

В. Н. Щедрин, А. С. Капустян

**ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА
ДРЕНАЖНЫХ РАБОТ НА ЮГЕ РОССИИ**

Новочеркасск
РосНИИПМ
2015

УДК 626.862

ББК 40.63

Щ 362

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В. И. Ольгаренко – профессор кафедры «Мелиорация земель» Новочеркасского инженерно-мелиоративного института Донского государственного аграрного университета, Заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор;

Ю. А. Свистунов – заведующий кафедрой «Комплексные системы водоснабжения» Кубанского государственного аграрного университета, доктор технических наук, профессор

Щедрин, В. Н., Капустян, А. С.

Щ 362 Этапы развития производства дренажных работ на юге России: монография / В. Н. Щедрин, А. С. Капустян. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. – 112 с.

ISBN 5-93542-050-3

Рассмотрены и систематизированы результаты работ по строительству закрытого горизонтального дренажа в зоне орошения на юге России. Приведены организация и технология строительства дренажа дренаукладчиком УДМ-350. Показаны пути совершенствования технологических процессов строительства дренажа и перспектива развития дренажных работ в современных условиях.

Монография предназначена для специалистов в области сельскохозяйственной мелиорации, а также студентов профильных вузов.

УДК 626.862

ББК 40.63

ISBN 5-93542-050-3

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 СОСТОЯНИЕ МЕЛИОРАТИВНОГО КОМПЛЕКСА НА ЮГЕ РОССИИ	6
2 РОЛЬ И МЕСТО ДРЕНАЖА ПРИ МЕЛИОРАТИВНОМ ОСВОЕНИИ ЗЕМЕЛЬ	15
3 ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕНАЖНЫХ РАБОТ ...	26
3.1 Применение при строительстве закрытого горизонтального дренажа различных приспособлений и устройств	29
3.2 Использование зарубежной дренажукладочной техники	41
3.3 Применение российских дренажукладочных комплексов	46
4 ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДРЕНАЖА ДРЕНОУКЛАДЧИКОМ УДМ-350	57
4.1 Подготовительно-организационные работы.....	57
4.2 Подготовительно-строительные работы	58
4.3 Основные виды работ.....	61
4.4 Заключительные работы	63
4.5 Контроль качества строительства дренажа	64
5 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ДРЕНАЖА	69
5.1 Подготовка трасс под строительство дренажа	69
5.2 Механизация навивки защитно-фильтрующего материала на пластмассовые трубы	71
5.3 Механизация процесса доставки и загрузки объемно- фильтрующего материала в бункер дренажукладчика	73
5.4 Технологические процессы по обратной засыпке и уплотнению грунта дренажной траншеи.....	81
6 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДРЕНАЖА.....	90
7 ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ДРЕНАЖНЫХ РАБОТ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	102
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	104

ВВЕДЕНИЕ

Проводимая до 90-х годов прошлого столетия государственная политика, направленная на интенсификацию сельскохозяйственного производства и развитие мелиорации, давала хорошие результаты и закладывала прочную перспективную основу развития сельского хозяйства.

Резкий подъем и увеличение стабильности урожаев сельскохозяйственных культур в условиях орошения способствовали бурному росту площадей орошаемого земледелия и массовому строительству оросительных систем.

Период с 1960 по 1990 г. характеризуется увеличением объемов строительства дренажа, разработкой новой дренажукладочной техники, вспомогательных машин и оборудования, а также эффективных технологий и технических решений.

В этот период был накоплен большой практический и теоретический материал по эффективности строительства и применения закрытого горизонтального дренажа на юге России, уточнены основные параметры и методы расчета, выявлены пути совершенствования дренажных конструкций и т. д.

За годы экономических реформ по ряду объективных и субъективных причин научно-технический потенциал мелиоративной отрасли был фактически ликвидирован, а производство дренажных работ на орошаемых землях прекращено.

В настоящее время в результате приватизации орошаемых земель внутрихозяйственный закрытый дренаж остался без необходимого ухода и надзора, что привело к снижению его работоспособности, вплоть до полного выхода отдельных дрен и дренажных участков из строя.

Научно-производственную деятельность по проектированию, строительству и эксплуатации дренажных систем в целом и отдельных участков в частности можно разделить на следующие направления:

- разработка конструкций и изучение водоприемной способности дренажа;
- разработка технологии и способов строительства дренажа;
- разработка технических средств для строительства дренажа;
- разработка нормативно-методической документации по строительству дренажа;

- основные принципы эксплуатации дренажных систем в зоне орошения.

В предлагаемой монографии сделана попытка систематизировать результаты работ прошлых лет по строительству закрытого горизонтального дренажа в зоне орошения в связи с необходимостью в ближайшей перспективе восстановления оросительных систем на новом техническом уровне.

1 СОСТОЯНИЕ МЕЛИОРАТИВНОГО КОМПЛЕКСА НА ЮГЕ РОССИИ

Юг России, включающий Южный и Северо-Кавказский федеральные округа, является одним из основных производителей сельскохозяйственной продукции в Российской Федерации [1]. По своим климатическим условиям эти субъекты РФ являются наиболее благоприятными регионами России для выращивания широкого набора сельскохозяйственных культур, включая такие теплолюбивые, как рис, овощи, виноград и другие. Однако значительная часть территории находится в зоне недостаточного увлажнения, что не позволяет в полной мере использовать высокие потенциальные возможности этих земель. Поэтому одним из основных условий повышения устойчивости сельскохозяйственного производства является развитие орошаемого земледелия, в первую очередь, в засушливых и очень засушливых районах. К староорошаемой в этой зоне относится Восточное Предкавказье (Республика Дагестан), где к 1920 году площади орошаемых земель составляли уже около 40 тыс. га [2].

Развитие орошения на юге России, преимущественно в южной зоне Предкавказья, начато в 50-х годах прошлого столетия после регулирования стока основных рек региона Волги, Дона, Кубани, Терека и других. В этот период методом народной стройки началось строительство крупных магистральных каналов и привязанных к ним государственных оросительных систем.

Массовое строительство оросительных систем проводилось в период с 1950 по 1990 г. и к настоящему времени общая балансовая стоимость активов, находящихся в оперативном управлении эксплуатационных организаций, составляет 228,7 млрд руб. [3].

К 1965 году площадь орошаемых земель выросла до 414 тыс. га, а темпы мелиоративного строительства значительно увеличились после 1966 года. В эти годы на ранее построенных оросительных системах были проведены работы по их реконструкции и качественному улучшению орошаемых земель.

Положительный пример резкого подъема и увеличения стабильности урожаев сельскохозяйственных культур в условиях орошения при засушливом климате, а также вовлечения в сельхозоборот малопригодных и непригодных для освоения в богарных условиях земель, обеспечил в 60–80-х годах мощный импульс для бурного роста пло-

щадей орошаемого земледелия. Однако с начала 90-х годов начался интенсивный процесс списания орошаемых земель. Так, в настоящее время на юге России площадь мелиорированных земель сократилась с 2707,1 (1990 г.) до 1938,8 (2014 г.) тыс. га (таблица 1.1), при площади дренирования 755,75 тыс. га [3].

Таблица 1.1 – Наличие орошаемых земель на юге России по субъектам РФ

Субъект РФ	Площадь орошения, тыс. га		
	по состоянию на 01.01.1990	по состоянию на 01.01.2014	
	всего	всего	с дренажем, в т. ч. с закрытым дренажем
Республика Адыгея	39,3	24,95	15,23
Республика Дагестан	378,8	396,30	111,20
Республика Ингушетия	153,9	21,80	–
Кабардино-Балкарская Республика	124,5	130,70	14,3
Республика Калмыкия	57,7	80,90	12,7
Карачаево-Черкесская Республика	22,2	19,84	7,88
Республика Северная Осетия	77,1	94,80	0,08
Чеченская Республика	–	–	–
Краснодарский край	477,6	313,28	244,75
Ставропольский край	433,7	278,60	148,20
Астраханская область	231,9	84,10	64,76
Волгоградская область	352,2	233,40	11,24
Ростовская область	419,7	260,14	125,4
Всего	2707,1	1938,81	755,75

Причины списания орошаемых земель заключаются в значительном моральном и физическом износе оросительных систем, построенных в 50–60-е годы, как правило, без дренажа, с каналами в земляном русле и прекращением государственного финансирования их строительства и реконструкции. Соответственно сократились объемы работ по поддержанию эксплуатационной готовности закрытой дренажной сети с сооружениями.

Отсутствие паритета цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию сделало малодоступными горюче-смазочные материалы, электроэнергию, мелиоративную и поливную технику даже для экономически крепких хозяйств. По этой причине наблюдается устойчивая тенденция сокращения фактически используемых и поливаемых площадей на оросительных системах. В 2012 г., по данным

переписи, из общей площади оставшихся 1938,81 тыс. га орошаемых земель 652,9 тыс. га (33,6 %) не поливалось. Наибольшие не политые площади приходятся на Краснодарский (134,1 тыс. га), Ставропольский (106,4 тыс. га) края и Астраханскую область (135,7 тыс. га).

Общее количество мелиоративных объектов и их протяженность на юге России, по данным эксплуатационных организаций на 2014 год, приведено в таблице 1.2 [3].

В неудовлетворительном состоянии находится оросительная сеть. При общей протяженности трубопроводов на оросительных системах 7,3 тыс. км, около 5 тыс. км нуждаются в замене. Протяженность каналов составляет 32,25 тыс. км, однако большинство из них находится в земляном русле [4].

В процессе длительного срока эксплуатации каналов в земляном русле нарушен профиль, повреждены водовыпуски, русла заросли сорной растительностью, а иногда кустарником и деревьями. В неудовлетворительном техническом состоянии находится лотковая сеть, которая в большинстве своем отслужила нормативный срок.

Важной проблемой остается ухудшение технического состояния дренажа, который при существующих условиях эксплуатации может полностью утратить работоспособность [1, 5].

На магистральных и межхозяйственных каналах расположены 683 насосные станции, которые морально и физически устарели, 55–65 % их нуждаются в реконструкции [4].

С 1990 г. начался спад в обеспеченности орошаемых площадей поливной техникой, и к 2012 году количество единиц дождевальной техники сократилось с 40 до 9,2 тыс. шт., из которых около трети дождевальных машин с истекшим сроком эксплуатации [1].

На балансе эксплуатационных организаций находится 93,9 тыс. шт. гидротехнических сооружений (ГТС). Около 40 % всех гидротехнических сооружений на водохозяйственных объектах требуют капитального ремонта и реконструкции, некоторые из них находятся в критическом состоянии. В случае аварий на напорных сооружениях в зоне затопления окажутся большие территории, тысячи гектаров сельхозугодий; ущерб по экспертным оценкам при этом может достигать 10–12 млрд руб. Еще больший урон могут наносить наводнения [4].

Таблица 1.2 – Протяженность линейных сооружений и общее количество мелиоративных объектов на юге России

Субъект РФ	Общая протяженность каналов, км	Общая протяженность трубопроводов, км	Общее количество ГТС, шт.	Наличие пунктов водоучета, шт.	Наличие всех типов водозаборных сооружений, шт.	Общее кол-во всех типов водосбросных ГТС, шт.	Кол-во насосных станций, шт.
Республика Адыгея	308,5	–	136	48	6	8	13
Республика Дагестан	4892,3	286,7	–	212	54	–	45
Республика Ингушетия	530	6,478	806	23	2	102	0
Кабардино-Балкарская Республика	1138,45	24,31	2031	310	20	40	11
Республика Калмыкия	1722	0	12	101	0	0	10
Карачаево-Черкесская Республика	3,6	366	52	13	22	–	11
Республика Северная Осетия	2463,5	859,9	14265	64	87	–	60
Чеченская Республика	1278	107	–	–	–	–	–
Краснодарский край	3162,38	2048	489	28	22	–	104
Ставропольский край	2614,9	66,7	2644	426	27	–	23
Астраханская область	804,9	46,9	301	–	39	19	79
Волгоградская область	1378	1418,6	474	87	51	9	248
Ростовская область	11948,9	2099,5	72691	609	66	–	162
Всего	32245,43	7330,09	93901	1921	396	178	683

Эксплуатация оросительных систем в условиях отсутствия и низкого качества противофильтрационных мероприятий на оросительной сети, недостаточной удельной протяженности и неудовлетворительного состояния имеющейся коллекторно-дренажной сети, использования несовершенной техники полива, отсутствия планировки орошаемых земель приводит к повышению уровня грунтовых вод, изменению водного, солевого, воздушного, питательного режимов почв и формированию на 30–35 % площади гидроморфных условий почвообразования, при котором неизбежны процессы переувлажнения активного корнеобитаемого слоя, вторичного засоления, осолонцевания, ощелачивания, слитизации и дегумификации. Ухудшение агрофизических свойств почв в значительной мере определяет снижение плодородия наиболее продуктивных черноземных и каштановых почв. В целом мелиоративное состояние орошаемых земель юга России характеризуется следующими показателями (таблица 1.3) [3].

Таблица 1.3 – Оценка мелиоративного состояния орошаемых сельхозугодий на 01.01.2012 по субъектам юга России

В тыс. га

Субъект РФ	Мелиоративное состояние орошаемых земель			Количество подтопленных населенных пунктов, ед.
	хорошее	удовлетворительное	неудовлетворительное	
Республика Адыгея	23,4	–	1,5	–
Республика Дагестан	83,0	101,4	211,9	92
Республика Ингушетия	2,6	1,9	–	–
Кабардино-Балкарская Республика	55,0	62,3	13,4	–
Республика Калмыкия	1,5	11,3	31,9	25
Карачаево-Черкесская Республика	19,7	0,1	–	–
Республика Северная Осетия	73,8	2,5	0,4	–
Чеченская Республика	3,4	28,5	94,8	20
Краснодарский край	280,8	54,3	51,4	–
Ставропольский край	188,7	54,6	33,1	224
Астраханская область	46,5	90,5	74,0	–
Волгоградская область	126,2	26,6	28,1	–
Ростовская область	152,4	27,9	48,1	14
Всего	1057	461,9	588,6	375

Сложившаяся мелиоративная обстановка на оросительных системах юга России вызывает необходимость разработки и осуществления комплекса мероприятий по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель (таблица 1.4) [3].

Таблица 1.4 – Мероприятия по повышению технического уровня оросительных систем юга России на 01.01.2012

В тыс. га

Субъект РФ	Площадь, требующая проведения ремонтных работ по повышению технического уровня системы					
	Общая площадь реконструкции	в т. ч. по видам работ				
		Комплексная реконструкция	Строительство коллекторно-дренажной сети	Капитальная планировка	Повышение водообеспеченности	Химические мелиорации
Республика Адыгея	20,6	20,6	–	12,5	–	–
Республика Дагестан	211,9	149,9	126,5	71,4	14,4	6,2
Республика Ингушетия	21,8	21,8	–	–	–	–
Кабардино-Балкарская Республика	64,2	–	–	–	–	–
Республика Калмыкия	31,9	31,9	31,9	–	–	26,0
Карачаево-Черкесская Республика	9,1	9,1	–	–	–	–
Республика Северная Осетия	34,3	11,0	–	–	–	–
Чеченская Республика	98,9	62,8	52,9	16,1	0,5	–
Краснодарский край	226,5	155,9	21,7	28,2	33,2	2,5
Ставропольский край	89,7	71,0	27,8	3,6	1,8	15,6
Астраханская область	127,3	118,7	100,5	95,2	1,2	–
Волгоградская область	84,2	82,3	0,1	0,2	1,6	28,0
Ростовская область	107,6	76,2	61,0	48,3	2,9	6,6
Всего	1128,0	811,3	422,4	275,5	55,6	84,9

С реконструкцией оросительных систем связаны перспективы восстановления и развития орошаемого земледелия. Однако после 1991 г. выделение операционных средств из федерального бюджета на содержание и ремонт комплекса капиталоемких ГТС федерального и территориального значения, государственных мелиоративных систем значительно сократилось.

Существенно подорванной оказалась производственная и техническая база, обеспечивающая строительство, реконструкцию и ремонтно-эксплуатационные работы на мелиоративных системах. Техника, задействованная ранее в технологических процессах на мелиоративных системах, в большинстве своем по причине длительности срока службы вышла из строя.

При недостаточности финансирования, выделяемые средства сосредотачиваются на выполнении мероприятий, обеспечивающих в первую очередь жизнеспособность системы и выполнение своей

главной задачи – забор, транспортировку и подачу оросительной воды в точки водовыдела: содержание эксплуатационного штата, содержание и ремонт гражданских и производственных зданий, насосных станций, транспортных средств.

Специфика и особенности эксплуатации государственных оросительных систем юга России обусловлены преобладанием машинного водоподъема (более 70 % всех площадей) и неравномерностью водопотребления в течение вегетационного периода. Следствием этого является высокая себестоимость оросительной воды и необходимость повышенной оперативности управления водораспределением в условиях недостаточной обеспеченности бассейнами суточного регулирования и водохранилищами внутрисистемного регулирования. На государственных оросительных системах на долю электроэнергии приходится в настоящее время 40–45 % всех затрат [1].

В стоимостном выражении затраты только на электроэнергию возросли более чем в 2,5 раза. Перераспределение выделяемых средств по статьям расходов произведено за счет существенного сокращения затрат и объемов работ по содержанию и ремонту ГТС и гидростов, дамб каналов, трубопроводов, эксплуатационных дорог, очистке каналов, т. е. непосредственно за счет технического состояния самой системы.

Выполненные в эти годы полевые исследования показали, что причинами низкой эффективности и выхода дрен из строя являются большей частью: неудовлетворительное проектирование, несовершенство конструкций, низкое качество проектных работ и отсутствие технических средств и технологий эксплуатации построенного дренажа [6].

На рисунке 1.1 приведена схема причинно-следственных связей, обуславливающих неудовлетворительную работу закрытого дренажа в орошаемой зоне юга России, в которой кратко изложены наиболее часто встречающиеся ошибки проектирования, строительства и эксплуатации.

К организационным факторам, снижающим эффективность работы дренажа, относятся, прежде всего, отсутствие в орошаемой зоне стройной структуры службы по обслуживанию закрытых дрен, несовершенство существующих технологий по уходу за дренами, а также отсутствие необходимых материальных средств у землепользователей, в чьем ведении находится дренаж.

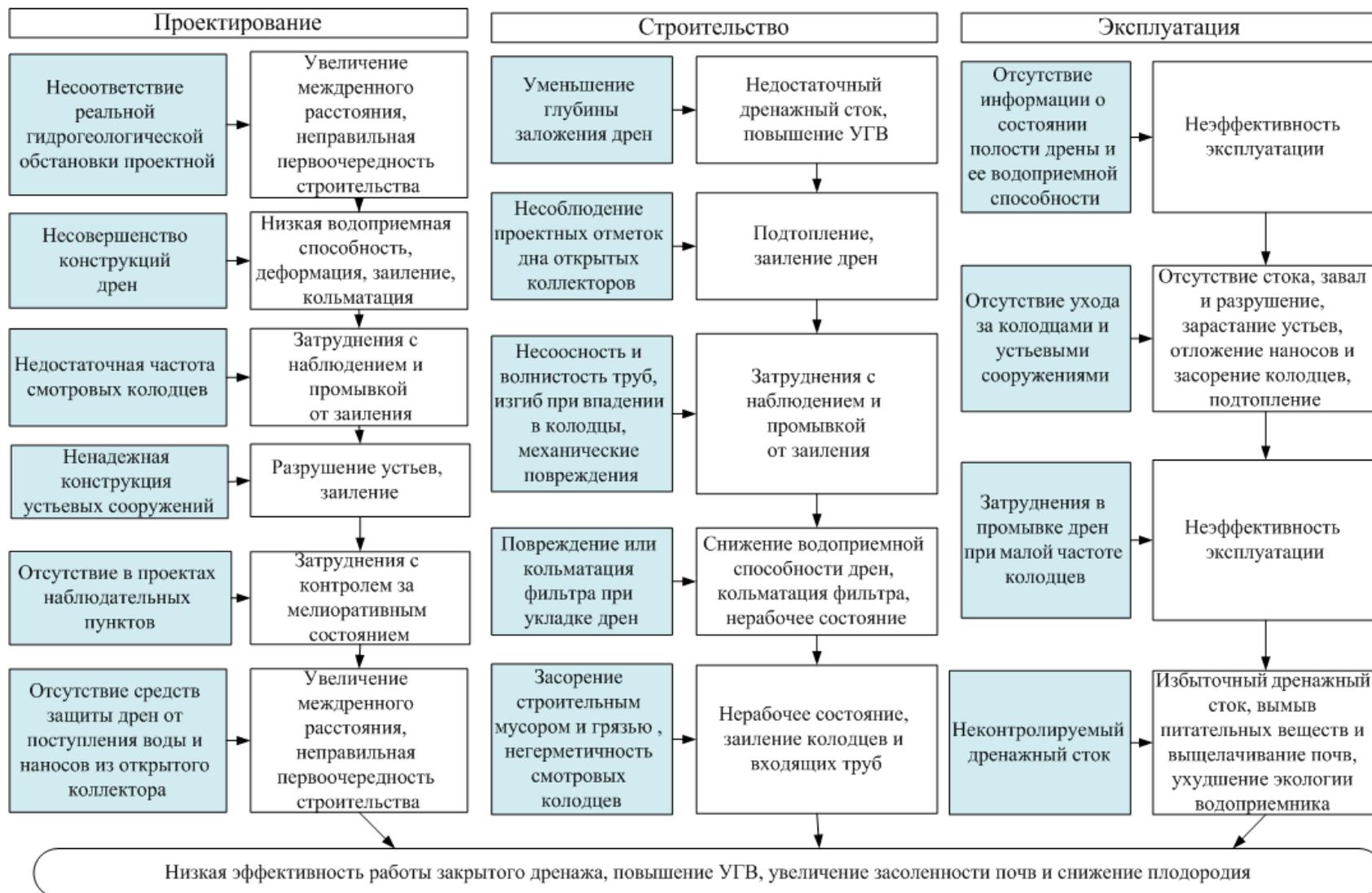


Рисунок 1.1 – Схема причинно-следственных связей, обуславливающих неудовлетворительную работу закрытого дренажа

Таким образом, плохое техническое состояние оросительных систем юга России, отсутствие в полном объеме поливной техники, дороговизна энергоресурсов, отсутствие средств в сельхозпредприятиях не позволяют в настоящее время использовать потенциал орошаемых земель в полной мере. Для повышения эффективности использования орошаемых земель необходимо принятие государственных мер по восстановлению орошаемых земель, вовлечение в эту отрасль инвестиций как бюджетных – федерального и регионального уровня, так и внебюджетных – частного капитала и собственных средств сельхозпредприятий.

Среди мероприятий, направленных на повышение эффективности использования орошаемых земель, можно выделить предложения по антикризисному развитию мелиорации, включающих поэтапную реконструкцию оросительных систем с технологическим перевооружением мелиоративного комплекса, в ходе которых должна быть решена задача устройства закрытого горизонтального дренажа на качественно новом уровне [6–11].

2 РОЛЬ И МЕСТО ДРЕНАЖА ПРИ МЕЛИОРАТИВНОМ ОСВОЕНИИ ЗЕМЕЛЬ

Развитие оросительной мелиорации и сельскохозяйственное освоение природно-засоленных почв, как показывает мировой опыт, связаны с необходимостью отвода за пределы орошаемых территорий минерализованных грунтовых вод с помощью дренажных сооружений различных конструкций.

Несмотря на рекомендации ведущих ученых страны (расширенное заседание секции мелиорации ВАСХНИЛ, 1934, под председательством А. Н. Костякова) о необходимости применения искусственного дренажа на слабодренированных территориях при высоком залегании уровня грунтовых вод, до середины 60-х годов прошлого столетия продолжалось бездренажное освоение орошаемых земель, приводящее к снижению их плодородия [12].

Поскольку до строительства оросительных систем на основной территории уровни грунтовых вод (УГВ) залегали на глубинах 5–20 м, существовало мнение, что в таких условиях дренаж в ближайшие годы не потребуется. При этом не учитывалась степень естественной дренированности территории, орошаемые и перспективные под орошение площади не районировались по данному показателю.

Однако в условиях естественно бессточных и весьма слабодренированных территорий ввод в эксплуатацию оросительных систем вызывает в первые годы орошения повсеместный подъем УГВ на площади систем и прилегающих к ним территориях вследствие пополнения грунтовых вод за счет дополнительных источников их формирования [13, 14].

С начала 70-х годов вопросы искусственного дренирования орошаемых земель становятся актуальными не только для регионов традиционного орошения, но и для районов строительства новых оросительных систем.

В естественных условиях соотношение статей водного баланса формируют уровень грунтовых вод (УГВ), который является одним из определяющих факторов почвообразовательного процесса. Изменение структуры водного баланса при орошении (фильтрационные потери поливной воды, инфильтрация воды на полях) могут привести к нарушению природного равновесия и подъему УГВ и, как следствие, к заболачиванию, засолению и осолонцеванию орошаемых земель и

прилегающих территорий. Данные процессы приводят к снижению плодородия и деградации почв.

Опыт мелиоративного строительства на юге России показывает, что ввод в эксплуатацию оросительных систем повсеместно приводил к подъему уровня грунтовых вод [15–19].

Важной особенностью Донских оросительных систем является то, что большинство магистральных оросительных каналов находятся на склонах перехода от водораздела к террасам рек Дона, Сала, Маныча, а основная часть орошаемых земель расположена на подкомандных каналах первой и второй надпойменных террасах.

Анализ многочисленных наблюдений за УГВ на территории Азовской оросительной системы (АОС) позволил проследить и наметить основные этапы формирования уровенного режима на системе и сделать соответствующие выводы [15].

В административном отношении АОС находится в Ростовской области между г. Азов и р. п. Веселый и занимает площадь брутто 40,8 тыс. га с протяженностью около 100 км. Рельеф территории отличается малой расчлененностью и уклонами поверхности 2, редко 6–8 градусов [15, 16].

Территория АОС расположена в левобережной части долин рек Дон и впадающего в него Маныча, которые имеют геоморфологически единые террасы. Источником орошения является вода Веселовского водохранилища, подаваемая Азовским магистральным каналом. Территория, подкомандная Азовскому магистральному каналу, составляет 70 тыс. га, из которых на донскую пойму приходится около 40 %, на первую надпойменную террасу – 5 %, на вторую надпойменную террасу – 20 %. Пойма Маныча была почти целиком затоплена, поэтому на первую пойменную террасу приходится – 20 %, на вторую – 15 % [15].

Территория АОС сложена аллювиально-делювиальными слоистыми отложениями суглинков с включением песчаных, супесчаных и глинистых линз. Почвообразующими породами являются карбонатно-сульфатные лессовые суглинки и легкие глины, содержащие от 50 до 70 % частиц меньше 0,01 мм [15].

Уровень грунтовых вод до орошения в западной и центральной частях территории (Азовский, Батайский, Аксайский и Багаевский районы) на значительных площадях, примыкающих к Донской пойме,

находился на глубинах от 2 до 5 м. В полосе вдоль Азовского канала его глубина была 5–7 м и более. Средняя глубина залегания грунтовых вод до строительства оросительной системы составляла от 4,5 до 4,7 м, и только 2 % общей площади имели грунтовую воду на глубине меньше 2 м (таблица 2.1) [17].

Таблица 2.1 – Распределение площадей Азовской оросительной системы по глубине залегания уровня грунтовых вод летом 1951 года (по данным Южгипроводхоза)

Единица измерения	Площадь земель (га) с интервалами УГВ (м)					Всего
	0–2	2–5	5–7	7–10	более 10	
га	560	22460	5040	4890	590	33540
%	1,7	67,0	15,0	14,5	1,8	100

Как видно из таблицы 2.1, 67 % площади земель имело грунтовые воды на глубине 2–5 м, более 30 % – на глубине ниже 5 м. Участки с залеганием уровня грунтовых вод ближе 2 м от поверхности земли обычно были расположены в замкнутых депрессиях рельефа, вдоль тальвегов лощин и балок и в восточной части территории, а более 5 м – в повышенных элементах рельефа и на склонах второй надпойменной террасы.

Таким образом, до ввода в эксплуатацию оросительной системы положение уровней грунтовых вод зависело от рельефа, геологического строения и атмосферных осадков, испарение с поверхности грунтовых вод играло весьма незначительную роль.

Ввод весной 1952 года оросительной системы в эксплуатацию произвел коренное изменение гидрогеологических условий территории. Резко изменился водный баланс грунтовых вод в результате появления новых мощных источников питания – фильтрация из магистрального канала и каналов оросительной сети, завышенные поливные нормы и т. д.

По данным Системного управления, осуществляющего в то время контроль за работой оросительной системы, потери Азовского магистрального канала менялись по годам в пределах от 30 до 50 % от головного водозабора.

По данным ФГБНУ «РосНИИПМ» (ЮжНИИГиМ), в 1955 году эти потери определены в 42 % от головного водозабора. Л. Ф. Литвинцев [17] отмечает, что свыше трех четвертей забираемой из Веселовского водохранилища воды шло на пополнение грунтовых вод и это пополнение было в три раза больше, чем от атмосферных осадков.

По данным Р. К. Гарина [18], оросительная вода составляла в среднем около 57 % от общего количества воды поступающей на территорию системы в летний период.

В результате орошения начался повсеместный подъем уровня грунтовых вод на всей территории системы и через 3–5 лет эксплуатации системы глубина залегания грунтовых вод установилась на отметках 1,9–2,4 м от поверхности земли (рисунок 2.1) [15].

Механизм гидравлической связи фильтрационной и грунтовой воды приведен в работе Н. Н. Фаворина [19] и заключается в следующем. После заполнения магистрального канала водой происходит смыкание фронта фильтрационных и грунтовых вод и перераспределение гидродинамического давления на прилегающие территории со скоростью от 10 до 60 м/сут в зависимости от уклона грунтового потока и литологии грунтов. Зона влияния канала достигает 400–1000 м. В последующие годы при наполнении канала гидравлическая связь фильтрационных и грунтовых вод очень быстро восстанавливается. Купол грунтовых вод под каналом из года в год расширяется, а УГВ повышается.

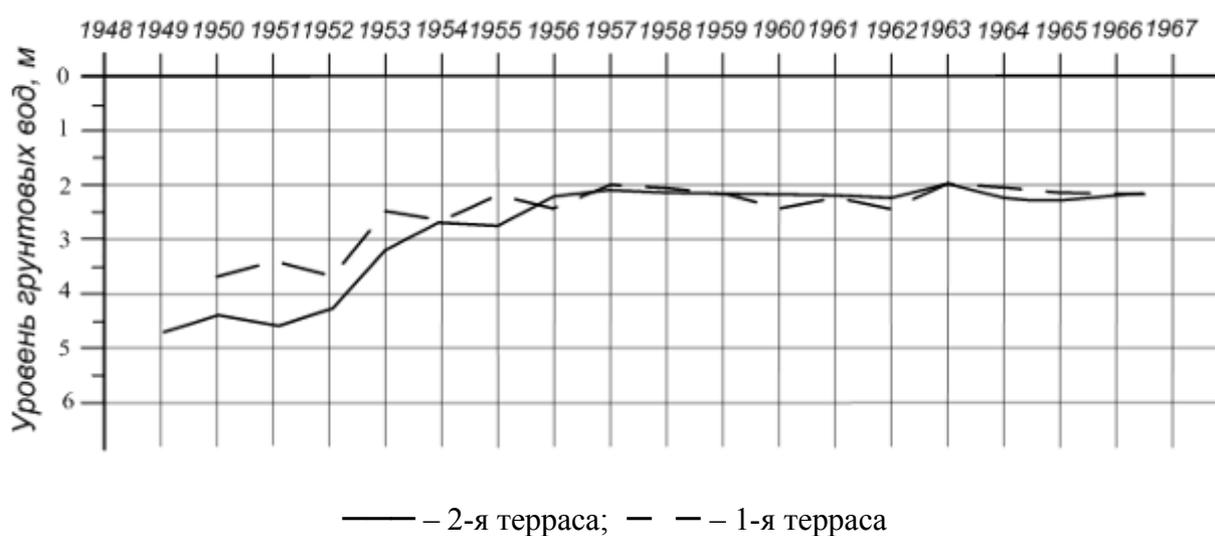


Рисунок 2.1 – Динамика УГВ на Азовской оросительной системе в долине р. Дон

Подтверждением факта приоритетного питания грунтовых вод за счет фильтрации оросительной воды из магистрального канала является то, что за первые годы эксплуатации системы произошло выравнивание среднего уровня грунтовых вод на террасах. На вторых

надпойменных террасах, имеющих более глубокое залегание УГВ, подъем произошел на 4,9 м (р. Дон) и 2,7 м (р. Маныч), в то время как на первых надпойменных террасах он был значительно меньше – 2,0 м (р. Дон) и 1,3 м (р. Зап. Маныч) (рисунок 2.2) [15]. В последующие годы данный уровенный режим остался без существенных изменений.

Приближение грунтовых вод к поверхности земли вызвало резкое увеличение их испарения и к 1957 году уровни грунтовых вод стабилизировались, т. к. установилось равновесие статей баланса грунтовых вод, при котором приток оросительных вод компенсируется оттоком.



— — — — — 2-я терраса; - - - - - 1-я терраса

Рисунок 2.2 – Динамика УГВ на Азовской оросительной системе в долине р. Маныч

С 1953 года на территории АОС начато строительство коллекторно-сбросной сети глубиной 1,0–1,5 м, которая первоначально не предназначалась для снижения уровня грунтовых вод, но в результате резкого его повышения возникла необходимость в ее углублении и строительстве дренажа, которое было начато в 1959 году и с реконструкциями продолжалось до 90-х годов.

Результаты полевого обследования территории АОС, где осуществлялось строительство нового и реконструкция старого дренажа, показали, что регионального влияния на уровенный режим он не оказал, а его действие ограничивается локальными участками орошения.

Оценка водно-солевого баланса на опытных дренажных участках, выполненная в ФГБНУ «РосНИИПМ», показывает, что составляющие приходной и расходной статей баланса примерно равны, т. е. дренаж

на орошаемом массиве выполняет функции естественного оттока грунтовых вод. Так, объем дренажно-сбросных вод с территории АОС в 1997 году (по данным Ростовской гидрогеолого-мелиоративной партии) составил 3,2 млн м³, в то время как только потери на фильтрацию из магистрального канала оцениваются в 4,9 млн м³ [5].

В зависимости от особенностей рельефа, геолого-гидрогеологических условий и интенсивности испарения грунтовые воды на территории АОС в настоящее время залегают на различных глубинах, которые характеризуют мелиоративное состояние отдельных участков. Так, при глубине залегания грунтовых вод до 1 м происходит заболачивание и засоление земель, а при глубинах более 2–2,5 м сохраняются благоприятные условия даже при интенсивном орошении.

Принимая во внимание, что на гидрогеолого-мелиоративное состояние орошаемых земель в большей степени оказывают влияние потери из оросительной сети, для выбора и обоснования способов улучшения мелиоративного состояния земель необходимо знать величину фильтрационных потерь из каналов всех уровней, водно-физические свойства грунтов зоны аэрации, динамику УГВ и т. д.

Одной из основных причин проявления негативных процессов при орошении является узкий технократический подход при решении мелиоративных проблем. Современный подход к изучению водно-солевого режима орошаемых земель предусматривает необходимость учета естественных запасов солей в грунтах и направленности процессов переноса солей.

Среди факторов, определяющих особенности почвенно-мелиоративных условий земель и направленность почвенных процессов, особое место занимают: водно-солевой, тепловой и питательный режимы почв. Это особое положение указанных факторов обуславливается не только большей их значимостью, по сравнению с остальными, но и возможностью наиболее эффективного их регулирования в процессе мелиорации земель [20–22].

Изменение естественного водного режима почв в результате орошения, с одной стороны, увеличивает биологическую продуктивность, с другой – нарушает гидрохимический режим в системе «грунтовые и оросительные воды – почвогрунты – растения», приводит к дополнительному питанию грунтовых вод, способствует вымыву

питательных элементов и вовлечению в геохимическую миграцию огромной массы химических элементов. Роль этих процессов в формировании мелиоративного состояния и плодородия почв различны: первые способствуют повышению плодородия почв и их продуктивности, вторые, в зависимости от направленности и интенсивности, могут привести к ухудшению основных свойств почв за счет переувлажнения, вторичного засоления и, в конечном счете, к снижению их плодородия. При этом отмечается, что увеличение биологической продуктивности в результате орошения требует постоянного изучения (уточнения) степени, пределов и способов регулирования водного и связанных с ним солевого и питательного режимов в процессе освоения орошаемых земель.

Направленность и интенсивность процессов изменения солевого режима земель при орошении зависят от особенностей природно-хозяйственных условий, основными из которых являются свойства почв, применяемая техника орошения, условия естественного соленакопления, имевшие место до начала орошения, и условия естественной дренированности [22–24].

Практика орошения показала, что в некоторых случаях орошение земель сопровождается ухудшением их мелиоративного состояния в результате перераспределения солей, изменения их состава и развития процессов вторичного засоления. Проведенные исследования показывают [24–27], что происходит накопление ионов натрия и магния в почвенных растворах и почвенном поглощающем комплексе, увеличение щелочности, развитие процессов осолонцевания, уменьшение содержания и качества гумуса. Интенсивное орошение черноземных почв существенно меняет солевой режим, их основные свойства и плодородие. Поэтому использование орошения на черноземах необходимо только как дополнение к атмосферным осадкам.

В условиях аридной зоны, где количество осадков редко превышает 500 мм, а уровни грунтовых вод залегают на глубинах менее 2 м, повышается минерализация грунтовых вод за счет интенсивного испарения. Породы и почвы зачастую засолены. По химическому составу грунтовые воды относятся к сульфатному и хлоридному типам. По теории Г. Н. Каменского [28] скорость водообмена определяется количеством осадков, испарением с поверхности почвы грунтовых

вод, подземным оттоком, которые создают условия для формирования двух основных генетических типов химического состава грунтовых вод: вод выщелачивания и континентального засоления.

С усилением промывного режима на фоне дренажа возросли скорости гидрогеохимических потоков, объемы дренажных минерализованных вод, что приводит к росту загрязнений поверхностных водотоков и водоемов.

При промывном режиме орошения идет вынос гумуса, кальция и магния, новообразование монтмориллонита, утяжеляющего механический состав грунтов. При вторичном засолении особенно заметно падение гумуса. Ухудшаются окислительно-восстановительный и биохимический режимы. Потеря 1 см гумусового горизонта уменьшает запасы гумуса на 2–4 т/га, а урожай снижается на 0,5–2,0 ц/га [18]. Теряется 30–40 % минеральных удобрений, и значительная их часть загрязняет почвы, грунтовые и поверхностные воды. В дренажный сток выносятся до 30 % азота и калия. Прирост нитратов в некоторых реках европейских стран идет со скоростью 0,15 мг/л в год, а их содержание достигает более 40 мг/л, что опасно для здоровья населения, животных и рыбных запасов, т. к. способствует развитию онкологических и других заболеваний [29].

Главной причиной проявления негативных процессов при орошении Н. И. Парфенова и Н. М. Решеткина [29] считают узкий технократический подход при решении мелиоративных проблем. Отдельные орошаемые массивы, постепенно вступающие в действие на территории бассейнов рек, рассматриваются вне связи друг с другом и с общими ритмами развития природных процессов в бассейне. Отсутствуют многолетние прогнозы последствий оросительных мелиораций на природную среду и функционирование подземных гидрогеохимических потоков, на их связи с водоемами и водотоками. Не учитываются геологические запасы солей, включающиеся в зоны расширяемого водообмена. Не принимаются во внимание связи биологического круговорота воды и вещества с большим геологическим круговоротом и роль орошения в нем. Теоретические основы этих процессов, заложенные в трудах академиков В. И. Вернадского, А. Е. Ферсмана, Б. Б. Польшова, получили дальнейшее развитие в исследованиях

А. П. Виноградова, В. А. Ковды, А. Н. Павлова, М. И. Львовича, А. М. Овчинникова, А. А. Роде и др. [21, 30].

Теоретическое обоснование орошаемого земледелия базировалось на изучении и расчетах водного и солевого балансов и режимов в пределах локальных участков без учета влияния на них региональных факторов и взаимодействия гидрогеохимических (поверхностных и подземных) потоков, а также изменений гидродинамических структур под влиянием водохранилищ, магистральных каналов, коллекторов. Это привело к низкой достоверности мелиоративных прогнозов: как правило, они всегда оказывались весьма оптимистичными, в действительности приходилось сталкиваться с «неожиданными» негативными последствиями.

Слабо учитывались региональные ландшафтно-географические закономерности формирования химического состава почвенных растворов и грунтовых вод, роль процессов гидролиза, гидратации, обмена, вторичного минералообразования, которые тесно связаны с климатическими факторами. Не придавалось значение естественным эволюционным процессам формирования ионно-солевого состава подземной гидросферы и изменениям их под влиянием водохозяйственной деятельности и орошения.

Мелиоративные расчеты должны позволять предвидеть направленность процессов переноса солей, оценивать их количество и качество в первую очередь на основе водно-солевых балансов. Существующие методы исследований и расчетов учитывают ионы и соли, находящиеся в растворах, влияние растворения трудно- и среднерастворимых солей и обменных реакций. Но при этом не принимается во внимание, что первоисточником формирования ионов и солей являются горные породы, извлечение из них ионов и солей идет постоянно на контакте с водой под действием гидролиза и гидратации, преобразования глинистых минералов. Эти вопросы рассмотрены на основе анализа и обобщения достижений классических школ В. И. Вернадского, А. Е. Ферсмана, Ф. С. Саваренского, а также крупных ученых в области геохимии почв ландшафтов и гидрогеохимии [21, 30].

Изменение естественного водного режима в степной зоне вредно отражается на плодородии почв, поэтому необходимо сохранять природную структуру баланса грунтовых вод. Оросительные нормы

должны быть только дотацией к осадкам в засушливые периоды вегетации растений, объем их должен рассчитываться исходя из водопотребления растений для получения дополнительного урожая. При этом способы орошения должны обеспечивать минимальный нисходящий сток влаги (мелкокапельное медленное дождевание водами хорошего качества). Должны учитываться исходные условия почвообразования: гидроморфные или автоморфные, зависящие от рельефа. Главная цель – не нарушать благоприятный природный водно-солевой режим, установившееся функционирование ландшафта.

Теоретические аспекты регулирования водно-солевого и питательного режимов должны стать основой создания экологически и экономически сбалансированных проектов новых технически более совершенных оросительных систем (контролируемых, автоматизированных и управляемых) для сохранения и повышения плодородия почв. При этом вопросы регулирования водно-солевого режима орошаемых земель должны быть увязаны с региональными закономерностями природных эволюционных процессов формирования водно-солевого режима крупных территорий и допустимыми пределами влияния на природу регионов в целом.

Совершенствование теоретических аспектов регулирования водного и солевого режимов орошаемых земель должно базироваться на знании закономерностей формирования природных гидрогеохимических потоков, их структуры и функционирования.

Анализ водно-солевого режима почв в условиях орошения выполняется в настоящее время на основе уравнений водного и солевого балансов. При прогнозировании водно-солевого режима почв широко используют также различные модели влагосолепереноса.

Для регулирования водно-солевого режима и ликвидации засоления и заболачивания орошаемых земель необходимо увеличение естественной дренированности грунтов зоны аэрации путем создания искусственного дренажа.

В настоящее время под дренажом следует понимать устройства для сбора и отвода профильтровавшихся и подземных вод. Система дренажных сооружений должна обеспечить необходимую дренированность орошаемой территории, при которой сохраняется благоприятный водно-солевой режим в зоне аэрации.

Научно-производственную деятельность по проектированию, строительству и эксплуатации дренажных систем в целом и дренажных участков в частности можно разделить на следующие направления:

- разработка конструкций и изучение водоприемной способности дренажа;
- разработка технологий и способов строительства дренажа;
- разработка нормативно-методической документации по строительству дренажа;
- основные принципы эксплуатации дренажных систем в зоне орошения.

К настоящему времени накоплен достаточно большой объем публикаций по эффективному применению дренажа, в которых рассмотрены конструктивные особенности закрытых дрен, их водоприемная способность, влаго- и солеперенос в грунтах зоны аэрации, расчет горизонтального дренажа, а также эксплуатация дренажных систем [1, 12, 26, 31–33].

В тоже время, несмотря на значительный практический и теоретический опыт устройства дренажа в различных природно-хозяйственных условиях, еще не в полной мере освещены все этапы развития производства дренажных работ, особенно на юге России.

3 ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕНАЖНЫХ РАБОТ

Опыт и практика орошаемого земледелия показали, что на землях со слабой природной дренированностью перед вводом в эксплуатацию оросительных систем необходимо предварительно осуществить работы по устройству инженерного дренажа. Первоначально на оросительных системах поверхностные и грунтовые воды отводили за пределы орошаемых территорий при помощи неглубоких (1,5–2,0 м) открытых каналов, затем, начиная с 60-х годов, начали вести работы по проектированию и строительству открытого глубокого дренажа [2, 35, 36].

С этого периода начато строительство преимущественно открытой коллекторно-дренажной сети с междренными расстояниями 600–1200 м, глубиной 3–5 м, шириной по верху 6–8 м и такой же ширины кавальерами из глинистого грунта по обе стороны дрен [32].

Построенный разреженный дренаж не решил проблем подъема УГВ и мелиоративного улучшения орошаемых земель. Площади мелиоративно неблагополучных земель продолжали расти, появились участки вторичного засоления земель.

Обследование открытого горизонтального дренажа на участках орошения показало наличие существенных недостатков при его эксплуатации:

- потеря полезной площади орошения с резким снижением коэффициента земельного использования;
- создание помех при производстве сельскохозяйственных работ;
- зарастание, заиление и оползание откосов дрен;
- производство больших объемов земляных работ при строительстве открытого дренажа.

Данные недостатки ликвидируются при устройстве закрытого дренажа, который начинают строить с конца 60-х годов. С этого периода начинается внедрение в практику строительства дренажа новых технических устройств и технологий [33–39].

При строительстве закрытого горизонтального дренажа на орошаемых землях применяют полумеханизированный, механизированный и комплексно-механизированный методы производства работ.

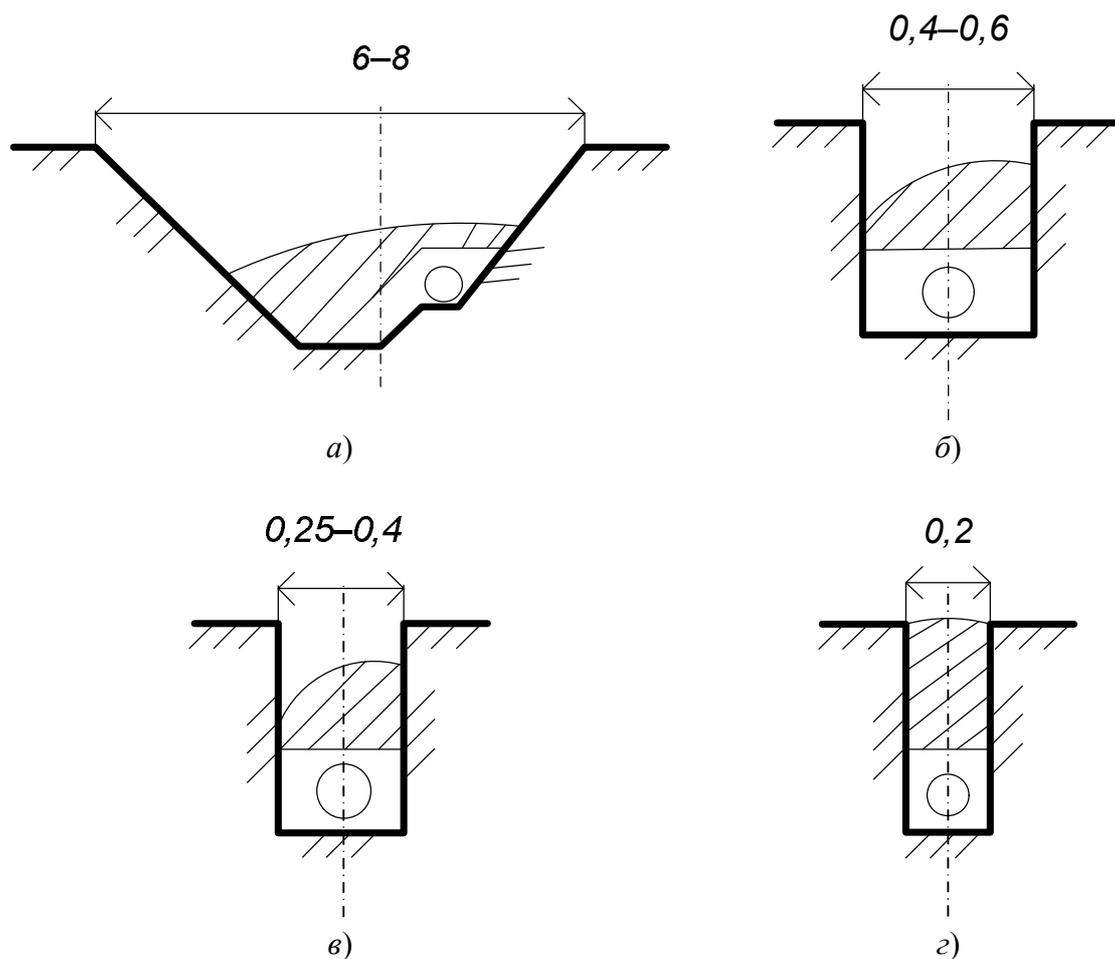
В процессах устройства дренажа выделяются следующие основные способы строительства:

- широкотраншейный, осуществляемый одноковшовыми экскаваторами и вспомогательными машинами;

- траншейный, осуществляемый многоковшовыми экскаваторами;
- узкотраншейный, осуществляемый экскаваторами, имеющими скребковые или комбинированные (полуковши-скребки) землеройные рабочие органы;

- бестраншейный, выполняемый машинами с пассивными рабочими органами.

Поперечные сечения, характерные для различных способов строительства дренажа, приведены на рисунке 3.1.



a – широкотраншейный; *б* – траншейный; *в* – узкотраншейный; *г* – бестраншейный

Рисунок 3.1 – Поперечные сечения траншей при различных способах устройства закрытого горизонтального дренажа

Работы по созданию дренажа независимо от способа строительства разделяются на подготовительные, основные и заключительные.

Этапы развития производства дренажных работ при строительстве закрытого дренажа на юге России представлены в таблице 3.1 [40].

Таблица 3.1 – Этапы развития производства дренажных работ при строительстве закрытого дренажа

Этап	Используемая техника	Размер дренажной траншеи, м		Комплекс вспомогательного оборудования	Способ строительства дрен
		глубина	ширина		
Применение различных приспособлений и устройств	Э-6525 (ЭО-3322А)	3–5	6–8	Бульдозер ДЗ-110А, ДЗ-42Г, экскаватор одноковшовый Э-652Б (ЭО-3322А), автокран типа КС-3575, КС-2561, погрузчик ТО-7, (ТО-17), ЗИЛ-ММЗ-555, (КАМАЗ-5511), перегружатель винтовой, автокран КС-3575, трактор МТЗ-80 с прицепом 2 ПТС-4М, компрессор (эл. станция U = 366 В), Бульдозер ДЗ-110А (ДЗ-42Г), машина грунтоуплотняющая Д-471В	Широко-траншейный
	ЭТЦ-406	34,50	0,60	Бульдозер ДЗ-110А, скрепер ДЗ-77С, экскаватор ЭО-3323, автокран КС-3575, автосамосвал КАМАЗ-5511, автоцистерна АЦ-4,2, погрузчик ТО-7, трактор, МТЗ-82 с прицепом 2ПТС-4М	Траншейный
	БДМ-301	3,00	0,28	Бульдозер ДЗ-110А, скрепер ДЗ-77С, ЗИЛ-ММЗ-555, КАМАЗ-5511, автокран, КС-3575, трактор МТЗ-80 с прицепом 2ПТС-4М	Бестраншейный
Использование зарубежной дренажной техники	6027 «Хайконс», «Супер-300»	4,00 3,25	0,35 0,35	Бульдозер ДЗ-110ХЛ, экскаватор, ЭО-3322А с обратной лопатой, кран, КС-2561, одноковшовый погрузчик ТО-7, трактор К-700 с машиной ПРТ-16, трактор МТЗ-80 с прицепом 2ПТС-4М	Узкотраншейный
Применение российских дренажных комплексов	УДМ-350 (УДМ-350М, УДМ-3502М)	3,50	0,35	Бульдозер ДЗ-110А, скрепер ДЗ-77С, погрузчик ПКУ-0,8, погрузчик ТО-7, автосамосвал КАМАЗ-5511, автокран, КС-3575, экскаватор ЭО-2629, трактор МТЗ-82 с прицепом 2ПТС-4М, засыпатель-уплотнитель ЗУ ГД	Узкотраншейный
Разработка системы эксплуатации дренажа	Подготовлен комплект нормативно-методических документов, включающий методические руководства, пособия к ВСН, инструкции, своды правил, стандарты организаций, охватывающий различные аспекты эксплуатации дренажа				

3.1 Применение при строительстве закрытого горизонтального дренажа различных приспособлений и устройств

К первому этапу развития дренажных работ при устройстве закрытого горизонтального дренажа следует отнести период, связанный с применением различных приспособлений и устройств при строительстве дренажа широкотраншейным, траншейным и бестраншейным способом.

Широкотраншейный или раздельный (полумеханизированный) способ строительства дрен осуществляется путем отрывки дренажной траншеи с помощью одноковшового экскаватора. Способ применяется при высоком залегании уровня грунтовых вод, поэтому предусматривает увеличение отметки дна траншеи на 0,3–0,5 м от проектного для отвода грунтовых вод и понижения уровня на период строительства. В одном из откосов дренажной траншеи вручную устраивают полку шириной 0,8–1,2 м, на которую укладывают фильтрующую подсыпку, дренажные трубы и выполняют их круговую обсыпку фильтрационным материалом. После этого дренаж засыпают грунтом обратной засыпки вручную, затем с помощью бульдозера сначала с противоположной от «полки» стороны [31].

Последовательность производства дренажных работ в процессе строительства закрытого дренажа широкотраншейным способом, приведенные на рисунке 3.2 и в таблице 3.2, отражает не все, а только основные технологические операции, рекомендуемые в производственных условиях.

Состав машин и технико-экономические показатели устройства дренажа широкотраншейным способом приведены в таблицах 3.3, 3.4 [41].

Недостатком данного способа является большой объем земляных работ, низкая производительность и уровень механизации строительства, а также большой объем ручного труда.

К более механизированному методу строительства дренажа относится способ, осуществляемый с применением траншейных дренажукладочных машин, при котором операции по отрывке траншеи, засыпке фильтрующего материала и укладке дренажных труб осуществляют одновременно и непрерывно, начиная от устья дрены.

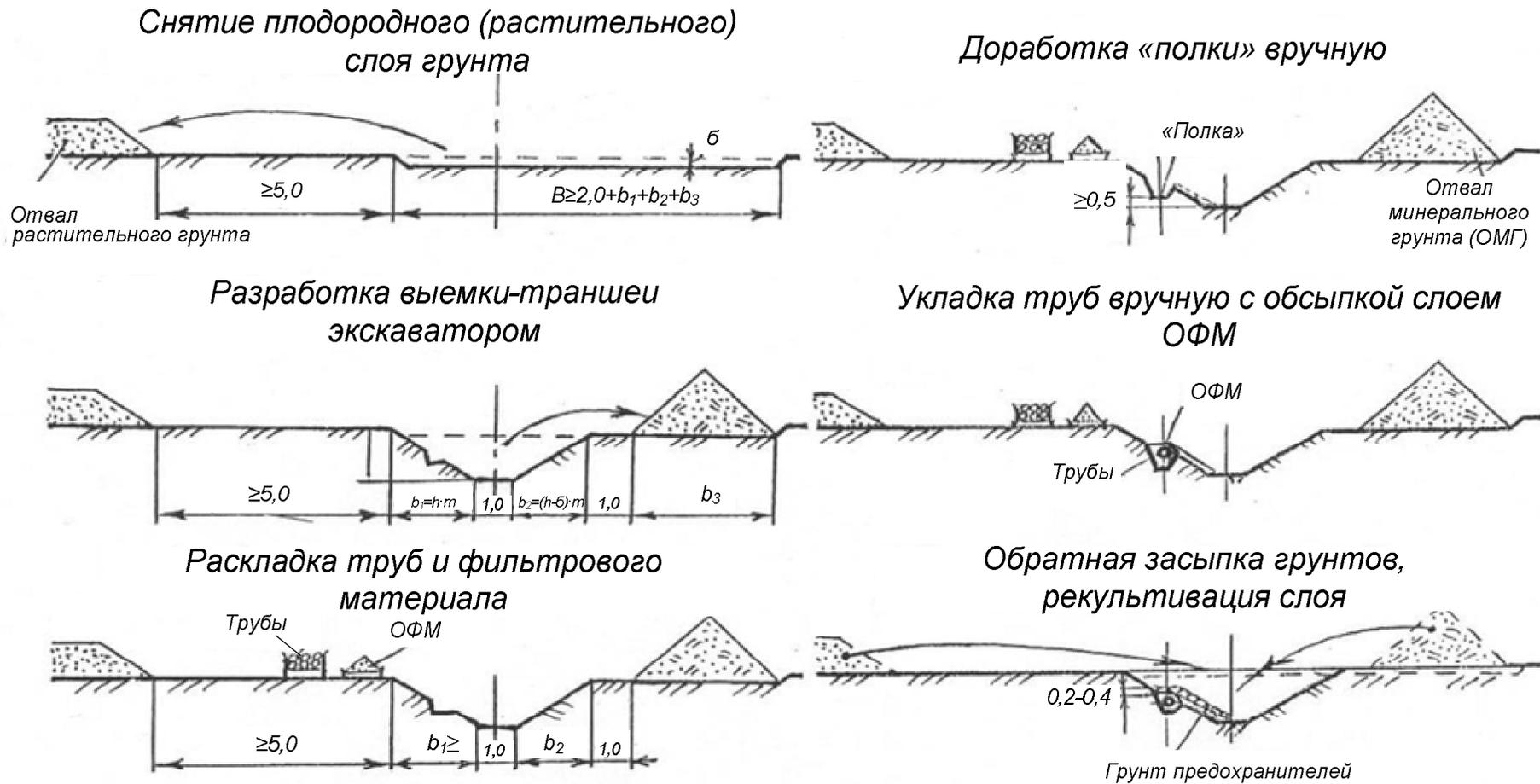


Рисунок 3.2 – Технологическая схема устройства дренажа широкотраншейным способом

Таблица 3.2 – Технологические операции и средства механизации при строительстве закрытого горизонтального дренажа широкотраншейным способом

Технологическая операция	Средства механизации, трудовые ресурсы	Потребность в средствах
Подготовка трассы, снятие плодородного слоя грунта, перемещение в отвал	Бульдозер ДЗ-110А (ДЗ-42Г)	1 (2)
Разработка выемки траншеи, устройство водоотводящей канавки, шурфов, приемков, котлованов	Экскаватор одноковшовый Э-652 Б (ЭО-3322А)	1
Развозка и раскладка колец и деталей колодцев, устьевых сооружений	То же + Автокран типа КС-3575 (КС-2561)	1
Погрузка и доставка сыпучих ОФМ на объект, участок. Доставка дренажных труб на трассу	Погрузчик ТО-7 (ТО-17) ЗИЛ-ММЗ-555 (КАМАЗ-5511)	1 4 (2)
Устройство «полки», подача ОФМ, укладка труб с круговой обсыпкой их ОФМ	Рабочие, чел. Мастер-геодезист Перегружатель винтовой	10–12 1 1
Монтаж колодцев, устьевых сооружений	Рабочие, чел. Автокран КС-3575 Трактор МТЗ-80 с прицепом 2 ПТС-4М	4 1 1
Уплотнение грунтов, в котлованах, шурфах и выемках-траншеях	Вибро- или пневмотрамбовки Компрессор (эл. станция U = 366 В)	4 1
Обратная засыпка минеральных грунтов с уплотнением в выемке траншеи	Бульдозер ДЗ-110А (ДЗ-42Г) Машина грунтоуплотняющая Д-471 В	1 (2) 1
Рекультивация плодородного слоя грунтов, формирование валика	Бульдозер ДЗ-110А (ДЗ-42Г)	1 (2)
Примечание – общий состав комплекса – 13–14 машин; рабочих и ИТР всего 34–35 чел.		

Таблица 3.3 – Состав комплекса машин для устройства дренажа широкотраншейным способом

Наименование и марка машины	Количество, шт.	Мощность, кВт	Масса, т	Стоимость, тыс. руб.
1	2	3	4	5
Бульдозер ДЗ-110А	2	118/236	16,2/32,4	770/1540
Скрепер ДЗ-77С	4	120/480	22/88	1260/4040
Экскаватор ЭО-3322	2	75/150	15,7/31,4	1350/2700
Автокран КС-3575	2	95/190	7,3/14,6	1020/2040
Автомобиль МАЗ бортовой	2	160/320	9,5/19	730/1460
Автосамосвал КАМАЗ-5511	4	155/620	8,8/35,4	670/2680
Автоцистерна АЦ-4,2	1	90	3,8	540
Разгрузчик ПГС	1	90	7,5	550/1100

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5
Погрузчик ТО-11	1	220	15,8	2800
Трактор К-700А с прицепом	2	2220/440	16,8/33,6	2500/5000
Итого	21	2836	263,6	23900

Таблица 3.4 – Техничко-экономические показатели устройства дренажа широкоотраншейным способом

Показатель	Условное обозначение	Численное значение показателя
Производительность: - эксплуатационная, м/ч - выработка в смену, м/смена	П _Э П _{СМ}	2,7–4,5 20–30
Удельная трудоемкость, чел.-ч/м	Т _У	0,83–1,158
Уровень механизации дренажных работ, %	У _М	24,9–35,6
Ширина полосы отвала земель под строительство дренажа, м	В _О	32,8–37,0
Объем срезки растительного грунта по трассе дрен, м ³ /м	V _{Р.Г.}	3,6–5,4
Объем выемки минерального грунта, м ³ /м	V _{М.Г.}	10,8–19,0
Себестоимость строительства дренажа, руб./м (в ценах 1991 г.)	С	15,6–24,1

Из экскаваторов дреноукладчиков траншейного типа широкое распространение получили конструкции с рабочими органами ковшевого типа (Д-659А, ЭТЦ-406), позволяющие сооружать дренажную траншею глубиной до 4,0–4,5 м и шириной 0,6 м (таблица 3.5) [41].

Таблица 3.5 – Техническая характеристика траншейных экскаваторов дреноукладчиков Д-659Б и ЭТЦ-406

Показатель	Д-659Б (Д-659А)	ЭТЦ-406
1	2	3
Базовый трактор	Т-100М	Т-130М
Размеры траншеи, м: - глубина - ширина	4,0 0,6	4,5 0,6
Тип рабочего органа	Ковшовая цепь	
Число ковшей	19 (16)	19
Емкость ковша, м	55 (65)	70
Скорость ковшовой цепи, м/с	0,96	1,25
Способ удаления грунта	Два ленточных конвейера в отвал или в траншею	
Рабочая скорость, м/ч	30–113 (6 скоростей)	17,5–150 (бесступенчато)
Транспортирующая способность, км/ч	1,42–5,44 (5 скоростей)	1,86–5,2

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3
Габаритные размеры в транспортном положении:		
- длина, м	19,6	19,5
- ширина, м	5,9 (4,6)	5,6
- высота, м	8,2	8,7
Масса машины, т	40,5	43,5
Давление на грунт, Па	0,56	0,67
Обслуживающий персонал, чел.	4	4

Экскаватор дренаукладчик Д-659А предназначен для укладки горизонтального дренажа из гладких и раструбных гончарных труб диаметром 100, 150 и 200 мм в устойчивых и обрушающихся грунтах до III категории, на глубину 2,5–4,0 м с одновременной круговой обсыпкой труб песчано-гравийным фильтрующим материалом. Уровень грунтовых вод должен находиться на глубине более 1,5 м от поверхности земли. Выдерживание заданного уклона дрены производится по копирному тросу.

В результате модернизации экскаватора-дреноукладчика Д-659А создана машина Д-659Б с повышенными технико-экономическими показателями.

Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-406 создан на базе Д-659Б, поэтому их принципиальные схемы по конструкции подвески рабочего оборудования тягача и по способу управления выдерживанием заданного уклона идентичны. Главной особенностью экскаватора-дреноукладчика ЭТЦ-406 является отдельный гидравлический привод всех исполнительных механизмов: гусеничного движителя, ковшовой цепи, поперечного и отвального конвейеров. Машину обслуживают четыре человека (рисунок 3.3) [42].

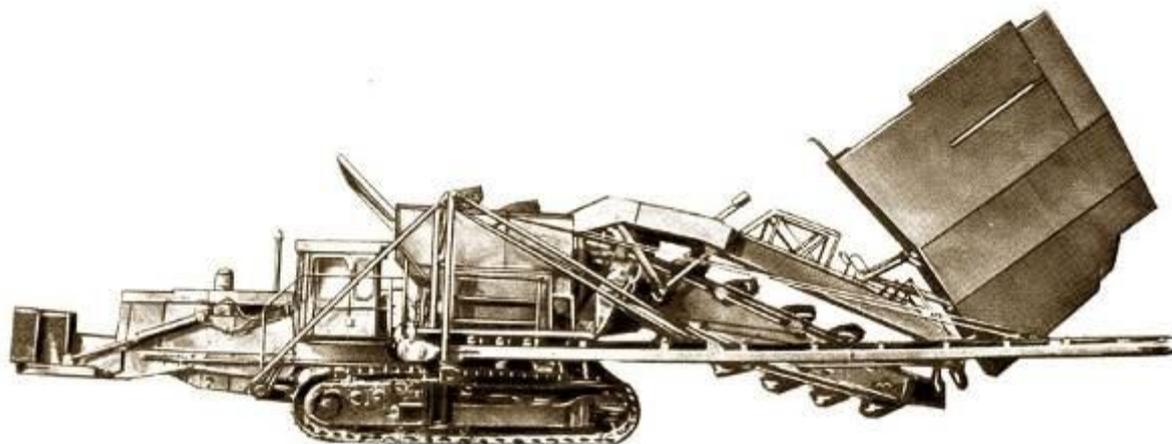


Рисунок 3.3 – Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-406

Землеройный рабочий орган выполнен в виде замкнутой ковшовой цепи, имеющей 19 ковшей вместимостью по 70 л.

Трубоукладчик расположен за землеройным органом и состоит из трех отсеков: переднего – для расположения направляющих при опускании дренажных труб на дно траншеи, среднего – для песчано-гравийной фильтрующей смеси и заднего – для контроля качества укладки труб.

Электрооборудование позволяет осуществлять автоматический контроль выдерживания заданного уклона по копирному тросу.

Состав комплекса машин и технико-экономические показатели траншейного способа строительства дренажа с помощью дреноукладчика ЭТЦ-406 приведены в таблицах 3.6, 3.7 [41].

Таблица 3.6 – Состав комплекса машин при устройстве дренажа траншейным способом с помощью дреноукладчика ЭТЦ-406

Наименование и марка машины	Количество, шт.	Мощность, кВт	Масса, т	Стоимость, тыс. руб.
Бульдозер ДЗ-110А	2	118/240	16,2/32,4	770/1540
Скрепер ДЗ-77С	2	120/240	22/44	1260/2520
Экскаватор ЭО-3323	1	75	15,7	1350
Дреноукладчик ЭТЦ-406	1	95	47,5	6900
Экскаватор ЭО-2629	1	55	4,7	570
Автокран КС-3575	1	95	7,3	1020
Автосамосвал КАМАЗ-5511	2	155/310	8,8/17,6	670/1340
Автоцистерна АЦ-4,2	1	90	3,8	540
Погрузчик ТО-7	1	150	9,7	970
Трактор МТЗ-82 с прицепом 2ПТС-4М	2	55	4,0+1,5 11,0	367/734
Итого	14	1571	193,7	17484

Таблица 3.7 – Технико-экономические показатели устройства дренажа траншейным способом с помощью дреноукладчиков ЭТЦ-406

Показатель	Условное обозначение	Численное значение показателя
Производительность:		
- эксплуатационная, м/ч	П _Э	25
- выработка, м/смена	П _{СМ}	175
Удельная трудоемкость, чел.-ч/м	T _У	0,3–1,2
Удельная энергоемкость, кВт-ч/м	N _У	2,17–3,3
Удельная металлоемкость, кг/м	M _У	526,0–820,0
Удельные капвложения, руб./м (в ценах 1991 г.)	K _У	3,74–4,71
Себестоимость дренажа, руб./м (в ценах 1991 г.)	С	9,93–24,10

Первый опыт опробования траншейных дреноукладочных машин на юге России в Ростовской области был приобретен после получения в 1971 году дреноукладчика ЭД-3,0, а в 1974 году – Д-569А. Испытание дреноукладчика ЭД-3,0 в условиях Зимовниковского района Ростовской области показало его неспособность укладки дрен в водонасыщенных и обрушивающихся грунтах из-за сильного налипания грунта на режущие рабочие органы, большого удельного давления на грунт (0,072–0,068 МПа) и низкой мощностью силовой установки (50–55 кВт).

Дреноукладчик Д-659А был оснащен очищающимися ковшовыми рабочими органами, поэтому обеспечивал рабочую производительность от 18 до 27 м/ч при укладке бетонных, гончарных, керамических короткомерных труб и трубофильтров на глубину 2,0–3,5 м в сухих и естественной влажности грунтах. Для прохождения участков с водонасыщенными грунтами к дреноукладчику необходимо было присоединять трактор-тягач.

Технология работы данных дреноукладчиков предусматривала загрузку полости бункера песчано-гравийным материалом путем продольного или поперечного подъезда к нему автосамосвала с последующей выгрузкой материала.

В 1985 году объединение «Донводстрой» имело в своем строительном подряде четыре дреноукладчика ЭТЦ-406 и один ДБ-251, с помощью которых по проектам института «Южгипроводхоз» построили на объектах в Ростовской области закрытый горизонтальный дренаж протяженностью 325 км [43].

Основной особенностью дренажа, построенного в 70-х годах, было применение в качестве дрен перфорированных асбестоцементных, гончарных и керамических раструбных труб и трубофильтров различных диаметров, которые перед укладкой покрывали различным защитно-фильтрующим материалом (стекловата, стеклохолст, базальтовое волокно) с обсыпкой их после укладки мелкозернистым песком. Общая протяженность дренажа, построенного из асбестоцементных труб, в Ростовской области составила около 400 км [43]. Из гончарных и керамических труб построено всего 55,2 км дрен [44]. В середине 80-х годов на заводе железобетонных изделий в г. Батайске приступили к изготовлению керамзитобетонных трубофильтров, с помощью которых широкотраншейным способом было построено около

100 км дренажа [45, 46]. В эти годы в ФГБНУ «РосНИИПМ» выполняются исследовательские работы по изучению фильтрационных свойств работающих трубофильтров и разработке способов изготовления пористых асфальтобетонных дрен, формование которых осуществляют непосредственно в траншеях [45–48].

В водонасыщенных грунтах, подверженных оплыванию или обрушению, нашел применение бестраншейный способ строительства дренажа, сущность которого заключается в непрерывной укладке дренажной трубы на дно щели, прорезаемой в грунте на определенную глубину с помощью пассивного рабочего органа.

Бестраншейный способ строительства дренажа при относительной простоте используемого агрегата позволяет полностью механизировать процессы укладки дрены.

Последовательность технологических операций при строительстве дренажа бестраншейным способом практически полностью соответствует траншейному способу. Для дрен применяют пластмассовые (полиэтилен, поливинилхлорид) трубы диаметром 50, 63 мм, для закрытых коллекторов – 75–125 мм. В качестве трубофильтра могут быть использованы рулонные синтетические материалы.

Бестраншейные дреноукладчики, имеющие пассивный рабочий орган, были предназначены для строительства дренажа в условиях высокого стояния уровня грунтовых вод. При строительстве дренажа в зоне осушения применялись дреноукладчики МД-4, МД-12 с глубиной укладки дрен до 1,8 м.

Технические характеристики бестраншейных дреноукладчиков представлены в таблице 3.8, а внешний вид бестраншейного дреноукладчика МД-12 приведен на рисунке 3.4 [42].

Таблица 3.8 – Техническая характеристика бестраншейных дреноукладочных машин

Показатель	МД-4	МД-12	ДБ-251	БДМ-301
1	2	3	4	5
Базовый трактор	Т-130Г	К-701	Т-180	ДЭТ-250М
Производительность, км/ч	0,55	1,0	1,0	1,0
Размеры прорезаемой щели, см:				
- глубина	1,8	1,8	2,0	До 3,0
- ширина	0,2	0,2	0,2	0,2
Диаметр укладываемых труб, мм	80–120	80–120	110	125
Длина труб, наматываемых на катушки, м	До 600	До 600	–	–
Тяговое усилие, кН	До 250	300	–	–

Продолжение таблицы 3.8

1	2	3	4	5
Тяговое усилие в сцепке с тягачом МД-5, кН	366–404	–	–	–
Рабочая скорость, км/ч	0,49–1,59	0,40–4,55	–	–
Дорожный просвет, см	45	45	–	–
Габаритные размеры, мм:				
- длина	11540	13100	–	–
- ширина	3200	3220	–	–
- высота	5400	4850	–	–
Масса, кг	29500	33500	–	–
Давление гусениц на грунт, кПа	37	35	–	–
Обслуживающий персонал, чел.	1	2	–	3

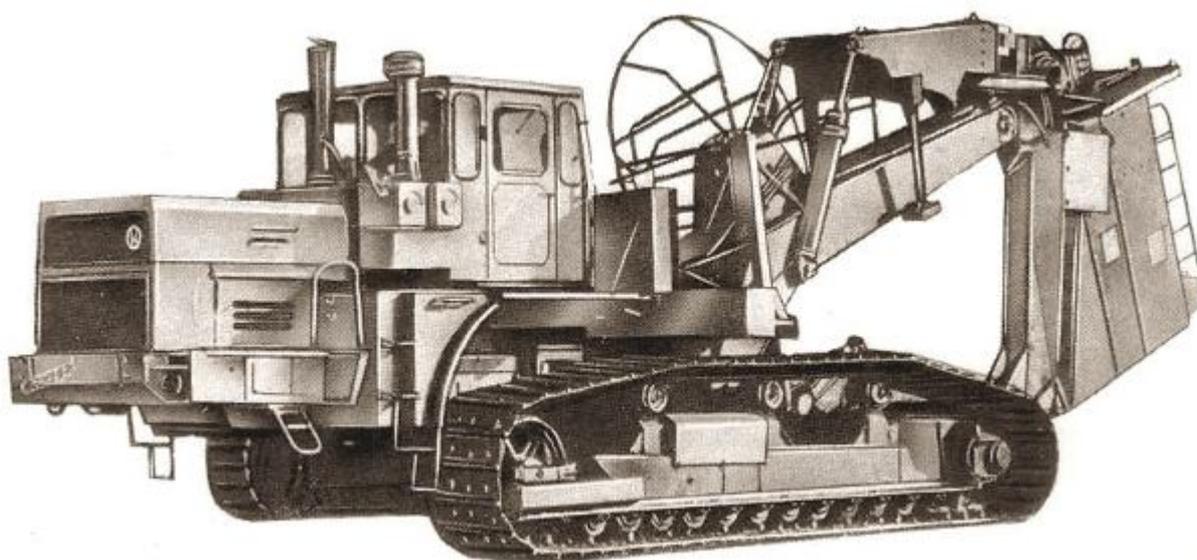
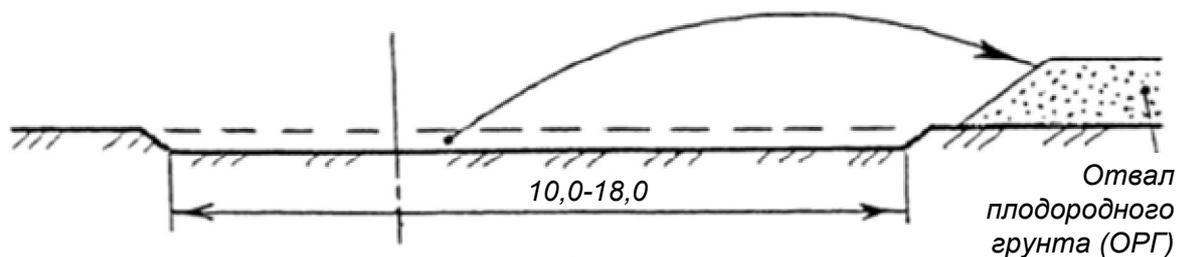


Рисунок 3.4 – Бестраншейный дреноукладчик МД-12

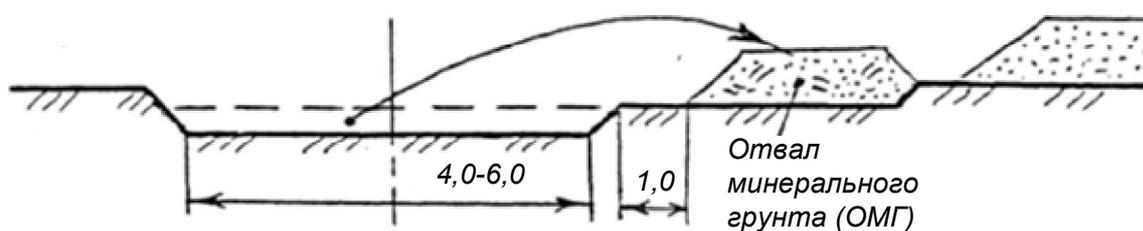
Технологическая схема устройства дренажа бестраншейным способом приведена на рисунке 3.5 [41].

Бестраншейный дреноукладчик БДМ-301А (рисунок 3.6) выполнен навесным на базовом тракторе ДЭТ-250М и предназначен для укладки пластмассовых труб диаметром до 125 мм с синтетическим или гравийно-песчаным фильтром на глубину до 3,0 м в зоне орошения. Рабочий орган 5 выполнен в виде ступенчатого полого ножа, навешенного по маятниковой схеме с помощью жесткой рамы 3 на гусеничные тележки базового трактора 2. Рама 3 в процессе работы опирается на грунт посредством двух лыж 4, скользящих по предварительно спланированной под заданным углом поверхности грунта. Корректировка лыж выполняется гидроусилителями 7 [42].

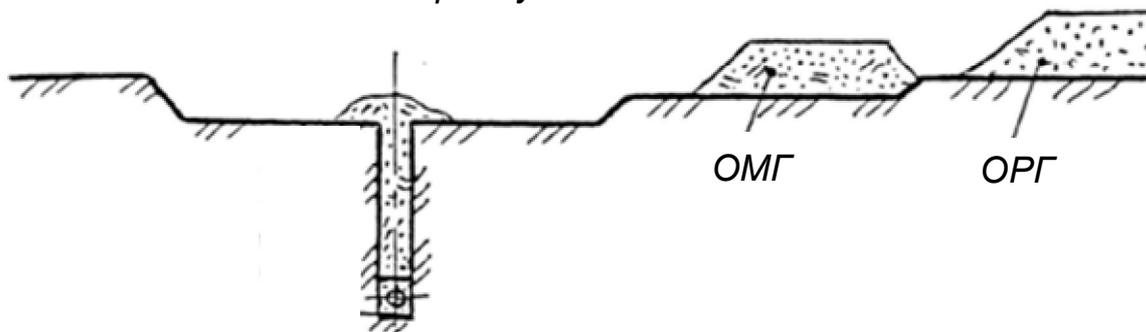
*Снятие плодородного (растительного)
слоя грунта*



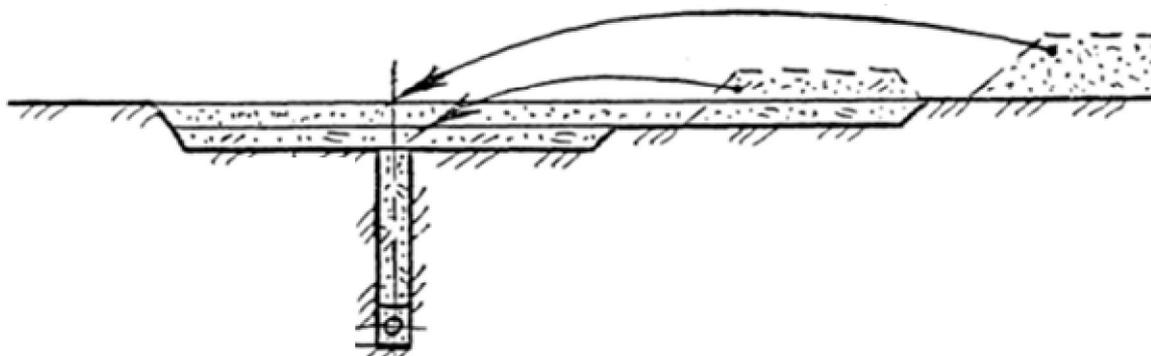
*Подготовка и планировка
«корыта» по трассе дрены*



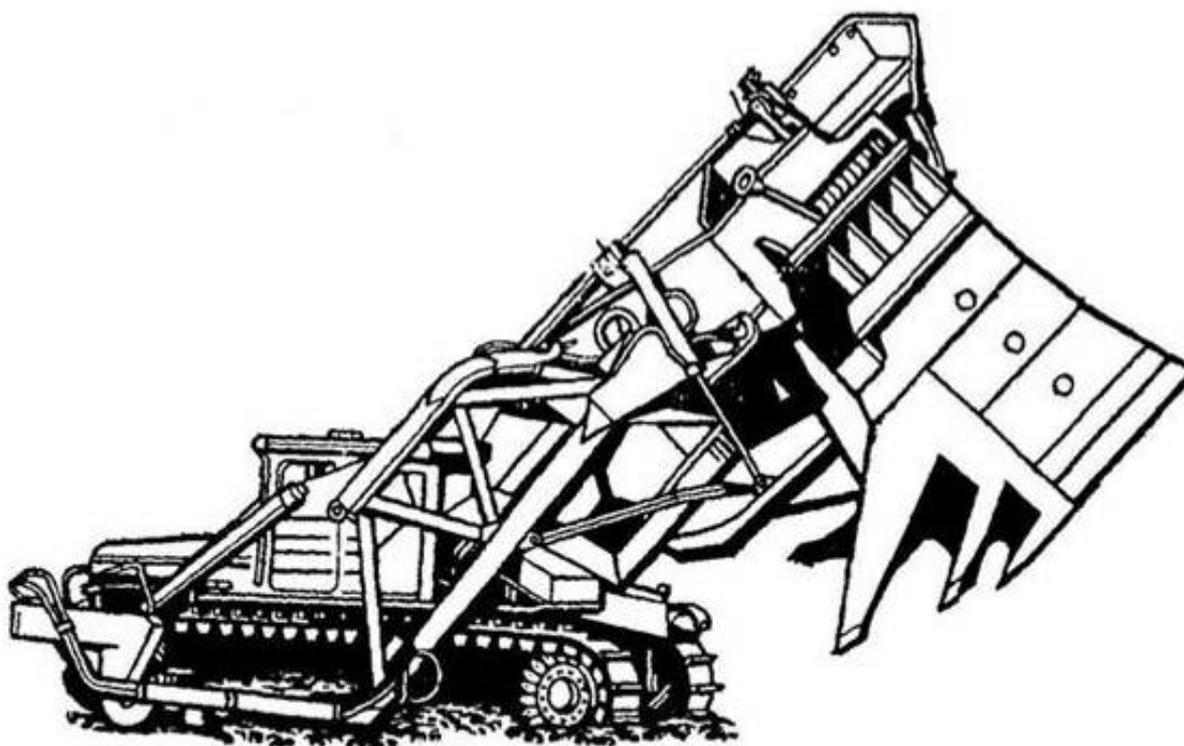
*Устройство дренажа бестраншейным
дреноукладчиком*



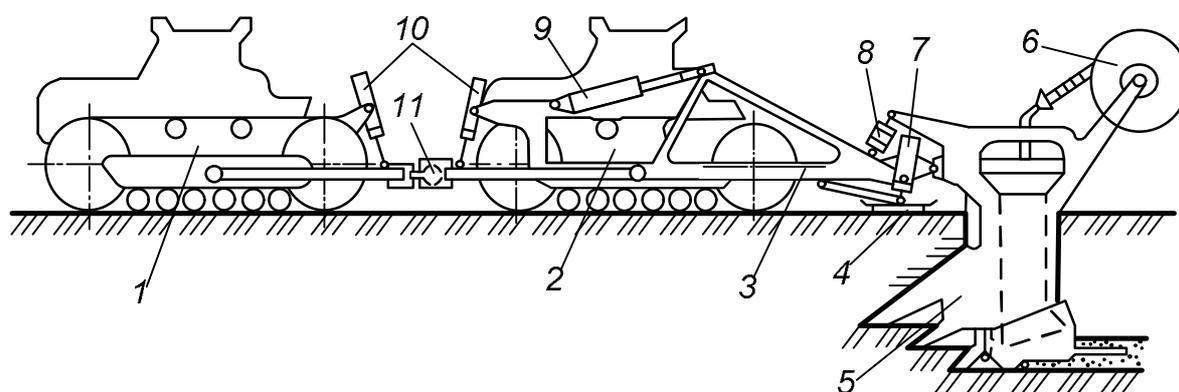
*Уплотнение грунтов по щели, обратная
засыпка, рекультивация слоя ОРГ*



**Рисунок 3.5 – Схема устройства дренажа
бестраншейным способом**



а)



б)

а – общий вид; б – схема;

- 1, 2 – тягач и базовый трактор ДЭТ-250М; 3 – рама навески рабочего органа;
 4 – опорные лыжи; 5 – рабочий орган; 6 – барабаны для дренажных труб;
 7 – гидроцилиндры опорных лыж; 8 – гидроцилиндр поворота рабочего органа;
 9 – гидроцилиндр подъема рабочего оборудования в транспортное положение;
 10 – гидроцилиндры рамы сцепки; 11 – устройства для быстросъемной сцепки рам

Рисунок 3.6 – Дреноукладчик БДМ-301А для бестраншейного строительства дренажа в зоне орошения

Ступенчатый нож в прорезаемой щели создает три зоны: уплотнения, переходную, рыхления. Внутри ножа установлен направляющий желоб для сматывания с барабана 6 пластмассовой дренажной

трубы и полости для пропуска фильтрующего материала, загружаемого с помощью откидной боковой стенки.

Технологические операции и средства механизации при строительстве закрытого дренажа бестраншейным способом с помощью дреноукладчика БДМ-301 приведены в таблице 3.9 [49].

Таблица 3.9 – Технологические операции и средства механизации при строительстве закрытого дренажа бестраншейным дреноукладчиком БДМ-301

Технологическая операция	Средства механизации, трудовые ресурсы	Потребность в средствах
Подготовка трассы, снятие плодородного слоя грунта, перемещение в отвал	Бульдозер ДЗ-110А (ДЗ-42Г)	1(2)
Срезка, подсыпка грунтов, планировка «корыта» по трассе дрены	Бульдозер ДЗ-110А (ДЗ-42Г) или скрепер ДЗ-77С	1(2) 1
Погрузка и доставка сыпучих ОФМ на объект, участок. Доставка дренажных труб на трассу	Погрузчик ТО-7 (ТО-17) ЗИЛ ММЗ-555 (КАМАЗ-5511)	1 4 (2)
Образование в грунтах щели, подача ОФМ и труб, их обсыпка на дне щели вкруговую	Дреноукладочный комплекс БДМ-301, включающий три – четыре тягача ДЭТ-250 или два – три Т-330	5–6
Загрузка ОФМ в бункер дреноукладчика перегружателем	КАМАЗ-5511 или К-701 + ПФП-13	4 4
Монтаж колодцев, устьевых сооружений	Рабочие, чел. Автокран КС-3575 Трактор МТЗ-80 с прицепом 2 ПТС-4М	4 1 1
Уплотнение грунтов в шурфах, приямках и по щели	Вибро- или пневмотрамбовки Компрессор (эл. станция U = 36 В)	4 1
Обратная засыпка минеральных грунтов в щель с уплотнением	Бульдозер ДЗ-110А (ДЗ-42Г) Машина грунтоуплотняющая Д-471В	1 (2) 1
Рекультивация плодородного слоя грунтов, формирование валика	Бульдозер ДЗ-110А (ДЗ-42Г)	1 (2)
Примечание – общий состав комплекса – 19–20 машин; рабочих и ИТР всего – 68–70 чел.		

Разработанный для зоны орошения дреноукладчик БДМ-301А широкого распространения на юге России не получил из-за невозможности укладки дрен на большую глубину в грунтах тяжелого механического состава.

3.2 Использование зарубежной дренажностройной техники

В начале 1980-х годов прогнозными расчетами, выполненными при составлении отраслевой схемы развития мелиорации земель РСФСР, была установлена необходимость увеличения объемов строительства дренажа на оросительных системах. При обосновании прогнозов учитывались гидрологические, гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия массивов, способы поливов, сроки строительства и т. д. К основным перспективным районам строительства дренажа относились и орошаемые земли юга России, характеризующиеся недостаточной естественной дренированностью засоленных почв.

К этому времени площадь дренированных земель в Ростовской области составила 95 тыс. га, в Дагестанской АССР – 65 тыс. га при общей протяженности дренажной сети соответственно 1570 и 7656 км, в том числе закрытой соответственно 485 (без рисовых ОС) и 1094 км. При этом удельная протяженность закрытого дренажа обычно не превышала 30 м/га [5].

Данный период характеризуется широким внедрением в практику строительства пластмассовых труб: гладкостенных, искусственно перфорированных со скважностью 0,06–0,30; гофрированных и спирально навитых со скважностью до 0,3–0,5 и фильтров из тканых и нетканых минерально-волокнистых материалов. С 1985 года было налажено их производство в Ростовской области и Ставропольском крае.

Темпы строительства закрытого дренажа сдерживались отсутствием в регионе собственной материально-технической базы по производству дренажных труб и фильтрующих материалов.

Существующие к этому времени технологии и средства механизации, рассчитанные на траншейный способ строительства дренажа, имели низкие технико-экономические показатели, что обусловило необходимость применения и разработку новых конструкций дренажностройных машин.

Новый этап развития дренажных работ в орошаемой зоне юга России начинается в 80-х годах и связан с применением для строительства дренажа комплексно-механизированного метода с помощью

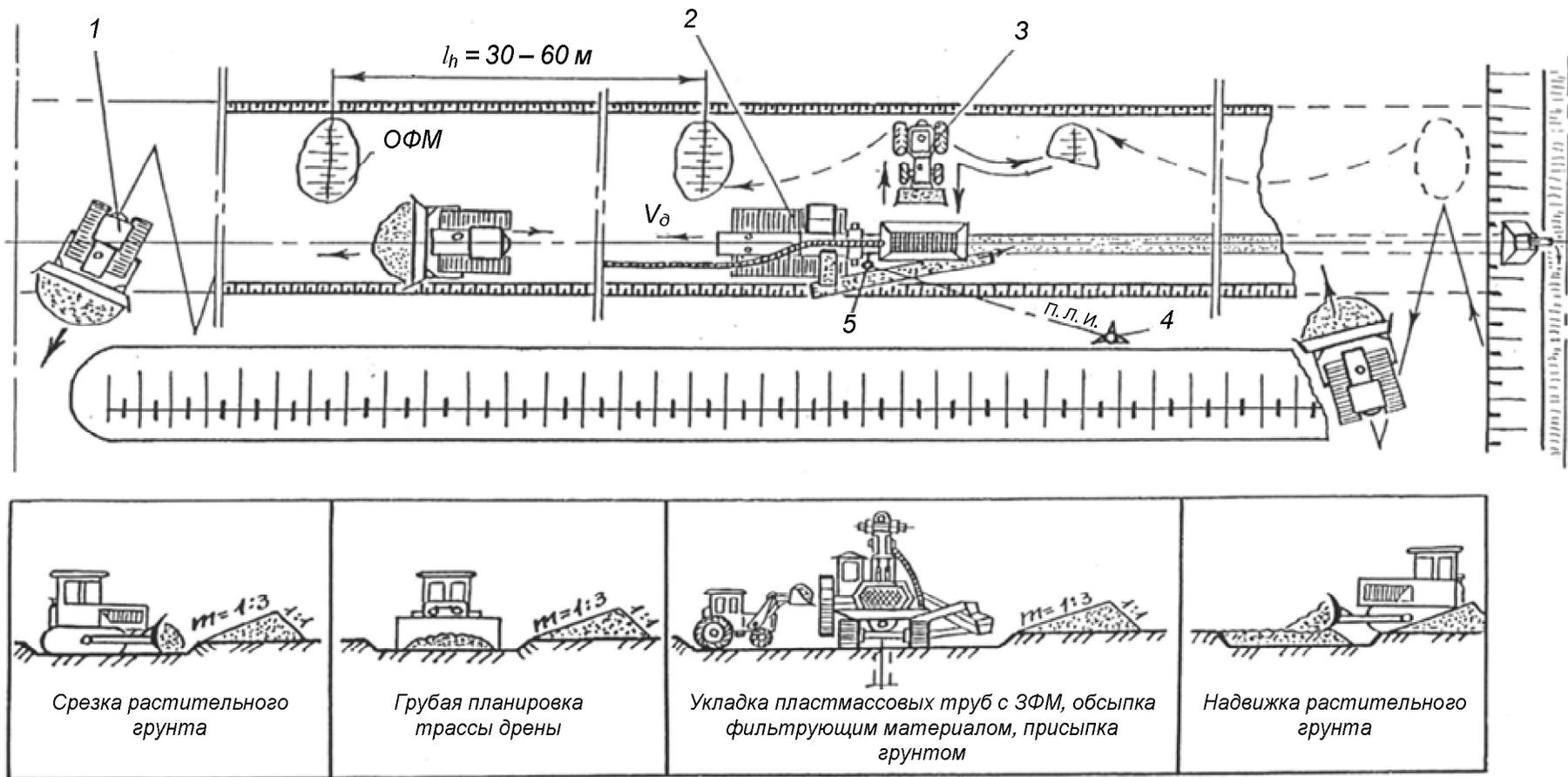
зарубежных экскаваторов-дреноукладчиков типа 6027 «Хайконс» и Супер-300 (таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Техническая характеристика узкотраншейных дреноукладчиков 6027 «Хайконс», Супер-300

Показатель	Марка дреноукладчика	
	6027 «Хайконс»	Супер-300
Мощность двигателя, кВт	235	232
Скорость движения: - транспортная, км/ч - рабочая, м/с	0–3,5 0–1340	0–3,6 0–1340
Скорость цепи рабочего органа, м/с	До 4,5	До 5,2
Размеры траншеи, м: глубина ширина	2,0–4,0 0,35	2,0–3,25 0,35
Диаметр укладываемых труб, мм	До 200	До 110
Обратная засыпка траншеи	Есть	Нет
Масса машины, т	25,0	22,0
Удельное давление на грунт, МПа	0,03	0,025
Обеспечивающий персонал, чел.	2	2

Дреноукладчик 6027 «Хайконс» предназначен для строительства дренажа узкотраншейным способом, при котором одновременно с укладкой дренажных труб выполняется обратная засыпка дренажной траншеи. Работы по узкотраншейному способу осуществляются в соответствии с применением тех же схем, что и при строительстве дренажа траншейным экскаватором.

Схема устройства узкотраншейного дренажа дреноукладчиком 6027 «Хайконс» в водонасыщенных грунтах (с лидерной дреной), где также применена экономичная загрузка в бункер дреноукладчика с поверхности земли ОФМ погрузчиком фронтального типа ПКУ-0,8 (ПФ-0,75), представлена на рисунке 3.7, а процесс строительства дрен с разным комплексом вспомогательных машин на объектах Ростовской области и Ставропольского края показан на рисунках 3.8–3.10. Состав комплекса машин и технико-экономические показатели узкотраншейного способа строительства дренажа приведены в таблицах 3.11, 3.12 [41].



1 – бульдозер; 2 – дренаукладчик; 3 – погрузчик фронтальный ПКУ-0,8 (ПФ-0,75); 4 – излучатель лазерный; 5 – фотоприемник

Рисунок 3.7 – Схема устройства узкотраншейного дренажа дренаукладчиком 6027 «Хайконс»



Рисунок 3.8 – Строительство узкотраншейного дренажа дреноукладчиком 6027 «Хайконс» в комплексе с перегружателем фильтроматериалов на базе ПРТ-16 (Ставропольский край, Изобильненский район, 1986 г.)



Рисунок 3.9 – Загрузка фильтроматериалов погрузчиком ПКУ-0,8 в бункер дреноукладчика 6027 «Хайконс» в режиме безостановочной работы (Ростовская область, 1988 г.)

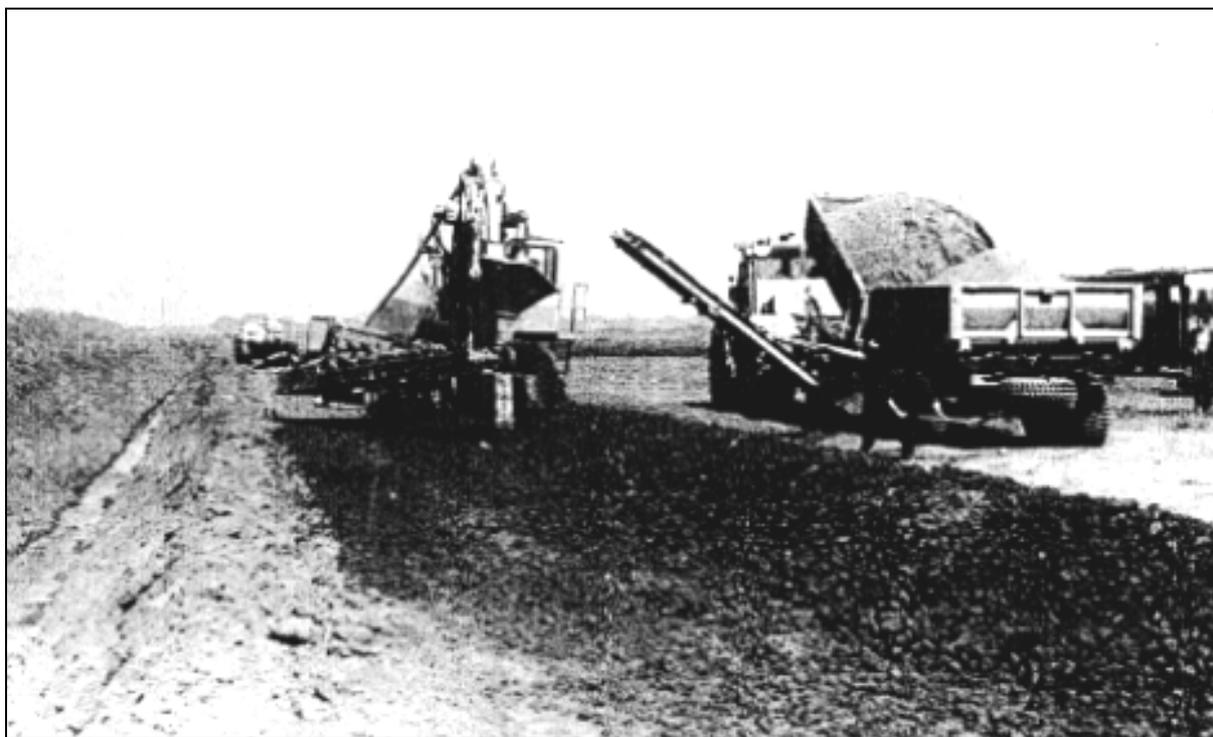


Рисунок 3.10 – Строительство дренажа дреноукладчиком 6027 «Хайконс» в водонасыщенных грунтах (с «пионерной» траншеей) с перегружателем ПФП-13 (Ставропольский край, 1989 г.)

Таблица 3.11 – Состав комплекса машин при строительстве узкотраншейного дренажа с помощью дреноукладчика 6027 «Хайконс»

Наименование и марка машины	Количество, шт.	Мощность, кВт	Масса, т	Стоимость, тыс. руб.
Бульдозер ДЗ-110А	1	118	16,2	770
Скрепер ДЗ-77С	2	120/240	22/44	1260/2520
Экскаватор ЭК	1	75	13,5	940
Дреноукладчик 6027 «Хайконс»	1	235	25,0	11200
Экскаватор ЭО-3323	2	75/150	15,7/31,4	1350/2700
Перегружатель ПФП-13	2	220/440	17,8/35,6	2800
Погрузчик КС-3575	1	220	15,8	1020
Автокран КС-3575	1	95	7,3	1020
Автоцистерна АЦ-4,2	1	90	3,8	540
Трактор МТЗ-82 с прицепом 2ПТС-4М	1	55	5,5	367
Засыпатель-уплотнитель ЗУГД	1	66	8,7	760
Итого	14	1666	190,2	31017

Таблица 3.12 – Техничко-экономические показатели строительства дренажа комплексно-механизированным методом с помощью дренаукладчика 6027 «Хайконс»

Показатель	Условное обозначение	Численное значение показателя
Производительность: - эксплуатационная, м/ч - выработка, м/смена	П _Э П _{СМ}	25–35 245–400
Удельная трудоемкость, чел.-ч/м	Т _У	0,257–1,159
Удельная энергоемкость, кВт-ч/м	Н _У	3,77–4,13
Удельная металлоемкость, кг/м	М _У	374,0–572,0
Удельные капвложения, руб./м (в ценах 1991 г.)	К _У	4,23–5,93
Стоимость дренажа руб./м (в ценах 1991 г.)	С	6,62–20,52

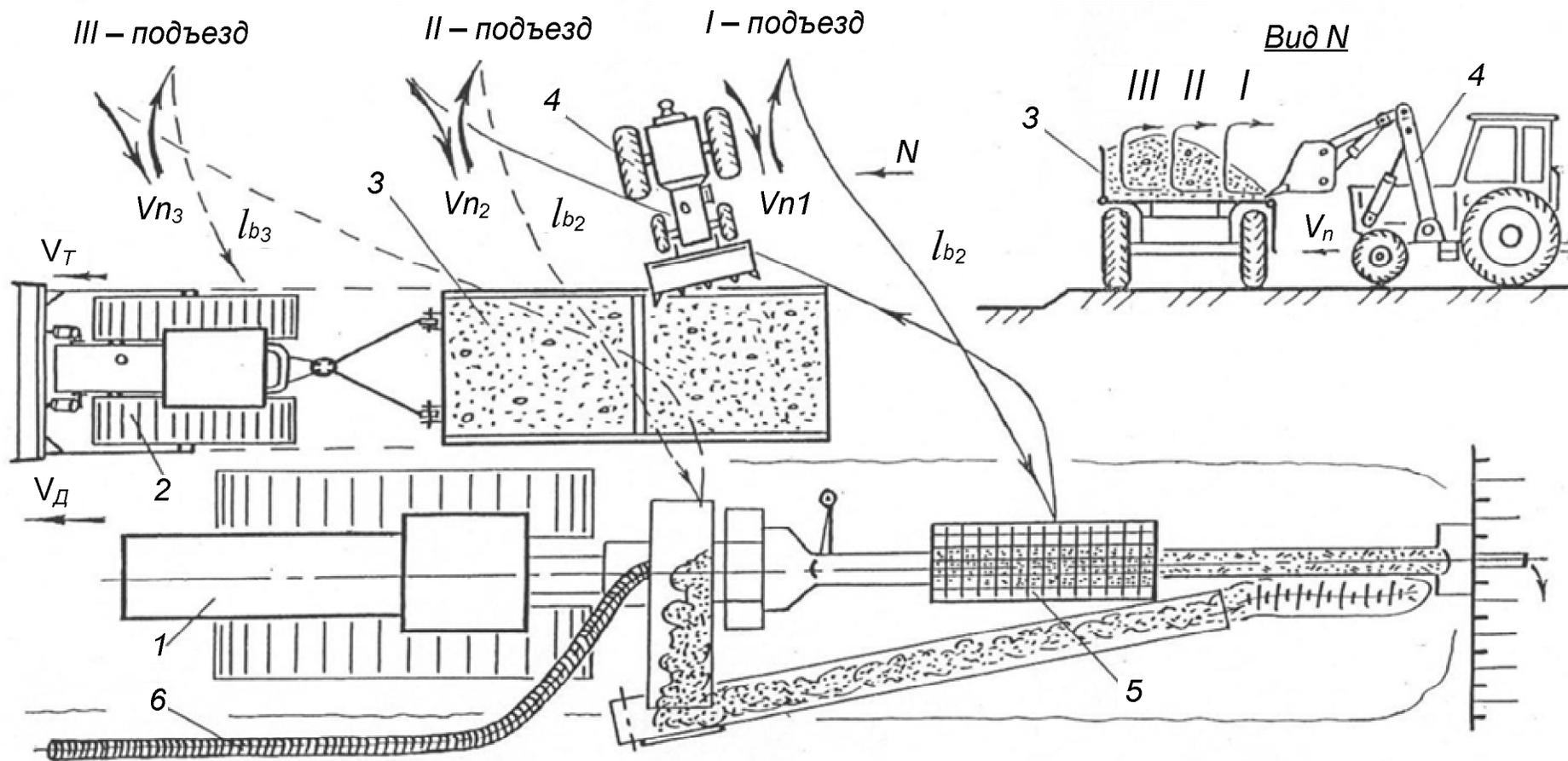
Освоение зарубежной техники в различных условиях производства работ позволило совершенствовать процессы устройства дренажа и способствовало развитию производства отечественного парка дренаукладочной техники.

3.3 Применение российских дренаукладочных комплексов

Одновременно с применением зарубежной дренаукладочной техники повсеместно проводились работы по совершенствованию и созданию новых отечественных дренаукладочных комплексов.

Схема процесса устройства дренажа дренаукладчиком ЭТЦ-406А с забором объемно-фильтрующего материала из кузова прицепа погрузчиком фронтальным (а. с. № 1824481) приведена на рисунке 3.11 [50].

После замены рабочего органа на траншейном дренаукладчике ЭТЦ-406 и перевода его в разряд узкотраншейных были разработаны технологические карты (технологии) на устройство дренажа с применением дренаукладчика ЭТЦ-406А в водонасыщенных (с «пионерной» траншеей) и естественной влажности грунтах, где применялась экономичная доставка и загрузка объемно-фильтрующего материала (ОФМ) в бункер дренаукладчика из кузовов прицепа 2ПТС-4М (рисунок 3.12) [49, 50].



1 – дреноукладчик; 2 – трактор-тягач; 3 – прицеп с ОФМ; 4 – погрузчик фронтальный; 5 – бункер; 6 – труба дренажная

Рисунок 3.11 – Схема процесса устройства дренажа дреноукладчиком ЭТЦ-406А (ПМК-9, ПСО «Калмелиоводстрой», г. Городовиковск)



Рисунок 3.12 – Строительство дренажа экскаватором-дреноукладчиком ЭТЦ-406А в грунтах естественной влажности

В результате многолетних опытно-конструкторских работ в ФГБНУ «РосНИИПМ» был разработан и передан производству дреноукладчик УДМ-350 различных модификаций (УДМ-350М, УДМ-350-2М) с технологиями производства работ в различных условиях (рисунок 3.13) [51–53].



Рисунок 3.13 – Узкотраншейный дреноукладчик УДМ-350

Технические характеристики отечественных узкотраншейных дреноукладчиков ЭТЦ-406А и УДМ-350 представлены в таблице 3.13.

В таблице 3.14 приведены технологические операции при строительстве дренажа дреноукладчиком ЭТЦ-406А [41].

Таблица 3.13 – Техническая характеристика узкотраншейных дреноукладчиков ЭТЦ-406А, УДМ-350

Показатель	Марка дреноукладчика	
	ЭТЦ-406А	УДМ-350
Мощность двигателя, кВт	118	220
Скорость движения: - транспортная, км/ч - рабочая, м/ч	1,25–5,05 17–150	0,5–2,0 0–500
Скорость цепи рабочего органа, м/с	До 1,7	0,7–5,8
Размеры траншеи, м: - глубина - ширина	2,2–4,3 0,38	2,0–3,5 0,35
Диаметр укладываемых труб, мм	До 200	До 200
Обратная засыпка траншеи	Есть	Нет
Масса машины, т	47,5	31,5
Удельное давление на грунт, МПа	0,068	0,036
Обслуживающий персонал, чел.	2	3

Таблица 3.14 – Рекомендуемые технологические операции при строительстве дрен дреноукладчиком ЭТЦ-406А

Технологическая операция	Комплекс машин
Срезка растительного грунта	Бульдозер ДЗ-110
Отрывка траншеи, укладка труб, формирование фильтра	Дреноукладчик УДМ-350
Транспортировка и загрузка фильтра (песком)	Перегружатель ПФП-1 (погрузчик фронтальный ПФ-0,5)
Транспортировка и подача дренажных труб	Прицеп-бухтодержатель ПБТ
Устройство колодцев и устья	Экскаватор ЭО-3322А, автокран КС-3561
Обратная засыпка минеральным грунтом и растительным слоем	Бульдозер ДЗ-110

Для совершенствования процессов устройства дренажа и практического применения их в производственных условиях были разработаны многовариантные технологии организации производства работ узкотраншейным способом с разработкой новых операционных приемов [49–53].

В грунтах естественной влажности и при уровнях грунтовых вод не выше 0,5–0,7 м от дна траншеи укладка дренажных труб в траншею осуществляется без предварительного водопонижения, но обязательно с круговой обсыпкой объемно-фильтрующим материалом (песчано-гравийная смесь и т. д.).

В связи с тем, что укладка дренажных труб в разжиженные, водонасыщенные грунты запрещена, так как происходит полная кольматация фильтров, предварительное водопонижение при уровнях

грунтовых вод в пределах 0,5–1,5 м от дна траншеи достигается строительством «лидерной» (осушительной) дрены, прокладываемой параллельно оси основной дрены на глубину до 3,5 м с укладкой полиэтиленовых гофрированных труб диаметром 110 мм, обернутых защитно-фильтрующим материалом типа «СОЖ».

Технология устройства дренажа с применением дреноукладчика УДМ-350 в водонасыщенных грунтах (с лидерной дреной) представлена в двух вариантах. В первом варианте при дреноукладчике постоянно работает один перегружатель с трактором-тягачом и подвозкой к нему ОФМ автосамосвалами (рисунок 3.14), а во втором варианте производится раскладка отвалов вдоль трассы дрен (Донская технология) (рисунок 3.15) [51].



Рисунок 3.14 – Работа дреноукладчика УДМ-350 с перегружателем фильтроматериалов ПФП-13 по лазеру УКЛ-1

Одним из направлений повышения эффективности производства работ при строительстве закрытого горизонтального дренажа является совершенствование методов организации строительства, учитывающих естественно-исторические условия объекта.

Известные способы строительства закрытого горизонтального дренажа, включающие последовательную укладку дренажных трубопроводов при движении дреноукладчика челночными проходами и укладки дрен одна рядом с другой, не учитывают изменения УГВ, что снижает производительность дреноукладочной техники

и в определенных гидрогеологических условиях требует предварительного водопонижения по трассе дрен.



Рисунок 3.15 – Работа дреноукладчика УДМ-350 с погрузчиком ПФ-0,75 (ПКУ-0,8)

Предлагаемый способ по а. с. № 1584460 заключается в следующем [52]. Непосредственно перед началом строительства на участке разбуривают сеть наблюдательных скважин и по наблюдениям за УГВ строят карту гидроизогипс. В соответствии с проектной схемой участка по карте гидроизогипс оценивают гидрогеологическую обстановку и определяют очередность укладки дрен. Первыми укладывают дрены по трассам с максимальными отметками и положениями УГВ.

Построенные дрены начинают отводить воду с дренируемого участка и гидрогеологическая ситуация изменяется. По створам наблюдательных скважин выполняют замеры УГВ, вторично строят карту гидроизогипс, намечают трассы дрен, проходящие по максимальным отметкам и укладывают очередную дрены или группу дрен. Вновь построенные дрены включаются в работу дренажной системы и снижают УГВ на участке, что опять изменяет гидрогеологическую обстановку. Поэтому предлагаемая последовательность технологических операций повторяется, и каждые последующие дрены уклады-

вают по трассам с максимальным положением УГВ, установившихся с учетом ранее построенных дрен.

Применение предлагаемого способа позволит строить закрытый дренаж без предварительного водопонижения по трассам дрен, отказаться от строительства «лидерных» дрен и «пионерных» траншей, исключить в ряде случаев применение песчаной обсыпки и снизить стоимость дренажа. Строительство дрен по трассам с максимальными отметками УГВ с учетом изменяющейся гидрогеологической обстановки и дренирующего действия ранее построенных дрен позволит также повысить производительность дренаукладочной техники и сократить сроки строительства, т. к. укладка дрен выполняется при больших глубинах залегания грунтовых вод, чем при обычной схеме движения дренаукладчика по объекту.

В целях повышения эффективности устройства дренажа в различных гидрогеологических условиях разработаны также способы строительства закрытого дренажа по а. с. № 1808905 А1 и № 1812267 А1.

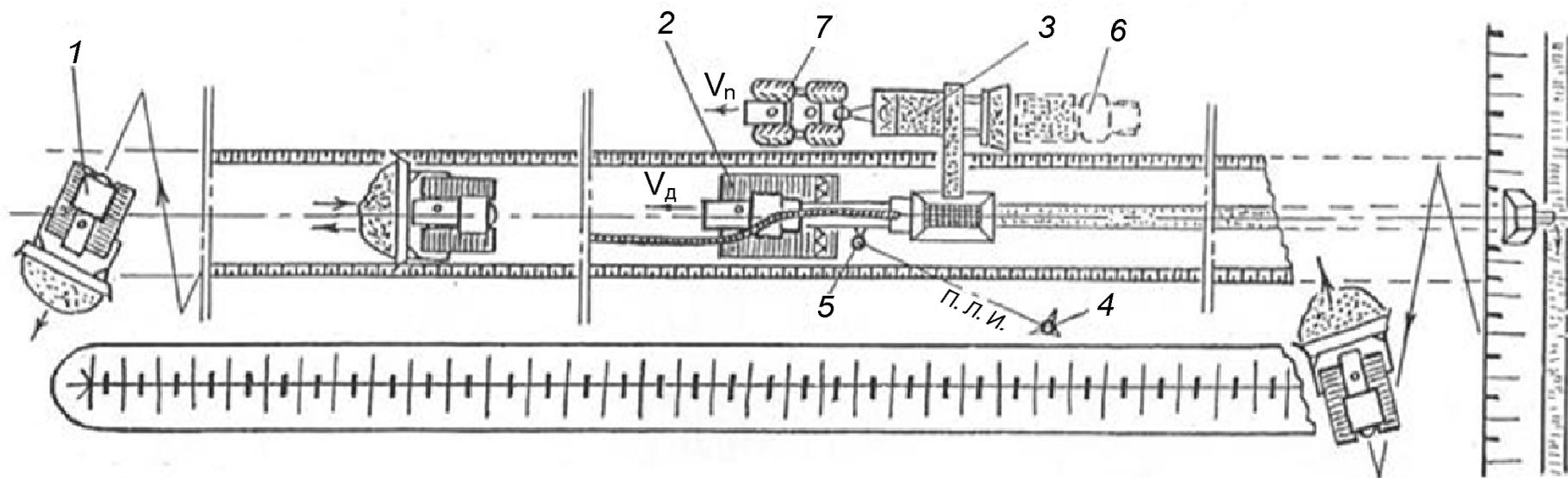
Способ строительства по а. с. № 1808905 А1 позволяет в зависимости от положения уровня грунтовых вод осуществлять строительство дрен одновременно в «сухих» и «мокрых» грунтах различными дренаукладчиками в зависимости от их производительности.

Способ строительства по а. с. № 1812267 А1 предусматривает одновременно с укладкой основных дрен осуществлять поярусную укладку временных дрен, обеспечивающих более высокую скорость понижения уровня грунтовых вод.

На основе разработанного способа строительства дренажа по а. с. № 1584460 была разработана и апробирована технология устройства дренажа с применением дренаукладчика УДМ-350 (без лидерных дрен) с использованием карт гидроизогипс [52].

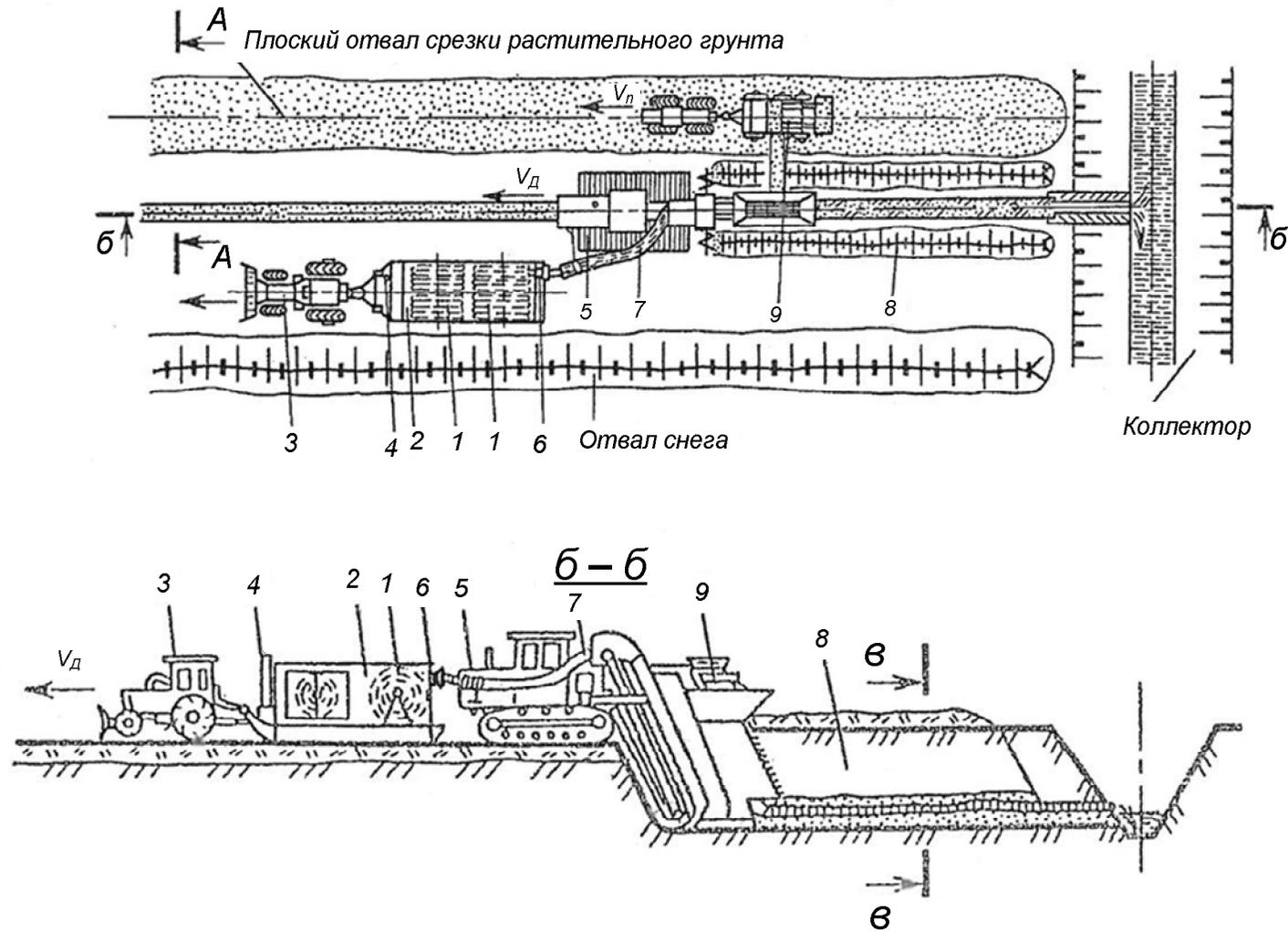
Схема процесса устройства дренажа дренаукладчиком УДМ-350-2М с загрузкой объемно-фильтрующего материала в бункер дренаукладчика с помощью перегружателя ПП-4 приведены на рисунке 3.16 [41].

Для производства работ в зимних условиях была разработана технология устройства дренажа дренаукладчиком УДМ-350 в грунтах естественной влажности в зимних условиях (рисунок 3.17) [53].



1 – бульдозер; 2 – дреноукладчик; 3 – перегружатель ОФМ;
4 – излучатель лазерный; 5 – фотоприемник; 6 – автосамосвал; 7 – трактор-тягач

Рисунок 3.16 – Схема процесса устройства дренажа дреноукладчиком УДМ-350-2М с загрузкой ОФМ в бункер перегружателем ПП-4 (Веселовская ПМК, Ростовская область)



1 – трактор-тягач; 2 – пена с подогревателем труб; 3 – бухта дренажных труб; 4 – трубонаправляющий тракт; 5 – барабан-бухтодержатель; 6 – дренаукладчик; 7 – дренажная труба; 8 – грунт обратной засыпки; 9 – бункер с песчано-гравийной смесью

Рисунок 3.17 – Схема устройства дренажа из полимерных труб в зимних условиях (а. с. № 1760005)

Технологические операции и средства механизации, необходимые для устройства дренажа с помощью дреноукладчика УДМ-350М, приведены в таблице 3.15 [41].

Таблица 3.15 – Технологические операции и средства механизации при строительстве закрытого горизонтального дренажа с помощью дреноукладчика УДМ-350М

Технологическая операция	Средства механизации, трудовые ресурса	Потребность в средствах
Подготовка трассы, снятие плодородного слоя грунта, перемещение в отвал	Бульдозер ДЗ-110А (ДЗ-42Г)	1 (2)
Срезка, подсыпка грунтов, планировка трассы дрены	Бульдозер ДЗ-110А (ДЗ-42Г) или скрепер ДЗ-77 С	1 (2) 1
Погрузка и доставка сыпучих ОФМ на объект, участок. Доставка дренажных труб на трассу	Погрузчик ТО-7 (ТО-17) ЗИЛ-ММЗ-555 (КАМАЗ-5511)	1 4 (2)
Разработка траншеи, подача ОФМ и труб, их обсыпка; частичная присыпка грунтом	Дреноукладчик УДМ-350 М	1
Загрузка ОФМ в бункер дреноукладчика перегружателем	К-701+ПФП-13; погрузчик фронтальный ПКУ-0,8 (ПФ-0,75) или ДЗ-42Г+2ПТС-4М	1
		2
Монтаж колодцев, устьевых сооружений	Рабочие, чел. Автокран КС-3575 Трактор МТЗ-80 с прицепом 2 ПТС-4М	4
		1
		1
Уплотнение грунтов, в котлованах, шурфах и выемках-траншеях	Вибро- или пневмотрамбовки Компрессор (эл. станция U = 366 В)	4
		1
Обратная засыпка минеральных грунтов в траншее с уплотнением	Бульдозер ДЗ-110А (ДЗ-42Г) Машина грунтоуплотняющая Д-471 В или ЗУГД	1 (2)
		1
Рекультивация плодородного слоя грунтов, формирование валика	Бульдозер ДЗ-110А (ДЗ-42Г)	1 (2)
Примечание – общий состав комплекса – 13–14 машин; рабочих и ИТР всего – 24–25 чел.		

В таблице 3.16 приведены сравнительные технико-экономические показатели работы дреноукладочных комплексов в грунтах различной влажности [50].

**Таблица 3.16 – Техничко-экономические показатели работы дренаукладачных комплексов
в водонасыщенных и естественной влажности грунтах**

Показатель	Грунты естественной влажности			Водонасыщенные грунты					
	Основная дрена			«Лидерная» и основная дрена			«Пионерная» траншея и основная дрена		
	6027 «Хайконс»	УДМ-350	ЭТЦ-406А	6027 «Хайконс»	УДМ-350	ЭТЦ-406А	6027 «Хайконс»	УДМ-350	ЭТЦ-406А
Производительность, м/ч:									
- техническая	80–85	80–85	50	40–85	45–67	50	50–80	55–80	50
- эксплуатационная	35	40–72	25	25	30–50	15	35	40–64	25
- выработка сменная, м	245–400	280–600	175	175	210–300	100	245–400	280–500	175
Удельная трудоемкость, чел.-ч/м	0,257	0,200	0,300	0,617	0,467	0,770	1,159	1,102	1,202
Удельная энергоемкость, кВт-ч/м	3,77	1,97	2,17	4,13	3,51	3,79	3,76	4,22	3,30
Удельная металлоемкость, кг/м	374,0	324,0	526,0	523,0	418,0	920,0	572,0	602,0	820,0
Удельные капитальные вложения, руб./м (в ценах 1991 г.)	4,23	4,82	3,74	5,93	4,36	5,77	5,15	4,05	4,71
Себестоимость дренажа, руб./м (в ценах 1991 г.)	6,62	5,68	9,93	11,26	9,91	16,14	20,52	19,58	24,1
руб./м (в ценах 2003 г.)	120	103	179	203	179	291	370	353	434
руб./га (в ценах 2003 г.)	5960	5112	8937	10134	8920	14526	18468	17622	21690

4 ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДРЕНАЖА ДРЕНОУКЛАДЧИКОМ УДМ-350

Все работы по созданию коллекторно-дренажной сети можно разделить на подготовительные, основные и заключительные.

Подготовительные работы включают подготовительно-организационные и подготовительно-строительные работы [51].

4.1 Подготовительно-организационные работы

До начала полевых работ по строительству горизонтального дренажа должны быть выполнены подготовительно-организационные работы, в том числе:

- согласованы с землепользователями графики представления полос и полей под строительство и сроки передачи их обратно после окончания работ;
- создана заказчиком геодезическая разбивочная основа, вынос и закрепление осей коллекторно-дренажной сети и сооружений в натуру;
- отрыты наблюдательные шурфы;
- заранее отрыта и уложена коллекторная сеть до водоприемника;
- построены временные дороги для обслуживания строительства;
- доставлен на объект комплекс необходимых машин, оборудования, инвентаря и приспособлений;
- организован приобъектный склад объемно-фильтрующего материала для фильтровой обсыпки и дренажных труб в объеме 70–80 % от потребности, склад горюче-смазочных материалов с 3–5 дневным запасом;
- составлен проект производства работ на основе согласованного графика предоставления площадей и уточненного положения уровня грунтовых вод, где намечается очередность и технология строительства дрен.

Проект производства работ на строительство дренажной сети состоит из схемы организации и графика производства работ, составленного по фактическому наличию механизмов в строительной бригаде.

На схеме организации работ, основой которого является проектный план сети, указываются объемы работ (таблицы), принятые способы строительства и на ней условными знаками наносятся:

- временный полевой стан и площадки складирования дренажных материалов;

- подъездные внутриобъектные дороги и места устройства технологических переездов через открытые траншеи;

- схемы движения механизмов.

На план-схеме организации работ различными цветами и условными знаками обозначают:

- дрены и коллекторы, которые намечается строить дреноукладчиком УДМ-350М, например, обозначают красным цветом; одноковшовым экскаватором Э-652 – зеленым и т. д.;

- первую очередь строительства можно обозначить сплошными, а вторую – пунктирными линиями;

- полностью законченные участки выделяют сплошной волнистой линией.

До начала работ рабочие должны быть ознакомлены с технологией производства работ, техникой безопасности, машинами и механизмами, участвующими в строительстве, а также с характеристиками дренажных труб и фильтрующих материалов.

Геодезические разбивочные работы в процессе строительства выполняет звено геодезистов в составе техника-геодезиста и двух рабочих.

Основой для выноса проекта в натуру служит схема дренажной сети генплана с геодезическими знаками и необходимой для горизонтальной привязки ситуацией.

С целью установления фактического положения уровня грунтовых вод, в стороне от трассы дрен через 300–500 м и на глубину, превышающую проектное заложение дрены, производится отрывка наблюдательных шурфов.

4.2 Подготовительно-строительные работы

Подготовительно-строительные работы выполняют в следующей технологической последовательности:

- подготовка трассы дрены;

- срезка и перемещение растительного грунта;

- предварительная планировка трассы дрены;

- разработка заходного шурфа одновременно для «лидерной» и основной дрены.

Подготовка трассы дрены выполняется разбивкой и нивелировкой в два этапа: первый этап – до срезки растительного слоя производится разбивка полос временного отвода шириной 16,5 м, в том числе, правее оси симметрии дрен – 6,5 м и левее – 10 м, с установкой кольев через 10 м по обе стороны от осей; здесь же производится разбивка полосы под снятие растительного грунта шириной 0,7 м (3,5 м – левее оси дрен и 3,5 м – правее оси, по направлению движения дреноукладчика) (рисунок 4.1); второй этап – после снятия растительного слоя и предварительной планировки трассы дрены. Он содержит следующие работы:

- восстановление и закрепление вешками через 50 м осей «лидерной» и основной дрены;
- разбивку пикетажа по осям «лидерной» и основной дрены с обозначением их кольшками через 20 м;
- закрепление выносными вешками точек изменения уклона и конструкций дренажных линий, углов поворота, смотровых колодцев и установку пикетных знаков через 100 м.

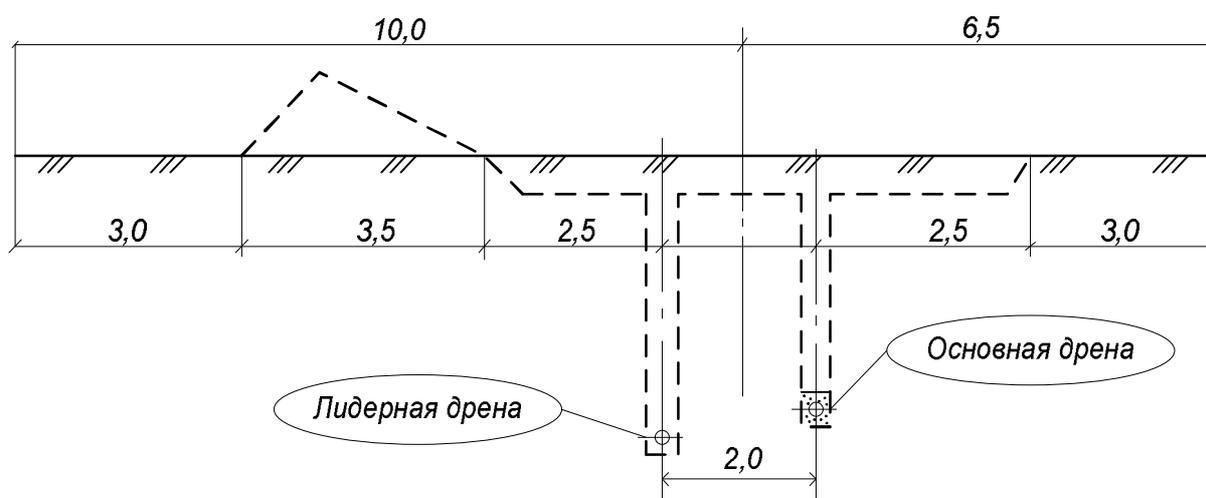
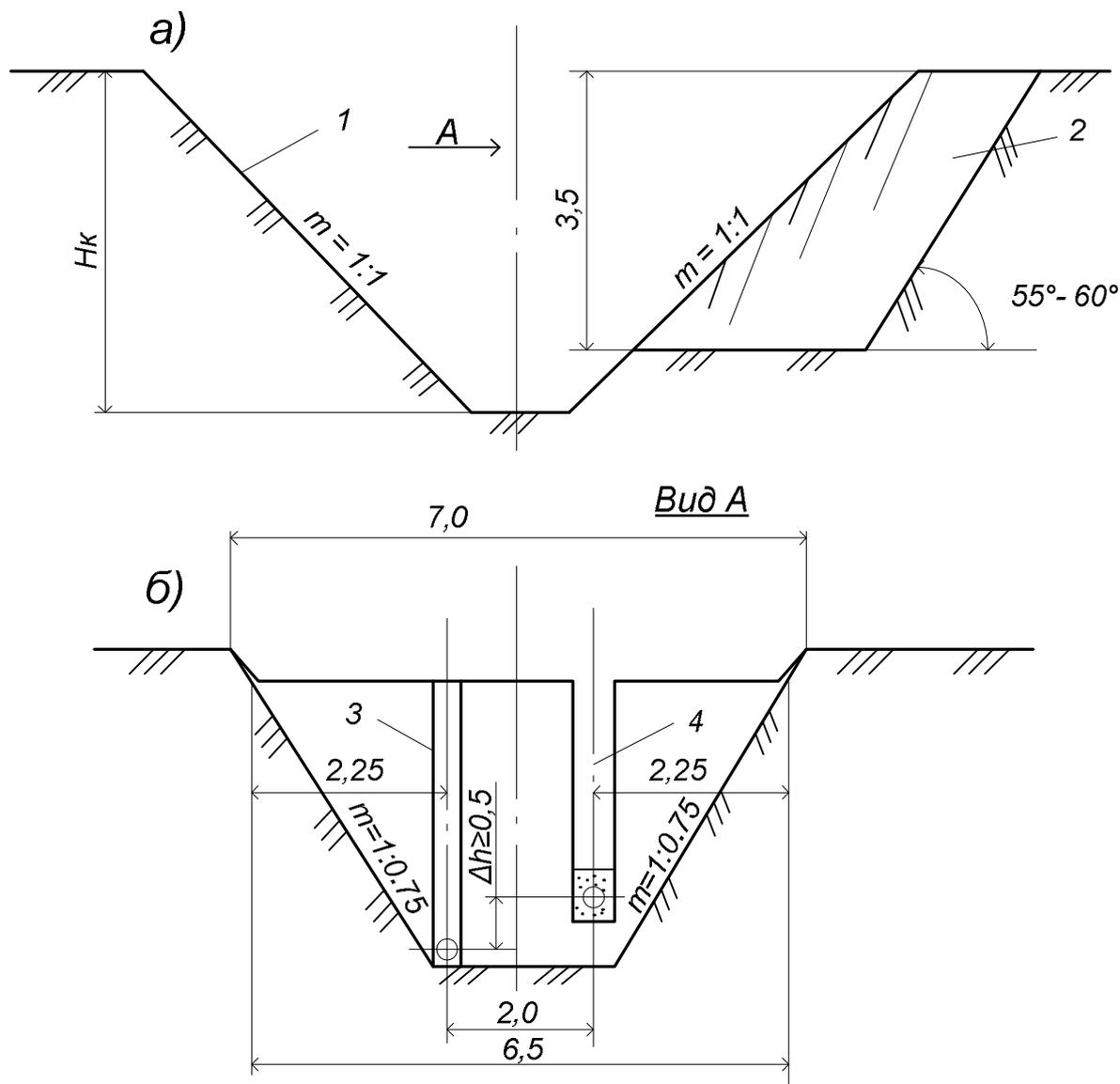


Рисунок 4.1 – Схема временного отвода земли под строительство дрены

Срезка растительного слоя с трассы дрен производится с полосы шириной 7,0 м, толщиной 0,5 м, с укладкой его во временные отвалы и осуществляется поперечными ходами бульдозера. Разрабатываемый растительный грунт перемещают на расстояние до 5,5 м влево от оси дрены, по ходу движения дреноукладчика.

Грубая (предварительная) планировка трассы дрены выполняется продольными ходами бульдозера.

В устьевой части дрены одноковшовым экскаватором производят отрывку заходного шурфа (приямка). Разработку грунта осуществляют до проектной отметки. Заходные шурфы устраивают таким образом, чтобы стенка приямка, обращенная к направлению движения дреноукладчика, составляла угол $55\text{--}60^\circ$ (рисунок 4.2).



a – разрез открытого коллектора; *б* – разрез заходного шурфа;
1 – коллектор; 2 – заходной шурф; 3 – «лидерная» дрена; 4 – основная дрена

Рисунок 4.2 – Схема устройства заходного шурфа

4.3 Основные виды работ

К основным видам работ относят работы связанные с устройством «лидерной» и основной дрены. Ниже приведен состав основных видов работ при строительстве дренажа:

- разработка «лидерной» траншеи с одновременной укладкой дренажных труб, покрытых рулонным ЗФМ;

- обратная засыпка траншеи «лидерной» дрены и уплотнение грунта обратной засыпки с одновременным его разравниванием;

- разработка траншеи основной дрены с укладкой дренажных труб с рулонным ЗФМ и обсыпкой объемно-фильтрующим материалом. Укладку дренажных труб выполняют по трассам с максимальными отметками уровней грунтовых вод, снятыми с предварительно построенной карты гидроизогипс, причем карту гидроизогипс уточняют перед строительством каждой последующей дрены, которую укладывают также по максимальным отметкам с учетом изменений положения УГВ, наступившего после укладки предыдущих дрен;

- обратная засыпка траншеи основной дрены и уплотнение грунта обратной засыпки с одновременным его разравниванием.

При строительстве «лидерной» дрены дреноукладчик располагают на оси «лидерной» дрены у края шурфа. Рабочий орган устанавливают в шурф на проектную отметку дна траншеи.

Производят установку лазерного светоизлучателя, проверку его работоспособности, монтаж фотоприемника на рабочем органе дреноукладчика и совмещение фотоприемной головки с плоскостью лазерного излучения. Установка и переустановка лазерного светоизлучателя производится согласно техническим параметрам и конструктивным возможностям аппаратуры.

Доставка дренажной трубы с приобъектного склада производится трактором МТЗ-80 с прицепом. Раскладку труб выполняют раскатыванием с бухт по трассе от устья к истоку дрены с левой стороны по направлению движения дреноукладчика.

Дренажную трубу опускают через направляющий трубопровод в бункер с выпуском наружу концевой части длиной до 2 м, которую закрепляют при помощи металлических скоб.

Включают рабочий орган дреноукладчика, шнеки отвала грунта, гидроход и производят отрывку траншеи с одновременной укладкой дренажной трубы.

Исток дренажного трубопровода формируют по мере выглубления рабочего органа. Трубу обрезают и закрывают заглушкой. В месте истока дрены рабочий орган и бункер дреноукладчика переводят в транспортное положение.

По окончании укладки «лидерной» дрены производят засыпку траншеи грунтом. Образовавшийся наддренный валик уплотняют гусеницей бульдозера с одновременной планировкой трассы дрены. Плотность минерального грунта доводят до плотности близкой к его естественному сложению.

Строительство основной дрены следует начинать только при понижении УГВ до проектной отметки оси основной дрены или же на 0,5–0,7 м выше ее. Срок водопонижения составляет 15–25 суток, в зависимости от исходного положения УГВ и литологии грунтов. Так, на тяжелых суглинках при УГВ 2,5 м выше оси «лидерной» дрены происходит снижение за 20 суток, при УГВ – 1,5 м и ниже – 15 суток.

Такие работы, как установка рабочего органа дреноукладчика в забой, монтаж лазерной системы, пропуск дренажной трубы через трубопровод бункера и ее закоревание на дне траншеи, соединение труб и формирование истока дрены, аналогичны работам, выполняемым при строительстве «лидерной» дрены. Дополнительной операцией является работа по формированию круговой обсыпки объемно-фильтрующим материалом (песчано-гравийная смесь). Доставка песчано-гравийной смеси (ПГС) на объект строительства производится транспортными средствами до начала строительства основной дрены и разгружается вдоль правой границы полосы временного отвода (рисунок 4.3).

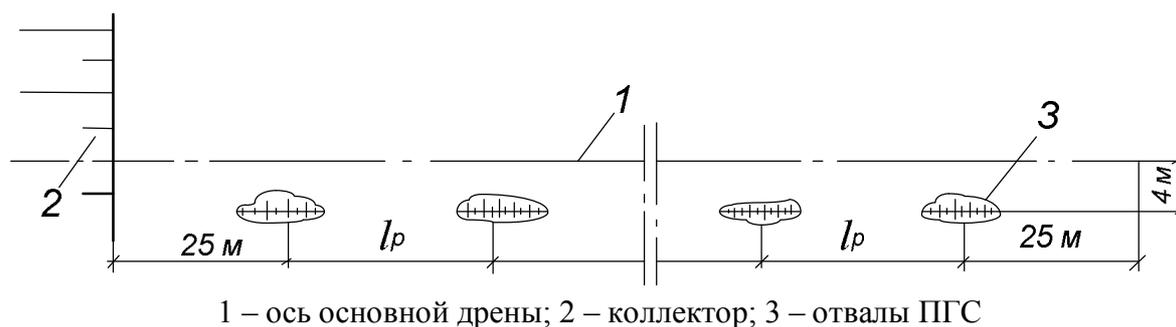


Рисунок 4.3 – Схема расположения отвалов ПГС по трассе основной дрены

На рисунке 4.4 показан график зависимости распределения расстояния раскладки ПГС по трассе дрены от массы отвалов.

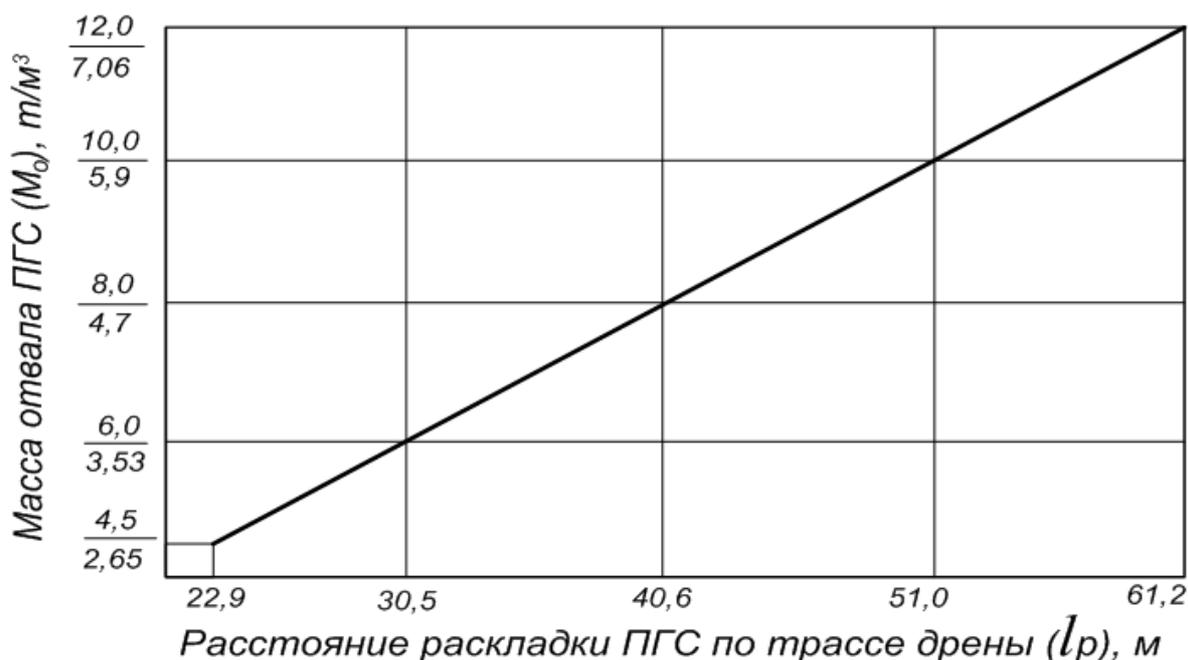


Рисунок 4.4 – График зависимости распределения раскладки песчано-гравийной смеси по трассе дрены от массы отвалов

Установив дреноукладчик на оси основной дрены у заходного шурфа, производят регулировку рабочего органа на заданную глубину и начинают разработку грунта с одновременной укладкой дренажной трубы и созданием круговой обсыпки.

Загрузку ПГС из отвалов в бункер дреноукладчика производят с применением погрузчика ПКУ-0,8, обеспечивающего непрерывный процесс работы дреноукладчика.

При завершении работ по укладке дренажных труб производят уплотнение кавальера обратной засыпки гусеницами бульдозера с одновременной грубой планировкой оставшегося грунта.

4.4 Заключительные работы

В состав заключительных работ входят следующие операции:

- строительство устьевых сооружений и контрольно-смотровых колодцев на основных дренах;
- восстановление растительного слоя грунта;
- устранение просадок по трассам дрен.

Вопрос строительства сооружений в данной главе не рассматривается, так как он аналогичен при различных технологиях строительства дренажа.

Восстановление растительного слоя осуществляют поперечными ходами бульдозера с последующей окончательной планировкой, выполняемой продольными ходами.

Устранение просадок осуществляется через 6–12 месяцев после окончания строительства дренажа и по мере образования просадок. Состав работ включает следующие операции:

- снятие растительного грунта с трасс дрен в местах просадок;
- разработка минерального грунта экскаватором с погрузкой в транспортные средства;
- транспортировка минерального грунта на расстояние до 5 км;
- разравнивание бульдозером отвалов;
- рекультивация растительного грунта.

4.5 Контроль качества строительства дренажа

На участке строительства в процессе производства работ мастер выборочным осмотром и замерами контролирует:

- соответствие дренажных материалов техническим условиям;
- сохранность материалов в процессе погрузки, транспортировки и разгрузки;
- толщину срезки растительного грунта и сохранность при перемещении его во временный отвал;
- качество планировки трассы дрены;
- соответствие требованиям соединения стыковых труб;
- качество покрытия трассы дрены растительным грунтом и формирование валика по всей ее длине.

Контроль качества строительства дренажа осуществляют методом линейных замеров, внешним осмотром, нивелированием, а также с применением фоторейки УФП-1.

Результаты нивелирования и замеров при проведении контроля качества строительства выносят в журнал и составляют акт освидетельствования на скрытые работы.

Перечень нормативных требований и допусков при строительстве закрытых дрен и коллекторов из пластмассовых труб по этапам выполнения работ приведен в таблицах 4.1–4.7.

**Таблица 4.1 – Геодезические разбивочные работы
(СНиП 3.01.03, ВСН 33-2.3.02-85)**

Показатель	Численное значение
Правильность выноса осей коллекторов и дрен в натуру: - наличие и правильность установки разбивочных знаков - допустимая, точность выноса осей коллекторов и дрен в натуру на плане в масштабе 1:2000, м	4
Отклонение в расстояниях между дренами, м	± 1
Расхождение в параллельности дрен на концах не должно превышать	1/500 их длины
Разбивка пикетажа производится стальной лентой с относительной ошибкой	Не более 1:100
Пикеты следует устанавливать через 20 м, а при изменении позиций лазерного прибора через 40 м	
Смещение пикетов от оси дренажной линии, см	Не более ± 5
Допустимая невязка (в мм) при нивелировке пикетажа определяется по формуле: $\Delta h = \pm 30\sqrt{l}$ где l – длина хода, в км. Все ходы нивелировки должны быть привязаны к реперам, длина хода не должна превышать 1,5 км	
Правильность установки упоров и нивелирования троса при использовании тросовой системы	
Точность установки светоизлучателя и направляющих вех	

Таблица 4.2 – Подготовка трасс дрен (СНиП-8-76, ВСН-С-4-79)

Показатель	Численное значение
1	2
Сохранность геодезических знаков	
При строительстве дренажа в зимний период длина расчищаемого за день участка трассы не должна превышать возможной протяженности укладки труб за смену	
Размеры полос расчистки для строительства закрытого дренажа должны соответствовать размерам, установленным проектом и обеспечивать размещение отвалов грунта, материалов, организацию проезда и работы машин и механизмов	
Соответствие толщины срезаемого слоя растительного грунта проектным данным	
Правильность расположения отвалов растительного грунта.	
Качество планировки трасс (отсутствие недопустимых неровностей) поверхности земли и поперечных уклонов. При работе экскаватора ЭТР-224 на трассе не допускается: - неровности высотой, см - поперечный уклон, градус При производстве работ с применением лазерного указателя УКЛ-1 не допускается: - неровности высотой, см - поперечный уклон, градус	Более 15 Более 3 Более 25 Более 5

Продолжение таблицы 4.2

Одновременно с планировкой трасс в местах, где глубина коллектора превышает максимально возможную глубину работы дренажукладочной машины, устраивается «корыто» с предварительной срезкой растительного грунта в летнее время	
---	--

Таблица 4.3 – Складирование и развозка материалов по трассам дрен (СНиП 3.07.03-85, ВСН-С-4-79)

Показатель	Численное значение
Соответствие проекту и качество материалов и изделий. Трубы дренажные пластмассовые с защитно-фильтрующим покрытием должны соответствовать ТУ 33-143-86 и ТУ 17-14-227-84. Трубы с фильтрующим покрытием должны поставляться в бухтах, намотанных плотными упорядоченными витками, обеспечивающими свободное разматывание. Сквозные повреждения защитного фильтрующего материала труб не допускаются	
Соблюдение условий перевозки, погрузки, выгрузки и складирования материалов и изделий	
Правильность раскладки труб вдоль трасс без деформаций	

Таблица 4.4 – Соединение дрен из пластмассовых труб (ВСН-С-4-79)

Показатель	Численное значение
1	2
Соответствие проекту и качеству применяемых соединительных деталей и материалов	
Качество подготовки соединяемых труб (диаметры отверстий, точность подгонки). Диаметр отверстий в коллекторной и дренажной трубе должен быть не менее	0,8 внутреннего диаметра дрены
Степень уплотнения грунта и качество устройства основания	
Соединение дрен из пластмассовых труб с коллектором из гончарных труб должно осуществляться через тройник или внахлестку через гончарную трубу. Длина входа в соединительный элемент не менее, см	10
Угол сопряжения дрены с коллектором должен быть равным	90°, но не менее 60°
Соединение пластмассовых дрен с коллектором необходимо производить не ранее чем через два часа после укладки труб в траншею и присыпки слоем грунта в 20–30 см (в связи с линейными температурными деформациями)	
Качество соединения гофрированных дренажных труб посредством соединительной детали: - конец труб должен быть обрезан перпендикулярно оси по впадине гофра; - после монтажа ось соединительной детали должна совпадать с осью трубы; - труба, вставленная в присоединительный раструб, должна выступать за фиксирующие выступы раструба не менее чем на одну вершину гофра, а для муфт – на две вершины гофра	

Продолжение таблицы 4.4

1	2
Величина зазоров, качество устройства заглушки и надежность упора	
Качество установки тройника: накладная часть тройника с обеих сторон должна обвязываться вязальной проволокой из расчета плотного прилегания и фиксации отростка тройника по отверстию в стенке трубы, которое должно устраиваться в 1,5 раза больше площади отверстия отростка	
Тщательная заделка соединения фильтрующим материалом и качество присыпки	

Таблица 4.5 – Защита дренажа от заиления (ВСН-С-479)

Показатель	Численное значение
Соответствие проекту и качеству применяемых защитно-фильтрующих материалов	
Соответствие размеров заготовленных полос рулонного защитно-фильтрующего материала проектной схеме	
Соответствие проекту применяемой схемы изоляции, плотность ее прилегания к трубе и величина нахлестки: - сплошная обертка труб по спирали должна производиться полосами шириной, мм - ширина полосы защитно-фильтрующего материала. Отклонения в сторону уменьшения не допускаются - нахлестка полос рулонного защитно-фильтрующего материала должна быть, мм - ширина нижней полосы, мм - ширина верхней полосы - ширина сплошной покровной ленты, мм - ширина в случае укладки полосок, мм - ширина сплошной подстилочной полосы ширина полосок, укладываемых на стенки: труб, мм длина	150–250 с нахлестом не менее 30 мм На 50 мм больше периметра защищаемых труб Не менее 25 Не менее 150 Не менее трех наружных диаметров защищаемой трубы Не менее 100 Не менее 100 100–150 Не менее трех наружных диаметров труб

Таблица 4.6 – Механизированная укладка дренажа из пластмассовых труб (СНиП 3.07.03-85, ВСН-С-479)

Показатель	Численное значение
1	2
Соответствие проекту и качеству применяемых труб и материалов	
Вспомогательная траншея (прямоукладчик) для заглубления рабочего органа дреноукладчика должна иметь размеры, м - длина - ширина - глубина	Не менее 6 Не менее 0,5 На 0,05–0,10 выше трубы коллектора

Продолжение таблицы 4.6

1	2
Контрольные проверки излучателя должны проводиться в начале укладки дренажа на объекте и через каждые 10–15 км уложенного дренажа, но не реже двух раз в месяц	
Правильность установки направляющих вех и светоизлучателя, соответствие проекту заданного уклона на цифровом табло излучателя	
Отклонение уклона средней линии дрены от проекта	Не более $\pm 0,0005$
Длина безуклонных участков, м	Не более 10
Отклонение высотных отметок дрены от средней линии, см	Не более $\pm 1,5$ см
Отклонение оси дрены от проектной, м	Не более 1
Качество устройства заглушки на конце дрен	
Качество укладки дренажа дренаукладчиками УДМ-350М необходимо колировать нивелированием с закреплением рейки на штанге прижимного ролика дренаукладчика. Нивелир следует устанавливать в створе дрены на расстоянии 3–5 м от устья. Отсчеты на рейке необходимо снимать через 4–5 м	
Контроль за работой светоизлучателя: - перекрытие плоскости излучения, с - время свечения лампы: БВК «вверху» или «снизу», с	Не более 3 Не более 5

**Таблица 4.7 – Обратная засыпка дренажных траншей
(СНиП 3.07.03-85, ВСН-С-4-79)**

Показатель	Численное значение
Контроль нивелирования дрен и исправление обнаруженных дефектов (смещения труб, нарушение защитно-фильтрующего слоя)	
Присыпка дрен грунтовым слоем, см	Не менее 15–30
В присыпке не допускаются камни диаметром, мм	Не более 50
Обратная засыпка траншей должна производиться: - в зимнее время - в летнее время	В день укладки дрен Не позднее трех суток со дня присыпки дрен
Правильность технологии засыпки. Окончательная засыпка траншеи должна производиться: - грунтом без крупных включений, мм - с устройством на трассе валика высотой, см	200 и более 20–30 на осадку грунта
Наличие на поверхности валика растительного грунта	

5 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ДРЕНАЖА

5.1 Подготовка трасс под строительство дренажа

Экологическая политика государства предусматривает решение проблем природопользования в условиях возрастающего воздействия человека на окружающую среду.

Разрушение структуры плодородного слоя при строительстве дренажа путем перемешивания и уплотнения почв приводит к их деградации, деформациям засыпки, ухудшению и резкому падению проницаемости воздуха и влаги в почву, а значит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур по полосам прокладки дрен, особенно в первые 3–5 лет после ввода в эксплуатацию дренируемых земель.

В нормативных документах по агротехническим требованиям для пользователей земель в сельскохозяйственной отрасли изложен ряд положений, которые могут быть сведены к тому, что при производстве работ по устройству дренажа на орошаемых землях снятие плодородного растительного слоя почвы осуществляется на глубину гумусового горизонта, преимущественно до 0,5 м.

Подготовка трасс под устройство дренажа (срезка растительного слоя грунта по разбивочной полосе) относят к подготовительно-строительным видам работ. Традиционно эту операцию выполняют поперечными по трассе ходами бульдозера при глубине срезки до 0,3 м или продольными ходами скрепера при срезке до 0,5 м. Ширина полосы с разрушаемым плодородным слоем определяется по размеру ведущей машины – дреноукладчика. По бокам полоса дополняется участками для маневрирования и обслуживания машин, а срезанный растительный грунт укладывают в отвал параллельно полосе.

В зоне Северного Кавказа, включающей Ростовскую область, Краснодарский и Ставропольский края, срезку растительного слоя при подготовке трасс под устройство закрытого горизонтального дренажа производят, в основном, на глубину до 0,2–0,3 м, в то время, как в Воронежской области на глубину до 0,7–0,8 м. Реализуют эти технологические процессы при помощи бульдозеров (ДЗ-110А) и скреперов (ДЗ-20В).

Параметры полос отвода поверхности земли под устройство дренажа определяют суммированием полос срезки и укладки отвалов разрабатываемого грунта относительно оси выемки-траншеи.

Полоса срезки грунта при широкотраншейном способе строительства дренажа состоит из ширины выемки-траншеи по верху, ширины полосы под временный отвал минерального грунта и ширины под дополнительный отвал минерального грунта при выемке под «полку».

Объем срезки растительного слоя грунта (V_{cp}) определяют по формуле (5.1):

$$V_{cp} = B_{cp} \cdot h_c \cdot L_d, \quad (5.1)$$

где B_{cp} – ширина общей полосы срезки растительного грунта, м;

h_c – глубина срезки растительного грунт, м;

L_d – длина полосы, м.

Все исследуемые технологии подготовки трасс под строительство дренажа представлены в таблице 5.1 в виде технологических схем срезки слоя. Проведенные исследования позволили получить основные технологические параметры: ширину и глубину срезки, объем разработки грунтов, ширину полосы отвода земель, а также технико-экономические показатели [41].

Основным резервом при совершенствовании процесса подготовки трасс является уменьшение ширины полосы разрушаемого слоя растительного грунта.

Таблица 5.1 – Объемы срезки грунта и параметры полос при различных способах устройств дренажа

Способ устройства дренажа	Объем срезки растительного грунта $V_{cp} = B_{cp} \cdot h_c \cdot L_d$ (при $L_d = 1000$ м), м ³	Ширина полосы отвода земель для дренажных работ, м
Широкотраншейный раздельный, полумеханизированный	$V_{cp} = 22,6 \cdot 0,3 \cdot 1000 = 6780$	31–37
Траншейный: - с предварительным водопонижением (лидерная дрена) - без водопонижения (одиночная дрена)	$V_{cp} = 8 \cdot 0,3 \cdot 1000 = 2400$ $V_{cp} = 6 \cdot 0,3 \cdot 1000 = 1800$	20–23 16–26
Узкотраншейный: - с предварительным водопонижением (лидерная дрена) - без водопонижения (одиночная дрена)	$V_{cp} = 5 \cdot 0,3 \cdot 1000 = 1500$ $V_{cp} = 4 \cdot 0,3 \cdot 1000 = 1200$	16–19 13–16

5.2 Механизация навивки защитно-фильтрующего материала на пластмассовые трубы

Изучение технологии устройства закрытого горизонтального дренажа на объектах строительства в структурах объединения «Ростовводмелиорация» показало, что до 1984 года навивка защитно-фильтрующего материала (ЗФМ) на пластмассовые трубы проводилась в основном вручную, только в тресте «Прикумскводстрой» (г. Буденновск) использовалась одна экспериментальная навивочная установка.

В 1986 году в ГУ «ЮжНИИГиМ» (ФГБНУ «РосНИИПМ») была изготовлена установка для механизированной навивки защитно-фильтрующего материала на пластмассовые дренажные трубы (УНФ). Установка была передана в трест «Мелиоводстрой» (г. Сальск) для работы в производственных условиях (рисунок 5.1).



Рисунок 5.1 – Навивочная установка УНФ

Установка УНФ позволила сократить штат работающих операторов и производить навивку ЗФМ на трубы до 600 м в одну смену.

В 1987 году силами треста была изготовлена вторая навивочная установка типа УНФ, имеющая дополнительную перекрестную навивку труб шпагатом. Обе установки использовались трестом «Мелиоводстрой» в процессах подготовки дренажных труб к укладке в траншею.

Механизация процесса навивки труб ЗФМ с применением разработанных установок позволила повысить производительность в сравнении с ручной навивкой в 4–5 раз при одновременном уменьшении числа рабочих в два раза.

В последующие годы были разработаны и применены в производстве навивочные установки конструкции ВНИИГиМ и СтавНИИГиМ.

Технические характеристики разработанных навивочных установок приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Техническая характеристика установок для навивки защитно-фильтрующих материалов на дренажные трубы

Показатель	Тип установки		
	УФ-1	УНФ	КПТ-0,3
Производительность, км/смену	8,0	1,5	3,0
Вместимость барабанов, м	200	100–130	200
Вместимость кассет под ЗФМ, м	200	200	200
Ширина ленты ЗФМ, м	0,4	0,6	0,5
Наличие навивки шпагатом под ЗФМ	–	–	Имеется
Число слоев навивки ЗФМ, шт.	2	2–4–6	2–6
Мощность привода, кВт	10	1,5–2,0	ВОМ трактора
Масса установки с барабаном, кг	3000	2500	1500
Масса трубы с фильтром, кг/м	1,0–1,4	1,3–1,4	1,4–1,5
Габаритные размеры установки, мм			
- длина		10000	
- ширина		4800	
- высота		4390	
Обслуживающий персонал, чел.	3	2–3	2–3
Разработчик, изготовитель	ВНИИГиМ	ФГБНУ «РосНИИПМ» (ГУ «ЮжНИИГиМ»)	СтавНИИГиМ

Для работы в полевых условиях в НПО «Ставмелиорация» был разработан комплекс для подготовки дренажных труб (КПТ-3), предназначенный для выполнения следующих операций: обертывание гофрированных труб ЗФМ, обвязка нитью, соединение труб в нити, намотка труб на катушку большой емкости, транспортировка и раскладка труб по трассе дрены. В состав комплекса входит: колесный

трактор, бухтовоз-наполнитель, обмоточное устройство, подающий барабан (рисунок 5.2). Техническая характеристика КПТ-3 приведена в таблице 5.3.



Рисунок 5.2 – Комплекс для подготовки дренажных труб КПТ-3

Таблица 5.3 – Техническая характеристика КПТ-3

Показатель	Значение показателя
Тип машины	Прицепная
Тип машины входящих в комплекс	Прицепные
Привод рабочих органов	Гидравлический
Способ обертывания труб	Продольный
Диаметр труб, мм	110, 125, 160, 200
Применяемый ЗФМ	Рулонный, толщиной до 6 м
Вместимость катушки, м	До 700
Производительность, м/см	До 300
Обслуживающий персонал, чел.	2
Масса, кг	1500 (без трактора)

5.3. Механизация процесса доставки и загрузки объемно-фильтрующего материала в бункер дренаукладчика

Ритмичная работа дренаукладочных машин тесно связана с доставкой к ним объемно-фильтрующего материала (ОФМ). Традиционно транспортировку ОФМ (песок, песчано-гравийная смесь и т. д.) к дренам осуществляли преимущественно автосамосвалами, однако с применением траншейных и узкотраншейных способов строительства дренажа появлялась необходимость в механизации этого процесса. Поэтому, начиная с 1985 г., наряду с традиционными методами

доставки и загрузки ОФМ в бункер дренаукладчиков проверялись и исследовались другие экспериментальные методы.

Важнейшим критерием качественной ритмичной работы дренаукладчиков и вспомогательных машин, обеспечивающих загрузку объемно-фильтрующих материалов при укладке дренажного трубопровода, является условие неразрывности процесса расходования (отток) и наполнения (приток) материалов.

Отток сыпучих объемно-фильтрующих материалов осуществляется способом самоистечения из полости бункера через регулируемое по площади сечение.

Приток объемно-фильтрующих материалов при подаче их в бункер дренаукладчика может осуществляться двумя основными способами:

- порциально, большими порциями подсыпки до $2,5-4,5 \text{ м}^3$ в одну разгрузку и малыми до $0,75-0,90 \text{ м}^3$;
- непрерывно, в движении, посредством применения различных транспортеров.

Размещение объемно-фильтрующих материалов на приобъектных складах обычно бывает сезонное, на открытых площадках, в отвалах больших и малых размеров. При реализации «Донской технологии» предусматривалось производить раскладку объемно-фильтрующих материалов из запасов приобъектного склада, по трассам дренажных полос, в виде отдельных небольших отвалов, через определенное расстояние между ними.

Отвалы по трассе дрены производят путем разгрузки кузовов автомобилей – самосвалов через определенные интервалы заблаговременно. Разгрузку отвалов обычно начинают от устья дрены и до ее истока со смещением вправо по трассе дрены. Забор объемно-фильтрующего материала и засыпка его в бункер дренаукладчика проводится фронтальным погрузчиком путем его челночного движения от отвала к бункеру. Данная технология предельно проста в практическом применении и требует минимум загрузочных средств.

В 1985–1986 годах после испытания в Ипатовской ПМК Ставропольского края голландского дренаукладчика Супер-300 при исследовании процесса доставки и загрузки объемно-фильтрующего материала в бункер дренаукладчика совместными усилиями специалистов ФГБНУ «РосНИИПМ» и СтавНИИГиМ на базе разбрасывателя

органических удобрений ПТР-16 изготовили перегружатель ОФМ, который проверялся и работал в технологических процессах с дренаукладчиками Супер-300, 6027 «Хайконс» и УДМ-350.

Большую совместную работу по проверке технологий доставки и загрузки ОФМ в производственных условиях провели специалисты ФГБНУ «РосНИИПМ» и строительных организаций в 1986–1990 годах в Ростовской области (Зимовниковское ПМК-8 треста «Мелиоводстрой», Веселовское ПМК управления строительства «Ростовмелиоводстрой»), Ставропольском крае (Ипатовское ПМК-26, Изобильненское ПМК-18) и Волгоградской области (трест «Заволжскводстрой»). Обобщенные данные технологических процессов доставки и загрузки ОФМ в бункер дренаукладчика приведены в таблице 5.4 [41].

Все технологические процессы приведены в той последовательности, в которой они были исследованы в производственных условиях. В весенне-летний период производства работ хорошо зарекомендовала себя «Донская технология», применяемая в Ростовской области.

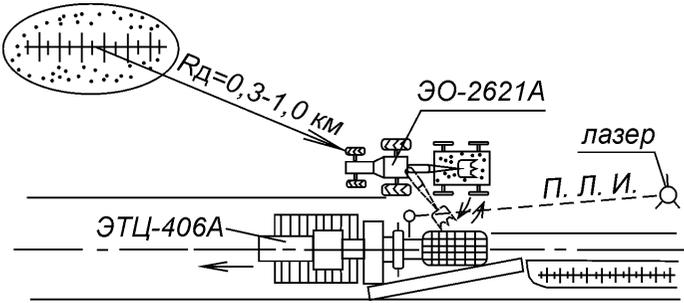
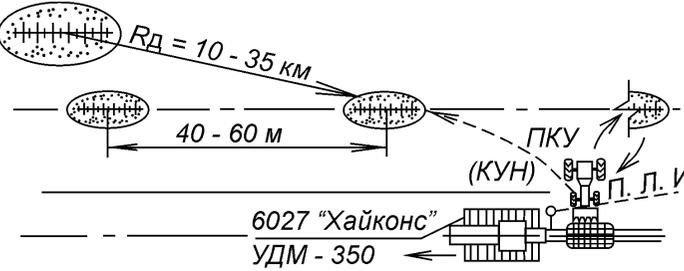
Техническая характеристика перегружателей ОФМ, применяющихся при различных технологиях строительства дренажа, приведена в таблице 5.5.

В Ставропольском научно-производственном объединении по мелиорации были разработаны перегружатели ПФС-4 и ПФС-13.

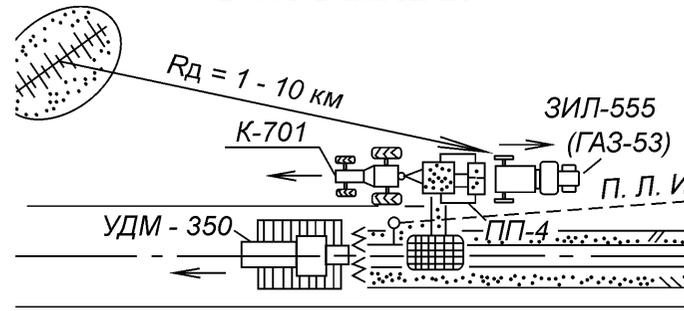
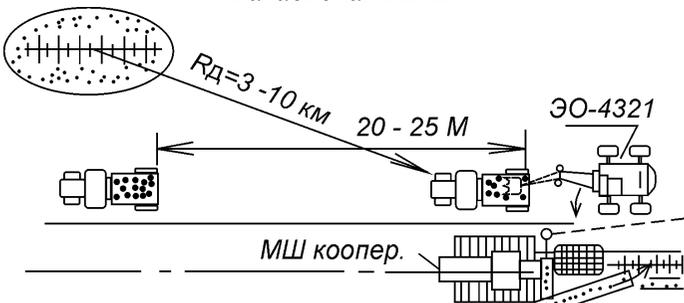
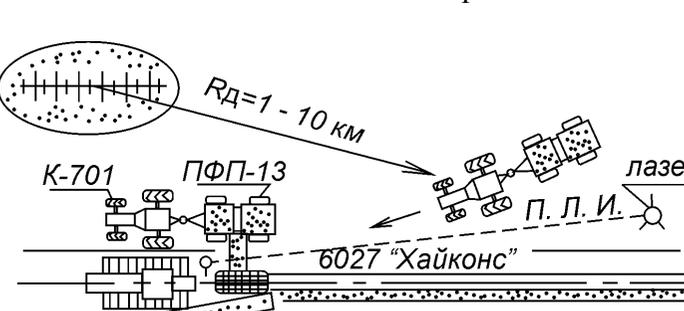
Перегружатель фильтра самоходный (ПФС-4) предназначен для подачи объемно-фильтрующего материала в бункер дренаукладчика при его доставке с приобъектного склада автосамосвалом (рисунок 5.3). Перегружатель представляет собой самоходную гусеничную машину, оборудованную скиповым загрузчиком, бункером питателем и двумя конвейерами – горизонтальным и наклонным. Рабочий ход перегружателя гидравлический с плавным регулированием скорости. Техническая характеристика ПФС-4 приведена в таблице 5.5.

Перегружатель фильтра прицепной (ПФП-13) предназначен для транспортировки и подачи объемно-фильтрующего материала в бункер дренаукладчика (рисунок 5.4). ПФП-13 представляет собой трехостный прицеп с двумя опрокидывающимися кузовами, бункером-питателем и двумя ленточными конвейерами с гидравлическим приводом. Перегружатель агрегируется с трактором К-701. Техническая характеристика ПФП-13 представлена в таблице 5.5.

Таблица 5.4 – Технологии доставки и загрузки объемно-фильтрующего материала в бункер дренаукладчика

Технологическая схема	Средства доставки и погрузки ОФМ	Тип, марка и количество перегружателей	Потери ОФМ	Трудозатраты на 1000 м, чел.-ч	Стоимость работ на 1000 м, руб. (в ценах 2000 г.)
1	2	3	4	5	6
<p>Веселовская ПМК</p> 	<p>КАМАЗ-5511 (2 шт.) Погрузчик ЭО-2621А (1 шт.)</p>	<p>2ПТС-4М совместно с ЭО-2621А с грейфером (1 шт.)</p>	<p>Летом – от 1–3 % до 9 %. Зимой – 10–16 %</p>	<p>Погрузка: 83 Транспортировка: 60; 62; 64 Загрузка в бункер: 68 Общая 211; 213; 215</p>	<p>2355 1725; 1770; 1830 1950 6030; 6075; 6135</p>
<p>Зимовниковская ПМК-8; Веселовская ПМК</p> 	<p>КАМАЗ-5511 (2 шт.) Погрузчик ТО-7 (1 шт.)</p>	<p>ПКУ-0,8 (КУН) или ПФ-0,75 на базе МТЗ-80 (1 шт.)</p>	<p>Летом – 0,5–2,4 %. Зимой – 12–25 %</p>	<p>Погрузка: 59 Транспортировка: 20; 30; 40 Загрузка в бункер: 30 Общая 109; 119; 129</p>	<p>2070 1920; 2880; 3825 1020 5085; 5970; 6915</p>

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6
<p>Веселовская ПМК</p> 	<p>ЗИЛ-ММЗ-555 (2 шт.) или ГАЗ-53А; Погрузчик ТО-7 (1 шт.)</p>	<p>ПП-4 + К-701 (1 шт.)</p>	<p>Летом – от 0,5–2 % до 4–6 %. Зимой 7–12 %</p>	<p>Погрузка: 59 Транспортировка: 26; 33; 41 Загрузка в бункер: 62 Общая 147; 154; 162</p>	<p>2070 2490; 3165; 3930 3225 7785; 8460; 9225</p>
<p>Багаевская ПМК</p> 	<p>КАМАЗ-5511 (2 шт.)</p>	<p>КАМАЗ-5511 (2 шт.)</p>	<p>Летом – 1–4 %</p>	<p>Погрузка: 59 Транспортировка: 23; 24; 25 Загрузка в бункер: 44 Общая 126; 127; 128</p>	<p>2070 2205; 2295; 2400 1260 5535; 5625; 5730</p>
<p>Таловская ПМК-5 и Ставрополье</p> 	<p>КАМАЗ-5511 (2 шт.) Погрузчик ТО-7 (1 шт.)</p>	<p>ПФ-13 + К-701 (2 шт.)</p>	<p>Летом – от 0,5–2 % до 4 %. Зимой 7–12 %</p>	<p>Погрузка: 59 Транспортировка: 54; 64; 73 Загрузка в бункер: 62 Общая 175; 185; 194</p>	<p>2070 2820; 3225; 3765 3225 8115; 8520; 9060</p>

Продолжение таблицы 5.4

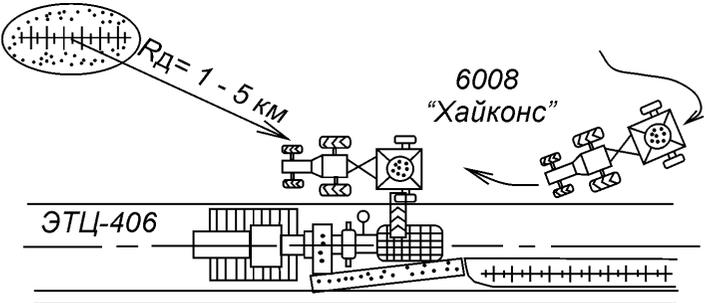
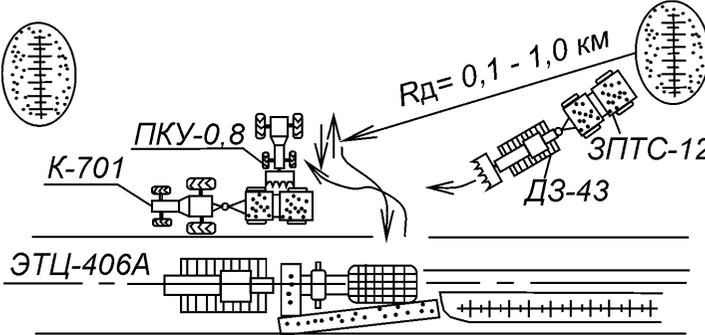
1	2	3	4	5	6
<p>р-п Палласовка «Заволжскводстрой»</p> 	<p>КАМАЗ-5511 (2 шт.) Погрузчик ЭО-3322 (1 шт.)</p>	<p>6008 «Хай- конс» +Т-150 (2 шт.)</p>	<p>Летом – от 1–3 % до 5 %. Зимой – 8–13 %</p>	<p>Погрузка: 83 Транспортиров- ка: 31; 34; 35 Загрузка в бун- кер: 41 Общая 155; 158; 160</p>	<p>2355 1455;1545;1635 1875 5685; 5775; 5865</p>
<p>г. Городовиковск ПМК-9</p> 	<p>КАМАЗ-5511 (2 шт.) Погрузчик ЭО-3322 (1 шт.)</p>	<p>ЗПТС-12, К-701 (1 шт.) ЗПТС-12 + ДТ-75 (ДЗ-43) (1 шт.)</p>	<p>Летом – от 2–3 % до 5 %. Зимой – 7–12 %</p>	<p>Погрузка: 83 Транспортиров- ка: 16; 17; 18 Загрузка в бун- кер: 30 Общая 128; 130; 131</p>	<p>2355 510;540;570 1260 3885; 3915; 3945</p>

Таблица 5.5 – Техническая характеристика перегружателей объемно-фильтрующего материала

Показатель	Марка, тип машины						
	ПП-4, прицепной	ПФП-13, прицепной	ПФС-4, навесной	ПС-1, прицепной	ПРТ-16, при- цепной	ПФ-4, прицепной	ПКУ-0,8 самоходный
База машины	ПРТ-16	ПРТ-16	ЭТЦ-202Б	МВУ-8Б	ПРТ-16	Отдельный бункер	Ковш на тракторе
Тягач машины	К-701	К-701	ЭТЦ-202	ДТ-75	К-701	МТЗ-80	МТЗ-80
Емкость бункера, м ³	5,0	12,3	4,0	8,0	11,5	4,0	0,5
Грузоподъемность, т	8,0	13 · 2 = 26	6,0	12,0	18,0	6,5	0,8
Скорость транс- портера, м/с	0,6	До 2,5	До 2,0	До 2,0	До 2,0	До 2,1	–
Производитель- ность машины, м ³ /ч	3–15	До 120	До 100	75,8	20–40	До 15	55
Высота выгрузки, м	1,2–1,5	2–3	2–3,5	1,5–2	2–3,5	1,5–3,5	1,5–3,5
Отгрузка ОФМ	Из бункера	Из платфор- мы	Из бункера	Из платформы	Из платформы	Из бункера	С поверхности земли; с плат- формы
Рабочая скорость: - транспортная, км/ч	До 30,0	До 30,0	До 4,0	5,5–11,5	3,0–34,0	1,8–33,4	До 16,0
- рабочая, м/ч	20–40	До 3000	40–400	300–2200	До 1000	20–800	До 6000
Масса машины, т	6,41	5,80	10,0	4,05	5,9	2,7	1,5
Обслуживающий персонал, чел.	1	1	1	1	1	1	1
Разработчик, изгото- витель	ФГБНУ «РосНИИПМ» (ЮжНИИГиМ)	Изобильнен- ский ОЭМЗ	СтавНИИГиМ (НПО «Став- мелиорация»)	ОКБ ВНИИГиМ	СтавНИИГиМ (НПО «Ставме- лиорация»)	Узоргтехстрой- мелиорация	Гигант – «Саль- ксельмаш»



Рисунок 5.3 – Перегрузатель ПФС-4 в работе



Рисунок 5.4 – Перегрузатель ПФП-13 в комплексе с дреноукладчиком 6027 «Хайконс»

5.4 Технологические процессы по обратной засыпке и уплотнению грунта дренажной траншеи

Эксплуатационная надежность, долговечность и эффективность работы закрытого дренажа зависит от качества выполнения обратной засыпки грунта в дренажную траншею. Обратная засыпка предназначена для защиты дрен и коллекторов от разрушения и заиления. Она выполняется минеральным грунтом, укладываемым при строительстве дрены рядом с траншеей. Процесс обратной засыпки дренажных траншей должен быть технологичным и реализуем современными и новыми специальными машинами, входящими в комплекс дреноукладочной техники.

Технологически обратную засыпку минеральных грунтов из отвалов возможно выполнить машинами, имеющими рабочее оборудование активного, пассивного и комбинированного действия.

При широкотраншейном способе строительства дренажа наиболее распространенным технологическим приемом производства обратной засыпки грунта в траншею является использование бульдозера с поворотным и неповоротным отвалами с ходами под углом, вдоль или поперек траншеи.

При траншейном и узкотраншейном способе устройства дренажа, обратную засыпку грунтов производят бульдозером путем его движения параллельно траншеи, по берме или вдоль траншеи по «седлающей схеме».

Наибольшее распространение получили три типа засыпателей дренажной траншеи: шнековый, двусторонний; двухотвальный, асимметричный; одноотвальный, бульдозерный. Обратную засыпку дренажной траншеи шнековым и двухотвальным засыпателем выполняют только по «седлающей схеме» (рисунки 5.5, 5.6). Если шнековый засыпатель конструктивно выполнен однозаходным, а асимметричный – одноотвальным, тогда машины работают односторонне, выполняя работы с каждой стороны траншеи.

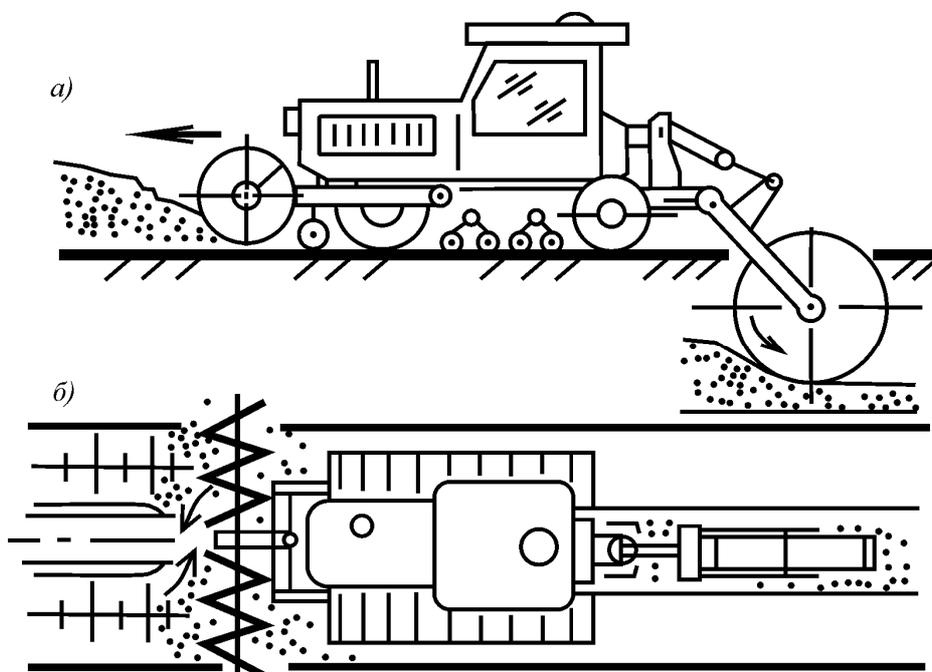
В большинстве случаев рабочее оборудование засыпателей дренажных траншей монтируют на тракторах общестроительного и сельскохозяйственного назначения, оснащенных гусеничным ходом.

После строительства закрытого горизонтального дренажа по традиционным технологиям по большинству дрен наблюдалась осадка грунта в дренажных траншеях. Это явление было характерно

как для широкотраншейного, так и для траншейного и узкотраншейного способов строительства.



Рисунок 5.5 – Работа экспериментальной машины обратной засыпки (МОЗ-2) дренажных траншей после прохода узкотраншейного дренаукладчика



а – вид сбоку; б – вид сверху

Рисунок 5.6 – Схема работы машины обратной засыпки (МОЗ) грунтов дренажной траншеи

Существующие технологии производства работ по обратной засыпке предусматривают формирование грунтового валика вдоль дренажной траншеи с последующим уплотнением грунта гусеницами трактора с поверхности земли (рисунок 5.7).

Такой способ не мог обеспечить передачу давления на грунт по всей глубине траншеи и его уплотнение, поэтому грунт обратной засыпки оставлялся на определенное время для самоуплотнения.

Способ самоуплотнения грунтов обратной засыпки в дренажной траншее имеет ряд существенных недостатков:

- наличие больших площадей для размещения на них отвалов грунта;

- зарастание площадей, оставленных на самоуплотнение сорной растительностью с образованием на них просадок и промоин;

- большие сроки самоуплотнения и низкая его надежность.

Все существующие способы искусственного уплотнения грунтов обратной засыпки в траншеях можно разделить на два основных – механический и гидравлический, а также их комбинированное применение (рисунок 5.7).

Сущность гидравлического способа заключается в том, что при насыщении грунта водой и переходе из твердого в пластичное или жидкотекучее состояние его частицы размещаются между собой более компактно и плотно. В САНИИРИ (г. Ташкент) был разработан способ гидравлического уплотнения грунтов обратной засыпки в дренажных траншеях путем их замочки сверху, снизу и комбинированно [54, 55]. Краткий перечень устройств и способов уплотнения грунтов в дренажных траншеях приведен в таблице 5.6.

Технологическая схема работ при гидравлическом способе уплотнения грунтов в узкой дренажной траншее приведена на рисунке 5.8.

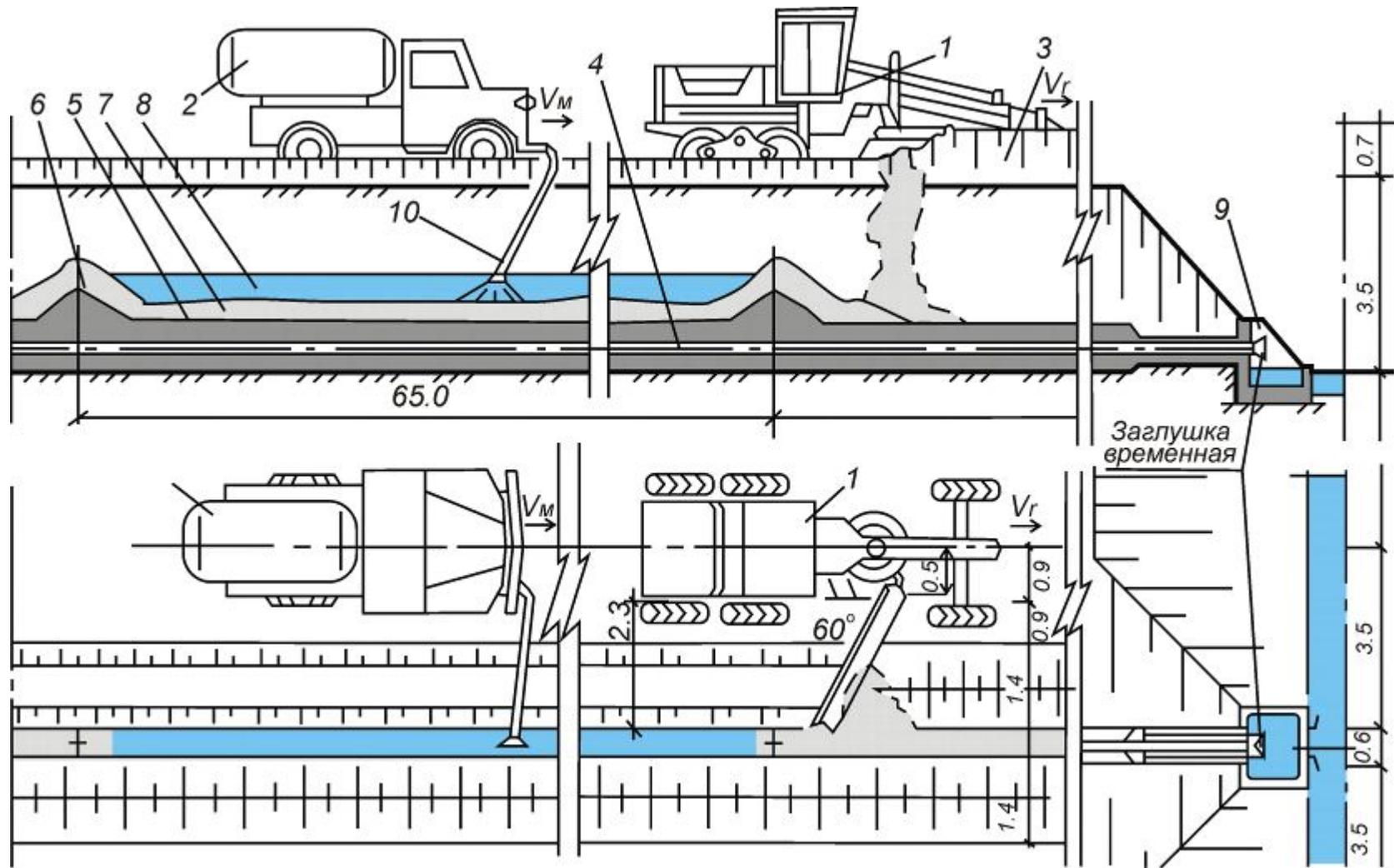
Исследование работы пассивных (бульдозер с поворотным и неповоротными отвалами) и активных (шнековые) засыпатели, а также различных уплотнителей (катковых, виброплит и глубинных вибраторов) позволили выполнить работу по созданию экспериментального засыпателя-уплотнителя для узких дренажных траншей (рисунки 5.9, 5.10).



Рисунок 5.7 – Классификация способов и устройств для уплотнения грунтов, обратных засыпок в дренажных траншеях

Таблица 5.6 – Наименование устройств и параметров уплотнения грунтов обратной засыпки дренажной траншеи

Наименование устройств и способов уплотнения	Параметры уплотнения			Обслуживающий персонал, чел.
	Глубина уплотнения, м	Толщина слоя уплотнения, м	Коэффициент уплотнения, $K_y = \gamma_{р.г.} / \gamma_{у.г.}$	
Устройство по а. с. № 350906	До 1,2–1,5	Виброуплотнение послойное – 0,3–0,5	0,6	1
Дреноукладчик по а. с. № 339639	До 2,0–2,5	Виброуплотнение послойное, по глубине	0,6	3
Устройство по а. с. № 727729	До 2,0–2,5	Виброуплотнение послойное – 0,3–0,5	0,65	1
Устройство по а. с. № 883239	До 3,0–3,5	Каскадное ударное уплотнение по 0,3–0,5	0,8–0,9	3
Устройство по а. с. № 1094915	До 1,5–2,0	Виброуплотнение по глубине	0,6–0,7	1
Устройство по а. с. № 1239225	До 1,5	Вытеснение сверху вниз, в два слоя	0,6–0,8	2
Способ засыпки и уплотнения по а. с. № 1532659	Слоем на глубине 2,5–3,0	Уплотнение горизонтальное, винтовое, слоem над дренаей 0,3–0,6 м	0,65–0,78	3
Способ по а. с. № 212828, 215096, 1051158	До 2,5–3,0	Уплотнение методом замочки слоями, по глубине	0,9–1,1	5
Способ по а. с. № 1649028	До 3,0–3,5	Вытеснение вертикальное по всей глубине, столбцами	0,7–0,9	1
Устройство для уплотнения грунта (патент № 2026934)	До 3,0	Устройство вертикальное по всей глубине	0,7–0,9	1



1 – автогрейдер; 2 – поливочная машина ПМ-130; 3 – отвал грунта; 4 – труба дренажная; 5 – обсыпка ОФМ; 6 – перемычка; 7 – первый слой засыпки грунтом; 8 – вода в прудке; 9 – устьевое сооружение; 10 – шланг сливной

Рисунок 5.8 – Технологическая схема работ по замочке грунтов в дренажной траншее

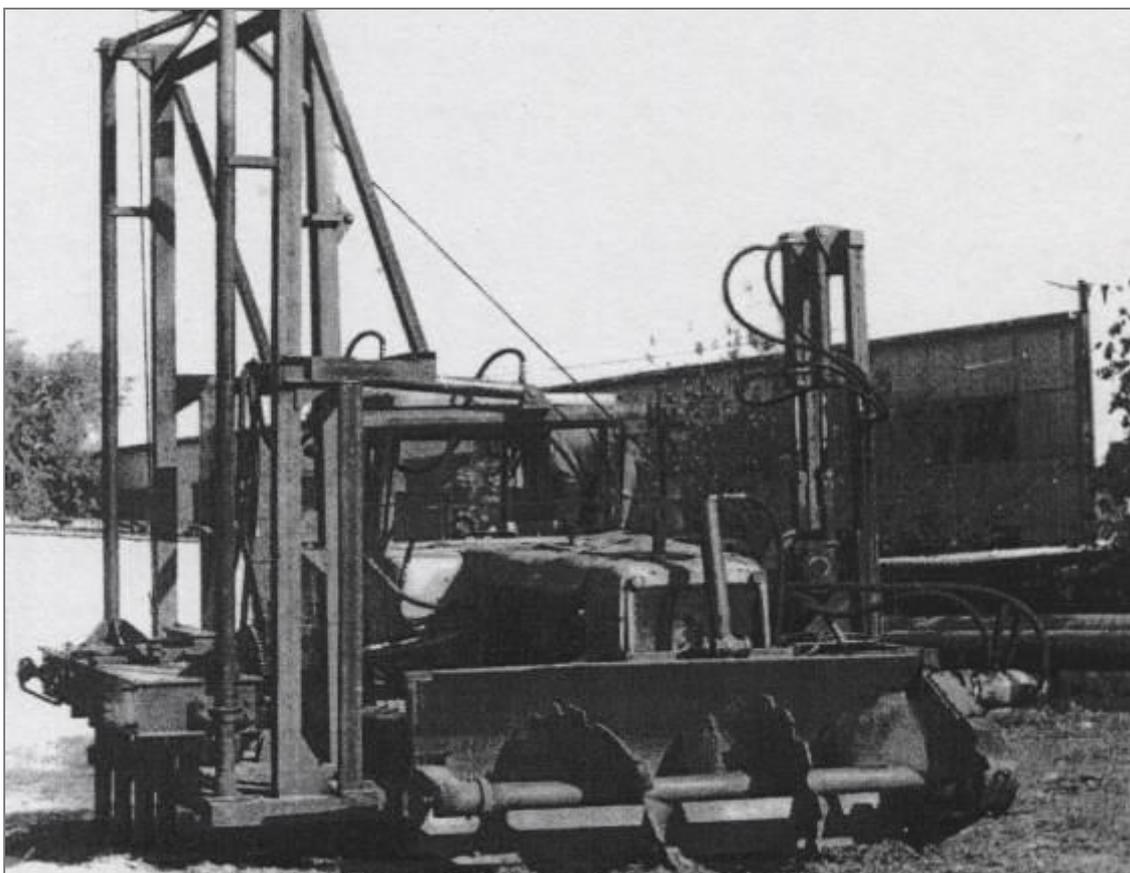


Рисунок 5.9 – Экспериментальный засыпатель-уплотнитель дренажной траншеи (ЗУГД) (а. с. № 1649028)

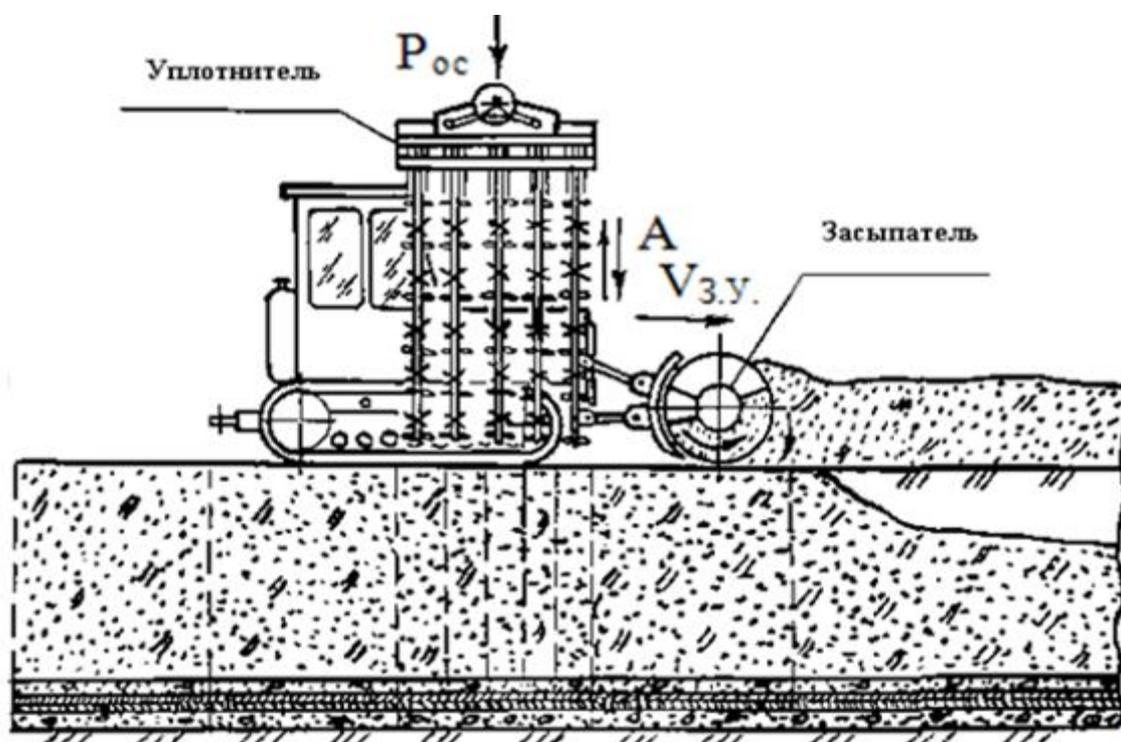


Рисунок 5.10 – Конструктивная схема засыпателя-уплотнителя дренажных траншей (а. с. № 1649028)

Засыпатель-уплотнитель ЗУГД (а. с. № 1649028) выполнен в виде шнекофрезерного рабочего органа, смонтированного впереди гусеничного трактора (ДТ-75Б). Засыпку-подачу грунта из отвалов на берме траншеи предусматривалось производить сначала с одной стороны, затем с другой.

Уплотнитель винтового типа конструктивно выполнен в виде пяти активных блоков, вращающихся навстречу друг другу. После заглубления всех пяти блоков до конструкции дрены реверсивным переключением направления вращения винтовых уплотнителей на противоположное с плавным их подъемом происходило уплотнение частиц грунта.

Технические характеристики экспериментальных образцов засыпателей-уплотнителей приведены в таблице 5.7.

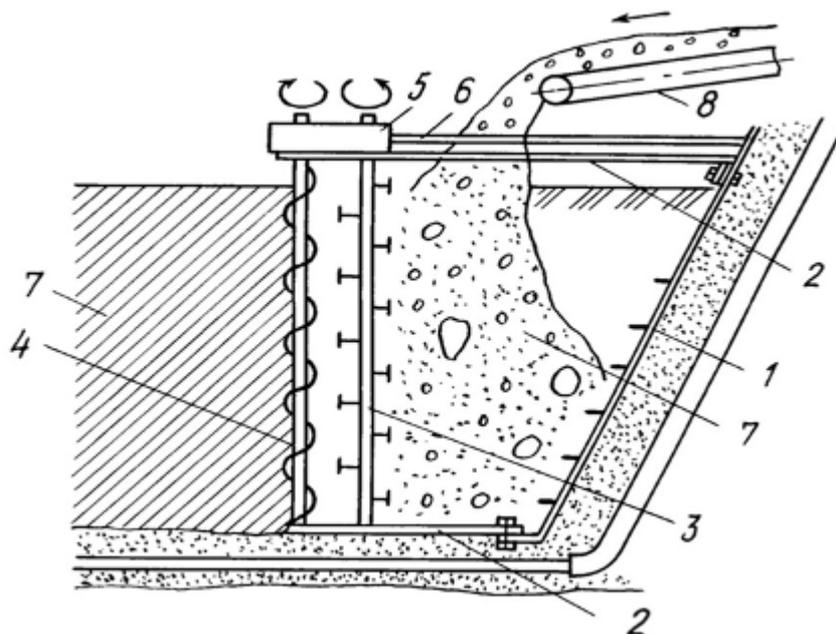
Таблица 5.7 – Техническая характеристика экспериментальных образцов засыпателей-уплотнителей

Показатель	Марка, тип	
	МОЗ-1	ЗУГД
Засыпатель		
Тип машины	Самоходный на гусеничном ходу	
Вид рабочего органа	Шнек	Шнекофрезерный
Диаметр рабочего органа, м	0,4	1,0
Ширина захвата, м	2,7	2,0; 3,6
Производительность, м ³ /ч	63	До 640
Потребляемая мощность, кВт (л. с.)	5	До 47 (65)
Масса оборудования, т	1,3	1,5
Уплотнитель		
Уплотнительное оборудование	Каток	Активные элементы – 5 шт.
Глубина уплотнения грунта, м	По 0,11	До 3,0
Диаметр уплотняющего органа, м	1,0	0,25
Воздействие на грунт	Пассивное	Активное
Производительность уплотнения, м	200–500	300–700
Частота вращения элементов уплотнителя, мин ⁻¹	–	30–40
Масса уплотняющего органа, т	0,35	1,5
Обслуживающий персонал, чел.	1	1

В патенте РФ № 2026934 предложено также устройство для уплотнения грунта дренажной траншеи, расположенное за бункером дреноукладчика (рисунок 5.11).

Рабочие элементы устройства для уплотнения грунта дренажной траншеи состоит из двух вертикальных штанг, расположенных за бункером дреноукладчика и установленных на общей тяге, причем

первая по ходу движения штанга снабжена разрыхляющими фрезерными элементами, а вторая – уплотняющими шнековыми элементами. Процесс уплотнения осуществляется по всей глубине траншеи сначала путем предварительного измельчения грунта, затем перемещения его сверху вниз при поступательном движении устройства вдоль траншеи.



1 – бункер дренажника; 2 – верхняя и нижняя тяги; 3 – штанга с фрезерными элементами; 4 – штанга со шнековыми элементами; 5 – редуктор; 6 – приводной вал; 7 – грунт обратной засыпки; 8 – ленточный транспортер

Рисунок 5.11 – Схема устройства для уплотнения грунта в дренажной траншее (патент РФ № 2026934)

Предлагаемое устройство для уплотнения грунтов в дренажной траншее является навесным рабочим органом, позволяющим использовать его как в комплексе с дренажником, так и с другой базовой машиной (трактор и т. д.). Устройство работает методом вращения рабочих элементов в вертикальной плоскости, что позволяет осуществлять процесс уплотнения непрерывно по всему профилю траншеи при движении устройства вдоль нее со скоростью, не уступающей скорости дренажника.

Все технологические процессы по обратной засыпке и уплотнению грунта дренажной траншеи требуют дополнительных трудовых, материальных и энергетических затрат, что существенно увеличивает стоимость строительства дренажа.

6 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДРЕНАЖА

Система эксплуатации дренажа состоит из комплекта нормативно-методических документов, включающих методические руководства, пособия к ВСН, инструкции, своды правил, стандарты организаций, охватывающие различные аспекты эксплуатации дренажа.

Библиография нормативно-методических публикаций по эксплуатации дренажа начинается с 70-х годов прошлого столетия, когда были опубликованы первые рекомендации по эксплуатации систем горизонтального и вертикального дренажа [55, 56].

Вышедшие в 1973 году рекомендации определяют основные правила технической эксплуатации горизонтального дренажа в аридной зоне СССР и рассматривают необходимый комплекс работ, направленный на максимальное повышение эффективности работы дренажных систем [56].

Рекомендации состоят из четырех частей: общая часть, контроль за мелиоративным состоянием орошаемых земель, эксплуатация дренажных систем, организация службы мелиорации.

Раздел «Общая часть» охватывает такие вопросы как современное состояние коллекторно-дренажной сети и задачи по улучшению ее технической эксплуатации, расположение заболоченных и засоленных почв и зональные особенности эксплуатации дренажных систем, классификация дренажных систем, типов дренажа и сооружений на них и общие требования, которым они должны отвечать перед сдачей в эксплуатацию, номенклатура коллекторно-дренажной сети в планах и других материалах.

Раздел «Контроль за мелиоративным состоянием орошаемых земель» включает организацию контроля мелиоративного состояния орошаемых земель; размещение наблюдательной сети на орошаемых землях; размещение водомерных сооружений на дренажных системах; методику наблюдений за режимом грунтовых вод; определение химического состава грунтовых вод; изучение засоления орошаемых земель; определение химического состава дренажных вод; изучение дренажного стока; изучение состояния дренажной и коллекторной сети; обработку данных наблюдений; общие положения о составлении водно-солевого баланса; составление карт глубин залегания, общей минерализации грунтовых вод.

В разделе «Эксплуатация дренажных систем» рассмотрены такие вопросы, как приемка дренажных систем в эксплуатацию, техническая эксплуатация открытой коллекторно-дренажной сети, закрытых дрен и сооружений на них, техническая документация и кадастр дренажных систем.

Раздел «Организация службы мелиорации» посвящен структуре службы мелиорации, правам и обязанностям работников службы мелиорации; отчетности мелиоративной службы.

Опубликованная в 1976 году инструкция по эксплуатации систем (скважин) вертикального дренажа устанавливает порядок технической эксплуатации систем (скважин) вертикального дренажа, оборудованных средствами автоматики и управления [57].

Инструкция состоит из семи разделов, включающих общие положения, организацию службы эксплуатации, основные требования и порядок технической эксплуатации, эксплуатацию и ремонт сооружений и оборудования, оценку эффективности работы, подготовку производственного персонала, технику безопасности при производстве работ.

В инструкции описаны основные положения и структура службы эксплуатации, техническое оснащение, учет и отчетность, приведены основные требования и порядок технической эксплуатации систем (скважин) вертикального дренажа. Отмечены особенности эксплуатации и ремонта сооружений и оборудования скважин и насосного оборудования, наземного комплекса, наблюдательной сети.

Как известно, техническое обслуживание и ремонт сооружений в процессе эксплуатации обеспечивают его длительную и бесперебойную работу.

В 1980 году в обзорной информации «Эксплуатация открытого и закрытого дренажа в зоне орошения» рассмотрены распространенные виды нарушений нормальной работы открытой и закрытой дренажной сети и рекомендованы мероприятия по профилактике и восстановлению нормальной работы сооружений [31].

Вопросам эксплуатации открытого и закрытого дренажа на осушительных системах посвящен ряд публикаций [58–60], в которых рассмотрены организация службы эксплуатации; результаты и опыт передовых хозяйств по организации службы эксплуатации; тех-

ническая документация по осушительным системам; вопросы надежности открытых и закрытых осушительных систем.

В 1988 году в развитие ВСН 33-2.2.03-86 выходит пособие по проектированию и строительству перспективных конструкций дренажа с использованием синтетических фильтрующих материалов [61], а в 1991 году – пособие, учитывающее особенности проектирования, строительства и эксплуатации закрытого горизонтального дренажа в зоне орошения РСФСР [62].

Последняя утвержденная нормативно-методическая документация по технической эксплуатации мелиоративных систем издана в конце прошлого столетия и определяла основные требования к организации и составу работ для поддержания систем в исправном состоянии [63–66].

В 1991 году в развитие СНиП «Мелиоративные системы и сооружения» приказом ВО «Союзводпроект» утверждено пособие «Эксплуатация гидромелиоративных систем», которое содержит основные рекомендации по разработке раздела «Эксплуатация» в проектах вновь строящихся и реконструируемых гидромелиоративных систем [63].

Пособие состоит из семи разделов: общие положения; мероприятия по управлению водно-воздушным и водно-солевым режимами почв на мелиорируемых землях, состав и объем работ по эксплуатации сети и сооружений; организация службы эксплуатации системы; ежегодные затраты на эксплуатацию гидромелиоративных систем; эксплуатация по пусковым комплексам; указания по эксплуатации сложных нетиповых сооружений.

Основные положения пособия устарели в связи с введением в действие новых основ водного и земельного законодательства.

Для организации технической эксплуатации осушительных систем сельскохозяйственного назначения в 1994 году выходят в свет правила технической эксплуатации осушительных систем [64].

Правила технической эксплуатации осушительных систем сельскохозяйственного назначения определяют основные требования к осушительным системам, а также к организации и составу работ для поддержания систем в исправном состоянии. Они включают двадцать три раздела, в составе которых, наряду с общими положениями, классификацией и составом мероприятий по технической эксплуатации

осушительных систем, организацией технической эксплуатации, основными задачами органов эксплуатации, разделы, посвященные эксплуатации открытых осушительных каналов и закрытой осушительной сети.

Для улучшения эксплуатации дренажа в 1994 году были опубликованы рекомендации по повышению эффективности работы дренажа на орошаемых землях России [65].

В рекомендациях приведены методы, приемы, мероприятия, повышающие эффективность работы открытой, закрытой коллекторно-дренажной сети и скважин вертикального дренажа.

В 1998 году Министерством сельского хозяйства и продовольствия утверждены правила, которые определяют порядок эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений, а также комплекс технических, организационных и хозяйственных мероприятий, обеспечивающих содержание в исправном состоянии мелиоративной сети, сооружений и оборудования [66].

Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений состоят из пяти разделов, включающих правила эксплуатации оросительных систем; правила эксплуатации осушительных систем, правила эксплуатации отдельно расположенных гидротехнических сооружений; основные положения системы планово-предупредительных ремонтов мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений; требования экологической безопасности при эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений.

В правилах определены основные задачи эксплуатации мелиоративных систем: организация водопользования и водопотребления, организация первичного учета воды, учет качественного состояния орошаемых земель, охрана мелиоративных систем, особенности эксплуатации оросительно-обводнительных систем.

Основные требования к эксплуатации осушительных систем: учет качественного состояния осушенных земель, эксплуатация водоприемников, охрана осушительных систем, особенности эксплуатации осушительно-увлажнительных систем.

В правилах даны основные положения системы планово-предупредительных ремонтов мелиоративных систем и отдельно рас-

положенных гидротехнических сооружений, которые охватывают такие вопросы как организация постоянного надзора, осмотра и наблюдений за состоянием и работой мелиоративных систем и сооружений, организация периодических обследований мелиоративных систем и гидротехнических сооружений, планирование и проведение ремонтных работ.

Рекомендации выполнены по единой форме описания технологических процессов, которые включают в себя следующие разделы: условия применения; порядок проведения работ; материалы и оборудование; сроки, периодичность; нормы; контроль; средства механизации; техника безопасности.

Представленный в рекомендациях справочный материал предлагается эксплуатационным службам для выбора интересующих их перспективных методов повышения эффективности работы дренажа, возможного приобретения материалов и оборудования.

С 22 июля 2011 года дано определение понятий «реконструкция» и «капитальный ремонт», которые введены Федеральным законом от 18.07.2011 № 215-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» в Градостроительный кодекс РФ (п. 14, 14.1, 14.2, 14.3 ст. 1):

- реконструкция объектов капитального строительства (за исключением линейных объектов) – изменение параметров объекта капитального строительства, его частей (высоты, количества этажей, площади, объема), в том числе надстройка, перестройка, расширение объекта капитального строительства, а также замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций объекта капитального строительства, за исключением замены отдельных элементов таких конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановления указанных элементов;

- реконструкция линейных объектов – изменение параметров линейных объектов или их участков (частей), которое влечет за собой изменение класса, категории и (или) первоначально установленных показателей функционирования таких объектов (мощности, грузоподъемности и других) или при котором требуется изменение границ полос отвода и (или) охранных зон таких объектов;

- капитальный ремонт объектов капитального строительства (за исключением линейных объектов) – замена и (или) восстановление строительных конструкций объектов капитального строительства или элементов таких конструкций, за исключением несущих строительных конструкций, замена и (или) восстановление систем инженерно-технического обеспечения и сетей инженерно-технического обеспечения объектов капитального строительства или их элементов, а также замена отдельных элементов несущих строительных конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановление указанных элементов;

- капитальный ремонт линейных объектов – изменение параметров линейных объектов или их участков (частей), которое не влечет за собой изменение класса, категории и (или) первоначально установленных показателей функционирования таких объектов и при котором не требуется изменение границ полос отвода и (или) охранных зон таких объектов.

В 2012 году в ФГБНУ «РосНИИПМ» был подготовлен и издан обзор «Техническая эксплуатация дренажа на мелиоративных системах», в котором дана краткая характеристика различных типов дренажа, рассмотрены различные виды эксплуатационных и ремонтных работ на открытой и закрытой коллекторно-дренажной сети и ее элементах, приведено нормативно-методическое обеспечение эксплуатационных служб на мелиоративных системах [35].

В настоящее время в ФГБНУ «РосНИИПМ» в стадии разработки находится документ в области стандартизации: СТО НОСТРОЙ «Мелиоративные и водохозяйственные системы и сооружения. Строительство горизонтального дренажа на землях сельскохозяйственного назначения. Правила и контроль выполнения, требования к результатам работ».

В СТО предусмотрено рассмотрение работ подготовительного и основного периодов строительства закрытого горизонтального дренажа, правил выполнения строительных работ при сооружении элементов дренажа, проведения работ в особых условиях (зимнее время), а также требования эксплуатационного контроля.

На утверждении в Департаменте мелиорации Минсельхоза РФ находятся следующие документы по эксплуатации дренажа:

- Свод правил. Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Правила эксплуатации оросительных систем;
- Свод правил. Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Правила эксплуатации осушительных систем;
- Свод правил. Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Правила эксплуатации дренажа;
- Методические указания по учету и контролю качества сбросных вод;
- СТО Минсельхоза России «Учет стока и выноса растворенных веществ дренажно-сбросными водами с орошаемых территорий».

7 ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ДРЕНАЖНЫХ РАБОТ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Концепция федеральной целевой программы «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель России на период до 2020 года» в составе основных задач, решаемых программой, предусматривает развитие на мелиорируемых землях кормопроизводства и гарантированное обеспечение населения рисом, овощами, продукцией плодово-ягодных культур.

Мелиорированные земли занимают 7,9 % от общей площади пашни и дают около 15 % валового производства сельскохозяйственной продукции. На них в настоящее время производится до 70 % овощей, весь рис, более 20 % грубых и сочных кормов и другая продукция [67–70].

В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности России удельный вес отечественной сельскохозяйственной, рыбной продукции и продовольствия в общем объеме товарных ресурсов должен быть [71]:

- мясо и мясопродуктов (в пересчете на мясо) – не менее 85 %;
- молока и молокопродуктов (в пересчете на молоко) – не менее 90 % и т. д.

Чтобы понять насколько выполняются требования доктрины продовольственной безопасности и обеспечиваются потребности страны в отечественном мясе и молоке, проведен краткий анализ ситуации в мясомолочном комплексе России [72].

В феврале 2012 года компания Intesco Research Group завершила комплексное исследование состояния российского и мирового рынка говядины. Исследование «Российский и мировой рынок говядины. Текущая ситуация и прогноз» показало, что с 2007 по 2010 годы в России наблюдалось постоянное сокращение поголовья крупного рогатого скота. Пик сокращения поголовья пришелся на 2010 год. Засуха привела к гибели большей части урожая, недостатку кормов и, как следствие, к вынужденному забою части молочного стада. В результате поголовье крупного рогатого скота (далее КРС, включая молочное и мясное стадо) в России сократилось на 3,4 % до 19,97 млн голов.

Однако, несмотря на это, в результате действия отраслевой целевой программы «Развитие мясного скотоводства России на 2009–2012 годы» (приказ Минсельхоза РФ от 06.11.2008 № 494)

создались условия для роста поголовья КРС. В 2011 году впервые за последние 20 лет поголовье КРС восстановилось на 0,5 % и превысило 20 млн голов. Крупнейшими по численности поголовья КРС являются федеральные округа с мягким климатом и большим количеством пастбищных равнин: Приволжский, Сибирский и Центральный федеральные округа. Почти треть всего крупного рогатого скота сосредоточена в Приволжском ФО – 31 % численности поголовья КРС России, Сибирском ФО – 21 %, Центральном ФО – 14 % [73].

На конец марта 2012 года поголовье КРС в хозяйствах всех сельхозпроизводителей по расчетам составляло 20,9 млн голов (на 1,1 % больше по сравнению с аналогичной датой 2011 года), из него коров (молочное стадо) – 9,1 млн (на 2,2 % больше), свиней – 18,1 млн (на 1,3 % больше), овец и коз – 24,5 млн голов (на 7,1 % больше), птицы – 491,8 млн голов (на 8,5 % больше) [71].

Значительная доля рынка мяса и мясных продуктов приходится на импорт. Суммарно в Россию по итогам 2011 года ввезли 2,3 млн тонн мяса и пищевых субпродуктов. Наибольшая доля этого количества приходится на свинину – 29 %. По данной позиции наблюдается рост показателя за год на 5 %. По данным Мясного союза России доля импорта в потреблении говядины составила: в 2004 году – 11 %; в 2005 году – 24 %; в 2006 году – 23 %; в 2008 году – 33 %; в 2009 году – 30 %; в 2010 году – 31 %. Говядины в 2011 году Россия импортировала на 3 % меньше, чем в 2010 году. Данной товарной группе принадлежат 26 % всего импорта. Максимальный темп сокращения импортных поставок отмечен в отношении мяса птицы – 35 %. На долю импорта данного вида продукции приходится 18 % [74].

Таким образом, в настоящий момент доля импорта мяса и мясных продуктов в среднем составляет в среднем около 25–30 % от общего объема потребления. При этом доктриной продовольственной безопасности установлен предельно допустимый объем потребления импортного мяса на уровне не более 15 % [74].

Непростая ситуация складывается и в сфере производства молока и молочной продукции. По данным Росстата на 1 января 2011 г. численность российского молочного стада составила 8,8 млн голов. Крупнейшими по численности поголовья коров также являются Приволжский, Сибирский и Центральный федеральные округа. Наибольшим количеством коров (2,5 млн голов) обладали скотоводы При-

волжского ФО. В Сибирском ФО выращивалось 1,8 млн голов, в Центральном ФО их количество составило более 1,2 млн голов. Среди регионов лидерами по численности поголовья коров являются Республики Башкортостан, Дагестан, Татарстан и Алтайский край. Доля Республики Башкортостан составила 5,6 %, Республики Дагестан – 4,7 %, в Республике Татарстан и Алтайском крае соответственно 4,6 % и 4,3 % поголовья коров России [73].

За время реализации Государственной программы развития сельского хозяйства с 2008 года производство молока в России даже по официальным данным Росстата сократилось с 32,4 млн тонн до 31,9 млн тонн. Молочное скотоводство – единственная отрасль, показавшая отрицательную динамику [74].

Засуха 2012 года привела к резкому росту стоимости кормов и, как следствие, росту себестоимости производимого молока. При этом отпускная цена на сырое молоко находилась на уровне конца 2011 – начала 2012 года. В результате с 1 июля 2012 года ежеквартальное снижение поголовья коров составляет 1 %. На 1 апреля 2013 года поголовье сократилось до уровня двухлетней давности. Наиболее тревожная тенденция – сокращение за последний год почти на 100 тыс. поголовья коров в сельхозорганизациях, производящих наибольшую долю товарного сырого молока [75].

Хронический дефицит молока покрывается импортом и фальсификатом. Объемы поставок импортной молочной продукции за год выросли в пересчете на молоко более чем на 500 тыс. тонн и составили в первом квартале 2013 года почти 2 млн 200 тыс. тонн.

Снижение поголовья коров автоматически привело к снижению объемов производства сырого молока: на 1 апреля 2013 года (во всех категориях хозяйств) производство снизилось по сравнению с аналогичной датой прошлого года на 4 % (260 тыс. тонн). Аналогичное снижение было зафиксировано в сельхозорганизациях и личных хозяйствах населения [75].

По мнению Национального союза производителей молока необходимо принять кардинальные меры по исправлению ситуации. В противном случае задача по производству 38 млн тонн молока к 2020 году и выполнение показателя по самообеспечению молочными продуктами на уровне 90 % представляется нереализуемой.

Как видно из вышесказанного, животноводческая отрасль России испытывает определенные проблемы и в настоящий момент не способна в полном объеме обеспечить страну мясом и молоком. И одной из причин сложившейся ситуации является отсутствие устойчивой кормовой базы животноводства. Если обратиться к истории развития мелиорации в России, то следует отметить, что бурное развитие мелиорации в СССР в 60–70-ые годы XX века было, в том числе, обусловлено необходимостью создания и поддержания промышленного кормопроизводства. Считаем, что в настоящее время необходимо вернуться к модели развития животноводства, в которой мелиорация должна играть роль основного механизма гарантированного производства недорогих качественных кормов. В настоящем контексте, говоря о мелиорации, мы, прежде всего, подразумеваем орошение, которое неразрывно связано с устройством дренажа на мелиоративных землях.

Целесообразность широкого применения мелиоративных технологий обусловлена также тем, что строительство и эксплуатация оросительных систем относится к категории работ по развитию инфраструктуры общего пользования в сельской местности и по правилам ВТО относится к мерам «зеленой» корзины. Меры «зеленой» корзины – термин, используемый в рамках ВТО в отношении мер внутренней поддержки сельского хозяйства, которые могут быть освобождены из-под обязательств страны по их сокращению и исключены из Агрегированного показателя поддержки. Таким образом, развитие животноводческого комплекса за счет применения мелиоративных технологий может быть субсидировано государством без нарушения правил ВТО.

Весьма перспективным представляется увеличение объемов производства кормов на орошении. Применение мелиоративных технологий на кормовых севооборотах позволит создать устойчивую кормовую базу, в том числе и в зимний период. Массовое кормопроизводство позволит уменьшить стоимость кормов и, как следствие, уменьшить себестоимость производства мяса и молока. Такой подход мог бы обеспечить интенсивное развитие сельскохозяйственного производства и дать дополнительный стимул социально-экономического развития различных субъектов РФ, в том числе и юга России.

Реализация программы обеспечения продовольственной безопасности России потребует решения задачи повышения производства животноводческой продукции (мяса и молока), которое можно осуществить только путем создания устойчивой кормовой базы на основе мелиорации.

Необходимо отметить, что в соответствии со ст. 43 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», при проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных систем и сооружений должны приниматься меры по охране водных объектов, земель, почв и т. д. Одной из мер при решении данного вопроса может служить устройство закрытого горизонтального дренажа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт проектирования, строительства и эксплуатации дренажа в зоне орошения подтвердил его потребность и необходимость как одного из наиболее эффективных средств мелиорации в части регулирования водно-солевого баланса и связанного с ним воздушного и пищевого режимов орошаемых земель, управления этими режимами.

Согласно действующим нормативным документам систематический дренаж является неотъемлемой частью оросительной системы, строительство которого значительно удороживает стоимость мелиоративного объекта, в то время как мелиоративное состояние орошаемых земель улучшается неадекватно затратам на строительство. Выявленные в ходе исследований особенности формирования УГВ на орошаемых массивах позволяют более обоснованно подойти к вопросу потребности, объемам и эффективности принятых схем и конструкций дренажа и в определенных условиях корректировать его удельную протяженность в сторону уменьшения, а в отдельных случаях и переходу от систематического к отсечному и выборочному дренажу.

В условиях продолжающегося негативного отношения к проблемам мелиорации в целом, не обеспечивается на должном уровне содержание и ремонт не только внутрихозяйственных, но и межхозяйственных дрен и коллекторов с сооружениями.

В условиях, когда финансовые средства распределяются в основном на выполнение основной задачи – забор, транспортировка и подача оросительной воды в точки водовыдела, при отсутствии ремонтно-восстановительных работ на коллекторно-дренажной сети, «старение» оросительных систем может принять угрожающий характер.

На основании вышеизложенного можно сформулировать следующие выводы:

1 Разработанные в ФГБНУ «РосНИИПМ» и других организациях комплексы (дреноукладочные машины и механизмы), а также многовариантные технологии и процессы производства дренажных работ позволили осуществить на оросительных системах юга России в 80–90-е годы прошлого столетия строительство и реконструкцию закрытого дренажа на площади около 1 млн га.

2 Накопленный в 80–90-е годы двадцатого столетия опыт может лечь в основу создания современной нормативно-методической доку-

ментации по проектированию, строительству и эксплуатации дренажной сети.

3 В целях эффективного использования существующих и восстановления пришедших в негодность дренажных систем необходимо создать при организациях Минсельхоза России структурные подразделения, занимающиеся на внебюджетной основе эксплуатацией дренажа.

4 Интенсивное сокращение орошаемых площадей на юге России за последние 20 лет (с 2,7 млн га до 727 тыс. га по сельскохозяйственной переписи 2006 г.) привело к раздроблению больших орошаемых массивов на мелкоконтурные орошаемые участки, значительному сокращению фильтрационных потерь как из каналов, так и при орошении и, соответственно, к понижению под рядом массивов уровня грунтовых вод, стабилизации процессов засоления почв.

Все эти факторы сняли остроту данной проблемы, что соответственно привело к прекращению исследований в данном направлении.

5 Учитывая вышеизложенное, считаем необходимым возобновить систематический мониторинг мелиоративного состояния орошаемых земель, уровня залегания грунтовых вод и других факторов на современной научно-технической базе.

6 В связи с необходимостью увеличения в России производства животноводческой продукции (мясо, молоко) для решения этой задачи в ближайшие годы потребуются создание устойчивой кормовой базы на основе развития орошаемого земледелия, что приведет как к интенсификации научных исследований по проектированию, строительству и эксплуатации дренажа, так и развитию в целом данного вопроса на современном уровне (совершенствованию машин и механизмов, технологий производства работ и др.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Щедрин, В. Н. Орошение сегодня: проблемы и перспективы: моногр. / В. Н. Щедрин. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2004. – 255 с.

2 Капустян, А. С. Состояние и перспективы развития дренажа на юге России / А. С. Капустян, В. А. Васильченко, В. С. Крючин // Современные проблемы мелиорированных земель, пути и методы их решения: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2005. – С. 45–51.

3 Мелиоративный кадастр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx-dm.ru/gts>, 2014.

4 Щедрин, В. Н. Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агротехническом комплексе России: моногр. / В. Н. Щедрин. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2009. – 342 с.

5 Капустян, А. С. Состояние дренажных систем на орошаемых землях / А. С. Капустян, А. М. Чугайнов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 5. – С. 26–27.

6 Капустян, А. С. Закрытый дренаж на орошаемых землях и факторы, снижающие его эффективность / А. С. Капустян, Л. В. Юченко // Совершенствование технологий и техники орошения в современных условиях землепользования: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2005. – С. 107–114.

7 Гулюк, Г. Г. О проблемах мелиорации и орошаемого земледелия юга России / Г. Г. Гулюк // Проблемы мелиорации и орошаемого земледелия юга России. – М.: Россельхозакадемия, 2001. – С. 3–13.

8 Кизяев, Б. М. Технологическое обеспечение мелиорации. Энергоприродосберегающие технологии / Б. М. Кизяев // Проблемы мелиорации и орошаемого земледелия юга России. – М.: Россельхозакадемия, 2001. – С. 13–25.

9 Оросительные системы России: от поколения к поколению: моногр. / В. Н. Щедрин, А. В. Колганов, С. М. Васильев, А. А. Чураев. – Ч. 1. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – 283 с.

10 Оросительные системы России: от поколения к поколению: монография / В. Н. Щедрин, А. В. Колганов, С. М. Васильев, А. А. Чураев. – Ч. 2. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – 307 с.

11 Кизяев, Б. М. О возрождении и развитии разработки и производства техники для мелиоративных работ в России / Б. М. Кизяев,

З. М. Маммаев // Мелиоративное и водное хозяйство. – 2000. – № 5. – 5 с.

12 Кирейчева, Л. В. Дренажные системы на орошаемых землях. Прошлое. Настоящее. Будущее / Л. И. Кирейчева. – М.: ВНИИГиМ, 1999. – 184 с.

13 Фаворин, Н. Н. Искусственное пополнение подземных вод / Н. Н. Фаворин. – М.: Наука, 1967. – 199 с.

14 Кац, Д. М. Влияние орошения на грунтовые воды / Д. М. Кац. – М.: Колос, 1976. – 271 с.

15 Капустян, А. С. Закономерности формирования уровня грунтовых вод на оросительных системах / А. С. Капустян // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2001. – Вып. 32–33. – С. 140–145.

16 Алексеев, Л. С. Изменение залегания, минерализации и химического состава грунтовых вод территории Азовской оросительной системы за период орошения / Л. С. Алексеев, В. С. Фесик, Л. М. Родионова // Вопросы мелиорации земель и эксплуатации оросительных систем. – Вып. XII. – Новочеркасск, 1967.

17 Литвинцев, А. Р. Потери воды на фильтрацию по Азовскому магистральному каналу: сб. науч. тр. / ЮжНИИГиМ. – Вып. IV. – Новочеркасск, 1956.

18 Гарин, Р. К. О влиянии орошения на гидрогеологические условия территории Азовской оросительной системы / Р. К. Гарин // Эксплуатация оросительных систем и сельскохозяйственного водоснабжения: сб. науч. тр. / ЮжНИИГиМ. – Вып. VIII. – Новочеркасск, 1963.

19 Фаворин, Н. Н. Режим и баланс грунтовых вод на орошаемых территориях со слабым оттоком на примере Нижне-Донской оросительной системы / Н. Н. Фаворин // Влияние орошения на режим грунтовых вод: сб. науч. тр. – Вып. II. – М.: АН СССР, 1959.

20 Капустян, А. С. Состояние и направленность изучения водно-солевого режима орошаемых земель / А. С. Капустян, В. А. Васильченко, А. В. Щедрин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2001. – Вып. 32–33. – С. 145–149.

21 Польшов, Б. Б. Избранные труды / Б. Б. Польшов. – М.: АН СССР, 1965.

22 Костяков, А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков. – М.: Сельхозгис, 1950.

23 Аверьянов, С. Ф. Некоторые вопросы предупреждения засоления орошаемых земель и меры борьбы с ними в Европейской части СССР / С. Ф. Аверьянов // Орошаемое земледелие в Европейской части СССР: сб. науч. тр. / ВНИИГиМ. – М.: Колос, 1956.

24 Ковда, В. А. Основы теории и практики мелиорации и освоения засоленных почв аридной зоны / В. А. Ковда // Проблемы засоления почв и водных источников: сб. науч. тр. / НИМИ. – М.: АН СССР, 1960.

25 Антипов-Каратаев, И. Н. Мелиорация солонцов в черноземной зоне (Европейской части СССР) / И. Н. Антипов-Каратаев. – М.: Наука, 1960.

26 Айдаров, И. П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель / И. П. Айдаров. – М.: Агропромиздат, 1985.

27 Андреев, Г. Н. Накопление солей в грунтовых водах и почвах Азовской оросительной системы при орошении / Г. А. Андреев, Л. М. Родионов, Г. А. Козлячков // Гидрогеохимические материалы. – М.: 1975. – Т. 63.

28 Каменский, Г.Н. Основы динамики подземных вод / Г. Н. Каменский. –2-е изд. – М.: Геолгиздат, 1943.

29 Парфенова, Н. И. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель / Н. И. Парфенова, Н. Н. Решеткина. – СПб.: Гидрометеиздат, 1995. – 243 с.

30 Вернадский, В.И. Очерки геохимии / В. И. Вернадский. – М.: Наука, 1983. – 380 с.

31 Духовный, В. А. Эксплуатация систем открытого и закрытого дренажа в зоне орошения. Обзорная информация № 2 / В. А. Духовный, Е. Д. Томин, Н. С. Козуб. – М.: ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1980. – 77 с.

32 Лисконов, А. Т. Закрытый горизонтальный дренаж при орошении / А. Т. Лисконов, Н. Н. Бредихин, Д. П. Савчук. – Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1992. – 288 с.

33 Васильченко, В. А. Временные рекомендации по оптимальным конструкциям и параметрам закрытого горизонтального дренажа для условий Северного Кавказа / В. А. Васильченко, Н. Н. Бредихин. – Новочеркасск: ЮжНИИГиМ, 1983. – 56 с.

34 Васильченко, В. А. Временные указания по проектированию и строительству закрытого дренажа на орошаемых землях узкотраншейными дренаукладчиками с применением рулонных защитно-фильтрующих материалов / В. А. Васильченко, В. И. Миронов, С. И. Тарханов. – Новочеркасск: ЮжНИИГиМ, 1987. – 70 с.

35 Техническая эксплуатация дренажа на мелиоративных системах: науч. обзор / В. Н. Щедрин, А. С. Капустян, В. Д. Гостищев, А. А. Кузьмичёв, Р. Ю. Сахаров, Т. С. Пономаренко; ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2012. – 60 с. – Деп. в ВИНТИ 07.06.2012, № 265-В2012.

36 Шумаков, Б. Б. Методы строительства закрытого дренажа на орошаемых землях и перспективы их совершенствования / Б. Б. Шумаков // Прогрессивные методы строительства закрытого дренажа на орошаемых землях: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1977. – С. 3–7.

37 Дренажная система в зоне орошения / Н. Г. Бугай [и др.]. – Киев: Урожай, 1986. – 192 с.

38 Томин, Е. Д. Опыт строительства закрытого горизонтального дренажа на орошаемых землях / Е. Д. Томин, В. С. Казаков. – М.: Колос, 1968. – 80 с.

39 Бердянский, В. Н. О технологии строительства глубоких закрытых горизонтальных дрен / В. Н. Бердянский, А. Г. Буссель // Механизация водохозяйственных работ: тр. САНИИРИ. – Ташкент, 1970. – Вып. 122. – С. 54–66.

40 Щедрин, В. Н. Этапы развития производства дренажных работ на юге России [Электронный ресурс] / В. Н. Щедрин, А. С. Капустян // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – № 4(16). – 22 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=82&id=95>.

41 Миронов, В. И. Технология и механизация дренажных работ в зоне орошения: моногр. / В. И. Миронов. – Ростов н/Д.: СКНЦВШ, 2002. – 120 с.

42 Васильев, Б. А. Мелиоративные и строительные машины / Б. А. Васильев, В. Б. Гатман, В. В. Суриков. – М.: Агропромиздат, 1985. – 224 с.

43 Методические указания по использованию дренажных машин в строительстве горизонтального дренажа: в помощь проектировщику / Южгипроводхоз. – Ростов/н/Д., 1986. – 49 с.

44 Евтеев, П. Д. О проектировании закрытого дренажа в Ростовской области / П. Д. Евтеев, В. С. Федоровский, А. П. Чапарова // Вопросы повышения эффективности существующих оросительных систем: сб. науч. тр. / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1981. – Вып. 14. – С. 33–39.

45 Бредихин, Н. Н. Возможность применения иглопробивного нетканого полотна в качестве фильтров трубчатых дрен при механизированной укладке / Н. Н. Бредихин, В. А. Васильченко // Повышение надежности и эффективности машин и орудий в орошаемом земледелии: сб. науч. тр. / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1986. – С. 44–50.

46 Журбин, А. Е. Исследование технологии формования горизонтальных дрен из пористого асфальтобетона: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Журбин А. Е. – М., 1981. – 18 с.

47 Журбин, А. Е. К вопросу обоснования состава фильтра дрен при узкотраншейном способе строительства / А. Е. Журбин // Мелиорация орошаемых земель, использование и охрана водных ресурсов: сб. науч. тр. / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1982. – С. 114–117.

48 Филиппов, Ю. Г. Указания по строительству закрытых дрен методом непрерывного формования из пористого асфальтобетона / Ю. Г. Филиппов, А. Е. Журбин. – Новочеркасск, 1975. – 139 с.

49 Технология строительства закрытого горизонтального дренажа в зоне орошения: рекомендации. – Ростов н/Д.: СКНЦВШ, 2007. – 28 с.

50 Разработать технологию, обеспечивающую повышение качества устройства закрытого дренажа в неустойчивых грунтах: отчет о НИР (заключ.): 5 / ФГБНУ «РосНИИПМ»; рук.: Колганов А. В. – Новочеркасск, 2002. – 74 с. – Исполн.: Миронов И. И., Лещенко А. В. – № ГР 01200215488. – Инв. № 02200206389.

51 Технологическая карта на строительство дренажа дрепоукладчиком УДМ-350М. Вариант 1: утв. М-вом МиВХ РСФСР 30.06.89. – Новочеркасск, 1989. – 31 с.

52 Строительство закрытого узкотраншейного дренажа с фильтрами из синтетических материалов в водонасыщенных грунтах: утв. М-вом МиВХ РСФСР, 1989. – 5 с.

53 Технологическая карта на строительство закрытой коллекторно-дренажной сети в грунтах естественной влажности, в зимних условиях, дренаукладчиком УДМ-350-М (УДМ-350-2М): утв. М-вом МиВХ РСФСР, 1990. – 52 с.

54 Коршиков, А. А. Вопросы научно-технического прогресса в мелиорации / А. А. Коршиков // Повышение надежности и эффективности машин и орудий в орошаемом земледелии: сб. науч. тр. / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1986. – С. 3–6.

55 К повышению эффективности и надежности строительства закрытого горизонтального дренажа / У. Ю. Пулатов [и др.] // Механизация водохозяйственных работ и новые строительные материалы в зоне орошения: сб. науч. тр. / САНИИРИ. – Ташкент, 1961. – Вып. 164. – С. 3–13.

56 Рекомендации по эксплуатации систем горизонтального дренажа в аридной зоне СССР. – Фрунзе: КЫРГЫЗСТАН, 1973. – 172 с.

57 Инструкция по эксплуатации систем (скважин) вертикального дренажа: утв. М-вом МиВХ СССР 06.11.75. – М.: СОЮЗВОДПРОЕКТ, 1976. – 112 с.

58 Даишев, Т. И. Организация службы эксплуатации осушительных систем / Т. И. Даишев. – М.: Колос, 1971. – 103 с.

59 Зубец, В. М. Эксплуатация закрытых осушительных систем / В. М. Зубец, А. Е. Вакар. – М.: Агропромиздат, 1989. – 136 с.

60 Запрудный, В. В. Опыт эксплуатации осушительных систем / В. В. Запрудный, А. Н. Корженевский. – М.: Колос, 1969. – 103 с.

61 Пособие по проектированию и строительству перспективных конструкций дренажа с использованием синтетических фильтрующих материалов: пособие к ВСН 33-2.2.03-86: утв. приказом «Союзводпроект» 06.07.89 № 50. – Новочеркасск: Югмелиорация, 1988. – 111 с.

62 Особенности проектирования, строительства и эксплуатации закрытого горизонтального дренажа в зоне орошения РСФСР: пособие к ВСН 33-2.03-86. – Новочеркасск, 1991. – 111 с.

63 Эксплуатация гидромелиоративных систем: пособие к СНиП 2.06.03-85 «Мелиоративные системы и сооружения»: утв. при-

казом ВО «Союзводпроект» 11.02.91. – М.: СОЮЗВОДПРОЕКТ, 1991. – 59 с.

64 Правила технической эксплуатации осушительных систем: утв. М-вом сельского хозяйства и продовольствия РФ 05.04.94. – М.: СевНИИГиМ, 1994. – 50 с.

65 Рекомендации по повышению эффективности работы дренажа для орошаемых земель России: утв. М-вом сельского хозяйства и продовольствия РФ 03.12.93. – М.: СЦБНТИ, 1994. – 143 с.

66 Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений: утв. М-вом сельского хозяйства и продовольствия РФ 26.05.98. – М.: ГПСНЦ «ГОСЭКОНОМЕЛИОВОД», 1998. – 40 с.

67 Щедрин, В. Н. Мелиорация на Дону – проблемы и перспективы / В. Н. Щедрин // Проблемы и перспективы развития орошаемого земледелия. – Новочеркасск, 2000. – Вып. 30. – С. 6–11.

68 Щедрин, В. Н. Пути и перспективы развития мелиоративной науки в России / В. Н. Щедрин // Проблемы и перспективы развития орошаемого земледелия. – Новочеркасск, 2000. – Вып. 30. – С. 12–23.

69 Щедрин, В. Н. Мелиорация – основа создания устойчивой базы кормопроизводства на юге России / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2001. – Вып. 32–33. – С. 12–19.

70 Щедрин, В. Н. Перспективы развития мелиорации и водного хозяйства в Российской Федерации [Электронный ресурс] / В. Н. Щедрин, Г. А. Сенчуков // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 1(05). – 9 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=82&id=83>.

71 Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: указ Президента РФ от 30.01.2010 № 120: по состоянию на 1 октября 2013 г. // Гарант Эксперт 2013 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2013.

72 Щедрин, В. Н. О направлениях развития мелиорации и ее роли в обеспечении продовольственной безопасности России [Электронный ресурс] / В. Н. Щедрин, Г. А. Сенчуков, В. Д. Гостищев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Элек-

трон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2013. – № 4(12). – 14 с. –
Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=205&id=206>.

73 Исследования рынков: информ. агентство «Росбизнесконсалтинг» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://marketing.rbc.ru>, 2013.

74 Импорт мяса и мясопродуктов в Россию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://newsruss.ru/doc/index.php>, 2013.

75 Новости молочного рынка на каждый день [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dairynews.ru>, 2013.

Научное издание

**Щедрин Вячеслав Николаевич
Капустян Александр Сергеевич**

**ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА
ДРЕНАЖНЫХ РАБОТ НА ЮГЕ РОССИИ**

Подписано в печать 18.03.2015. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 6,51. Тираж 500 экз. Заказ № 21.

ФГБНУ «РосНИИПМ»
346421, г. Новочеркасск, пр. Баклановский, 190

Отпечатано с готового оригинал-макета
ИП Белоусов А. Ю.
346421, г. Новочеркасск, пр. Баклановский, 190 «Е»