрический состав смеси должен обеспечивать ее суффозионную устойчивость. Фильтрующая смесь подается через бункер дренаукладчика. На некоторых конструкциях дренаукладчиков равномерность поступления фильтрующей смеси достигается за счет вибропобудителей

на бункере или шнеков в подающей плоскости. В бункер дренаукладчика фильтр подается с помощью специальных погрузчиков, оснащенных боковым транспортером (рис. 22). Это позволяет производить загрузку без остановки машины.

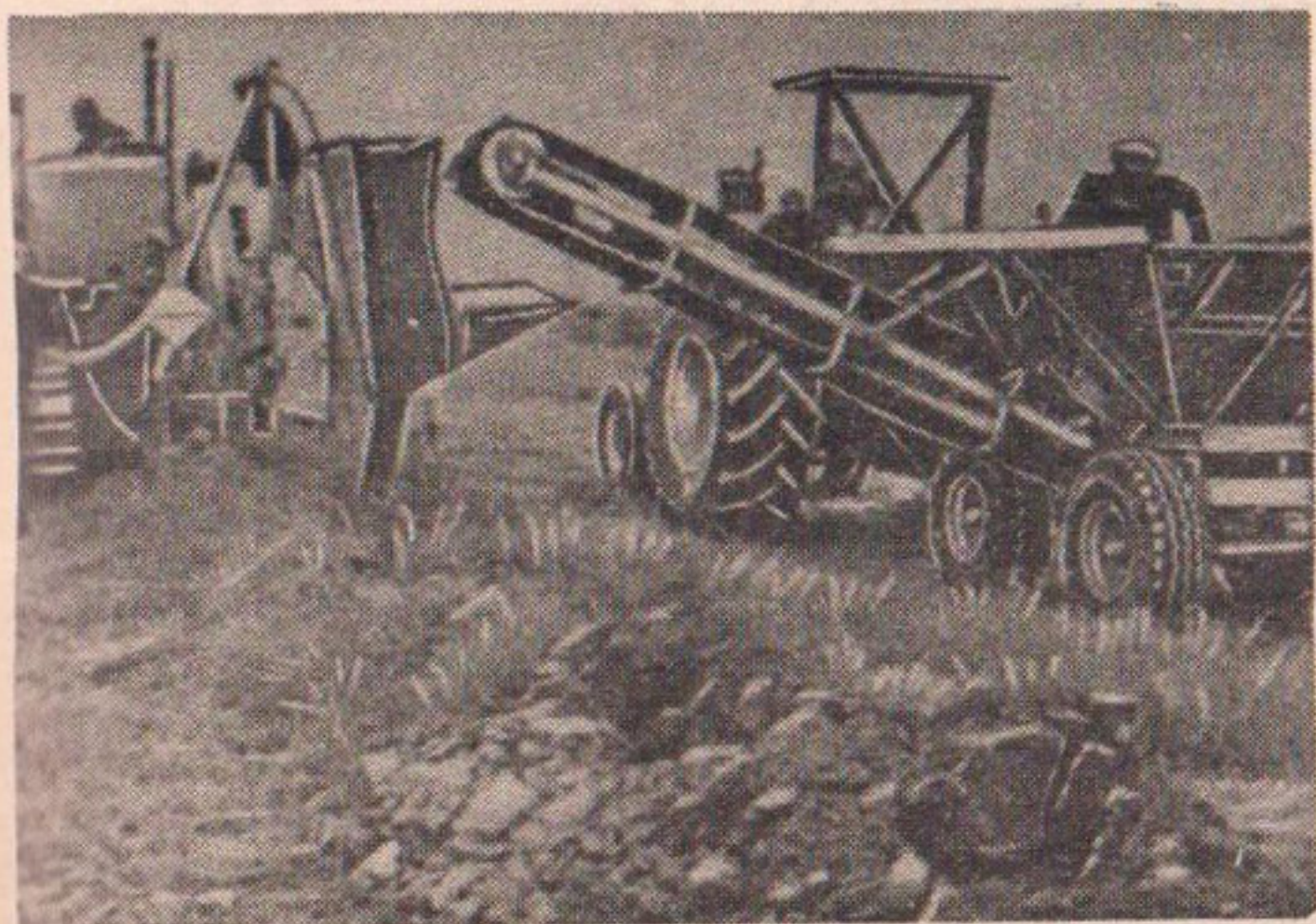


Рис. 22. Загрузка фильтрующего материала в бункер дренажного плуга "Корнелиус" (ФРТ) на ходу

Защита дренажных труб синтетическим фильтрующим материалом может быть выполнена двумя способами: в стационарных условиях и непосредственно на дренаукладчике в процессе строительства.

Для синтетических фильтров в СССР созданы и внедрены в производство стационарные намоточные устройства СНУ-1. Дренажная труба диаметром 63...110 мм оборачивается фильтрующей тканью шпаклетку с укреплением ее шпагатом. Шпагат наматывается на трубу в виде спирали с регулируемым шагом. Производительность намоточного устройства около 2500 м в смену, обслуживают его два человека.

При использовании устройства СНУ-I трубы обматывают фильтрующей тканью в специальном помещении и хранят в барабанах на складе. Применение устройства освобождает экипаж цреноукладчика от выполнения защитных мероприятий в процессе работы. Кроме того, отпадает необходимость доставки рулонных фильтроматериалов на объекты строительства.

Хорошо зарекомендовали себя объемные фильтры из грубоволокнистых материалов органического происхождения (верховой торф, солома, кокосовое волокно и др.), которые не только защищают црену от заиливания, но и повышают в 3...4 раза ее водопримную способность.

В ФРТ устройство защитного фильтра из органических материалов выполняется по укладки пластмассовых труб с помощью стационарного устройства фирмы "Ольтманнс", техническая производительность которого составляет 1200 м/ч. Трубу обкладывают по периметру слоем верхового торфа толщиной 1,5 см и сверху оборачивают лентой толщиной 2 мм. Торф подают из бункера на движущуюся ленту транспортера и с помощью валцов разравнивают и уплотняют. В формирующем конусе пластмассовая труба, перемещаемая тяговым механизмом, оборачивается подготовленным фильтром, который закрепляется на ней нитями из полиэтилена. Готовая труба с фильтром наматывается на приемный барабан. Фильтр из кокосового волокна толщиной 1 см применяют без ленты. Срок службы таких фильтров около 40 лет.

Для изготовления фильтров пластмассовых цренажных труб из органических материалов типа верхового торфа или соломы в СССР разработана установка УФ-I, которая включает в себя бункер для торфа (соломы), ленточный транспортер, барабан с лентой, барабан с цренажными трубами, направляющие ролики, формирующий конус, обмоточное устройство - приемный барабан. Органический материал слоем 15 мм с помощью ленточного транспортера подается на ленту из стеклоткани. Лента с торфом, проходя через формирующее устройство, охватывает пластмассовую трубу по периметру. Затем труба обматывается капроновыми нитями в перекрестных направлениях с помощью двух обмоточных устройств, которые вращаются в противоположных направлениях. Тяговое устройство перемещает трубу и одновременно обжимает фильтр для придания ему равномерной по всей длине плотности. Сменные формирующие конусы и вкладыши в тяговом устройстве позволяют ис-

пользовать установку для труб условным диаметром 50, 63, 75 и 90 мм.

Для устройства защитного синтетического фильтра непосредственно на бестраншейном дренажнике в ходе проведения работ применяется устройство, показанное на рис. 23. Оно включает в себя барабан с расходуемым синтетическим фильтроматериалом, направляющие ролики, формирующий конус и обмоточное устройство. Формирующий конус обеспечивает обертку трубы фильтрующей тканью и соединение ее краев внахлестку, а обмоточное устройство закрепляет ее на трубе с помощью шпагата. Привод обмоточного устройства может осуществляться за счет протяжки труб или от электродвигателя постоянного тока, питающегося от бортсети экскаватора. В этом случае возможно регулирование шага шпагата за счет изменения числа оборотов электродвигателя с помощью реостата.

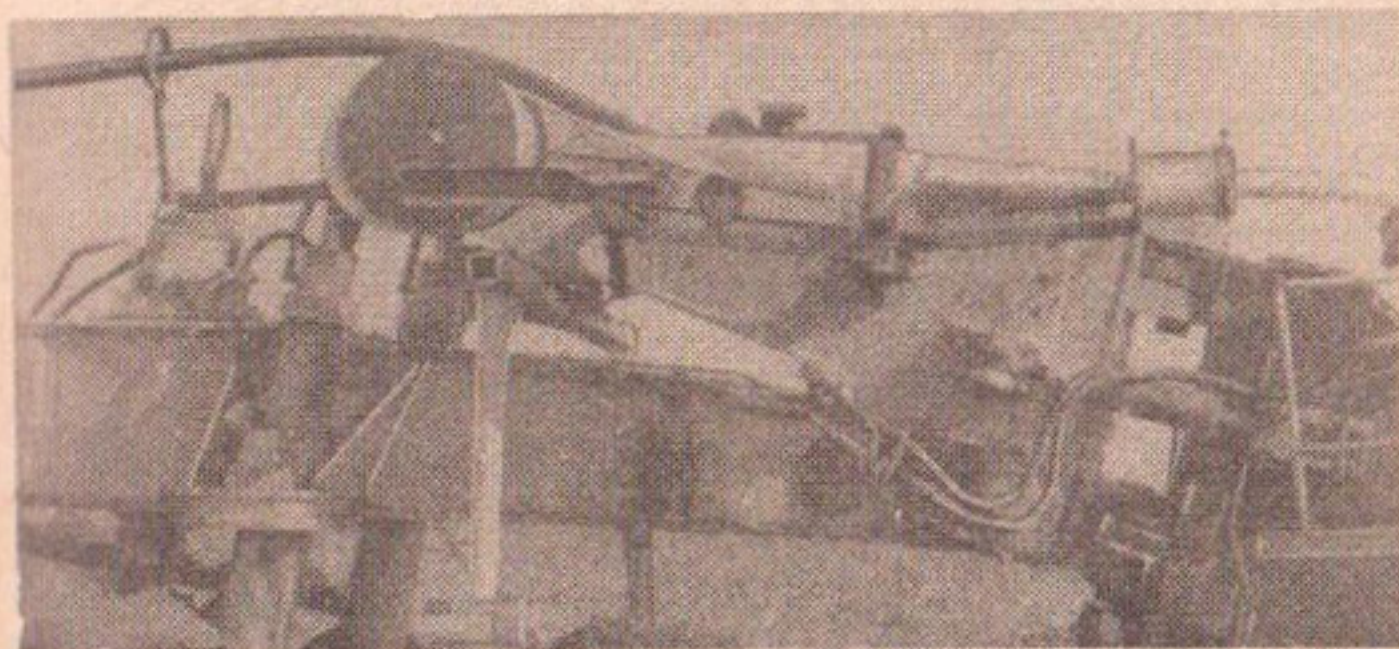


Рис. 23. Устройство для обертки дренажной трубы синтетическим фильтроматериалом на дренажнике МД-4

При использовании в качестве фильтра стекловолоконных материалов целесообразно применять специальное устройство, принцип действия которого основан на использовании в качестве режущего инструмента раскаленных проволок с высоким омическим сопротивлением, нагретых за счет подачи на них напряжения 12 В. Непрерывно движущаяся по специальному столу ткань разрезается этими проволоками на необходимое число полос, которые наматываются

на барабаны. Кромки полос при разрезании оплавляются, что обеспечивает их прочность.

Технология работ по строительству дренажа в значительной степени зависит от способа регулирования глубины и уклона дрена. При работе дренаукладчика по спланированному основанию требуется большое количество вспомогательных машин. Так, для обеспечения фронта работ дренаукладчику БДМ-301А со сменной производительностью 3 тыс.м требуется двухсменная работа I2...I3 скреперов для подготовки трассы под заданный уклон, восемь бульдозеров для засыпки трасс и заходных шурфов, один одноковшовый или цепной траншейный экскаватор для отрывки приямков. При использовании в качестве фильтра песчано-гравийной смеси дополнительно требуется несколько самосвалов для доставки ее к дренаукладчику. Объем земляных работ при отсутствии на дренаукладчике системы поддержания уклона может достигать более 3 тыс. м³ на I тыс.м дренажа. Кроме того, снятие верхнего покрова почвы резко ухудшает несущую способность грунта и снижает проходимость дренаукладчика.

Использование системы регулирования глубины укладки дрена позволяет существенно снизить трудоемкость подготовительных работ. Планировка трассы выполняется с целью устранения отдельных неровностей высотой более 25 см и при поперечном уклоне, превышающем 5°. Если трасса дрена удовлетворяет этим условиям, необходимость в планировке отпадает.

При установке копирного троса предварительно производится разбивка пикетажа по трассам дрена через каждые 20 м и техническое нивелирование. При использовании лазерного излучения или оптической оси теодолита в качестве задающего элемента достаточно иметь высотную отметку одной точки сопряжения дрена с коллектором. В этом случае практически отпадает необходимость в выносе пикетажа дрена и проведении технического нивелирования, что резко снижает трудозатраты на подготовительные операции и простои дренаукладчика.

Укладка дрена производится по схемам: от отрытого канала; от уложенного коллектора после отрывки приямка; до прокладки коллектора без отрывки приямка.

Первая и третья схемы укладки дрен не требуют отрывки приямков и использования дополнительных машин в этих целях, что снижает трудозатраты на подготовительные операции и исключает связанные с этим простои дренаукладчика. По первой схеме не нужно в процессе укладки дрен соединять их с коллектором, что положительно сказывается на выработке дренаукладчика. Однако в этом случае возникает необходимость в устройстве дренажных устьев. Приямки отрываются одноковшовым экскаватором с вместимостью ковша 0,15...0,3 м³ или многоковшовым экскаватором. Укладка дрен по первой и второй схемам ведется от устья к истоку дрены, а по третьей схеме сквозным проходом сначала от истока первой дрены к ее устью, а затем далее от устья второй дрены к ее истоку, что сокращает потери времени на подготовительные работы и холостые проезды. После укладки дрен траншейным экскаватором строится коллектор. Уложенные дрены подсоединяются к коллектору в процессе его строительства, что возможно только в устойчивых грунтах при уровне стояния грунтовых вод ниже глубины залегания коллектора и не позднее, чем по прошествии суток с момента укладки дрен.

АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕСТРАНШЕЙНЫХ ДРЕНУКЛАДЧИКОВ

Глубина укладки дренажных труб изменяется от 1,2 м у ТГ-1 (фирма Бруфф, Англия) до 2,75 м у "Баджер Мэйджер" (Англия). Максимальная глубина укладки для большинства машин составляет 1,8...1,9 м. Номинальная глубина укладки в среднем на 20 см меньше максимальной. С помощью подготовки трассы в виде "корыта" максимальная глубина укладки может быть увеличена на 0,5 м. На рис. 24 представлена диаграмма распределения мирового парка бестраншейных дренаукладочных машин (БДМ) в зависимости от максимальной глубины укладки.

Диаметр укладываемой трубы находится в пределах от 50 мм ("Мелиомат-Универсал В710С/02", ГДР) до 400 мм ("Линк Плуэ 250", США). Средний для зарубежных машин максимальный диаметр укладываемых труб 180 мм, для отечественных машин, выпускаемых серийно — 120 мм. Максимальный диаметр керамических труб, если их применение предусмотрено конструкцией машины, в среднем на 30 мм меньше максимального диаметра используемых на том же дренаукладчике пластмассовых труб.

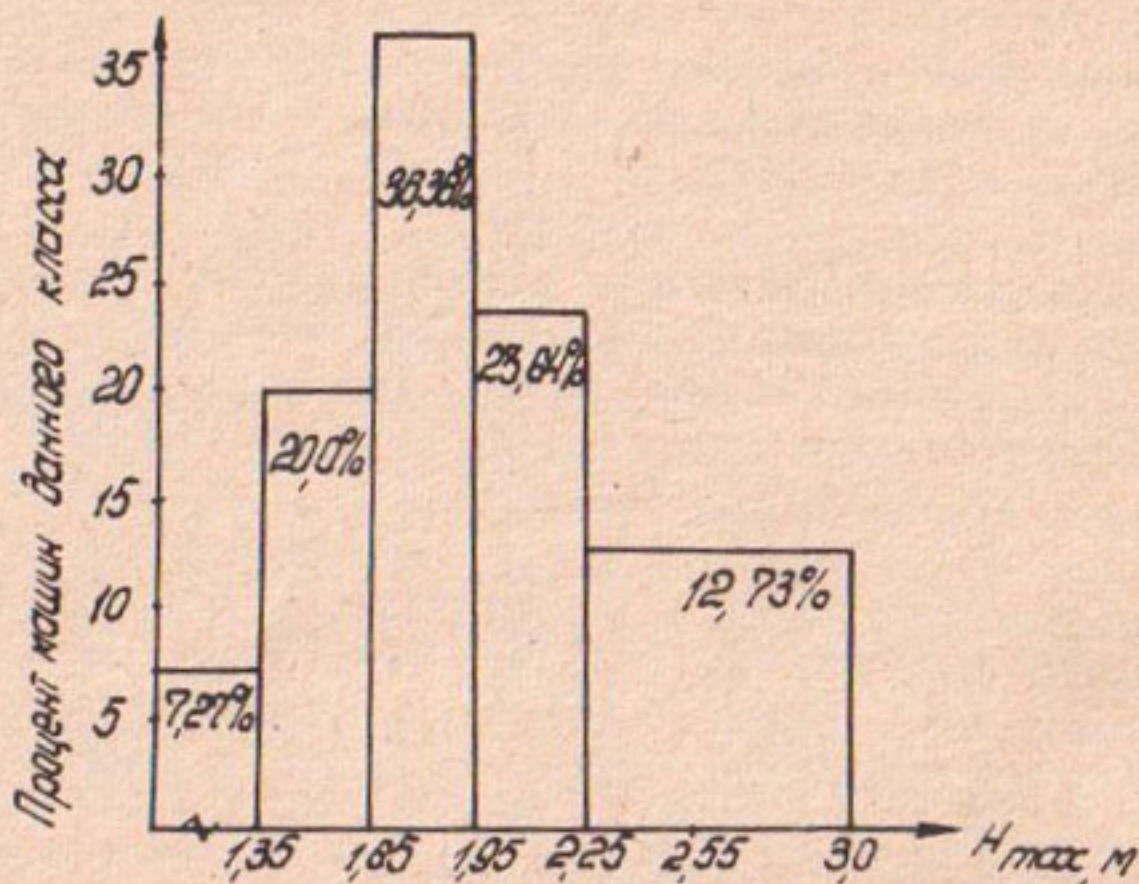


Рис. 24. Диаграмма распределения парка бестраншейных преноукладчиков в зависимости от максимальной глубины укладки дрен

На рис. 25 представлена диаграмма распределения парка за рубежом БТМ в зависимости от максимального диаметра укладываемых труб.

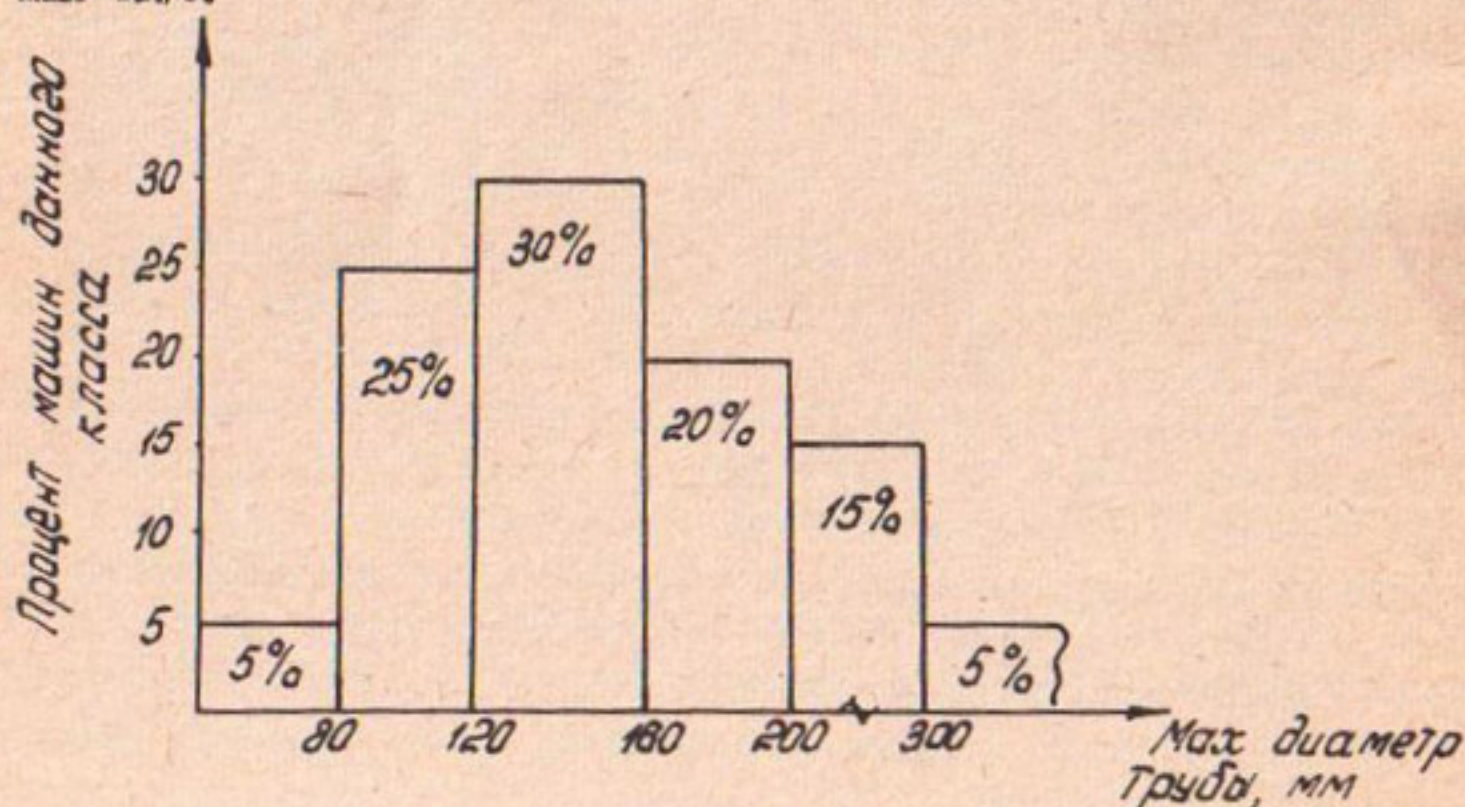


Рис. 25. Диаграмма распределения парка бестраншейных преноукладчиков в зависимости от максимального диаметра укладываемых труб

Мощность бестраншейных дренажников изменяется от 3 кВт у TG-I с лебедочным приводом до 330 кВт у дренажника SW610 на базе колесного трактора (фирма "Кантеко", Канада). Для привода базовой машины применяются исключительно дизельные двигатели фирм Форд, Мерседес Бенц, Дайто, Комацу, Камминс, Вольво и др. Применение на ряде дренажников бесступенчатого гидропривода для регулирования рабочих скоростей способствует работе двигателя в оптимальном режиме.

Масса бестраншейных дренажников изменяется от 12,77 т у прицепной машины на колесном ходу "Клейтон Баджер" (Англия) до 41 т у дренажника MPD I55 фирмы Корнелиус (ФРГ).

Удельное давление на грунт изменяется от 0,015 МПа у прицепного дренажника TG-I (фирма "Бруфф", Англия) до 0,072 МПа у машины MPD I55 (фирма Корнелиус, ФРГ). В среднем для большинства машин удельное давление на грунт находится в пределах 0,030 МПа. При использовании в качестве базовой машины гусеничного трактора он, как правило, оснащается удлиненным или удлиненно-уширенным гусеничным ходом с развитыми грунтозацепами. Специальное гусеничное шасси также должно удовлетворять условию обеспечения удельного давления ниже несущей способности грунта. При использовании прицепных дренажников на колесном ходу (Бруфф TG-I, "Баджер Клейтон") предусматривается возможность замены колесного двигателя на гусеничный, если того требуют грунтовые условия.

Вес машины, а также вертикальная составляющая силы резания, возникающая в процессе работы, должны равномерно распределяться по опорной поверхности гусениц или между мостами колесной машины. Эпюра распределения удельного давления для гусеничной машины в рабочем состоянии должна иметь прямоугольный вид. Дренажник работает по спланированному основанию или, в случае использования автоматической системы поддержания уклона, при незначительных местных неровностях, высота которых, как правило, не превышает 0,3 м.

Развиваемое тяговое усилие у бестраншейных дренажников изменяется от 100 кН при глубине укладки 1,2 м (машины "Бруфф TG-I" "Мелиомат") до 1500 кН при глубине укладки 3 м для дренажника "Баджер Мэйджер". Для наиболее распространенных машин с глубиной укладки 1,8...2 м развиваемое тяговое усилие составляет 350...450 кН. В качестве дополнительных тяговых

средств могут применяться прицепные тягачи, рабочие скорости которых синхронизированы с рабочими скоростями дренаукладчика, либо устанавливаемые спереди на раме дренаукладчика лебедки. В этом случае в качестве якорного устройства используются специальные машины с якорным оборудованием, либо бульдозеры общестроительного назначения. Дренаукладчики с дополнительными лебедками и якорными устройствами в виде бульдозеров получили наибольшее распространение.

Рабочая скорость бестраншейных дренаукладчиков изменяется от 0 до 11,8 км/ч (МРД 155, фирма Корнелиус, ФРГ). Средняя для большинства машин максимальная рабочая скорость составляет 3,2 км/ч.

Транспортные скорости бестраншейных дренаукладчиков на гусеничном ходу изменяются от 2,78 км/ч для МД-4 (СССР), до 6,0 км/ч для машин "Дреномат" (Австрия) и 6,37 км/ч для машины "Мелиомат" (ИДР). Для машин с механической трансмиссией коробка передач имеет диапазон рабочих скоростей. Дренаукладчики, оснащенные бесступенчатым гидроприводом, имеют, как правило, два диапазона скоростей — транспортный и рабочий. Средняя для большинства дренаукладчиков на гусеничном ходу максимальная транспортная скорость составляет 5,05 км/ч; для самоходных машин на колесном ходу — 10,22 км/ч; для прицепных машин на колесном ходу — 24 км/ч.

Производительность бестраншейных дренаукладчиков в зависимости от грунтовых условий, глубины укладки дренажа и типа применяемой машины составляет 2...5 км в смену и более. В США при 10-часовом рабочем дне производительность достигает 15 км дренажа.

Анализ основных технических характеристик бестраншейных дренаукладчиков показывает, что с их помощью можно производить строительство дренажа во всем диапазоне глубин, предусматриваемых для районов как осушения, так и орошения. Вместе с тем, значительные тяговые сопротивления, присущие процессу укладки дренажа бестраншейным способом, существенно сдерживают распространение бестраншейных дренаукладчиков ввиду ограниченного выпуска базовых машин большого тягового класса. Использование дополнительных тяговых средств сильно снижает производительность дренаукладчиков. Базовые же машины большой единичной мощности, как правило, имеют меньший моторесурс, чем

машины среднего класса тяги. Таким образом, улучшение технических характеристик бестраншейных дренаукладчиков связано с появлением новых, более надежных и энергонасыщенных базовых машин, позволяющих производить укладку труб без дополнительных тяговых средств.

Удельное сопротивление грунта резанию существенно не изменяется при рабочих скоростях до 1,5 м/с. Таким образом, возможно создание бестраншейных дренаукладчиков, имеющих рабочие скорости до 5,4 км/ч, т.е. на 70 выше, чем максимальная рабочая скорость большинства существующих машин. Однако и при нынешнем техническом уровне бестраншейных дренаукладчиков возможно существенное увеличение их производительности. Для большинства машин коэффициент использования эксплуатационного времени находится в пределах 10...20%, т.е. огромный резерв повышения производительности труда при строительстве дренажа бестраншейным способом кроется в совершенствовании организации труда и использовании более совершенной технологии строительства.

Экономическая эффективность при замене траншейных дренаукладчиков бестраншейными достигается в результате более высокой производительности последних, меньших затрат на ремонт и восстановление более простого и надежного рабочего органа бестраншейного типа, а также экономии трудовых ресурсов. Вместе с тем, рабочие органы дренаукладчиков бестраншейного типа имеют значительное тяговое сопротивление, а, следовательно, нуждаются в более мощной базовой машине. Кроме того, на эксплуатационные показатели бестраншейных дренаукладчиков в более значительной степени влияют физико-механические свойства разрабатываемого грунта; особенно его прочность и влажность поверхностного слоя. Работавшие в режиме прямой тяги бестраншейные дренаукладчики оказываются более чувствительными к изменению этих свойств. Сравнительный анализ экономических показателей способов траншейной и бестраншейной укладки дренажа был проведен в Голландии при дренировании глинистых почв с использованием керамических труб (внутренний диаметр 50 мм) и пластмассовых (наружный диаметр 60 мм). Средняя глубина укладки 1,55 м. Фильтрующие материалы не применяли.

Состав бригады при строительстве дренажа траншейным способом: из керамических труб — 8 чел., из пластмассовых — 5 чел., а при бестраншейном способе (из пластмассовых труб) — 4 чел.

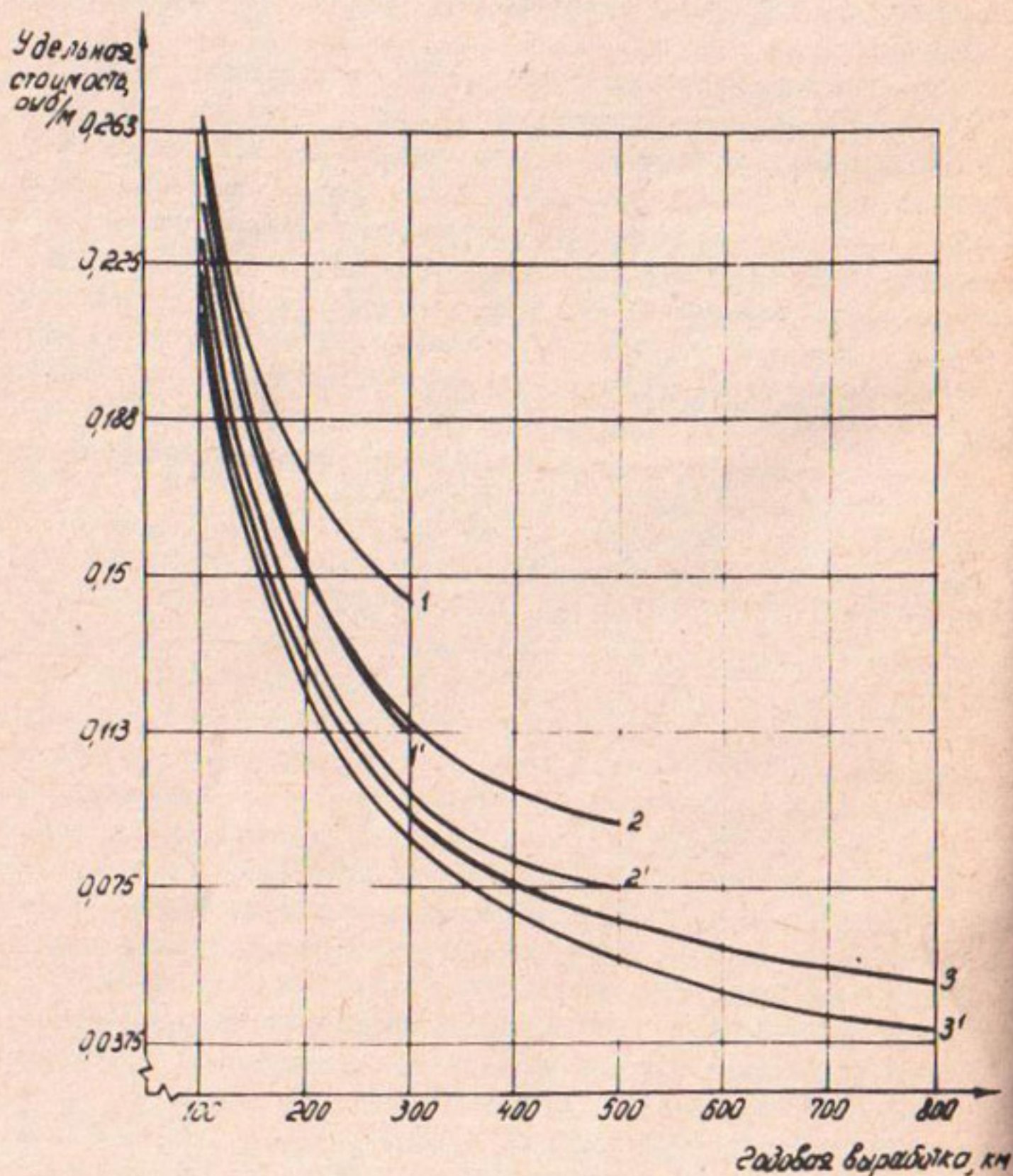


Рис. 26. Зависимость удельной стоимости машин, приходящейся на 1 м дренажа, построенного траншейным (1, 2, 3) и бестраншейным (1', 2', 3') способами в зависимости от часовой производительности и годовой выработки машин. Часовая производительность соответствует: 1, 1' - 200 м/ч; 2, 2' - 300 м/ч; 3, 3' - 500 м/ч

Стоимость работ при использовании траншейных машин рассчитывали для часовой производительности 200, 300, 400 и 500 м/ч, а бестраншейных – 200, 300, 400, 500 и 600 м/ч. Было принято, что годовой фонд рабочего времени машины составляет 1750 ч, а стоимость траншейных и бестраншейных машин и нормы амортизационных отчислений одинаковы.

Расчеты показали, что удельная стоимость бестраншейного дренаукладчика, приходящаяся на 1 м дренажа, на 10...20% ниже аналогичного показателя траншейной машины (рис. 26, 27).

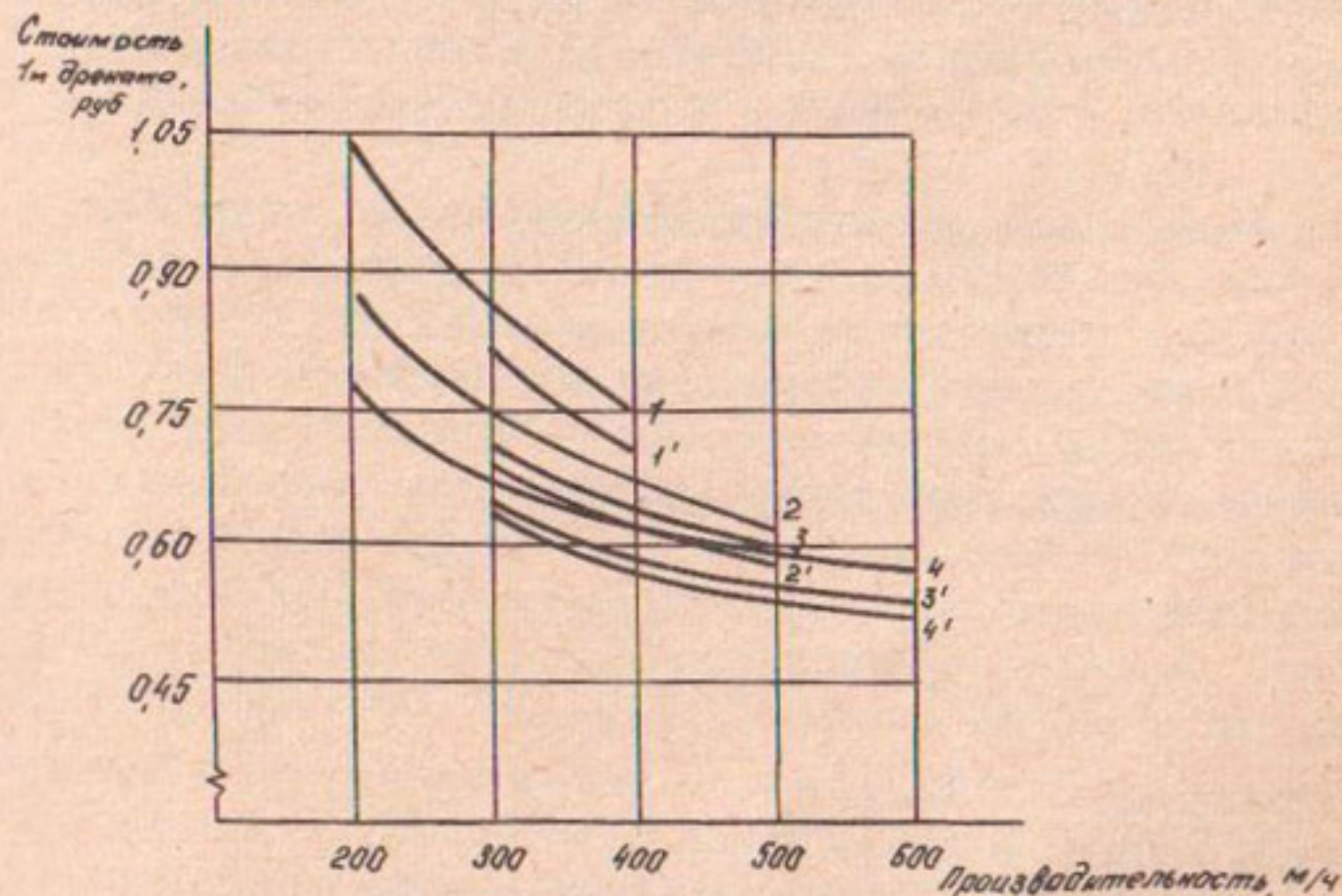


Рис. 27. Зависимость стоимости дренажа от варианта строительства, типа труб, часовой производительности и годовой выработки машины: 1, 1' – траншейный с керамическими трубами; 2, 2', 3 – траншейный с пластмассовыми трубами. 3', 4, 4' – бестраншейный с пластмассовыми трубами. Годовая выработка соответствует: 1, 2, 4 – 300 км, 3, 3' – 400 км 1', 2', 4' – 500 км

Из графиков (рис. 27) следует, что применение бестраншейного дренаукладчика с пластмассовыми трубами вместо траншейного дренаукладчика с керамическими трубами при производительности 200 м/ч снижает стоимость строительства 1 м дренажа на 25%, а при производительности 400 м/ч – на 17% при годовом объеме строительства 300 км. Использование для укладки пластмассового дренажа бестраншейного дренаукладчика снижает стоимость дренажа для тех же условий на 10...15%.

При годовом объеме работ 500 км замена траншейного гончарного дренажа бестраншейным пластмассовым снижает стоимость дренажа на 16...23% при часовой производительности 300...400 м. Если происходит замена пластмассового траншейного дренажа пластмассовым бестраншейным, стоимость дренажа снизится на 6...10%.

При годовом объеме работ 300 км стоимость дренажа, построенного бестраншейным дренажукладчиком производительностью 400 м/ч, на 35% ниже стоимости керамического дренажа, построенного траншейной машиной производительностью 200 м/ч. Если бестраншейному дренажукладчику производительностью 300 м/ч увеличивает объем работ с 300 до 400 км, то стоимость дренажа снижается на 7...8%.

Применительно к условиям нашей страны замена траншейного дренажукладчика ЭТЦ-202А бестраншейным МД-4 позволяет снизить эксплуатационные затраты на строительство 1000 м дренажа со 170 руб./км до 136 руб./км. При достижении дренажукладчиком МД-4 годовой выработки 400 км экономический эффект в результате замены траншейного керамического дренажа пластмассовым бестраншейным составит 20,7 тыс.руб. в год. Для зоны орошения переход от полумеханизированного способа строительства дренажа к бестраншейному, позволит повысить годовую выработку комплекта машин с 19,2 км до 300 км, т.е. в 15,6 раза. Экономический эффект при этом достигает 1238 тыс.руб. на один комплект машин. Таким образом, широкое внедрение в практику мелиоративного строительства нашей страны бестраншейных дренажукладчиков позволяет значительно сократить стоимость и сроки строительства, улучшить качество мелиоративных работ.

Л и т е р а т у р а

А н т о н о в В.И., К а з а к о в В.С. Строительство и эксплуатация бестраншейного дренажа. - М.: Колос, 1976, 104 с.

Б а л о в н е в В.И. Моделирование процессов взаимодействия со спецой рабочих органов дорожно-строительных машин. - М.: Высшая школа, 1981, 335 с.

Дистанционное радиоуправление дренажукладчиком МД-4 при строительстве дренажа бестраншейным способом (рекомендации по применению) - М., 1979, 14 с. - (НИИТМ).

Ефремов А.Н., Мармалов А.И. Применение лазеров для управления мелиоративными машинами. - Обзорная информация № 18-М., 1982, 55 с. - (ЦЕНТИ Минводхоза СССР).

Кузин Э.Н., Спруде Л.Я., Песков В.Г. Зарубежные дренаукладчики. - Обзорная информация № 4. М., 1982, 49 с. - (ЦЕНТИ Минводхоза СССР).

Рекомендации по применению лазерного указателя проектного уклона УКД-I с дренаукладчиком МД-4. -М., 1982, 56 с. - (ВНИИГМ).

Руководство по строительству бестраншейного пластмассового дренажа с применением дренаукладочного комплекса МД-4, МД-5. -М., 1981, 38 с. - (Союзводпроект).

Струков Е.В. Технология защиты пластмассовых дренажных труб от механического заиливания. - Обзорная информация № 1.-М., 1982, 18 с. - (ЦЕНТИ Минводхоза СССР).

Томин Е.Д. Бестраншейное строительство закрытого дренажа. - М.: Колос, 1981, 240 с.

Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин. - М.: Машиностроение, 1977, 298 с.

Agri-book magazine "Drainage contractor", Vol. 4, N1, 1978, 192p.
Land & Water "Drainage Equipment Survey", 1980,
Febr/Mar., p. 34-42.

Maarding W.H. A review on international experience with trenchless versus trenching drainagemachines, ASSEN 1977, 122p.

Проспект фирмы "Badger".

Проспект фирмы "Barth Holland".

Проспект фирмы "Carteco Wedge".

Проспект фирмы "Poclain".

Проспект фирмы "Werner Cornelius".

За более подробной информацией обращаться по адресу: 127550, Москва, Б.Академическая, 44, ВНИИГМ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
Опыт эксплуатации бестраншейных дренаукладчиков	5
Дренажные материалы	9
Защитные и фильтрующие материалы	13
Рабочие органы бестраншейных дренаукладчиков и их мелио- ративная оценка	15
Зарубежные бестраншейные дренаукладчики	22
Отечественные бестраншейные дренаукладчики	53
Устройства для регулирования глубины укладки дрена	62
Особенности технологии строительства дренажа бестран- шейным способом	69
Анализ технико-экономических показателей бестраншейных дренаукладчиков	75
Литература	82

Обзорная информация № 13

Ответственный за выпуск М.Михайлова
Специальный редактор Т.Рубинчик
Литературный редактор И.Петровская
Технический редактор В.Крякова
Корректоры: Т.Супасва, Е.Соколова, Л.Белоусова

Подп.к печ.20.10.83. Т-19184. Формат 60х84/16. Бумага типогр.№ 3.
Печать офсетная. Объем 5,4 усл.печ.л., 4,9 уч.-изд.л.
Тираж 1330. Заказ 852. Цена 1 руб. 08 коп.

ЦБНТИ Минводхоза СССР.103287, Москва А-287,2-й Хуторской пер., 7
Ротапринт ВНИИГиМ,141800,Дмитров,Моск.обл., 2-я Левонабережная, 12

О П Е Ч А Т К И

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
I3, I4	Шапка, Табл.4 3 графа справа	Стоимость <u>1000 м²</u> кг руб.	Стоимость, <u>1000 м²</u> , руб. кг
26	3 графа слева 4 снизу	Д8-97	Д8-Д7
27	6 снизу I графа справа	Бетонные	-
32	I снизу	км/ч м	км/ч и
37	4 снизу	...Барт" (Голландия)	"Барт" TL -7IS (Гол- ландия)
45	Рис. I3	<u>Глубина, м</u> →	<u>Длина дрен, м</u> →
53	8 сверху	...ножа от отвала...	...ножа до отвала...
56	II снизу	...до I,5 м	...до 3,0 м
63	6 сверху	...гидроверти- каль	...гировертикаль)
68	6 сверху	+I,0...2,5	±I,0...2,5
68	IO сверху	75	I5
79	9 сверху	...на 70 выше,...	...на 70% выше,...
80	3 снизу	...способами в зависимо- сти от часо- вой...	...способами от часовой...

1 руб. 08 коп.

Индекс

ОБЗОРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

О.И. "Бестраншейные дренажные
ладчики в СССР и за рубежом"
1983, № 13, 1-88.