

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ – СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

На правах рукописи

УДК 631.674+631.432:[541.64:633.51].001.5

Ахмеджонов Дилмурод Гуломович

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПОЛИВА ХЛОПЧАТНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕР-
ПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

06.01.02. – Мелиорация и орошаемое земледелие

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени доктора технических наук (DSc)

Научный консультант: Г.И. Мухамедов
доктор химических наук, профессор

Ташкент – 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	7
ГЛАВА I	ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ И МЕТОДАМ ВОДОСБЕРЕЖЕНИЯ И ТЕХНИКИ БОРОЗДКОВОГО ПОЛИВА.....	20
1.1-§	Общее положение.....	20
1.2-§	Теория техники бороздкового полива и водного режима хлопчатника.....	28
1.2.1-§	Установление элементов техники бороздкового полива.....	28
1.2.2-§	Режим полива хлопчатника.....	33
1.3 -§	Влияние ППК на агрофизические свойства почв.....	36
1.4 -§	Методы определения агрофизических свойств почв, обработанных ППК	43
1.5 -§	Обоснование типичности опытного участка.....	45
	ВЫВОДЫ ПО I ГЛАВЕ	49
ГЛАВА II	ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ ОБЪЕКТА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ, ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ...	51
2.1-§	Климатические условия.....	51
2.2-§	Геологические и гидрогеологические условия.....	52
2.3-§	Почвы и источники орошения.....	53
2.4-§	Характеристики опытных участков. Методика проведения исследований.....	54
2.5-§	Водно-физические свойства почв.....	58
2.6-§	Создание противofильтрационных экранов с использованием полимер - полимерных комплексов (ППК) при поливах хлопчатника.....	61
2.7-§	Математическая модель бороздкового полива с учетом противofильтрационных экранов из ППК.....	76
	ВЫВОДЫ ПО II ГЛАВЕ	85
ГЛАВА III	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ БОРОЗДКОВОМ ПОЛИВЕ ХЛОПЧАТНИКА	86
3.1-§	Лабораторные исследования по изучению свойств и совершенствованию техники бороздкового полива при применении противofильтрационных экранов из ППК.....	86
3.1.1-§	Деляночные полевые исследования водосбережения с применением поверхностного противofильтрационного экрана из ППК.....	99

3.3-§	Полевые исследования водосбережения с использованием противofильтрационных экранов из ППК при бороздковом поливе хлопчатника.....	102
3.2.1-§	Полив по бороздам с поверхностным экраном из ППК.....	102
3.2.2-§	Приемы водосбережения при поливе хлопчатника на полях с внутрипочвенным экраном из ППК	115
3.2.3-§	Результаты фенологических наблюдений.....	123
	ВЫВОДЫ ПО III ГЛАВЕ	131
ГЛАВА IV	ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИНЕРАЛОВ ПОДАВАЕМЫХ ПРИ ПОЛИВАХ ХЛОПЧАТНИКА	133
4.1-§	Лабораторные исследования по разработке методов минерализации почв при поливе через экран из ППК	133
4.2-§	Установление поливной нормы хлопчатника при поливе через экран на основе полимер - полимерного комплекса с добавлением минералов	138
4.3-§	Сравнительный опыт водосберегательного полива при различном заложении надпочвенного противofильтрационного экрана из ППК.....	147
	ВЫВОДЫ ПО IV ГЛАВЕ	150
ГЛАВА V	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДЛАГАЕМЫХ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ..	151
5.1-§	Расчёт экономической эффективности мероприятий по водосберегающей технологии полива хлопчатника.....	151
	ВЫВОДЫ ПО V ГЛАВЕ	156
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	157
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	160
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	170

Список условных обозначений, единиц, символов и терминов

МКИД	- Международный Комитет по Ирригации и Дренажу
КПД	- коэффициент полезного действия
ППК	- полимер-полимерный комплекс
УзНИИХ	- Узбекский научно-исследовательский институт хлопководства
ЧАБУИС	- Чирчик–Ахангаранское бассейновое управление ирригационных систем
МТЗ-80	- марка трактора (Минский тракторный завод)
T, K	- градус Кельвина
СМД	- дефицит почвенной влаги
НВ	- наименьшая влагоемкость
ТВМ	- термостатно-весовой метод
КЗИ	- коэффициент земельного использования
ХВ	- хлопковое волокно
LiF	- литий фтор
Li ₂ CO ₃	- литий карбонат
КМЦ+МФС	- Карбоксиметилцеллюлоза с мочевино- формальдегидной смолой
МФС _л	- мочевино-формальдегидная смола линейчатой структуры
МФС _т	- мочевино-формальдегидная смола с триазиновыми циклами
АЗМ	- агрегат заменителя молока
СКО	- система капельного орошения
E _a	- эффективность использования поливной нормы
DPR	- глубинная фильтрация
DU	- равномерность распределения увлажнения по борозде
г/см ³	- единица измерения объемного веса (грамм на кубсантиметр)
м ³ /с	- единица измерения расхода воды (кубический метр в секунду)

мг/экв	- миллиграмм в одном эквиваленте вещества
т/м^3	- тонна в одном кубическом метре
τ	- общее время
K	- коэффициент водопотребления
K_p	- коэффициент равномерности увлажнений
Q_{out}	- расход воды конечного сброса
i_f	- уклон трения
h	- высота
I	- инфильтрация воды в почве
мб	- миллибелл - единица измерения абсолютной влажности
ц/га	- единица измерения урожайности (центнер на 1 гектар)
мг	- единица измерения массы - миллиграмм
г/л	- единица измерения плотности, грамм в одном литре
га	- гектар
ξ	- дзетта, функция, величина
k	- коэффициент водопроницаемости
d	- толщина пленки
p	- давление
V_{out}	- объем сбросной воды
F	- ширина потока

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и новизна темы диссертации. Нерациональное использование поливной воды помимо последствий изменения климатических и геологических условий в последние годы приводит к острому дефициту воды во всем мире, в частности, в республиках Центральной Азии. Для решения этой проблемы в нашей республике предприняты инновационные шаги, отображенные на более восьмидесяти законодательных актов о реформах в водных вопросах государства.

Одним из важнейших проблем в мире является вопрос о плановом использовании, сбережении и экономии водных ресурсов и при этом разработка водосберегающих технологий полива сельхозкультур, улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель, способствующих к росту урожайности сельскохозяйственных угодий. В государствах, как например, в Азии, а также в США, Бразилии, Австралии, Индии, Израиль и других государствах особое внимание уделяется к производительности аспектов водных и земельных ресурсов, разработке водосберегающих и эффективных технологий при бороздковом поливе, с применением технических средств, который обходится намного дешевле, чем подпочвенный полив или капельное орошение.

В мире особое внимание уделяется целенаправленным научно – исследовательским работам, посвященным управлению водными ресурсами и эффективному использованию запасов поливной воды. В той связи, одной из основных задач является усовершенствования техники бороздкового полива, при этом использование дешевых химических и технических средств, разработка новых методов водосберегательного полива, развитие теории водосберегающих технологий бороздкового полива. В этой связи особое значение имеет применение дешевых полимеров для оструктурирования почвы и уменьшения инфильтрации поливной воды. Вместе с этим, разработка

научных основ этих технологий, улучшение плодотворности земель, способствование росту урожайности являются необходимыми задачами исследований.

В настоящее время в республике ведутся обширные исследования, направленные на исследования факторов на потери воды, разработке новых методов водосбережения, влияющих на совершенствование рекомендаций, обеспечивающих эффективное использование поливной воды. Создан Специальный фонд (2007), созданный для решения задач улучшение мелиоративных состояний земель, значительного повышения урожайности хлопчатника, а также осуществление агротехнических мероприятий, способствующих экономии оросительной воды предоставляет работникам сельского хозяйства, в частности фермерам льготные условия государственных платежей при внедрении современных методов водосбережения в течении нескольких лет.

Для рационального использования воды необходимо провести диверсификацию в сельском хозяйстве. Начиная с 1991 года выращивание хлопка и риса было сокращено в одну треть, увеличены высаживание зерновые и фруктовые культуры. Официальным данные утверждают, что за счет диверсификации за несколько лет сократилась использования водных ресурсов 13 млрд. м³ за сезон. [4; с.39-42, 5; с.477-499, 29]. Капельное орошение в наши дни используется в тысячах гектаров и они расширяются за счет льгот, представленных в кредитовании.

Недостаточная урожайность хлопчатника в большинстве хозяйств республики в значительной степени зависит от установления научно-обоснованной техники и способов полива, что объясняет актуальность внедрения технологии водосбережения.

На сегодняшний день разработаны более 80 законодательных актов по реформе и модернизации систем водного хозяйство республики. Настоящее

диссертационное исследование в определенной степени послужит решению задач, поставленных в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» [1], Постановлением Президента Республики Узбекистан от 03 июля 2018 г. №ПП-3823 «О мерах повышения эффективного использования водных ресурсов» [2] и в других нормативно-правовых актах касающихся данной деятельности.

Связь исследований с приоритетными направлениями развития науки и технологии в Республике. Данное исследование выполнено в соответствии приоритетного направления развития науки и технологий республики V “Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды”.

Обзор международных научных исследований по теме диссертации. Использование полимеров для водосбережения при поливах хлопчатника в регионах с особым дефицитом воды нередко встречается в исследованиях зарубежных ученых, в частности: University of Southern Queensland (Австралия), Melbourne Polytechnic (Австралия), University of California Riverside (США), Agricultural Research Service (США) при департаменте сельского хозяйства, Federal University of Rio Grande de Sul (Бразилия), Universidade de Sao Paulo (Бразилия), Hebrew University (Израиль), Ben Gurion University (Израиль), Indian Institute of Science (Индия), Govind Ballabh Pant University of Agriculture & Technology (Индия), научно – исследовательском центре “NETAFIM” (Россия) проводятся фундаментальные и прикладные исследования.

По исследованиям проводимыми при поливах хлопчатника с использованием полимеров, зарубежными учеными получены следующие научные достижения: определены оптимальные эксплуатационные характеристики полива с использованием полимерных пленок при среднем и

глубоком залегании грунтовых вод (University of Southern Queensland (Австралия), Melbourne Polytechnic (Австралия)); использованы полимеры при поливе с низкокачественной водой для равномерного распределения воды по всей длине борозды и в итоге достигнута минимизация подъема солей в активный слой почвы (University of California Riverside (США), Agricultural Research Service (АКШ)); рассмотрены задачи эффективной передачи воды из межхозяйственных гидросистем в внутрихозяйственную гидросистему, при этом проведены вычисления путем отношения объема принимающей системы на объем подающей системы и где использованы полимерные лотки (Hebrew University (Израиль), Ben Gurion University (Израиль)); частично использованы полимеры в технологиях эффективной водоподачи, транспортировка, хранение воды в системе и распределение (Indian Institute of Science (Индия), Govind Ballabh Pant University of Agriculture & Technology (Индия)); разработаны водосберегающие технологии в капельном орошении с использованием полимерных труб (Federal University of Rio Grande de Sul (Бразилия), Universidade de Sao Paulo (Бразилия), научно – исследовательский центр “NETAFIM” (Россия)).

В настоящее время проводятся научные исследования с применением полимеров для достижения экономии воды, в частности, в следующих направлениях: использование полимерных пленок при бороздковом поливе для экономии воды и удержание влаги в почве, при этом достиг экономии капитальных вложений; использование полимеров для устранения деградации почвы, улучшение поверхностной структуры почвы для создания свободного движения поливной воды по борозде; разработка полимерных лотков для устранения бесцельного впитывания поливной воды в почву, т.е. инфильтрации; достижение повышения коэффициента земельного использования при применении полимеров в комплексе для бороздкового полива сельхозкультур.

Степень изученности проблемы. Вопрос водосбережения в настоящие дни является главной проблемой не только в отраслях сельского и водного хозяйства, но и глобальной проблемой всего человечества, для решения которого требуется использования перспективных способов и технологий орошения.

В наши дни, когда чувствуется острая нехватка воды, правительство республики Узбекистан и МКИД, как международный орган, придают большое значение внедрению инновационных методов полива, как наиболее эффективному средству водосбережения. По свидетельству МКИД, наиболее высокие показатели в таких зарубежных странах как Израиль, Малайзия и Кипр, где КПД техники полива составляет 0,80–0,70 (при среднем мировом значении 0,45–0,55). В зонах, где особо высок дефицит воды ученые рекомендуют внутрипочвенное и капельное орошение.

Большие по объему исследования техники бороздкового полива террасированных склонов в Узбекистане провели в научно исследовательском институте ирригации и водных проблем (НИИИВП) и Ташкентском институте ирригации и механизации сельского хозяйства (ТИИИМСХ) [43;с. 90, 78;с.95]. В этих работах отмечают, что оптимальные нормы полива, выдаваемые на полотнах, составляют важный технический прием эксплуатации террас, но это часто достигается подбором техники полива и их элементов. Допустимые для террас уклоны на тяжелосуглинистых грунтах составляют 0,010-0,0075, на легкосуглинистых - 0,015. Уклоны меньше 0,0075 приводят к чрезмерному впитыванию воды в начальной части борозды.

В целом, обзор и обобщение имеющихся исследований показывает, что существующая теория поливов, в основном, посвящена землям с благоприятными свойствами почв. Определение оптимальных размеров поливных борозд, элементов техники полива, а также возможности применения современной поливной техники с использованием полимеров на

поверхности почвы, воздействие полимера, как например К-9, при бороздковом поливе [43;с.88-96] на способность почвы впитывать воду, и определены элементы техники полива для склонных участков. Также установлено, что фильтрационные свойства почвы можно улучшить одновременно их оструктурированием [49; с.112], которое производится нанесением полимеров, как полимер К-9 и гидрогелей. Ряд недостатков в применении полимера К-9 вынуждает к поискам других полимеров, особенно в комплексе.

Проведены множество исследований по водосберегающим технологиям учеными Ташкентского института ирригации и механизации сельского хозяйства. Среди них нужно отметить исследования в вопросах субирригации, при применении низконапорной системы капельного орошения с использованием солнечной энергии, применение гидрогелей в орошении хлопчатника, оптимизирование характеристики техники орошения и эксплуатации гидромелиоративных систем, двухсторонний бороздковый полив хлопчатника, применение полимеров для оструктурирования почв для повышения качества полива и других.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная работа выполнена на кафедрах «Эксплуатация гидромелиоративных систем» Ташкентского института ирригации и механизации сельского хозяйства (ТИИИМСХ) и «Химия полимеров» Национального Университета Узбекистана (НУУз.), согласно в соответствии с планом НИР ТИИИМСХ по прикладным проектам КХА -7-069 «Синтез интерполимерных комплексов и разработка водосберегающих технологий полива хлопчатника» (2012–2014 гг.), КХА –7–033-2015 «Снижение потери эффективности минерализации почв при поливах хлопчатника, с применением экранов из интерполимерного комплекса» (2015–2017 гг.) и по тематике НИР

НУУз ОТ-Ф756 «Композиционные гидрогели комбинированного действия» от 2012 г.

Целью исследований являются разработки и исследования водосберегающих технологий орошения с применением ППК, эффективных методов минерализации почв при поливах и совершенствование элементов техники бороздкового полива, которые ведут к экономии оросительной воды при высоких эксплуатационных характеристиках полива, роста урожайности и земельных ресурсов.

Задачи исследования:

анализ и обзор современных водосберегающих технологий полива, методов внесения минеральных удобрений в почву;

разработка методов создания противofильтрационных экранов на основе полимер – полимерного комплекса на поверхности и в глубине почвы;

изучение эксплуатационных характеристик полива при применении противofильтрационных экранов на основе рекомендуемых ППК в условиях близкого и глубокого залегания грунтовых вод, проведением лизиметрических и полевых исследований;

представление практических рекомендаций по водосберегающим технологиям орошения с использованием противofильтрационных экранов на основе полимер – полимерного комплекса;

разработка математической модели бороздкового полива с учетом противofильтрационного экрана на основе полимер – полимерного комплекса;

разработка способа подачи минеральных удобрений в почву создавая надпочвенный противofильтрационный экран на основе полимер – полимерного комплекса с добавленными в ее состав минеральных удобрений (полимер – полимерного комплекса + минерал);

изучение воздействия экрана полимер – полимерного комплекса +минерал на оросительную норму и минеральный состав почв при поливах хлопчатника для условий с легосуглинистыми почвами и с глубоким залеганием грунтовых вод;

проведение экономической оценки предложенных мероприятий.

Объектом исследований являются орошаемые земли с серо – бурыми тяжелосуглинистыми и легкосуглинистыми почвами в условиях близкого и глубокого залегания грунтовых вод. Место проведения лабораторных, лизиметрических и полевых исследований - ботанический сад Национального Университета Узбекистана, фермерское хозяйство «Содик-Зафар Саховати» Гиждуванского района Бухарского вилоята, фермерское хозяйство «Омад Келажак Барака» Уртачирчикского района Ташкентского вилоята.

Предметом исследования является совершенствование элементов техники бороздкового полива хлопчатника с достижением улучшенных эксплуатационных характеристик путем проведения водосберегающих способов орошения с использованием противofильтрационных экранов на основе полимер – полимерного комплекса и мелиорация орошаемых земель с улучшенным методом подачи минеральных удобрений через поверхностный экран полимер – полимерный комплекс + минерал.

Методы исследований. Для решения поставленных задач методы исследований разделены на лабораторные, полевые и численные. Лабораторные исследования проводились на основе противofильтрационных экранов на основе полимер – полимерного комплекса, с целью изучения скорости впитывания и времени фильтрации воды через обычную почву и нанесенным на нее раствором полимер – полимерного комплекса, предотвращения подъема солей из глубины почвы, применения противofильтрационного экрана полимер – полимерный комплекс + минерал для эффективной минерализации почвы, а также с целью изучения

эксплуатационных характеристик оросительного лотка, созданного на основе ППК и фосфогипса.

Полевые исследования проводились по поливам хлопчатника водосберегающими способами с применением полимер – полимерного комплекса, на полях через поверхностный экран и на полях с внутрипочвенным экраном на основе полимер – полимерного комплекса. Исследования велись по методике 4-х кратного повтора, разработанного Научно-исследовательским институтом ирригации и водных проблем (НИИИВП), где полив производился водосберегающими методами бороздкового полива как полив в каждую борозду и полив переменной струей. Опытные участки были оборудованы водосливами, наблюдательными скважинами, шурфами. При проведении полевых исследований использовался специальный агрегат для создания внутрипочвенного противифльтрационного экрана на основе полимер – полимерного комплекса, разработанный автором и др. [15;с.34-37], трактор марки МТЗ-80. Измерения влажности почвы производились термостатно-весовым методом (ТВМ) и с помощью разработанного автором электронным влагомером [12;с.10-13].

Численным методом исследований является удостоверение полученных результатов, вычисленных с помощью математической модели бороздкового полива с учетом экрана на основе полимер – полимерного комплекса.

Научная новизна исследования состоит:

усовершенствован метод создания надпочвенного и подпочвенного противифльтрационных экранов для бороздкового полива хлопчатника на основе проведения синтеза двух полимеров: карбоксиметицеллюлозы и мочевиноформальдегидной смолы;

усовершенствован метод бороздкового полива хлопчатника с применением водосберегающих технологий с использованием надпочвенного и подпочвенного противифльтрационного экрана на основе полимер –

полимерного комплекса в условиях тяжелосуглинистых почв при среднем залегании грунтовых вод;

разработаны методы определения элементов техники бороздкового полива хлопчатника с применением надпочвенного и подпочвенного экранов на основе полимер – полимерного комплекса, на основе уравнений Сен – Венана;

усовершенствована технология подачи минеральных удобрений в почву при поливах хлопчатника через надпочвенный экран на основе полимер – полимерного комплекса с добавлением минеральных элементов в состав полимер – полимерного комплекса;

усовершенствована водосберегающая технология бороздкового полива хлопчатника с учетом надпочвенного экрана на основе полимер – полимерного комплекса с добавлением в его состав минеральных удобрений для условий легкосуглинистых почв и глубокого залегания грунтовых вод.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

применены с улучшенным методом противифльтрационные экраны на основе полимер – полимерного комплекса для бороздкового полива хлопчатника с внедрением водосберегающих технологий орошения;

обоснована значимость противифльтрационных экранов на основе полимер – полимерного комплекса при орошении хлопчатника с их участием;

предложена математическая модель для бороздкового полива с учетом противифльтрационных экранов, по результатам которой выработаны рекомендации фермерам по улучшению системы полива;

представлены методические рекомендации по совершенствованию техники и режима полива хлопчатника.

разработан новый метод подачи минеральных удобрений в почву с использованием надпочвенного экрана на основе полимер – полимерного комплекса.

Достоверность полученных результатов исследования

подтверждаются обоснованностью методологических подходов и методов в исследовании, где результаты исследований обработаны с разработанной математической моделью, а также вариационно-статистическим методом и полученные научные результаты подтверждены практическими данными, результаты экспериментов сравнены национальными и зарубежными научными исследованиями, собранные данные подтверждены и оценены специалистами и внедрение результатов исследований в производство подтверждены полученными документами.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в развитии техники и технологии бороздкового полива с применением противофильтрационных экранов на основе полимер – полимерных комплексов, в усовершенствовании способов подачи минеральных удобрений в почву, способствующих экономии поливной воды, росту урожайности и улучшению мелиоративного состояния поливных площадей. Практическая значимость результатов исследования заключается в совершенствовании метода использования водоземельных ресурсов (расход воды, КЗИ, КРУ и.т.д) и минеральных удобрений, в предотвращении деградации поливных площадей и улучшении условий окружающей среды. Данные исследований могут быть использованы при подготовке кадров по водопользованию и для фермерских хозяйств..

Внедрение результатов исследования. На научных основах водосберегающих технологий полива хлопчатника с использованием полимер–полимерных комплексов:

метод бороздкового полива с применением надпочвенного противофильтрационного экрана на основе полимер–полимерного комплекса внедрен на полях фермерского хозяйства “Содик-Зафар Саховати”

Управления ирригационными системами “Тошработ-Жилвон” Министерства водного хозяйства (Справка №02/021–240 от 14 сентября 2018 года Министерства сельского хозяйства). В результате получена экономия воды равная 1024 м³ за каждый гектар, коэффициент равномерности увлажнения вырос от 0,64 до 0,88, рост урожайности составил 7,2 центнер за гектар;

метод бороздкового полива с применением подпочвенного противифильтрационного экрана на основе полимер–полимерного комплекса внедрен на полях фермерского хозяйства “Содик-Зафар Саховати” Управления ирригационными системами “Тошработ-Жилвон” Министерства водного хозяйства (Справка №02/021–240 от 14 сентября 2018 года Министерства сельского хозяйства). В результате получена экономия воды равная 1400 м³ за каждый гектар, коэффициент равномерности увлажнения вырос от 0,64 до 0,82, рост урожайности составил 7,8 центнер за гектар;

метод бороздкового полива с применением надпочвенного противифильтрационного экрана на основе полимер–полимерных комплексов с добавлением минеральных удобрений (полимер – полимерного комплекса+минерал) внедрен на полях фермерского хозяйства “Омад Келажак Барака” Министерства сельского хозяйства (Справка №02/021–240 от 14 сентября 2018 года Министерства сельского хозяйства). В результате получена экономия воды на 937 м³ с каждого гектара, а рост урожайности составил 6,5 центнер за гектар;

метод подачи минеральных удобрений при бороздковом поливе хлопчатника с применением надпочвенного противифильтрационного экрана на основе полимер–полимерных комплексов с добавлением минеральных удобрений (полимер – полимерный комплекс+минерал) внедрен на полях фермерского хозяйства “Омад Келажак Барака” Министерства сельского хозяйства (Справка №02/021–240 от 14 сентября 2018 года Министерства сельского хозяйства). В результате на активном слое почвы удержана, от

общей массы, на 27,9% и 27,1% азота и фосфора, соответственно, больше чем на контрольных полях;

метод бороздкового полива для коротких борозд с применением надпочвенного противифльтрационного экрана на основе полимер-полимерных комплексов внедрен на полях фермерского хозяйства “Омад Келажак Барака” Министерства сельского хозяйства (Справка №02/021–240 от 14 сентября 2018 года Министерства сельского хозяйства). В результате получена экономия воды на 1008 м² за каждый гектар, рост урожайности составил 6,8 центнер за гектар.

Апробация полученных результатов. Результаты исследования обсуждены и одобрены на научных конференциях международного и республиканского значения, в том числе, 5 в международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 31 научных работ, из них в научных изданиях, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан по защите диссертации доктора наук (DSc) 11 статей, из них 2 в зарубежных изданиях, а также 2 монографии, 1 рекомендация и 1 патент на полезную модель (FAP № 01216 - 2017 год).

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 181 страниц.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ВОДОСБЕРЕГАЮЩИМ ТЕХНОЛОГИЯМ И МЕТОДАМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ ПОЛИВА

1.1. Общее положение.

Технологии водосбережения сегодня является основным принципом перехода к интегрированному управлению водными ресурсами и основой рационального водопользования. Неотъемлемыми задачами водосбережения являются: максимальная экономия поливной воды, повышение эффективности и улучшение продуктивности использования оросительной воды, земли и др.

Водосберегающие технологии приводят к экономии оросительных вод, улучшению плодородности и минерализации почвы направлены к задачам:

- снижение частоты подачи воды;
- учет равномерности увлажнения по всей длине борозды;
- формирование благоприятного микроклимата;
- учет сорта растений при выборе метода полива;
- выбор благоприятного режима полива, учитывая климатические особенности района;
- создание возможности вторичного использования поливной воды;
- реконструкция гидромелиоративных систем.

Водосберегающие технологии освещены в научных трудах и исследованиях А.Н. Костякова [47], Н.Т. Лактаева [50], Н.Р. Хамраева [73], М.Г.Хорста [76; с.8-11, 77;с.33-37], С.У. Джалалова [73], Б.Ф. Камбарова [43;с.88-96], А.Т. Салохиддинова [66;с.64-70], Г.А. Безбородова [27;с.94-100], Б.С. Серикбаева [68;с.14-17, 69;с.65-75], М.Х. Хамидова [72;с.28], Ф.А. Бараева [26;с.29-35], Р.К. Икрамова [38], В.А. Духовный [34;с.9-12], М.П. Мещерякова [55,с.15-17], К. Штудера [82], И.Ж. Худайева [78;с.94-98] и др.

Вопрос водосбережения диктует мобилизацию всех сил специалистов водного хозяйства и орошаемого земледелия для использования перспективных и достаточно апробированных способов и технологий орошения: бороздкового, внутрипочвенного, капельного и дождевания. Однако, полив дождеванием, в частности в Узбекистане, по обзору литературы, приходится на земли с близким залеганием пресных грунтовых вод и составляет лишь небольшую часть. Другие способы орошения достаточно развиты (Израиль, США, Франция, Голландия, Турция, Индия) и изучены, с точки зрения их традиционного использования, на опытно-показательных участках орошения пропашных культур.

Исследования в США [84; с.366-379] и в Испании [87; с.775-786] показали, что, используя преимущества предлагаемых иных методов полива, есть возможность получить два урожая – хлопка и пшеницы в год.

В зонах с дефицитом воды, в Израиле, рекомендуется капельное орошение, однако отмечается его высокая стоимость. Например, оно дороже бороздкового полива в 1,7-3,5 раза, при средней затрате по эксплуатации, с равной водообеспеченностью между этими способами полива.

Во всех исследованиях, где рассматривались системы капельного полива (СКО) экономия воды, в отличии от бороздкового полива составляет от 40 до 60%,. Учеными установлено, что большой процент расхода воды падает на долю ухода поливной воды в подпахотные слои почвы и на фильтрацию, образующую просадки почвогрунта при бороздковом поливе со сбросом воды в конце поля.

Определенные исследования посвящены усовершенствованию бороздкового полива [27;с.94-100, 31;с.77-81, 36;с.9-10], как например ряд авторов в виде противозрозионных мероприятий рекомендуют поливы переменной струей. При этом в начале полива (воздушно-сухая почва) подается в борозду минимальная струя, которую после прохождения $\frac{1}{3}$

длины борозды (через 3-4 часов) увеличивают вдвое, затем, по достижению конца борозды, снижают расход до первоначальной, минимальной величины, но без значительной экономии поливной воды.

Отметим, что важные заключения по установлению гидравлических параметров струи в поливной борозде: расходов струи, живого сечения борозды, смоченного периметра, гидравлического радиуса, длины добега струи, скорости установившегося потока и т.д. имеются в трудах С.М. Кривовяза [48], Р.М. Авербуха [5], Н.Т. Лактаева [50], Р.К. Икрамова [38] и др.

Что же касается установления величин элементов техники орошения, то руководствуясь этой теорией полива, Н.Т. Лактаев [50] сделал попытку их обоснования выбором размера поливной струи в борозду, в пределах, не вызывающих отрицательного влияния на плодородие почв.

Также нужно отметить, что в последнее время ряд исследователей разрабатывают математические модели, позволяющие рассчитывать характер добега фронта поливной воды по борозде, скорость ее впитывания в почву.

Одним из основных параметров улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель является наличие минеральных удобрений в почве.

Эффективность действия удобрения во многом зависит от сроков, вида удобрений и наконец способов нанесения. При определении сроков нанесения нужно учитывать виды и сорта сельхозкультур, а также природно климатические и почвенные условия данной зоны.

В течении вегетационного периода время от времени меняется нужда к потреблению минеральным удобрениям хлопчатником. В начальных стадиях вегетационного периода развития он особенно нуждается в фосфоре и азоте. В период бутонизации значение фосфора снижается, но растет потребность к азоту и калию. Поэтому, в этот период от внесения и количества азотных удобрений во многом зависит урожайность хлопка – сырца, а при повышенных

урожаях вносятся и калийные удобрения (не рекомендуется внесение калия при урожайности хлопчатника ниже 24 ц/га) [8;с.17-23].

В период цветения - плодообразования нанесение любых форм азотных удобрений легко из нее вымываются. Во избежании этого рекомендуется 50 % от сезонной нормы азотных удобрений внесение их на вспаханной почве до посева. На непромываемых и малодренлируемых почвах разрешается внесение такой же части азота в форме аммония сульфат и под зябь. Азот, обычно до посева вносят в следующих формах:(селитра аммиачная, мочевины и аммония сульфат) [9; с.100-102].

После внесения в почву фосфор, фосфорная кислота удобрений превращается в водонерастворимые соединения. Поэтому, рекомендуется внесение 65-75% от сезонной нормы фосфора во время вспашки, учитывая глубину корневой системы хлопчатника.

В зависимости от сроков существуют два метода внесения минеральных удобрений: разбросанный и локальный. Во время вспашки обычно используется разбросанный метод внесения. Минеральные удобрения по полю разбрасываются туковыми сеялками, для заделывания на глубину вспашки. При этом урожайности хлопка-сырца растет порядка 1,6-2,0 ц/га. Появляется возможность внесения удобрений локально с помощью смонтированного на плуг удобрителя [30; с.1111].

На практике часто используются двухъярусные плуги, которые заделывают удобрения в два слоя. Данный метод внесения минералов приводит к росту урожайности примерно на 2,5 ц/га. До посева почву можно удобрять с помощью специальной техники и самолетов и заделать до посевной обработки почвы.

Удобрения в эти сроки заделываются агрегатами относительно глубоко. Но, учитывая все факты, локальный способ внесения существенно перед разбросным способом.

При внесении в почву удобрений до сева хлопчатника культиватором-удобрителем большая вероятность получения высокой урожайности хлопка-сырца. Наиболее целесообразно использование удобрители, которые монтируются на чизеле. Удобрения вносятся в почву на глубину в более 14 см.

На практике, обычно, минеральные удобрения в почву наносятся во время нарезки борозд для проведения очередного полива. Удобрения наносятся на ранних фазах вегетации на расстоянии 15 – 18 см, во время бутонизации на расстоянии 20 – 22 см от ряда растений, а во время цветения хлопчатника в середину междурядья, в глубину равным пяти сантиметрам [32; с.15-20].

Исходя из исследований В. И. Чикова [80; с.24], в Средней Азии для того, чтобы получить 1 т хлопка – сырца, возникает надобность в нижеследующем количестве минеральных элементов: азот - 50 кг, фосфор - -10 кг, калий - 50 кг, кальций - 50 кг, сера – 10 кг, магний - 10 кг, железо - 2 кг, бор - 200 г, мед - 55 г. Из определения Т.Ф. Андреева [9; с. 90-91] – хлор – 1,8 кг.

А по мнению Тарчевского И.А [70; с.175-177] количество минеральных удобрений для сбора одной тонны хлопка - сырца колеблются в среднем: азот - от 30 до 70 кг; фосфор - от 10 до 20 кг; калий - от 30 до 80 кг.

Американские ученые утверждают, что на обрзование корневой системы хлопчатника необходимо питать азотом от 3 до 5%, фосфором – от 5 до 7%, калием - от 7 до 10% от общего количества этих удобрений.

На почвах Средней Азии в вегетационный период прирост сухой массы во многом зависит от количества минералов, таких как азот и фосфор и поливной воды. В разный период вегетации хлопчатник потребляет разное количества минеральных удобрений.

Нехватка поливной воды, минеральных удобрений приводит к оттоку питательных веществ и в свою очередь снижается урожайность хлопка-сырца.

Также негативно влияет избыток минералов и воды на рост и формирования растений.

Большой интерес в задачах сельского и водного хозяйства, представляют разработка и применение полимеров в комплексе (полимер – полимерного комплекса), как например, полученные полимерные комплексы из композитных материалов могут быть использованы в орошаемых площадях для улучшения их агрофизических свойств, а также при борьбе против разных видов эрозии (ветровой, водной, ирригационной и.т.д). Делая выводы из наших исследований, полимер – полимерный комплекс (полимер – полимерного комплекса) может быть применен в решении одной из главных задач при поливе хлопчатника, как совершенствования техники и улучшения эксплуатационных характеристик полива.

В мире за последнее время в орошаемом земледелии часто встречаются методы с использованием полимерных материалов в качестве мульчматериалов. Применяются водорастворимые полимеры (серии К, ПА А, ЛС) в качестве структурообразователей почв. Такое применение приводит к росту водопрочности почв от 5-10% до 50-70% [10; с.59, 23; с.35], улучшается водно – температурный режим и уменьшается плотность почвосложения [49; с.112].

При изучении теории полимеров ученые приводили некоторые противоречивые данные, как например большие дозы полимеров отрицательно влияют на рост растений, на урожай, хотя они достаточно хорошо влияют на оструктуренность почвы. Как мы знаем многие известные структурообразователи имеют своеобразную природу и не разрушаются в почве во время поливов. Ежегодное внесение полимеров может привести к их накоплению и нежелательным последствиям.

Использование водорастворимых структурообразователей могут нести вредоносный характер для почвогрунта, они легко вымываются и за счет этого уменьшается период их работоспособности.

Но и есть другой способ улучшения агрофизических условий почвы. Имеется в виду разные мульчматериалы - торф, песок, коксовая пыль, солома, полиэтиленовая пленка и др. [33, 46; с.21-26]]. Эти мульчи во - первых уменьшают испарение и закрывают почву от солнечных лучей и снижается температура почвы, что совсем не желательно, особенно весной. Но мульчирование пленкой из полиэтилена сохраняет влагу почвы и способствует его прогреву, что оказывает положительное влияние на развития, рост хлопчатника и на их урожайность. Такие мульчматериалы, как опилки, сухой навоз, солома являются дефицитом, требует больших расходов и их механическое нанесение является трудоемкой задачей.

Разработка новых видов полимеров в комплексе привело к исследованиям по новым направлениям их использования. Первые опыты показали, что препараты полимер – полимерного комплекса (полимер – полимерного комплекса) превосходят лучшие стандарты.

Полимер - полимерные комплексы – это последнее поколение полимерных материалов. В результате синтеза полимеров образуются новые межмакромолекулярные соединения, которые имеют свойства отличные от свойств исходных полимеров.

Теория полимер - полимерных комплексов вначале исследовалась А.С.Мичельсом [88; с.35-37], А.Б. Зезиным и В.А.Кабановым [37; с.1451-1454] Исследования свойств и структуры полиэлектролитных комплексов проводились и японскими исследователем Е.Цушида [92; с.326]. В работах этих исследователей изучалась взаимодействие поликатионов и слабых полимерных кислот.

Полимер – полимерные комплексы получают двумя различными

методами:

1) смешение растворов существующих полимерных компонентов, взаимодействием химически и структурнокомплементарных, т.е. строение макромолекул позволяет создавать большое число межмолекулярных связей [37; с.1451-1454];

2) полимер – полимерный комплекс формируется в процессе роста цепей одного из компонентов на макромолекулах другого [74].

Различный метод и механизм получения поликомплексов приводит к получению комплексов с разной структурой и свойствами. В ряде исследований [75; с.30-32, 58] были показаны различие в составе и в свойствах комплексов, полученных вышеуказанными способами.

Существуют химическая природа возникающих различных связей: гидрофобные взаимодействия, водородные и координационные, ван-дер-ваальсовы, электростатические связи.

Для нас представляют особый интерес результаты исследования комплекса полимера карбоксиметицеллюлоза в растворе с синтетическими полимерами [44; с.70-73, 90; с.592-595].

Карбоксиметицеллюлоза с поликатионами образует стабилизированные солевыми и водородными связями полимер - полимерные комплексы, со свойствами высокой биосовместимостью и нетоксичностью, обладают высокой химической и термической устойчивостью [58,28].

В настоящее время в достаточно полном объеме можно представить свойства и особенности термодинамических параметров взаимодействия биополимеров с синтетическими полицептидами и области их применения. В этом направлении проводили исследования такие ученые, как например М. Abhilash [83; с.1-12], J. Crassous [85; с. 7862-7871], Р. Ghosh [86; с.273-282], J. Patterson [88; с.6319-6325], Е. Tsuchida [92; с.322-328], В. Кабанов [42; с.5-23] и др.

Одновременно с ростом урожайности, эти полимеры в комплексе были применены в качестве структурообразователей почв, а также для предотвращения их ирригационной и ветровой эрозии. Тонкая прослойка полимер – полимерного комплекса, образовавшаяся в почвеннополимерной корке частицы дисперсной фазы не разрушаются под влиянием сильных климатических явлений.

Результаты таких исследований приводят к получению не только новых полимер – полимерных комплексов, но также позволяют заранее определять структурно - химические характеристики материалов [58].

Отметим, что наиболее важной задачей наших исследований являлась разработка научных основ и водосберегающих способов с применением полимер – полимерных комплексов для решения конкретных задач сельского хозяйства, а именно использования полимер – полимерных комплексов в создании противифльтрационных экранов, с помощью которых можно добиться совершенствования техники полива хлопчатника, получая весомую экономию оросительной воды и роста урожайности.

1.2. Теория техники бороздкового полива и водного режима хлопчатника

1.2.1. Установление элементов техники бороздкового полива

Бороздковый полив – метод орошения, где поливная вода распространяется по орошаемому полю отдельными порциями воды, именуемым расходом воды под давлением с определенной скоростью.

Поливная техника прежде всего влияет на качество поливов. Техника полива, исходящая от природных условий и сорта и разновидностью сельскохозяйственных угодий обеспечивает эффективное орошение. Неправильно выбранные элементы техники полива приводят к перерасходу

поливной воды, к большим затратам, низкому качеству орошения и ухудшению мелиоративного состояния поливной площади.

Поливные борозды – это параллельно расположенные малого сечения каналы в земляном русле, с определенным уклоном, по которым подаётся вода, служат для доставки поливной воды непосредственно к корневой системы сельскохозяйственной угодий где она впитывается в почву.

Вода по ним движется от начала к концу обеспечивая увлажнение по всей длине борозды. В Узбекистане бороздковый полив считается самым распространенным способом полива. Вся поливная система направлена для использования именно этого способа полива, которым орошают такие сельскохозяйственные культуры, как например хлопчатник, картофель, кукурузу и другие овощи, виноградники, сады, составляющие основу аграрной политики нашей страны.

В науке существует множество исследований и предложений по усовершенствованию элементов техники бороздкового полива с внедрением водосберегающих технологий орошения и разработки рациональных его элементов.

В развитие теории бороздкового полива внесли большой вклад советские и узбекские ученые А.Н. Костяков [47], С.М. Кривовяз [48], Н.Т. Лактаев [50], Р.М. Авербух [5; с.31-35], А.П. Аверьянов [7], М.К. Мирзажонов [56; с.11-12], Г.В. Олыдренко [59; с.30-33], Р.К. Икрамов [39; с.32], П.М. Жоошев [41] и др.

Элементами техники полива или технологическими параметрами являются: расход в борозду, продолжительность полива и доувлажнения, длина борозды, ее уклон, расстояние между бороздами, смоченный периметр борозды, время добегания и спада струи, равномерность увлажнения, поливная норма, величина сброса и т.п [47; с.82 – 88]. Они непосредственно связаны с водно-физическими свойствами почв, их влагоемкостью, объемной

массой, влажностью и водопроницаемостью. Водопроницаемость – это водопропускная способность почвы, которую мы предлагаем улучшить предлагаемым противофилтрационным экраном на основе полимер – полимерного комплекса на поверхности почвы.

Межбороздковые расстояния назначаются из условий водно – физических свойств почвы, а также в зависимости уклона поля и корнеобитаемой системы сельскохозяйственных культур. Например, на тяжелосуглинистых почвах, где контур увлажнения широкий, расстояние между бороздами можно принять относительно широко, в частности для хлопчатника чаще всего через 0,9 м от близлежащей борозды, а на легких почвах, где контур увлажнения узкий, через 0,6 м. В зависимости от климатических условий, эти величины можно изменить. Необходимо учитывать и эрозионность почвы в данной местности.

На сероземах Узбекистана при уклонах более чем 0,003 учитывается эрозионность почвы и при определении расхода струи учитывается минимально допустимая эрозия.

Известный ученый С. М. Кривовяз [48] предлагает определять расход струи по формуле, л/с:

$$q_n = 1,28\sqrt{ih^2} \quad (1.2.1)$$

где i - уклон дна борозды, h - допускаемая глубина воды в борозде, см.

Определяем допустимую глубину воды в борозде:

$$h = 0,6H - 2\Delta, \quad (1.2.2)$$

где H - глубина борозды от гребня до дна, см; Δ - точность планировки поверхности поля, см.

Глубина борозды H зависит от ширины между бороздами: при ширине 0,9 м глубина борозды равна 0,25 м, а при междурядьях 0,6 м - 0,19 м. Точность планировки поверхности поля Δ показывает отклонение отдельных точек

рельефа от средней линии. Значение точности планировки поверхности поля с малым уклоном должна колебаться между ± 5 см [93].

Коэффициент равномерности увлажнения характеризуется следующим уравнением:

$$K_p = \frac{m_k}{m_n} \quad (1.2.3)$$

где m_k , m_n – соответственно, поливная норма, впитавшаяся в конце и начале струи, или

$$K_p = \left(\frac{T - t_1}{T} \right)^{1-\alpha} = \left(\frac{t_2}{t_1 + t_2} \right)^{1-\alpha} \quad (1.2.4)$$

где $T = t_1 + t_2$ – общая продолжительность полива; t_1 – продолжительность добега струи до конца борозды; t_2 – продолжительности доувлажнения почвы и сброса воды.

Из выражения (1.2.4) следует, что чем больше время сброса (t_2), тем выше равномерность полива. При увеличении времени доувлажнения почвы образуется чрезмерный сброс и коэффициент использования воды уменьшается. На малоуклонных землях в формуле (1.2.3.) не учитывается продолжительность впитывания по длине борозд при спаде воды, т.е. течение после прекращения подачи воды в начале борозды, что позволяет сокращать время спада на полях с противифльтрационными экранами из ППК.

Известно, что в основу теории бороздкового полива положено балансовое уравнение [50; с.29-32]:

$$q_t = a \int_0^x k_2 t dl + \omega t \frac{dl}{dt} \quad (1.2.5)$$

где q – расход воды в борозду, л/с; t – продолжительность пуска воды в борозду, с; a – ширина междурядий, м; l – длина борозды, м; ω – осредненная

площадь живого сечения струи в борозде, м/с; k_2 – осредненная скорость впитывания воды почвой.

В данном уравнении первый член указывает на количество впитавшейся в почву воды, а второй член уравнения на то количество воды, которое находится в борозде во время полива. Для того, чтобы решить это балансовое уравнения нужно исследовать уравнения добегания струи по бороздам $l=f(t)$, которое обычно приводит к выводу, не отвечающему полностью вопросам техники полива. Скорость добегания воды по сухой борозде есть функция от многих факторов и здесь зависимость является коррелятивным:

$$l(t) = f(q, i, n, \beta, w), \quad (1.2.6)$$

где q – бороздковая струя; i – уклон борозды; w – впитывающая способность почвы; n – коэффициент шероховатости; β – предполивная влажность почвы, %.

Анализ изменения скорости движения струи в борозде показывает, что она зависит в основном от поливного расхода, уклона дна и шероховатости ложа борозды. Степень влияния расхода и уклона дна борозды на скорость движения струи определяется характером движения, зависящего от изменения во времени шероховатости ложа борозды и способности почв к размоканию. Нужно отметить, что предлагаемый экран на основе полимер – полимерного комплекса уменьшает шероховатость и способствует увеличению скорости движения воды по борозде.

Также был предложен ряд полуэмпирических зависимостей вида $L_t=f(t)$, устанавливающих связь между элементами техники бороздкового полива.

Для расчета элементов техники полива предлагались формулы А.П. Аверьянова [7], С.М. Кривовязом [48] было выведено интегрально-дифференциальное уравнение. Следует отметить зависимость вида $L=f(t)$, предложенную И. Върлевым [31; с.77-81], Н.Т. Лактаевым [50].

Необходимо отметить, что в теоретических и экспериментальных исследованиях увлажнению почвы в период спада до сих пор мало уделяют внимания, так как происходящий процесс является сложным для изучения. Этот процесс заключается в следующем: остаток воды на поверхности одновременно стекает по борозде и впитывается в почву. Процесс спада воды в борозде зависит от водопроницаемости почв, уклона, от глубины воды в борозде и от шероховатости; в этот период наблюдаются две скорости движения воды – поверхностная и спада воды; получается переменная длина увлажнения по борозде. Поэтому возникают значительные трудности математического отображения явления, что потребовало полевых исследований с внедрением водосберегающих способов полива через противофильтрационные экраны на основе полимер – полимерного комплекса и по их результатам удостовериться расчетами математической модели задачи.

1.2.2. Режим полива хлопчатника

Растения в период вегетации потребляют неодинаковое количество воды, поэтому для каждой фазы развития устанавливается определенный режим полива с учетом почвенных условий. Из теоретических работ А.А. Роде [63], А.Р. Рамазанова [62] и других авторов известно, что диапазон активной влаги в почве находится в пределах от 0,6 НВ по 0,8 НВ в зависимости от механического состава почв.

Известно, что вода в почве находится в виде раствора, имеющего некоторую концентрацию и обладающую водоудерживающей силой. Так, при уменьшении влаги увеличивается концентрация почвенного раствора, вместе с тем повышается и осмотическое давление – водоудерживающая сила, которая и зависит от механического состава почв. Легкие почвы, как например на объекте исследования с меньшей силой удерживают влагу, что дает возможность производить поливы с большим расходом и высокими

поливными нормами, которые использовались в данных исследованиях [85; с. 35-38].

А.А. Роде [63] и другие ученые установили, что растение вытягивает воду через корни со скоростью, относительно от количества влаги в почве, где верхняя черта эффективного и доступного влага для растений является 0,8 НВ, а нижняя черта влажности составляет 0,65 НВ.

При влажности в почве ниже предела допустимого, на вытягивания влаги культура потребляет энергию больше чем достаточного, что влияет на приостановления роста сельхозкультуры и урожая. Обычно нижний предел доступной влаги составляет 0,5-0,7 НВ и связан молекулярными силами между молекулами воды и почвы. Снижение влажности почвы в сторону нижнего предела ведет к интенсивному снижению продуктивности культуры - вегетативная функция угнетается.

Влажность почвы в вегетационном периоде должна иметь среднее значение между верхним и нижним пределами. Нами установлены значения влажности почвы, при которых растения развиваются наиболее продуктивно в условиях легких почв.

В различные фазы развития растения испытывают неодинаковую потребность во влажности почвы. Особенно чувствительны растения к водному режиму в фазы цветения, поэтому в этот период необходимо поддерживать повышенную влажность почвы. Из вышесказанного ясно, как важна роль своевременного контроля влажности почв, для чего и предлагается влагомер для экспресс-контроля влажности почв разработанный автором данной работы [12; с.10-13].

Несмотря на это, многие ученые отмечают, что эффективной влагой, достигнутой в почве для хлопчатника является 0,7 НВ. Такую влажность почвы необходимо поддерживать до наступления фазы созревания, в период

созревания на хлопковом поле влажность почвы можно снизить до 60% от наибольшей влагоемкости.

К. Штудер и Л.Плюс [34] считают, что во время вегетации влажность почвы, в зависимости от сроков влияет на растения своеобразно. Например, до цветения хлопчатника влажность почвы более благоприятный в пределах 0,8 НВ, далее, включая период плодообразования около 0,6 НВ.

В.М. Легостаев, М.П. Меднис [51; с.16-19] определяют, что наиболее оптимальная влажность почвы для развития хлопчатника является предел 0,65 - 0,8 НВ.

Американские ученые Амеция М.Ф., Нарен Н. и Жерард С.Т. проводя исследования [84; с.366-369] на опытной станции Мажок Ридж Уинсбора (штат Луизиана, США), установили, что наибольший недостаток влаги в почве наблюдается в начале цветения растений.

Корневая система хлопчатника имеет способность извлечения влажности из нижних слоев, т.е. из под активного слоя почвы, но это обстоятельство не имеет возможности обеспечения максимального развития культуры, особенно в периоды, когда хлопчатник наиболее нуждается во влаге [54].

Испанские ученые Мартинг А.Ж. и Фернанд В [87; с.775-780] установили, что максимальный урожай хлопка-сырца получили при поливе с влажностью почвы 0,7-0,75НВ.

М.Х. Хамидов [72; с.28] для экономного расходования оросительной воды и обеспечения наилучшего увлажнения почвы в условиях глубокого залегания грунтовых вод рекомендует поддерживать расчетный слой в течение вегетации хлопчатника в пределах 0-0,7 м.

Академик А.Н. Костяков [47; с.38] указывал, что для установления водного режима каждой культуры необходимо знать общее количество воды

(оросительная норма «М»), которую следует устанавливать на основании опытных данных с учетом уровня агротехники, плодородия почв и высоты урожая в данных природных условиях. Он предложил зависимость:

$$M = KU, \text{ мм/га} \quad (1.2.7)$$

где У- проектная урожайность культуры, ц/га; К - коэффициент потребления воды(мм/ц).

Таким образом, можно сделать заключение, что снижение влажности от допустимого предела ведет к значительному уменьшению урожая, наоборот, выше запредельная влажность также ухудшает мелиоративное состояние площади и также не прибавляет урожайность. От вышесказанного можно делать выводы, что в климатических и почвенных условиях Средней Азии предельная влагоемкость почвы перед поливами составляет в пределах 0,6 – 0,65 НВ.

Влага в почве сохраняется и поддерживается на необходимом уровне в поливах способом бороздкового полива через противofильтрационные надпочвенные и подпочвенные экраны на основе полимер – полимерного комплекса. Этот метод позволяет сохранить влажность в почве уменьшая фильтрацию и инфильтрацию в пределах 20 - 25% [11; с.75-78].

Поставленная цель настоящей работы достигается проведением полива хлопчатника водосберегающими способами с применением полимер – полимерного комплекса при влажности по схеме 65х70х65, совершенствованием элементов техники и достижением улучшения эксплуатационных характеристик полива.

1.3. Влияние полимер – полимерных комплексов на агрофизические свойства почв

Выше мы рассматривали особенности свойств полимер – полимерного комплекса, вытекающие на основе полимерного строения и природы

реагентов. Из полученных результатов исследования физико-химических и механических свойств полимер – полимерного комплекса можно сделать выводы на возможность регулирования природы поверхности частиц почвы, структурно - сорбционных и структурномеханических свойств почвенных дисперсий и последственно получается возможность создания системы с заранее заданными свойствами.

Регулирование агрофизических свойств почв базируется на направленном изменении процессов межцепных взаимодействий между компонентами полимер – полимерного комплекса, следовательно между дисперсной фазой и полимер – полимерного комплекса. Использование полимер – полимерного комплекса с определенными гидрофильными и гидрофобными участками является одним из способов этого регулирования, которые в свою очередь, зависят от природы, комплементарности и гибкости исходных компонентов полимер – полимерного комплекса. Плотность зарядов на цепи олигомера определяет гидрофильность полимер – полимерного комплекса соотношения взаимодействующих компонентов и структуры полимер – полимерного комплекса.

В связи с этим решалась задача определения влияния полимер – полимерного комплекса на агрофизические свойства почв в зависимости от нанесения полимер – полимерного комплекса на почву и ее регулирования. Для улучшения агрофизических условий почв одним из решений служит разработка водопрочных агрегатов почв [74].

С надпочвенной полимер – полимерного комплекса обработкой изучалась макроструктура почвенного покрова на водопроницаемость почвенных агрегатах диаметром 2-3 мм и 3-5 мм.

В проведенных исследованиях Мухамедова Г.И. [58; с.212-219] сравнивалась водопрочность сероземных почвенных агрегатов с размерами 1-2, 2-3, 3-5, 5-7 мм и аналогичных агрегатов, обработанных такой дозой

поликомплекса, которая эквивалентна нанесению его на поверхность почвы толщиной 15 мкм. Точность измерения толщины пленки на агрегатах затруднено тем, что часть раствора компонент сорбируется внутренними частями агрегатов. В связи с этим, для качественной оценки водопрочности агрегатов на поверхность почвы наносили по 7,5 г/м² из расчета сухого вещества КМЦ и МФС.

Определено, что водоустойчивость контрольных образцов типичных сероземов давнего орошения в среднем колеблется от 5,5 до 6,8 %, в луговых почвах Среднечирчикского района Ташкентской области - от 5,3 до 5,6 %, а это же свойство почвенных агрегатов, наполненных поликомплексами, для тех же почв равна 95 %.

После высушивания при повторном испытании водопрочность агрегатов, обработанных полимер – полимерным комплексом почв равнялась 91-92 %. После трехкратного испытания почвенных агрегатов, обработанных поликомплексом, водопрочность не значительно уменьшается - до 86-89 %. Таким образом, из вышеизложенного видно, что после обработки поликомплексами водопрочность почвенных агрегатов выше, чем при обработке одним из его компонентов. Эти обстоятельства имеют весомую практическую значимость.

Растворы полимер – полимерного комплекса на основе карбоксиметилцеллюлозы и мочевиноформальдегидной смолы наносились на поверхность почв от 0,5 до 1 % от ее массы. Снималась почвенная корка, оструктуренная поликомплексами, толщиной 0-1 см и подвергалась изучению на водопрочность, микроагрегатный и механический состав [58; с.213].

Из приведенных данных видно, что обработка почв растворами поликомплексов КМЦ+МФС повышают ее водопрочность в десятки раз [58, 74]. Максимальный структурообразующий эффект различных полимер – полимерных комплексов зависит от исходной влажности почвы. Для систем с

малой плотностью зарядов максимальный эффект структурообразования проявляется при внесении их в почву с влажностью 8 %, а для систем с высокой плотностью зарядов получение наибольшего структурообразующего эффекта наблюдается при внесении в почву с влажностью 16-20 %. Такую зависимость, по-видимому, можно объяснить природой исходных компонентов и плотностью заряда полимер – полимерного комплекса.

Полимер – полимерный комплекс, состоящий из карбоксиметилцеллюлозой (КМЦ) с мочевиноформальдегидными смолами (МФС) наносится на поверхность почвы в виде суспензии из одной емкости, где компоненты находятся во взаимодействии и поэтому не требуют высокой влажности почвы. Нанесение полимер – полимерного комплекса КМЦ+МФС на почву с влажностью 8 % обеспечивает оптимальную технологию получения почвенно-поликомплексной пленки.

Исследование механического состава почв, обработанных полимер – полимерным комплексом, указывает на некоторое частичное укрупнение фракций 0,05-0,25 (мелкий песок), за счет фракций пыли (0,001-0,05). Вычисленные значения гранулометрического показателя структурности почв показывают, что обработка почв полимер – полимерного комплекса повышает потенциальную способность почвы к оструктуриванию [58; с.215].

Водопрочность почвенных агрегатов, обработанных полимер – полимерным комплексом, доходит до 90 %, что объясняется тем, что комплексы выполняют функцию структурообразователя и мульчматериала.

Известные полимерные структурообразователи серии «К», склеивая агрегаты почв, взаимодействуют с кристаллами минералов водородными связями между полярными группами и кислородом глинистых материалов, а также электростатическими силами между ионами дисперсной частицы и функциональными группами полимера. При применении поликомплексных

структурообразователей такие взаимодействия сведены к минимуму за счет образования полимер - полимерных связей [74].

Одним из важнейших факторов для роста растений является температура окружающей среды и почвы. Благодаря повышению температуры почвы под влиянием полимер – полимерного комплекса можно на несколько дней раньше проводить посев ряда теплолюбивых культур, в частности, хлопчатника.

Полимер – полимерный комплекс как искусственная структурообразователь и мульчматериал почвы ограничивает испарение почвенной влаги вследствие которого появляется возможность минимизации тепловой отдачи.

Потоки тепла в таких случаях приводят к тому, что весной создаётся дополнительная теплота и почва прогревается быстрее и к маю аккумуляция тепла достигает на значительную глубину. Поэтому, принимая во внимание данный эффект, ранними утренними часами температура под поликомплексом выше и ночное выхолаживание значительно слабее.

Дополнительный прогрев почвы, обработанной полимер – полимерным комплексом, сказывается на температуре приземного слоя воздуха, этот процесс очень важен, так как в весенний период имеются продуктивные запасы влаги в почве и растению не хватает тепла.

Исследователями выявлено, что корневая система хлопчатника развивается гораздо интенсивнее при глубоком мульчировании. Показано, что наилучшие мульчматериалы можно изготовить из самой почвы посредством обработки ее поликомплексам. Таким образом, применение нового вида мульчсредства - полимер – полимерного комплекса является важным резервом повышения продуктивности хлопчатника.

Полимер – полимерный комплекс в то же время остерегает почву от переувлажнения в период дождей. Здесь роль оптимизации в период

переувлажнения почвы после дождей можно объяснить другими обстоятельствами, т.е. свойствами полимер – полимерных комплексов в качестве структурообразователей и изменениями в объеме массы почвы, обработанной полимер – полимерным комплексом. Объемный вес пахотного слоя почвы заметно меняется после прохождения дождей, а именно, увеличивается от 1,15-1,25 г/см³ до 1,3-1,6 г/ см³ в зависимости от длительности и интенсивности дождя. На поверхности почвы, обработанной полимер – полимерным комплексом в тех же условиях в меньшей мере происходит уплотнение почвы, что объемная масса изменяется от 1,15-1,25 г/см³ до 1,25 -1,4 г/см³.

Таким образом, полимер – полимерный комплекс с большим успехом могут применяться в сельском хозяйстве в качестве как структурообразователей, так и мульчматериалов и использование полимер – полимерного комплекса для поверхностной обработки почв приводит к улучшению ее агрофизических свойств.

От свойств почв и особенностей полимер – полимерного комплекса зависят противозрозионные и противодефляционные эффекты полимер – полимерных комплексов. Помимо этого, большое значение имеют способы внесения, дозы и концентрации раствора полимер – полимерного комплекса [58].

С увеличением доз образующих поликомплекса, противозрозионное действие полимер – полимерного комплекса возрастает, но эффективность полимер – полимерного комплекса при этом уменьшается. Интервал доз полимер – полимерного комплекса, при которых сохраняется высокая эффективность единицы полимер – полимерного комплекса называется оптимальной и на разных почвах эти дозы меняются.

Увеличению шероховатости поверхности почвы, её водопроницаемости, противозрозионной и противодефляционной стойкости - это следствие

повышения комковатости и водопрочности почвенных агрегатов. Для количественной оценки комплексного влияния всех факторов на эффективность полимер – полимерного комплекса необходимо выявить и количественно оценить изменение свойств почв, обуславливающих противоэрозионный эффект.

Противоэрозионностью почвы называется сопротивляемость почвы смывающему действию потока воды. Она определяется весом в воде отрываемых потоками частиц и сцеплением их друг с другом.

Противодефляционной стойкостью почвы называется способность почвы противостоять сдуванию ветром. Под критерием оценки противодефляционной стойкости понимается скорость начала массового движения частиц почвы.

Агрегатный анализ почвы до и после ее обработки с полимер – полимерного комплекса, проведя соответствующие расчеты, приводит к оценке влияния полимер – полимерного комплекса структурообразующего типа на противодефляционную стойкость почвы. Учитывая результаты наших исследователей, а также литературных данных, можно отметить: оптимальной дозой полимер – полимерного комплекса следует считать такую, после внесения, которой интенсивность потерь почвы вследствие эрозии, дефляции или совместного их проявления не превышает скорости почвообразования.

Эти характеристики противоэрозионной и противодефляционной стойкости, а также допускаемая скорость падения дождевых капель, являются основными критериями, на которых основываются при выборе и расчете оптимальных доз полимеров.

В заключении можно сказать, что нанесение полимер – полимерного комплекса на почву обеспечивает быстроту всхожести семян независимо от погодных условий, улучшает рост и развития культур, в частности

хлопчатника, улучшается состояние почвенного покрова и повышается урожайность хлопчатника.

1.4. Методы определения агрофизических свойств почв, обработанных ППК

Исследователями разработаны и определены: оптимальные составы, дозы, сроки и способы внесения полимер – полимерного комплекса в почву; изучено влияние их на структуру почв, рост, развитие и урожайность хлопчатника; проведены лабораторные, вегетационные, микро- и макроделяночные, производственные опыты по эффективности влияния полимер – полимерного комплекса на агрофизические свойства почв [58].

Водопрочность структуры почв определяются по методу Павлова [58; с.65].

Метод определения структуры водопрочности почв заключается в определении количества водопрочных агрегатов, остающихся после десятиминутного размокания почвенной пробы в воде, а также 20-кратного перемешивания путем переворачивания сосуда, по отношению к первоначальному количеству обработанных и необработанных различными полимер - полимерными комплексами почвы, взятой в качестве пробы для анализа.

Чтобы иметь представление о том, какие из агрегатов оказались водоустойчивыми, воду с почвенной пробой пропускают через набор сит, имеющих размеры от 5 мм и вплоть до размеров в 0,1 мм. Это позволяет определить долю агрегатов, например, в интервале 0,1-0,25 мм, оставшихся после размокания по отношению ко всей первоначально взятой массе почвы (проба). Эту долю можно выразить и в процентах.

Механический состав определяли обработкой гексаметофосфатом натрия по методу Братчевой [58; с.62].

Метод Братчевой состоит из следующего: разложения агрегатов 20 г почвы до размеров механических элементов определяется ее кипячением в воде в течение часа в присутствии гексаметафосфата натрия. Почвенная проба при этом приобретает состояние дисперсии, подсчет процентного содержания частиц различных размеров в определенных интервалах и представляет собой анализ мехсостава.

В составе почв содержатся минералы монтмориillonит, иллит, байделлит, слюда, кварц и др. в виде кристаллов и их обломков. Однотипные или различные кристаллы минералов объединяются в частицы, которые называют механическими элементами.

Определение механического состава почв является необходимым для анализа физико-механических свойств, так как каждому типу почв соответствует присущий только ему механический состав.

Микроагрегатный анализ почвы проводили по методу Качинского [58; с.83]. Микроагрегатный анализ почвы по Качинскому отличается от агрегатного анализа по методу Павлова тем, что размокание почвенной пробы производится более длительное время, а именно 24 часа, вследствие чего достигается более высокая дисперсность частиц и, кроме того, берутся сита меньшего размера, а именно 0,1 мм и 0,05 мм, при этом число более мелких размеров определяется по скорости падения их в воде.

Для установления влияния химического состава полимер – полимерного комплекса на проростки хлопчатника проводили лабораторно – миниатюрные опыты на химических стаканах емкостью 0,5 л с 6 – ти кратной повторностью. Испытывали полимер – полимерного комплекса в водных растворах различной концентрации. Опыты проводили как с дистиллированной, так и с обычной водой. Наблюдения вели за ростом стержневого корня, боковых корешков, главного стебля и появления настоящих листочков.

Влияние обработки поверхности почвы полимер – полимерного

комплекса на эролируемость почв изучали по методике Гуссака [58]. Метод основан на размыве 100 см^3 почвы в гидрлотке (отсеянной через сито 1 мм) при секундном расходе воды $4,5 \text{ см}^3/\text{сек}$ на 1 см ширины образца.

Вегетационные опыты. Опыты закладывали по методике НИИССАВХ в сосудах с высотой и диаметром 30 см и площадью поверхности $706,5 \text{ см}^2$.

Полевые мелкоделяночные, крупноделяночные производственные опыты и фенологические наблюдения проводили согласно методике НИИССАВХ [22] в различных хлопкосеющих хозяйствах с 2012 по 2017 годы.

1.5. Обоснование типичности опытного участка

По природно-хозяйственным условиям земель Бухарской области были произведены опытные участки, которые являются типичными для рассматриваемой зоны. При сравнении участков по мелиоративным признакам использована методика В.В. Шабанова и Е.П. Рудаченко [81; с.83-86].

Расчеты для каждого признака определялись согласно статистическим характеристикам предела измерения признака, его арифметические значения (случайных величин) $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$. Установлены среднеквадратичное отклонение установлено по зависимости:

$$\sigma = \sqrt{(X_n - X)^2 / n - 1} \quad (1.5.1)$$

где: X – средняя величина показателя.

$$\bar{X} = \frac{\sum X_n}{n} \quad (1.5.2)$$

где: n – общее число измеренных величин.

Задача решалась по закону Гаусса, т.е. с использованием распределительного закона. С плотностью распределения случайные величины « X » по указанному закону

$$f(x) = \frac{1e^{\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}}{\sigma 2\pi} \quad (1.5.3)$$

или

$$f(x) = \frac{1 * e^{\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}}{\sigma 2\pi} \quad (1.5.4)$$

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right\} \quad (1.5.5)$$

Формула (1.6.6) указывает на вычисление одновременной вероятности попадания нормально распределенной случайной величины «X» на участок от α до β [81; с.84] :

$$P(\alpha < X < \beta) = \Phi^x((\beta - X)/\sigma) - \Phi^x(\alpha - X/\sigma) \quad (1.5.6)$$

где: α - нижняя граница эталонного диапазона;

β - верхняя граница эталонного диапазона;

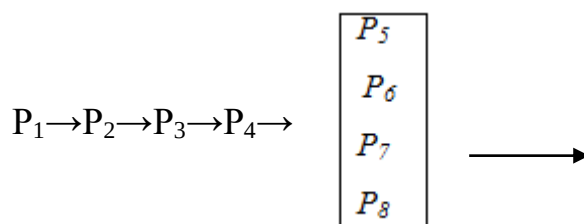
σ - среднеквадратичное отклонение сравнительного объекта;

Φ – интеграл вероятности;

X - среднее значение признака.

Признаками 1-го порядка приняты объемная масса, водопроницаемость, механический состав почв, содержание гумуса в пахотном слое, а для 2-го порядка приняты уровень грунтовых вод, наименьшая влагоёмкость, мощность покровных отложений, содержание солей в почве [81; с.84].

Блок - схема признаков оптимизации на основе указанных параметров имеет общий вид:



Расчетная формула имеет вид:

$$P = P_1 \times P_2 \times P_3 \times P_4 \times [1 - (1 - P_5)(1 - P_6)] \times [1 - (1 - P_7) \times (1 - P_8)], \quad (1.5.7)$$

где $P_1; P_2; P_3$ - соответственно, признаки коэффициента фильтрации, объемной массы почвы, водопроницаемости наименьшей влагоёмкости, мощности покровных отложений, содержания гумуса в почве. В таблице 1.5.1 приведено сравнение мелиоративных признаков опытного участка с территорией орошаемой зоны Бухарской области.

Таблица 1.5.1

Сравнение мелиоративных признаков опытного участка с территорией орошаемой зоны Бухарской области

Признаки	Условные обозначения	Единица измерения	Опытный участок			Орошаемая зона Бухарской области	Вероятность совпадения
			средняя величина	средне-квадратичное отклонение	число измерений	Эталонный диапазон	аналитически
Коэффициент фильтрации - P_1	Кф	м/сут	0,3	0,14	12	0,1-0,5	0,84
Объемная масса почвы - P_2	d	т/м ³	1,6	0,04	20	1,55-1,65	0,99
Водопроницаемость - P_3	K1	м/час	0,05	0,02	20	0,0026-0,1085	0,98
Наименьшая влагоемкость - P_4	Нв	%	69	27	18	53-75	0,88
Мощность покровных отложений - P_5	Н	м	5	3,2	15	3-10	0,68
Содержание гумуса - P_6	г	%	1,1	0,13	20	0,93-1,5	0,92
Содержание солей (по хлору) - P_7	S	%	0,007	0,0022	15	0,005-0,02	0,88
Уровень грунтовых вод - P_8	УГВ	м	3,2	0,5	10	3-3,4	0,95

Из вышеуказанных формул и таблицы имеем:

$$P1 = \Phi^x(0,5-0,3)/0,14 - \Phi^x(0,1-0,3)/0,14 = \Phi^x(1,42) = 0,42 + 0,42 = 0,84$$

$$P2 = \Phi^x(1,65-1,6)/0,034 - \Phi^x(1,55-1,6)/0,034 = \Phi^x(1,47) + \Phi^x(1,47) = 0,47 + 0,47 = 0,94$$

$$P3 = \Phi^x(0,1-0,05)/0,02 - \Phi^x(0,0026-0,05)/0,02 = \Phi^x(2,5) + \Phi^x(2,37) = 0,49 + 0,491 = 0,98$$

$$P4 = \Phi^x(75-65)/7 - \Phi^x(53-65)/7 = \Phi^x(1,42) + \Phi^x(1,76) = 0,42 + 0,464 = 0,88$$

$$P5 = \Phi^x(10-5)/3,2 - \Phi^x(3-5/3),2 = \Phi^x(1,56) + \Phi^x(0,625) = 0,44 + 0,34 = 0,78$$

$$P6 = \Phi^x(1,50-1,1)/0,13 - \Phi^x(0,93-1,1)/0,13 = \Phi^x(3,07) + \Phi^x(1,39) = 0,498 + 0,42 = 0,92$$

$$P7 = \Phi^x(0,02-0,007)/0,0022 - \Phi^x(0,005-0,007)/0,0022 = \Phi^x(6,5) + \Phi^x(0,91) = 0,5 + 0,32 = 0,82$$

$$P8 = \Phi^x(3,4-3,2)/0,5 - \Phi^x(3,0-3,2)/0,5 = \Phi^x(2) + \Phi^x(2) = 0,47 + 0,477 = 0,95$$

Таким образом, вероятность распространения результатов опытного поля на территории орошаемых земель Бухарской области

$$P = 0,84 \cdot 0,94 \cdot 0,98 \cdot 0,88 [1 - (1 - 0,78)(1 - 0,92)] [1 - (1 - 0,82)(1 - 0,95)] = 0,556$$

Получены такие же результаты по опытному участку фермерского хозяйства «Содик Зафар Саховати».

Таким образом, результаты исследований можно распространить на 56,6 % площади орошаемой зоны Бухарской области.

$$F_p = F_{\text{общ}}^H \cdot P = 274,9 \cdot 0,566 = 155,6 \text{ тыс. га}$$

где $F_{\text{общ}}^H$ - общая площадь равная 274,9 тыс. га (2013 год).

Выводы по I главе:

1. Выяснено из обзора литературы, что вопрос водосбережения диктует мобилизацию всех сил специалистов водного хозяйства и орошаемого земледелия на использование перспективных и достаточно апробированных способов и технологий орошения. Учитывая нарастание дефицита водных ресурсов в Центральной Азии, в частности в Бухарской области с условиями среднего залегания грунтовых вод, необходимо совершенствовать технику полива, включая водосберегающие приемы орошения с применением полимер – полимерного комплекса.

2. Установлено, что имеющиеся разработки по совершенствованию элементов техники полива с использованием полимеров, применяемые для полива на склоновых участках непригодны для поливов на малоуклонных землях. Применение полимер-полимерных комплексов, получаемых комплексобразованием, могут решать ряд вопросов по совершенствованию техники и улучшению эксплуатационных характеристик полива хлопчатника.

3. Проведен анализ методического расчета элементов техники бороздкового полива. Выяснено, что разнообразие рекомендаций при выборе элементов техники бороздкового полива и наличие в них противоречий приводит к существенным недостаткам: снижению производительности работы поливальщиков и эффективности использования поливной техники, уменьшению КПД техники полива, КЗИ, урожайности и т.д.

4. Предложена разработка оптимальных сочетаний элементов техники бороздкового полива водосберегающими способами через противодиффузионные экраны на основе полимер – полимерного комплекса, что и является актуальной проблемой.

5. Предложено, для сохранения влажности в условиях легких почв проведение поливов через экраны на основе полимер – полимерного

комплекса на поверхности и на полях с экраном в глубине почв, способствующие сокращению потерь влаги на испарение с поверхности и из глубины почв, уменьшению глубинной фильтрации на 20-25 % (принят диапазон влажности 0,65-0,7НВ).

6. Установлено, что результаты исследований можно распространить на 56,6 % площади орошаемой зоны Бухарской области, которая составляет 155,6 тыс. га орошаемой площади.

ГЛАВА 2. ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ ОБЪЕКТА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ, ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Фермерское хозяйство “Содик – Зафар Саховати” расположено на южно – восточной стороне Гиждуванского района Бухарской области под управлением ирригационной системы “Тошработ-Жилвон”. Орошаемые поля Гиждуванского района занимают равнины левого берега нижнего течения реки Зарафшан и от южной и восточной стороны ограничиваются коллекторами Шураарык.

Общая площадь фермерского хозяйства составляет 66,7 гектаров, уклон полей малоуклонный и колеблется в интервале 0,0013 – 0,0023.

2.1. Климатические условия

Климат Бухарской области характеризуется холодной зимой и солнечным летом, обилием тепла и света, где очень мало осадков и осадки составляют 113 мм в год. Основная масса осадков приходится на промежуток октябрь - май (70-75%), остальная часть на апрель – июнь.

Влажность воздуха меняется в невегетационный период 50-90%, а в вегетационный период до 25 %.

В январе средняя температура составляет от 0⁰ до 2⁰С, абсолютно минимальная температура – 26⁰С.

В июле средняя температура воздуха составляет на равнинах 27⁰-30⁰С тепла, максимальная температура достигает 45-47⁰ С. гача етади. Суммарная температура (>10⁰С) равняется 4800-5000⁰ С. Повышенная температура и низкая влажность воздуха вызывает гармсельные ветры. Эти ветры продолжаются в течении 3 месяцев. Ниже приводится таблица 2.1.1. характеризующая климатические изменения фермерского хозяйства “Содик – Зафар Саховати”.

Таблица 2.1.1.

**Климатические показатели фермерского хозяйства
“Содик –Зафар Саховати”.**

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура воздуха, °С	- 2,1	- 5,4	1,8	10,6	22,0	24,6	27,2	25,4	20,1	12,2	6,8	- 1,6
Относительная влажность воздуха, %	90	79	66	48	36	32	25	24	34	45	50	84
Влажнедостаточность, мм.	1,1	2,4	4,0	8,3	15,2	21,2	23,4	20,2	14,4	7,8	3,1	1,6
Количество осадок, мм.	16	15	26	12	8	3	1	1	1	2	11	17

Максимальная относительная влажность составляет 90% в январе и минимальная – 24-25% в июль - августе. Наиболее недостаточная влажность воздуха наблюдается в июне-июле – 21,2-23,4 мм и в январе-марте – 1,1-4,0 мм.

2.2. Геологические и гидрогеологические условия

Геологический состав земель хозяйства образован впоследствии огромного количества многолетнего притока песка, глины и разных пород из реки Зарафшан. Толщина таких образований доходит до 40 – 60 м и по гидрогеологическим условиям усложняет отток подземных вод.

Исследуемая территория имеет единый водоносный горизонт в четвертичных отложениях. Водовмещающими породами являются супеси, суглинки, пески, гравийно-галечниковые отложения. Направление грунтового потока на запад и юго-запад. Грунтовые воды питаются за счет потерь из оросительной сети, инфильтрации с полей орошения и за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также подземного притока.

Грунтовые воды расходуются в коллекторно-дренажные сети, подземный отток, испарение и транспирацию растениями.

Уровень подземных вод достигает 2,5 – 3 м глубины во время зимнего периода и поднимается до 1,5 м во время весенних дождей. Почва слабо засоленная и во время промывки минерализация подземных вод достигает 3-4 г/л.

Величина уклона колеблется в пределах 0,0013 – 0,0023. Абсолютные отметки земной поверхности находятся в пределах 352-372 м относительно уровня моря.

2.3. Почвы и источники орошения

Геоморфологические и гидрогеологические, а также климатические условия фермерского хозяйства обусловили формирование почв ряда серо-бурых. Сероземы развиваются на слоистых суглинистых отложениях, подстилаемые на глубине 0,5-0,4 м гравийно-галечниковыми отложениями. Почвы постоянно или периодически увлажняются восходящими капиллярными токами влаги от зеркала грунтовых вод.

Почвогрунты характеризуются следующими показателями:

- слабозасоленная почва, содержанием хлор-иона ниже 0,04 % при плотном остатке – 0,3-1%;
- высокой карбонатностью – 10-21%;
- содержанием гумуса – 2,4% (1,1-3,3%);
- отсутствием гипса по профилю – 0,2-0,3%.

Мощность покровных суглинков составляет 1,1-3,0 м. По качеству и степени потенциального плодородия на массиве преобладают почвы высокого качества со сниженным плодородием на 25-30 %. Бонитет – 52-60 баллов.

Почвенный покров территории фермерского хозяйства представлен сероземными, сероземно-луговыми, луговыми почвами, которые сформированы на слоистых аллювиальных отложениях. Почвы объекта исследований являются тяжелосуглинистыми. Агрохимический состав почв беден: гумуса – 0,6-0,1%, азота – 0,03-0,01%, доступного фосфора для

растений – 9-3 мг на 100 граммов почвы, калия – 2,1-3,1%, объемная масса в почвогрунте варьирует от 1,43 до 1,49 т/м³.

Орошаемые земли достаточно водообеспечены. Качество используемой воды хорошее: вода пресная, плотность остатка изменяется от 0,4 летом до 0,5 г/л зимой. Общая жесткость от 5,8 до 7,3 мг/экв.

2.4. Характеристика опытных участков. Методика проведения исследований

Процесс полива по бороздам – очень сложное явление, на которое влияют многочисленные факторы: динамичность впитывания воды в почву, разная степень увлажнения по длине борозды, изменчивость впитывания от одного полива к другому и под влиянием агротехнических мероприятий, изменчивость шероховатости поверхности борозд и т.д.

Многочисленность факторов и разнообразие условий предопределяет дифференцированность сочетаний элементов техники полива. Все факторы, влияющие на полив, имеют коррелятивные связи между собой, и носят стохастический характер. Поэтому есть смысл говорить о наиболее вероятных рациональных их комбинациях.

Задачей исследований в данных условиях является полив хлопчатника водосберегающими способами через экраны на основе полимер – полимерного комплекса в целях совершенствования технологии систем бороздкового полива. В этой связи очень кстати создание математической модели, имитирующей поливы по бороздам через поверхностный экран. Достоверность результатов исследований подтверждается численным методом и программными средствами для компьютерной реализации математической модели задачи [16; с.24-28], составленной автором данной работы.

Полевые эксперименты проводились в период 2012-2014 гг. на полях фермерского хозяйства «Содик - Зафар Саховати» Гиждуванского района

Ташкентской области. Опытный участок площадью 1,0 га и контрольный участок площадью 1,3 га. Также в 2015-2017 гг. были проведены полевые опыты внедренческого характера на полях фермерского хозяйства «Омад Келажак Барака» Уртачирчикского района Ташкентского вилоята, на берегу «Ташкентского моря» в условиях легких почв при глубоком залегании грунтовых вод в рамках прикладного гранта КХА –7- 033 – 2015 на тему «Снижение потери эффективности минерализации почв при поливах хлопчатника, с применением экранов на основе полимер - полимерного комплекса».

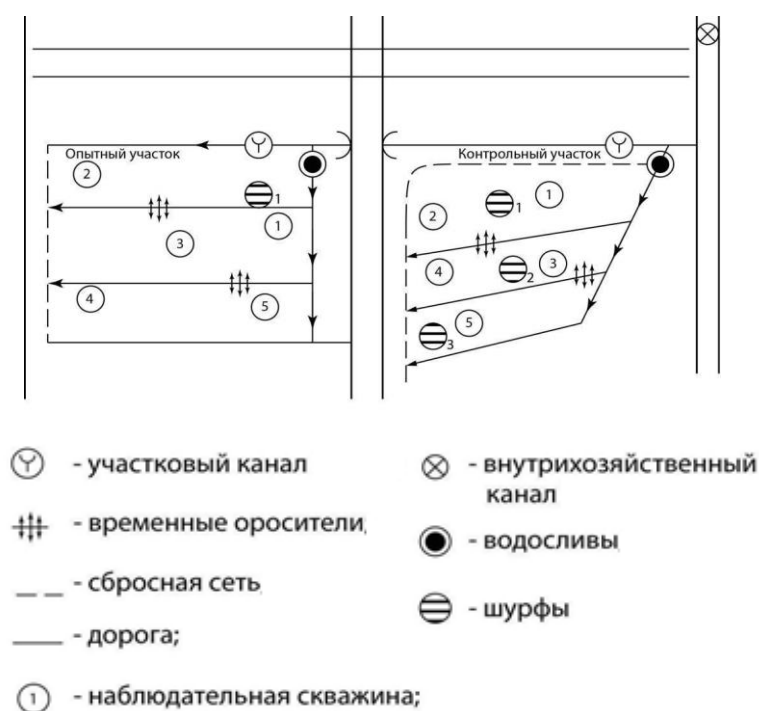


Рис. 2.4.1. Схема опытных и контрольных участков.

Динамика грунтовых вод при поливах хлопчатника изучалась по наблюдательным скважинам, представляющим собой трубы диаметром 0,05 м с отверстиями, длиной 15 м (см. рис. 2.4.1). Для анализа почв по слоям на опытном участке были отрыты три шурфа глубиной до 1,4м. Результаты анализа приводятся в последующих разделах. Для учета подаваемой на поля воды были установлены водосливы Чиполетти и Томсона, а также

использовались водомерные рейки. Уровень грунтовых вод изменялся по годам. За 2012-2014 годы исследований среднегодовые показатели уровня возросли, увеличилась амплитуда колебаний по месяцам. На рисунке 2.4.2. показано изменение уровня грунтовых вод в 2013 году по трем скважинам.

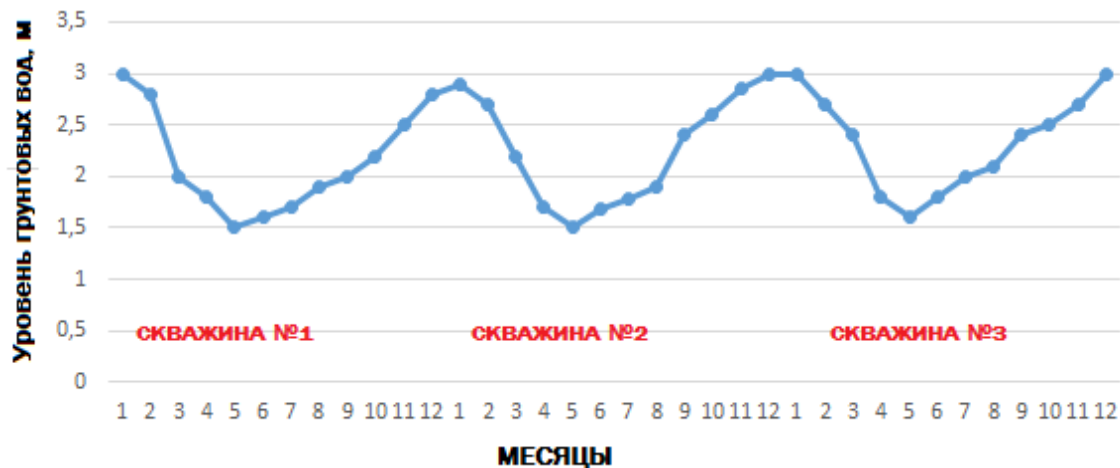


Рис. 2.4.2. Среднемесячные уровни грунтовых вод в хозяйстве «Содик – Зафар Саховати» по трем скважинам в 2013г.

Опытные исследования состоят из трех частей. В первой части исследований проводились лабораторные опыты, где изучалось влияние экранов из ППК на фильтруемость почвы типа тяжелые суглинки. Экраны были созданы на первой половине в опыте №1 и в опыте №2 в 1/3 начальной части. На основании лабораторных исследований, во второй части исследований проведены деляночные опыты, затем полевые исследования-поливы водосберегающими способами, в каждую борозду и переменной струей. При каждом способе поливы производились по поверхностному экрану на основе полимер – полимерного комплекса, заложенному на первой половине и в 1/3 начальной части борозды.

В третьей части исследований проводились такие же опыты, только на полях с внутрипочвенным экраном, созданным с использованием полимер –

полимерного комплекса. Поливы при этом проводились непрерывной струей и дискретным методом, исключая сбросы воды в конце поля.

Среди существующих вариантов полива с дискретной технологией, вариант водоподачи с постоянной длительностью импульсов и соответствующих им пауз наиболее прост и эффективен, что нами и было выбрано при исследованиях.

Для разработки рационального режима полива хлопчатника необходимо проводить поливы при влажности почв 0,65–0,70НВ по схеме полива 1х2х1 планируя до цветения, в фазу цветения-плодообразования и в фазу созревания хлопчатника.

В процессе исследования необходимо изучение эксплуатационных характеристик поливов, проводимых с внедрением водосберегающих технологий [50]. Этими характеристиками являются равномерность распределения увлажнения по борозде «DU»(%) и эффективность использования поливной нормы « E_a »(%), определяемые по следующим формулам:

$$DU = \frac{Z_{eg}}{Z_{avg}} 100\% \quad (2.4.1)$$

и

$$E_a = \frac{Z_{reg}}{D} 100\% \quad (2.4.2)$$

где Z_{eg} – средний слой(мм), впитавшийся на нижней четверти поля; Z_{avg} – средний слой воды, впитавшийся на всем поле(мм); Z_{reg} – средний слой воды (мм), оценивается из полевых измерений влажности почвы перед и после поливов, используемых также для расчета дефицита почвенной влаги SMD(мм) в корнеобитаемой зоне (0,7м) и определяется по формуле А.А. Роде [63]:

$$Z_{reg} = (\beta_{max} - \beta_{min}) gH \quad (2.4.3)$$

где β_{max} и β_{min} – предполивная и послеполивная влажность почв, соответствующие оптимальному максимальному и минимальному пределу влажности расчетного слоя «Н»; g – объемный вес почвы, г/см³.

Средний слой(мм), поданный на орошаемую площадь при поливах определяется по формуле:

$$D = \frac{60qt_{co}}{IS} \quad (2.4.4)$$

где q – расход воды, л/с; t_{co} – общее время водоподачи, мин; l – длина борозды, м; S – ширина междурядья, м.

При проведении полевых исследований приняты методики ИСМИТИ с четырехкратной повторностью.

2.5. Водно-физические свойства почв

Для изучения водно-физических свойств почв на опытном участке на полях УНЦ ТИИИМСХ были заложены шурфы, по которым были определены данные исследований до глубины 1,0 м (см.табл2.5.1). Результаты исследований показали, что плотность почвы зависит от массы веществ, составляющих рыхлые слои почвы в природном состоянии, от их сложения и гумусности.

Объемная масса почвы, в среднем, 1,60т/м³,удельная масса почвы– 2,70т/м³. Естественная влажность почвы колеблется от 18,5 до 23,7 % по слоям в различные периоды года. По данным таблицы 2.5.1 видно, что плотность почвы в пахотном горизонте до 0,58 м составляет 1,53-1,63 т/м³. В нижних слоях она однородна – 1,63-1,68 т/м³. Наименьшая влагоемкость почв в слоях 0-100 см, в среднем 20,2 % от массы сухой почвы. Объемная масса почвы (т/м³) определялась по методике с помощью цилиндров с высотой 18 см и диаметром 10 см.

Таблица 2.5.1.

Водно-физические свойства почвы типичного серозема.

Слой почвы, см	Объемная масса, т/м ³	Удельная масса, т/м ³	Влажность, % к объему		Порозность общая, %	ППВ в % (НВ к массе почвы)
			Естественная	Полевая		
0-20	1,53	2,71	18,5	16,4	48,0	18
20-32	1,57	2,72	20,6	17,1	46,0	19,3
32-58	1,63	2,69	23,7	20,2	45,0	21,1
58-99	1,68	2,69	21,2	20,5	44,0	22,4
Среднее						
0-100	1,60	2,70	21,0	18,5	45,8	20,2

Наименьшая влагоемкость почвы определялась методом залива площадок размером 5x5 м² с четырехкратной повторностью измерений влажности. Данные, приведенные в таблице 2.5.1, показывают, что почвы обладают высокой водоудерживающей способностью и соответствуют поверхностному поливу с относительно высокими поливными нормами и с длительными межполивными периодами.

Таблица 2.5.2.

Результаты механического анализа почв.

Глубина разреза, см	Вес фракции в %%									Примечание
	>0,25	0,25 -0,1	0,1- 0,05	0,05 - 0,01	0,01- 0,005	0,005 - 0,001	<0,00 1	Физическая глина	Пе- сок	
Механический состав										
10	16,0	1,0	23,0	31,8	10,2	9,4	8,6	28,2	71,8	
30	9,0	0,5	29,7	33,3	8,6	10,1	8,8	27,5	72,5	
50	9,0	0,5	34,2	26,9	7,5	13,1	8,8	29,4	70,6	
Микроагрегатный состав										
10	16,0	1,0	18,2	39,0	9,5	11,6	4,7			
30	13,0	0,5	25,3	38,8	8,0	10,0	4,4			
50	13,0	1,0	29,6	29,3	8,7	13,2	5,2			

Таблица 2.5.3.

Механический состав почвы типичного серозема.

Слой почвы, см	Вес фракции в процентах								Оценка по Качинскому
	1-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	сумма 0,01	
0-20	-	0,4	9,2	57,9	12,1	14,0	6,4	32,5	Тяжелый суглинок
20-32	-	0,4	0,7	54,1	16,5	6,4	15,8	38,8	Тяжелый суглинок
32-58	-	0,4	9,9	49,0	14,0	14,6	12,1	40,7	Тяжелый суглинок
58-99	-	0,7	8,3	49,0	15,3	14,6	12,1	42,0	Тяжелый суглинок

Механический состав почвы по фракциям оценен в разрезе на глубину до 0,5 м для типичного серозема на опытном участке «Содик – Зафар Саховати» (см.табл. 2.5.2) и в фермерском хозяйстве «Омад Келажак Барака» (см.табл. 2.5.3), где представлены результаты исследований.

Из таблицы 2.5.2 видно, что на глубине до 0,37-0,5 м преобладают мелкие фракции с диаметрами частиц 0,01-0,005 мм.

Влажность почв определяется термостатно-весовым методом (ТВМ) и с помощью электронного влагомера [12], разработанным автором. Принцип работы ТВМ заключается в высушивании образцов почвы в термостате при температуре 105°C в течение 14 часов, взвешивании массы почвы до и после высушивания:

$$\beta = \frac{B - B_1}{B_1} 100\% \quad (2.5.1)$$

где, β – влажность почвы, % от массы сухой почвы; B – масса почвы до высушивания, г; B_1 – масса почвы после высушивания, г.

Сущность предлагаемой методики измерения влажности почв с помощью электронного влагомера заключается в использовании твердотельных сорбционных датчиков влажности. Конструктивно

сорбционные датчики влажности состоят из влагочувствительного слоя, подложки, электродов, соединяющих влагочувствительный слой с электрической схемой.

Принцип работы заключается в том, что частицы воды, попадая на влагочувствительный слой, образуют непрочное соединение с веществом, изменяя электрические свойства сорбционного вещества, в результате на выходе измерительной схемы формируется электрический сигнал.

Методика определения влажности с помощью предлагаемого влагомера отличается от существующих тем, что влажность почвы можно измерить сразу с опусканием датчика, установленного в трубу с острием (зонд), прикрепленным в выходной части, на необходимую глубину, пробуренную заранее с помощью почвенного бура или введением зонда.

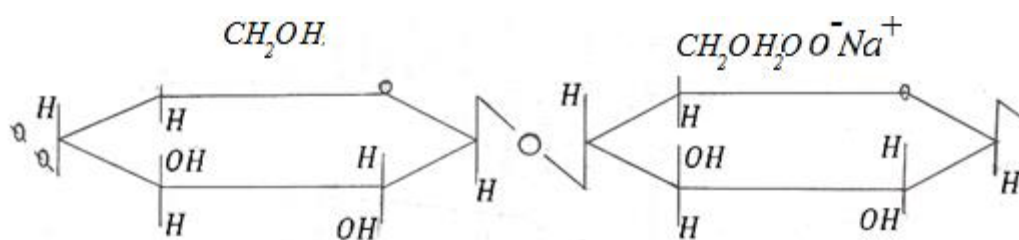
2.6. Создание противофильтрационных экранов с использованием полимер - полимерных комплексов при поливах хлопчатника

Для проведения исследований на орошаемых площадях выбираем полимеры, обладающие свойствами резкого увеличения водопрочности макроструктуры почвы, снижения дефицита органических веществ, которые являются последствием ирригационной и ветровой эрозии, а также снижения эродированности почв и способствующие повышению урожайности хлопчатника.

В настоящее время для проведения наших исследований взаимодействия почвы с полимер - полимерными комплексами – структурообразователями, теоретические аспекты были разработаны недостаточно, вследствие которых возникла необходимость проведения лабораторных, вегетационных и полевых опытов по выбору наиболее перспективных и относительно низкой себестоимостью полимерных материалов.

Учитывая свойства почв были применены для получения полимеров в комплексе следующие полимерные материалы:

Карбоксиметилцеллюлоза. Образцы карбоксиметилцеллюлоза Наманганского химического завода были выбраны в качестве основного объекта исследования. Фрагмент строения макромолекулы, полученные методом гетерогенной твердофазной тарификацией сульфитной древесной целлюлозы монохлоруксусной кислотой карбоксиметилцеллюлоза (ГОСТ 5,588-79) со степенями замещения (СЗ) 70 и полимеризации (СП) 400 можно представить следующим образом [55; с.386-390]:



Карбоксиметилцеллюлоза - слабая поликислота, константа диссоциации ее зависит от СЗ. При изменении СЗ от 0,1 до 0,8 константа диссоциации изменяется от $5,25 \cdot 10^{-7}$ до $5 \cdot 10^{-5}$ [74]. На практике, в основном, карбоксиметилцеллюлоза используется в виде натриевой соли (здесь и везде Na-КМЦ).

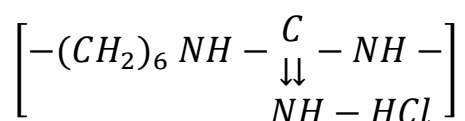
Мочевиноформальдегидная смола. Как описывалась выше, для проведения лабораторных исследований использовали мочевиноформальдегидная смола, полученную в присутствии аммиака [58]. В работе для практических целей использовались промышленные образцы мочевиноформальдегидных олигомеров марки КФЖ (карбамидно-формальдегидная жизнеспособная смола) и КФМТ (карбамидно-формальдегидная малотоксичная смола), представляющие собой 60-70%-ный раствор [55; с.388-389]. Продукты конденсации мочевины и формальдегида КФЖ и КФМТ имеют следующие физико- химические данные по сертификату №1004 (см. табл.1.3.1).

Таблица 1.3.1.

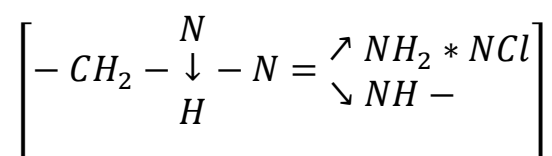
Физико-химические характеристики КФЖ и КФМТ

Характеристика	Показатели
Внешний вид	Однородная суспензия от белого до светло – желтого цвета без посторонних включений
Время желатинизации: а) при 373 К в секунду б) при 293 К в часах	45-70 10
Концентрация водородных ионов (рН)	7-8,2
Смешиваемость смолы с водой при 2001 ⁰ С в соотношении по объему 1:2	Полная
Показатель преломления	1,463
Удельный вес, г /см ³	1,28
Вязкость по ВЗ – 4 при 293 К/с	25-60
Содержание свободного формальдегида, %	Не более 1

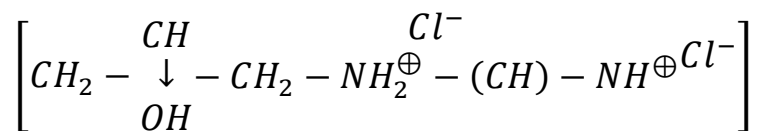
Полигексаметиленгуанидин (ПГМГ). В исследованиях применяли образцы ПГМГ со степенью полимеризации - 400 со следующей структурой [74]:



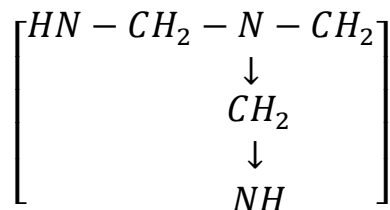
Полиметиленаминогуанидин (ПМАГ). ПМАГ получен по методике [53] со степенью полимеризации – 20 со следующей структурой:



Олигомер, полученный на основе дихлоргидрина с гексаметилин диамином (ДХГ – ГМ). ДХГ – ГМ был получен в Ташкентском химико – технологическом институте путем полимеризации дихлоргидрина с гексаметилин диамином [58; с.86-96]:



Полиэтиленимин (ПЭИ). В работе применяли разветвленный ПЭИ марки «Polymin P» (ФРГ) со среднемассовой молекулярной массой 60000.



Поликомплексы, как и в других исследованиях, получаем путем смешения готовых поликомпонентов в общем растворителе [13; с.43-44]. Физические и химические свойства поликомплексов существенно отличаются от свойств исходных полимеров, соответственно, они характеризуются определенным составом. Даже в разбавленных растворах кооперативные системы межмолекулярных связей обуславливают высокую устойчивость поликомплексов, но при некоторых условиях (температура, реакционная среда) их можно разрушить частично или полностью.

Сшитые нерастворимые продукты часто образуются при полимеризации полифункциональных мономеров. Получение растворимых олигомеров или так называемая матричная полимеризация таких мономеров является наиболее практичным способом получения полимер – полимерного комплекса. Мочевиноформальдегидная смола является таким дешевым полимером для использования в качестве компонентов полимер – полимерного комплекса. Обычно нерастворимая и поэтому единственным способом ее включения в полимер – полимерном комплексе является матричная конденсационная полимеризация исходного мономера, либо растворимого олигомера на специально подобранных макромолекулярных матрицах [74; с.30-32].

Рассмотрим исследования особенностей мочевиноформальдегидной

смолы мочевиноформальдегидной смолы с карбоксиметилцеллюлозой и их взаимодействия, а также некоторые свойства полученных полимер – полимерных комплексов.

От исходного соотношения матрицы и мочевиноформальдегидная смола в реакционной системе состав конечного продукта матричной реакции зависит от того, что на какой стадии остановлен процесс. Надо отметить, что от pH реакционной среды зависит структура полимер – полимерного комплекса и следовательно строение цепей мочевиноформальдегидной смолы.

Итак, разнообразные композиционные материалы из одних и тех же полимеров путем матричной полимеризации можно получить, варьируя состав реакционной среды, матрицы и исходное соотношение МФС.

Композиты или гидрогели, состоящие на основе полимер – полимерного комплекса мочевиноформальдегидная смола + карбоксиметилцеллюлоза и избытка матрицы карбоксиметилцеллюлозы способны поглощать от 300 до 600 объёмов воды на один объём сухого композита.

Благодаря имеющимся в образующейся системы полимерного комплекса карбоксиметилцеллюлоза + мочевиноформальдегидная смола, у них достаточно прочным ионным связям между составляющими их компонентами являются весьма устойчивыми в нейтральных и слабощелочных средах. Учеными установлено, что с понижением кислотности среды растет количество полимер - полимерных связей, стабилизирующих полимер – полимерный комплекс [74,58] и это объясняется так же за счет появления дополнительных водородных связей.

На рисунке 2.6.1. представлена схема процесса матричной поликонденсации мочевины и формальдегида в присутствии карбоксиметилцеллюлозы [58]. В первичном растворе матрицы образуется гель, т.е. набухший в воде композит (а). В процессе матричной реакции полимер – полимерного комплекса образуется мочевиноформальдегидная

смола + карбоксиметилцеллюлоза и избыток карбоксиметилцеллюлозы, (см. рис 2.6.1 (б)). Композит со временем обогащается полимер – полимерным комплексом и при исчерпании свободной матрицы в реакционной системе остаётся только набухший в воде полимер – полимерный комплекс (см. рис 2.6.1 (в)). В дальнейшем поликонденсации формируется композит, состоящий в основном из полимерного комплекса и мочевиноформальдегидной смолы (см. рис 2.6.1 (г)) [58; с. 64].

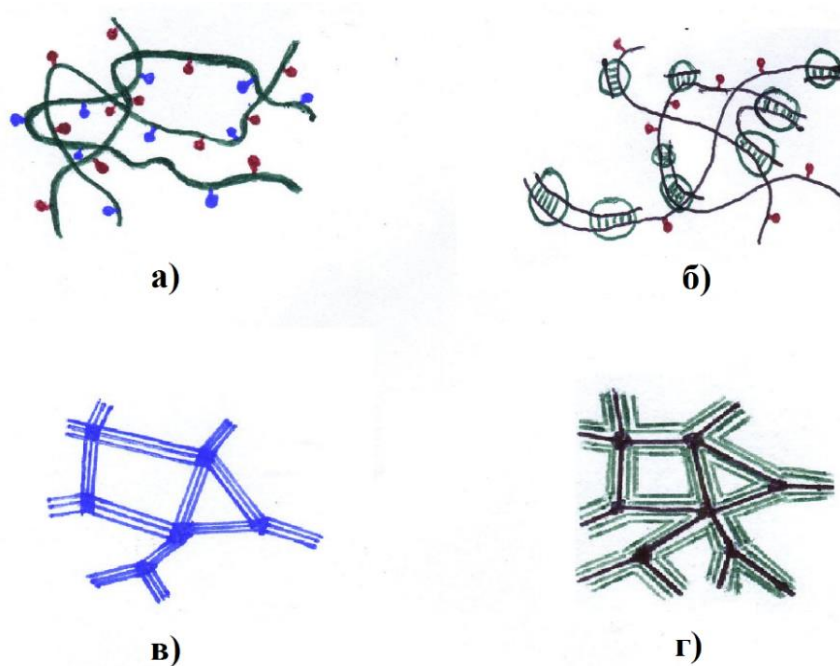


Рис. 2.6.1. Схема формирования продуктов при матричной поликонденсации мочевины и формальдегида в присутствии карбоксиметилцеллюлозы: а-умеренно концентрированный раствор матрицы; б-гелеобразование (композит, включающий полимер – полимерный комплекс и избыток матрицы карбоксиметилцеллюлозы); в-стехиометрический полимер – полимерный комплекс мочевиноформальдегидная смола + мочевиноформальдегидная смола; г-композит, включающий ППК и избыток мочевиноформальдегидная смола.

Как мы знаем [35; с. 86-96, 52, 79; с.73-79], что в полимер – полимерных идеально комплементарных системах образуется более 25% дефектных участков, в которых разнородные звенья макромолекул разобщены и если учитывать, что карбоксиметилцеллюлоза - жесткоцепная макромолекула и плотность ее зарядов намного выше, чем у мочевиноформальдегидной смолы, то в условиях проведения эксперимента при комплексообразовании неизбежно образование дефектных участков.

Строение комплексной макромолекулы водорастворимого полимер – полимерного комплекса, получающегося при этом нужно рассматривать как последовательность связанных достаточно протяженных гидрофобных и гидрофильных блоков.

Далее рассмотрим к чему приводит варьировка структуру полимерных комплексов карбоксиметилцеллюлоза + мочевиноформальдегидная смола , изменяя соотношение карбоксиметилцеллюлозы и мочевиноформальдегидная смолы и получать таким путем продукты с широким диапазоном физико-химических и механических свойств и получены разнообразные образцы полимер – полимерного комплекса карбоксиметилцеллюлоза + мочевиноформальдегидная смола, которые в дальнейшем всесторонно исследованы комплексными методами и для оценки их эксплуатационных характеристик они были подвергнуты различным испытаниям.

При изучении механической прочности при разрыве пленок полимер – полимерного комплекса по результатам показывают сложный характер изменения значения прочности с изменением соотношения взаимодействующих компонентов. Добавленное в начале карбоксиметилцеллюлоза в состав мочевиноформальдегидной смолы приводит к росту механической прочности пленок. При эквивалентном составе взаимодействующих компонентов достигается максимальное значение механической прочности. Увеличение далее содержания

карбоксиметилцеллюлоза в пленках в конце приводит к некоторому снижению механической прочности. Это явление объясняется в следующем виде: очевидно, частицы поликомплекса образуют одну область, а химически не связанные макромолекулы карбоксиметилцеллюлозы - вторую.

Макромолекулы карбоксиметилцеллюлозы в условиях получения полимер – полимерного комплекса находятся в состоянии статистического клубка. Это возможно, так как в образце наблюдаются две области, первая из них насыщена частицами поликомплекса, вторая-избыточным количеством клубков карбоксиметилцеллюлозы. Однозначно, увеличение доли мочевиноформальдегидной смолы тоже приводит к возникновению гетерогенной структуры, которая состоит на основе полимер – полимерного комплекса и избытка мочевиноформальдегидной смолы. Матрица карбоксиметилцеллюлозы контролирует поликонденсацию мочевиноформальдегидной смолы, поэтому избыток мочевиноформальдегидной смолы не образует самостоятельного продукта конденсата. Образовавшаяся мочевиноформальдегидная смола отличается от мочевиноформальдегидной смолы, полученной без карбоксиметилцеллюлозы, о чем свидетельствуют данные, приведенные в [42; с. 5-23]. В результате всего вышесказанного можно заключить, что механическое напряжение распределяется неоднородно, которое естественно, приводит к уменьшению механической прочности.

Зависимость коэффициента водопроницаемости пленок полимер – полимерного комплекса и их композитов на основе карбоксиметилцеллюлозы и мочевиноформальдегидная смола по воде изучали по скорости протекания воды через пленку, по известной методике [75; с.30-32].

Как видно, водопроницаемость пленок с увеличением содержания мочевиноформальдегидной смолы, до эквивалентного состава уменьшается, а дальнейший рост мочевиноформальдегидной смолы обуславливает

возрастание коэффициента водопроницаемости. Ранее было установлено, что водопроницаемость полимер - полимерных пленок зависит от гидрофильности, плотности упаковки макромолекул и от числа поперечных связей. Следовательно, наблюдаемое минимальное значение карбоксиметилцеллюлозы при эквимольном составе карбоксиметилцеллюлозы и мочевиноформальдегидная смола связано с образованием наибольшего числа межмолекулярных связей между реагирующими компонентами и плотной упаковкой образованных глобулярных частиц полимер – полимерного комплекса [74]. Повышение коэффициента проницаемости пленок с избытком одного или другого компонента будет связано процессом разрыхления и образования гетерогенной(пористой) структуры. Этому явлению способствуют наличие избыточных гидрофильных функциональных групп карбоксиметилцеллюлоза и МФС в системе.

Делая выводы из полученных результатов исследования следует, что при изменении рН среды и соотношения составляющих компонентов в полимер – полимерном комплексе происходят значительные структурные превращения, обусловленные ионными и водородными связями. Благодаря этим связям не только возможно получать полимер – полимерный комплекс, но и можно управлять такими свойствами, как водопроницаемость, пористость и деформационно-прочностные свойства в водных средах. А это, в свою очередь, позволяет вести процесс целенаправленно и получать материалы (например, пленки полимер – полимерного комплекса) с заданными свойствами для медицины, сельского и водного хозяйства [58].

Применение в сельском и водном хозяйстве полимер-полимерных комплексов в составе карбоксиметилцеллюлоза +МФС имеет огромное значение, потому что полимеры в комплексе имеют большое преимущество перед другими известными полимерами ввиду их высоких закрепляющих

способностей. Впоследствии достигается как технологическая, так и экономическая польза их использования для решения множества агрофизических задач и вопросов мелиорации.

Отмеченные выше сорбционные и набухающие свойства, а также благоприятные значения коэффициента проницаемости пленок на основе полимер-полимерных комплексов дают возможность применения их для создания противofильтрационных экранов, в качестве водосберегающих устройств при бороздковом поливе хлопчатника [19; с.43-45].

На время проведения опытных исследований по бороздковым поливам хлопчатника водосберегающим способом с использованием полимер – полимерного комплекса для создания противofильтрационных экранов неоспоримое значение имеет состав поликомплеса в зависимости от водопроницаемости.

Учеными изучалась скорость протекания воды через противofильтрационный экран на основе поликомплеса. Экран (пленку) зажимали между шлифованными торцами двух заполненных дистиллированной водой камер, снабженных резиновыми прокладками.

Коэффициент водопроницаемости рассчитывали по формуле [47]:

$$k = \frac{V}{9,81PSt}; \quad \frac{см}{с} \quad (2.6.1)$$

где V – объём протекаемой воды, $см^3$; S – площадь поверхности образца пленки, $см^2$; t – время, $с$; P – приложенное давление, $кг/см^2$.

Следует указать, что значение давления определяется экспериментально. Измеряя водопроницаемость пленок в зависимости от давления в пределах от 0 до $1кг/см^2$ установили, что значение водопроницаемости при давлениях выше $0,1кг/см^2$ не зависит от приложенного давления.

Величину удельной проницаемости (учитывающую толщину пленки) определяли по формуле [47]:

$$W = kd \quad (2.6.2)$$

где d – толщина пленки, см. (толщина пленки полимер – полимерного комплекса 100-150 мКм).

По результатам исследований определено, что значение коэффициента водопроницаемости для пленок полимер – полимерного комплекса карбоксиметилцеллюлоза + мочевиноформальдегидная смола С с линейно-разветвленной структурой выше, по сравнению с пленками полимер – полимерного комплекса с триазиновыми циклами в цепи мочевиноформальдегидной смолы [58].

Также изучалась зависимость водопроницаемости (W) от температуры и давления для определения механизма формирования потока воды через пленки на основе полимер – полимерного комплекса, полученных вышеописанным способом и была установлена их прямо пропорциональная зависимость между собой. Характеристические свойства пленок на основе полимер – полимерного комплекса указывают на то, что состав полимер – полимерного комплекса с участием структуры мочевиноформальдегидной смолы с триазиновыми циклами, способствующим увеличению его прочности и стойкости, можно применять для создания поверхностного противofiltrационного экрана, а с линейно-разветвленной структурой приводит к набуханию полимера и ее можно рекомендовать для создания внутрипочвенного противofiltrационного экрана.

Результаты лабораторных исследований доказывают высокую целесообразность широкого применения поликомплекса при поливах хлопчатника водосберегающими технологиями через противofiltrационный экран на поверхности и на полях с экраном на основе полимер – полимерного комплекса в глубине почвы. В результате проведения

поливов предлагаемым способами снижаются затраты труда (срок работы внутрипочвенного экрана не менее 4-х лет), повышается равномерность увлажнения (более быстрый добег) и уменьшается поверхностный сброс (доувлажнение уменьшенным расходом), вследствие которого достигается весомая экономия оросительной воды.

С учетом испытаний в полевых условиях, особенно, по изучению влияния поликомплексов на уменьшение испарения влаги с поверхности и из глубины почвы, а также на глубинную фильтрацию воды добивается путем создания поверхностных и внутрипочвенных экранов.

Нами разработан способ приготовления раствора полимер – полимерного комплекса для создания противofiltrационного экрана.

Для приготовления раствора полимер – полимерного комплекса был использован агрегат заменителя молока АЗМ–0,8 [11; с.75-78], предназначенного, обычно, для приготовления высокодисперсных эмульсий (см. рис.2.6.2).

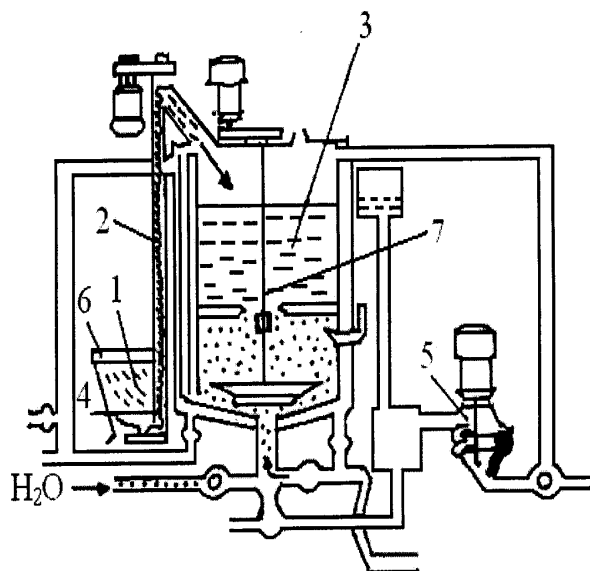


Рис.2.6.2. Схема агрегата АЗМ-0.8

1-приемный бункер; 2-вертикальный шнек; 3-внутренний корпус агрегата;
4-мешалка приемного бункера; 5- насос-эмульсатор; 6-сетка; 7-мешалка.

Для нанесения раствора полимер – полимерного комплекса на поверхность почвы применена с небольшим переоборудованием система, для внесения гербицидов, установленная на тракторе с сеялкой для посева хлопчатника с расходом 0,6-0,8 л/м². Мероприятие производится одновременно с опрыскиванием гербицидом на поверхность почвы во время сева хлопчатника, а также перед каждым поливом при нарезке борозд (см.рис.2.6.3).

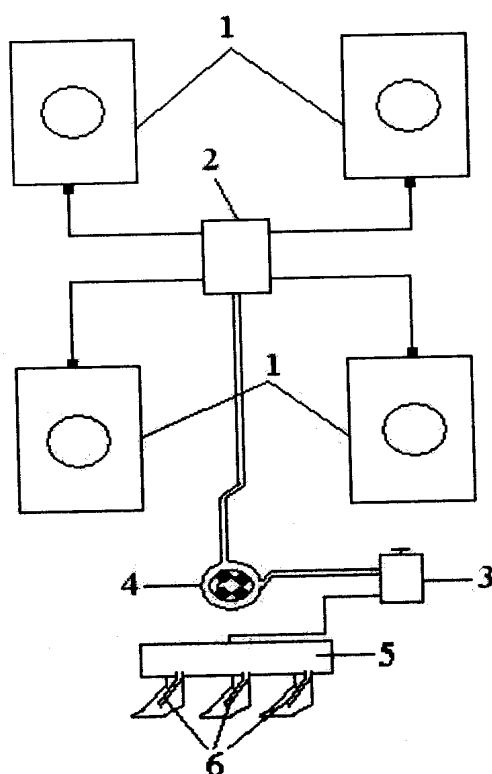


Рис.2.6.3. Схема агрегата нанесения интерполимерного комплекса

1-емкости; 2,5-распределители; 3-редуктор; 4- насос; 6- распылители.

В целях совершенствования техники и технологии орошения проводились исследования по внедрению водосберегающих способов на полях с внутрисочвенным экраном на основе полимер – полимерного комплекса [19; с.43-48]. В результате этого можно добиться увеличения КПД

и улучшения элементов техники полива, следовательно, снижаются поливные и оросительные нормы.

Нами был разработан агрегат для создания противофильтрационного экрана на глубине пахотного слоя почвы (35-40 см) и обоснованы его параметры [15; с.34-37].

Агрегат состоит из навесного плужного устройства, которое навешивается на трактор МТЗ-80 или другой трактор, предназначенный для пахоты.

С нижней стороны каждого отвала плужного устройства приварены трубки диаметром 15-20 мм, к которым прикреплены по два опрыскивателя марки Н 0590-30-16. Водный раствор полимер – полимерного комплекса подается к этим трубкам через шланги высокого давления, которые соединены с установленными на тракторе баком или цистерной для раствора (рис. 2.6.4, 2.6.5).

Давление жидкости создается компрессором и контролируется манометром, установленным в начале системы шлангов. Равномерность подачи воды определяется гидравлическим расчетом диаметров трубок и их длины [45; с.300-345].

Длина трубки определяется по формуле:

$$l_n = l_n^0 (n_k - 1) + 2 \cdot 0,05 = 0,30 \text{ м} \quad (2.6.3)$$

Расход воды в трубках:

$$q = q_0 n_k \quad (2.6.4)$$

где q_0 – расход поливного отверстия ; n_k – количество опрыскивателей.

Диаметры опрыскивателей:

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{q_0 10^{-3}}{v_{cp}}}, \text{ м} \quad (2.6.5)$$

где v_{cp} – фактическая скорость воды в трубке, м/с;



Рис. 2.6.4. Общий вид модели агрегата.

Условные обозначения

О – отвал плуга
 Опр. – опрыскиватели
 К – кран
 М – манометр
 Ш – шланг
 Б – бак для раствора
 L – длина трубки с опрыскивателями
 П – механизм для подъема и опускания отвала

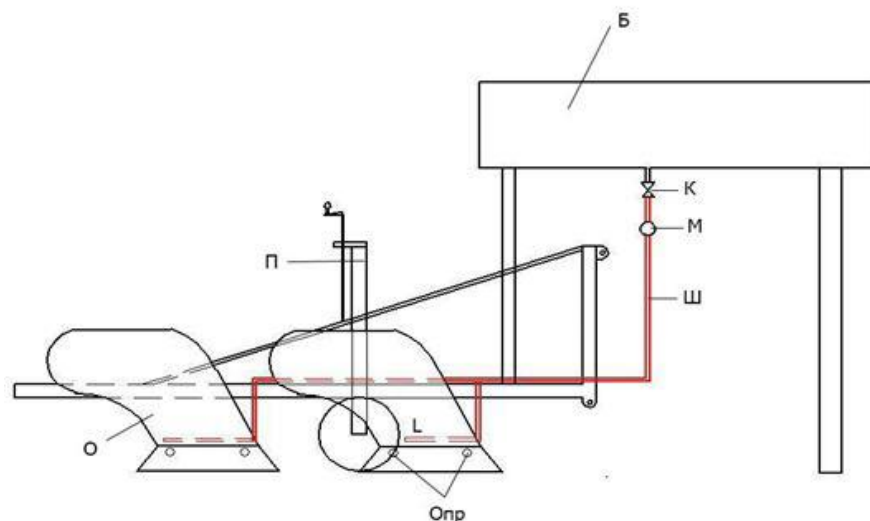


Рис.2.6.5. Схема агрегата

Одновременно с началом движения трактора опускается плужное устройство в почву и одновременно открывается кран для выпуска раствора

поликомплекса. После срезания пласта почвы отвалом на необходимой глубине, на поверхность почвы под давлением из опрыскивателей наносится раствор полимер – полимерного комплекса, для предотвращения блокировки дырок опрыскивателя следующим отвалом засыпается почвой. В результате, на глубине пахотного слоя почвы после высыхания (время высыхания 40-45 дней) образуется сплошной противофильтрационный экран в виде тонкой пленки [15; с.35].

Еще раз заметим, что описанная выше «мероприятие» проводится одновременно с самой вспашкой поля, осенью. Все остальное (сев хлопчатника и другие агротехнические мероприятия), независимо от этого, проводятся согласно установленным правилам агротехники. Нужно отметить, что при работе агрегата необходим подбор оптимального значения давления подачи раствора полимер – полимерного комплекса, создаваемого при помощи компрессора. Подбор давления осуществляется по степени опрыскиваний опрыскивателями, равномерно покрывая почву раствором, сохраняя ее структуру.

Проведенными опытами и испытаний установлено, что оптимальная величина давления при опрыскивании раствором составила от 0,4 до 0,6 Па. Это давление полностью обеспечивает создание противофильтрационного экранана основе полимер – полимерных комплексов на подпахотном слое почвы.

2.7. Математическая модель бороздкового полива с учетом противофильтрационных экранов на основе полимер – полимерного комплекса

Задачей данных исследований являлось проведением поливов водосберегающими приемами с применением полимер – полимерного комплекса добиться равномерности увлажнения по длине борозды, исчерпав

концевые сбросы оросительной воды. Необходимо при этом учесть расходы в борозду, уклон поверхности, водопроницаемость почвы и другие природные факторы.

Первые попытки описания процессов добегаания воды по борозде, а затем стекания накопившегося объема после прекращения подачи воды, используемые для расчетов элементов техники полива показали, что решения, приводимые на балансовых уравнениях [71], не отражают специфики предлагаемого полива, что требуется создание математической модели.

Математическое моделирование поверхностного полива основывается на уравнения Сен-Венана [45; с.385-388]:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(gQ)}{\partial x} + gF \frac{\partial h}{\partial t} + I v_l - gF(i_0 - i_f) = 0 \quad (2.7.1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial F}{\partial t} = I \quad (2.7.2)$$

Расход воды в борозду

$$Q = vF \quad (2.7.3)$$

где x – расстояние от створа; t – время; v – скорость течения; F – площадь сечения борозды; v_l – относительная скорость бокового притока (или оттока) инфильтрации I ; g – ускорение силы тяжести; i_0 – уклон борозды по течению; i_f – уклон трения.

Обычно для инженерных расчетов принимается эмпирическая формула:

$$i_f = \frac{g^2}{c^2 h} \quad (2.7.4)$$

где c - коэффициент Шези.

Уравнения (2.7.1) и (2.7.2) получены из общего уравнения Навье-Стокса [45; с.385-388] для несжимаемой жидкости усреднением двумерных уравнений для течения конечной ширины, по вертикальной координате

$$z = z_0 + h(t, x) \quad (2.7.5)$$

где, $h(t, x)$ - уравнение возмущенной поверхности, а в данном случае высоты наполнения борозды; Зная « h » можно вычислить площадь сечения борозды: $F = hb$ (b - ширина потока). Если подставить выражение « F » в формулу (2.7.1) и разделить на « b », то приходим к уравнению, общепринятому в задачах по течению жидкостей в бороздах. В таком случае Q - расход на единицу ширины и I - количество оттока в единицу времени на единицу ширины.

Необходимо отметить, что интенсивность инфильтрации « I » в общем случае зависит от глубины борозды и описывается уравнением переноса [42]:

$$\frac{\partial I}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} \left[k(t, z) \frac{\partial I}{\partial z} \right] \quad (2.7.6)$$

где z – координата по глубине слоя почвы, функция $k(t, z)$ отражает фильтрационные свойства почвы.

Для многих практических задач « I » постоянна. Для суммарной инфильтрации на единицу длины борозды принимают эмпирическую формулу, например, уравнение Костякова [47; с.85-86]:

$$Z = k\tau^\alpha + \mathcal{G}_I \tau \quad (2.7.7)$$

где τ – эффективное время впитывания; α и k – эмпирические параметры; $\mathcal{G}_I$ – скорость инфильтрации.

Таким образом, можно сказать, что уравнение (2.7.1) выражает зависимость между расходом подачи воды в борозду (Q), инфильтрацией (I) и

скоростью инфильтрации ($\mathcal{I}_I$), высотой наполнения борозды $h(t,x)$ а также уклоном борозды. Для упрощения решения уравнений (2.7.1) и (2.7.2), уравнения (2.7.1) эмпирически заменяют зависимостью

$$Q = \beta h^n \quad (2.7.8)$$

Тогда уравнение (2.7.2) упрощается и принимает вид:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \alpha n h^{n-1} \frac{\partial h}{\partial x} = -I \quad (2.7.9)$$

Уравнение (2.7.2) фактически является уравнением неразрывности течения жидкости, усредненным по вертикальной координате. Поэтому под интенсивностью «I» понимается усредненная интенсивность, а не само значение «I», полученное как решение уравнения (2.7.6) для случая постоянного значения «I», т.е. эти два понятия одинаковы.

По изменению «I» при поливах хлопчатника через поверхностный экран на основе полимер – полимерного комплекса можно сказать, что физически влияние экрана отразится на количестве и скорости инфильтрации «I» и « $\mathcal{I}_I$ » остальные соотношения не меняются. В случае размещения экрана в виде тонкой пленки (как показывают опыты), инфильтрация почв уменьшается приблизительно в 3-3,5 раза. Следовательно, расчет для этого варианта необходимо произвести с «I», уменьшенной во столько же раз.

Бороздковый полив с внутрипочвенным экраном на глубине $z=z_0$ заслуживает отдельного рассмотрения. Чтобы получить выражение «I» для этого варианта, необходимо решать уравнение (2.7.6) и затем усреднить полученное решение по z от 0 до z_0 .

Из опыта следует, что на полях с внутрипочвенным экраном на дне борозды интенсивность является одинаковой по величине с обычными условиями, но на глубине $z=z_0$ она уменьшается в раз. При решении краевой

задачи для «I» необходимо решить уравнение (2.7.6) со следующими граничными условиями:

$$\begin{cases} I(z, t = 0) = I_0 \\ I(0, t) = I_0 \\ I(z_0, t) = \frac{I_0}{n} \end{cases} \quad (2.7.10)$$

Решение «I» производится в виде суммы постоянной во времени составляющей «V(z)» и возмущении «W(z,t)»:

$$I(t, z) = V(z) + W(z, t) \quad (2.7.11)$$

При этом $V(z) = I_0 - \frac{z(n-1)}{z_0 n} I_0$, а «W(z,t)» удовлетворяет уравнение (2.7.6) и следующие граничные условия:

$$\begin{cases} W(z, 0) = \frac{z(n-1)}{z_0 n} I_0 \\ W(0, t) = 0 \\ W(z_0, t) = 0 \end{cases} \quad (2.7.12)$$

Решение «W» можно выразить в виде:

$$W(z, t) = -\frac{(n-1)}{z_0 n} I_0 \int_0^{z_0} G(z, \xi, t) \xi d\xi \quad (2.7.13)$$

где $G(z, \xi, t)$ - функция мгновенного точечного источника.

$$G(z, \xi, t) = \frac{2}{z_0} \sum_{m=1}^{\infty} e^{-\left(\frac{\pi m}{z_0}\right)^2 k^2 t} \sin \frac{\pi m}{z_0} z \sin \frac{\pi m}{z_0} \xi \quad (2.7.14)$$

Остается только усреднить полученное выражение для «I(t,z)» по «z»:

$$I = \frac{1}{z_0} \int_0^{z_0} I(t, z) dz \quad (2.7.15)$$

Произведем интегрирование (2.7.15) учитывая уравнения (2.7.11)-(2.7.14):

$$I = I_0 - \frac{(n-1)}{2n} I_0 + \frac{(n-1)}{nz_0^2} I_0 \int_0^{z_0} \int_0^{z_0} G(z, \xi, t) \xi dz do \quad (2.7.16)$$

Последовательно вычислим интегралы:

а) по z

$$\int_0^{z_0} \sin \frac{\pi m}{z_0} z dz = \frac{2z_0}{\pi(2m+1)} \quad (2.7.17)$$

б) по ξ

$$\begin{aligned} \int_0^{z_0} \sin \frac{\pi m}{z_0} \xi d\xi &= -\frac{z_0}{\pi m} \int_0^{z_0} \xi d\cos\left(\frac{\pi m}{z_0} \xi\right) = \\ &= -\frac{z_0}{\pi m} \left\{ t \cos\left(\frac{\pi m}{z_0} t\right) - \int_0^{z_0} \cos\left(\frac{\pi m}{z_0} \xi\right) d\xi \right\} = \\ &= -\frac{z_0}{\pi m} \left[z_0 \cos\left(\frac{\pi m}{z_0} z_0\right) \right] = -\frac{z_0^2}{\pi m} (-1)^2 \end{aligned} \quad (2.7.18)$$

Следовательно, подставляя на место, получим:

$$I = \left\{ 1 - \frac{(n-1)}{2n} + \frac{2(n-1)}{n} \frac{1}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} e^{-\left(\frac{\pi m}{z_0}\right)^2 k^2 t} \left[\frac{1}{m^2} - \frac{(-1)^m}{m^2} \right] \right\} I_0 \quad (2.7.19)$$

Учитывая

$$\sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m^2} = \frac{\pi^2}{6}; \quad \sum_{m=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{m^2} = -\frac{\pi^2}{12}$$

при $t=0$ из формулы (2.7.12) получим, как и следовало ожидать, $I = I_0$.

Теперь надо решить уравнение (2.7.11) с полученной функцией «I». Это уравнение - уравнение частных производных первого порядка, которое описывает распространение волны. Поэтому оно называется уравнением кинематической волны.

Аналитическое решение уравнения (2.7.11) в общем случае затруднительно. Существуют различные варианты численного решения. В данном случае можно обходиться без решения уравнения (2.7.11), используя элементов техники бороздкового полива.

В общем случае решения квазилинейного уравнения первого порядка в частных производных:

$$a\vartheta_x + b\vartheta_y = c \quad (2.7.20)$$

где a, b, c - функции x, y, ϑ и имеет тесную связь с общими решениями своих характеристик, описываемые следующими обыкновенными дифференциальными уравнениями:

$$\frac{\partial x}{\partial \bar{s}} = a; \quad \frac{\partial y}{\partial \bar{s}} = b; \quad \frac{\partial \vartheta}{\partial \bar{s}} = c \quad (2.7.21)$$

Здесь $\bar{s}$ - периметр, в качестве которого можно выбрать одну из независимых переменных x или y . Применительно к нашему случаю ($b=I$, $a=2\alpha h$, $\vartheta=h$), выбирая в качестве $\bar{s}=t$, получим:

$$\frac{\partial x}{\partial t} = 2\alpha h \quad (2.7.22)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} = -I \quad (2.7.23)$$

Здесь функции x, h понимаются как функции параметра t , т.е.

$$h = h[x(t), t] = h(t)$$

Проинтегрировав сначала (2.7.23), получим:

$$h(t) - h(t_0) \left(\sqrt{\frac{Q(t)}{2}} - \sqrt{\frac{Q_0}{2}} \right) = -(t - t_0) \left[1 - \frac{(n-1)}{2n} \right] I_0 - \frac{2I_0 z_0^2 (n-1)}{\pi^4 k^2 n} \times$$

$$\times \sum_{m=1}^{\infty} \frac{e^{-\left[\frac{\pi(2m+1)}{z_0}\right]^2 k^2 t} - e^{-\left[\frac{\pi(2m+1)}{z_0}\right]^2 k^2 t_0}}{(2m+1)^4} \quad (2.7.24)$$

Интегрируя (2.7.22), получим конечный результат:

$$x(t) - x(t_0) = -\frac{\alpha}{2} (t - t_0)^2 \left[1 - \frac{(n-1)}{2n} \right] I_0 + \frac{2I_0 z_0^4 (n-1)}{\pi^6 k^4 n} \times$$

$$\times \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{(2m+1)^6} e^{-\left[\frac{\pi(2m+1)}{z_0}\right]^2 k^2 t} - e^{-\left[\frac{\pi(2m+1)}{z_0}\right]^2 k^2 t_0} + 2\sqrt{\alpha Q_0} \quad (2.7.25)$$

При постоянной интенсивности инфильтрации « I_0 » уравнения 2.7.24 и 2.7.25 принимают следующий вид:

$$\begin{cases} h(t) = h(t_0) - I_0(t - t_0) \\ x(t) = x_0 - \alpha[h(t_0) + I_0 t - I_0 t_0]^2 + \beta h^2(t_0) \end{cases} \quad (2.7.26)$$

Таким образом, мы получили выражение для вычисления значения инфильтрации при поливах хлопчатника с внутрпочвенным экраном на основе полимер – полимерного комплекса, как было принято выше, $I = I_0$ для различных значений глубины пахотного слоя почвы.

Результаты полевых исследований по расчетам элементов техники и эксплуатационных характеристик бороздкового полива, полученные при различных условиях и различными методами с внедрением водосберегающих способов через противофильтрационные экраны, подтверждаются программным средством вышеуказанного и численного методов для

компьютерной реализации математической модели задачи [16; с.24-28]
(Получен патент в Государственном патентном ведомстве РУз. от 18.03.2013
г. за № DGU 02746 по теме: «Программа расчета элементов техники и
характеристик бороздкового полива хлопчатника через
противофльтрационный экран на основе полимер – полимерного
комплекса»).

Выводы по II главе:

1. Установлено, что по данным природно-хозяйственных условий объекта исследований и лабораторных опытов необходимо проведение исследований с использованием полимер – полимерного комплекса по следующим направлениям:

- совершенствование техники и улучшение характеристик полива внедрением водосберегающих приемов с применением полимер – полимерного комплекса;
- создание противofильтрационных экранов на основе полимер – полимерного комплекса для уменьшения испарения с поверхности почвы и глубинную фильтрацию воды ниже расчетного слоя почвы;
- установлению режима полива хлопчатника в условиях средне и легкосуглинистых почв при глубоком залегании грунтовых вод, с учетом водно–физических свойств почв. Для оперативного установления влажности почвы рекомендуется применять электронный влагомер для экспресс-контроля влажности почв.
- изучение эксплуатационных характеристик поливов, проводимых с внедрением водосберегающих технологий с применением полимер – полимерного комплекса.

2. Определен состав полимер – полимерного комплекса, для создания противofильтрационных экранов при поливах хлопчатника и разработан метод приготовления раствора полимер – полимерного комплекса.

3. Разработана математическая модель, реализована программа для расчета режима и эксплуатационных характеристик полива в различных условиях.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ БОРОЗДКОВОМ ПОЛИВЕ ХЛОПЧАТНИКА

3.1. Лабораторные исследования по изучению свойств и совершенствованию техники бороздкового полива при применении противифльтрационных экранов на основе полимер – полимерного комплекса

Для усовершенствования технологий бороздкового полива, как известно, проводятся исследования по измерению скорости впитывания воды почвой, добеганию и спаду струи, времени и равномерности распределения увлажнения почвы. Эти параметры и показатели полива хлопчатника мы рассматриваем при внедрении водосберегающих способов с применением полимер – полимерного комплекса, исследуя ее оптимальные элементы.

Нами проводились лизиметрические опыты по изучению влияния экранов на основе полимер – полимерного комплекса на фильтруемость почвы.

Важнейшей особенностью поливного режима сельскохозяйственных культур на луговых почвах является учет доли использования растениями близко залегающих грунтовых вод в суммарном водопотреблении.

При нехватке влажности растения использует грунтовые воды в активном слое почвы, следственно для испарения с почвенной поверхности. Разрабатывая режим орошения (поливные нормы, сроки и продолжительности орошения) нужно определить величины водного баланса для получения высокого урожая хлопчатника.

При условии дополнительного подпитывания грунтовыми водами для расчета применяем уравнение водного баланса:

$$E_6 - [P + (W_1 - W_2) + \Gamma + M - \Phi] = 0, \text{ мм}, \quad (3.1.1)$$

где E_g - суммарное водопотребление за расчетный период; P - атмосферные осадки за тот же период; W_1 - запас влаги в корнеобитаемом слое почвы в начале периода; W_2 - запас влаги в корнеобитаемом слое почвы в конце периода; Γ - приток влаги в корнеобитаемый слой со стороны грунтовых вод; M - оросительная норма в зависимости от продолжительности расчетного периода; Φ - глубинной отток влаги за пределы корнеобитаемого слоя почвы.

Величина суммарного водопотребления в лизиметрах определяется в виде суммы подаваемой на поле воды для пополнения расхода грунтовых вод в разные фазы развития хлопчатника

Расход грунтовых вод в водопотреблении хлопчатника определяется в зависимости от объема воды подаваемой для поддержки уровня подземных вод.

Инфильтрация воды за корнеобитаемую зону в лизиметрах определяется в зависимости изменения уровня грунтовых вод после поливов.

Определяя значения E_v и Γ , в разные фазы развития хлопчатника, вычисляются коэффициенты использования грунтовых вод (K_Γ)

$$K_\Gamma = \frac{\Gamma}{E_v} \quad (3.1.2)$$

При близко расположенных грунтовых водах величина использования грунтовых вод находим в соотношении:

$$\Gamma = E_v \cdot K_\Gamma \quad (3.1.3)$$

Подставляя в формулу водного баланса (3.1.3), определяем поливные и оросительные нормы

$$M = E_g(1 - K_\Gamma) - P - (W_1 - W_2) + \Phi \quad (3.1.4)$$

приняв $W_1 - W_2 = \delta$ (где δ - дефицит влажности), получим

$$M=E_6(1-K_2)-(P+\delta)+\Phi \quad (3.1.5)$$

При $\Phi \approx 0$, т.е. при оптимальной водоподаче получим:

$$M= E_6(1-K_2)-(P+\delta) \quad (3.1.6)$$

С помощью выражение (3.1.6) определяется оптимальная водоподача..

Эта формула широко используется при разработке режимов орошения хлопчатника для рассматриваемого региона.

Проведены лизиметрические исследования, где на опытном участке заложено 2 лизиметра с размерами площадей поверхности 0,6 x 0,6 м² и высотой 1,2 м. Лизиметры заполнялись легкосуглинистой почвой, после чего слегка проводилась трамбовка почвы, а затем смачивали водой (для получения естественного объемного веса).

Результаты лизиметрических опытов дали следующие результаты по изучению скорости впитывания воды в почву и времени фильтрации в сравнении контроля и опыта приведены в таблице 3.1.1.

Таблица 3.1.1.

Скорость впитывания и время фильтрации воды через обычную и нанесенную раствором ППК почву (глубина 0,4 м)

Порядковый номер порций вливаний	Количество воды, л	Обычная почва (контроль)		ППК нанесен на поверхность почвы	
		К (мм/мин)	t, с	К (мм/мин)	t, с
1	1	500	48	250	98
2	1	606	40	307	80
3	1	666	36	396	61
4	1	1000	30	253	95
5	1	606	40	161	149
6	1	930	44	127	188
7	1	470	51	119	202
8	1	454	53	84,5	284
9	1	430	56	65,7	365
10	1	408	59	60,7	395
11	1	408	59	50	480
12	1	400	60	45,7	525

Лабораторные опыты по изучению подъема солей из подпахотных слоев почв и методы их предотвращения с использованием внутрипочвенного экрана на основе полимер – полимерного комплекса пров одились на сосудах Вагнера, у которого размеры составляют 0,57х0,57х1.1 м и на лизиметрах.

Для опытов использовались три сосуда Вагнера и три лизиметра. Они были заполнены легкосуглинистой почвой, в 60 см внизу сосудов и лизиметров были заложены поваренная соль (NaCl) в количестве 250г. На опытных вариантах на глубине 40 см почва была покрыта раствором ППК с расходом 0,6 литров на один квадратный метр. На контрольный и опытные сосуды поливы производились одинаковыми порциями по 21 литра из расчета на 1 га.

Образцы почв на химический анализ были отобраны из каждого сосуда с помощью почвенного бура с трехкратной повторностью и перед проведением анализа были смешаны по отдельным слоям почвы.

Образцы почв на химический анализ были отобраны из каждого сосуда с помощью почвенного бура, отдельные слои почвы смешаны и проведены с повторностью до трех раз.

Среднее количество Cl и SO₄ в горизонте 0-100 см находили следующим образом: мощность характеризуемого горизонта умножается на содержание того или иного иона в мг·экв, затем все полученные произведения суммировались, и сумма делится на мощность всей толщины (см. табл. 3.1.2).

Затем рассматривались отношения выведенных средних показателей тех или иных ионов для заданного слоя и установлен химизм данного слоя почвы.

Из лабораторных исследований определено, при бороздковом орошении хлопчатника на полях, где заложен подпочвенный экран на основе полимер – полимерного комплекса, подъем хлористых солей из глубины почвы уменьшается на 20-25% чем на контроле. Но учитывая то, что скопление солей под экраном может негативно влиять через корневую зону на хлопчатник,

целесообразно проводить опыты для растений с меньшим расчетным слоем, например, для бобковых растений.

Необходимо отметить то, что в проводимых полевых исследованиях [19; с.39-41] по совершенствованию приемов водосбережения и рационального использования воды в орошаемом земледелии с применением поливов как полив через полиэтиленовые пленки имеются некоторые сложности. Это - трудоемкость, расход материалов, затраты труда и т.д. Проводимые исследования также выявили необходимость более обоснованного режима полива, в связи с тем, что обычно практикуемый работниками хозяйства полив при небольшом дефиците почвенной влаги к моменту начала полива приводит к большим потерям на глубинную инфильтрацию, т.е. большая часть поданной воды просачивается ниже корнеобитаемой зоны, так как не может быть там удержана. Из вышеуказанного следует, что проведение исследования по применению приемов водосбережения [13; с.43-48] при поливах с подпочвенным экраном является необходимым.

Нами вместе с группой ученых было разработан и создан оросительный лоток, изготовленный на основе полимер-полимерного композиционного материала (полимер – полимерного комплекса) и поставлена цель с его применением при поливах хлопчатника, достичь экономию воды.

Для установления и уточнения оптимальных технологических параметров получения полимер – полимерного комплекса проведены эксперименты на «опытной установке» в составе мочевиноформальдегидной смолы (МФС) с добавлением полимер – полимерного комплекса на основе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) и мочевиноформальдегидной смолы (МФС), а также добавляется фосфогипс очищенный из отходов фосфогипса (ФГ) и песок.

Эксперимент выполняется в следующем порядке: синтез полимер – полимерного комплекса; формование синтезированного продукта –

полимерного материала и его сушка. Основной аппаратурой «опытной установки» при синтезе является плоскодонная цилиндрическая ёмкость с диаметром 0,9-1,0 м, высотой 0,5-0,6 м, которая снабжена механической мешалкой и приспособлением подачи МФС, полиэлектролита, фосфогипса и песка. В нижней части цилиндрической ёмкости установлен кран для слива сырой продукции и подачи её в формовочную часть. Формовочная и сушильная части опытной установки состоят из формовки и печи, предназначенные для получения полимер-полимерного материала в определенной необходимой форме и его высушивания.

Продуктами полимер – полимерного комплекса являлись Na-КМЦ и 60-70%ный раствор мочевиноформальдегидных олигомеров марки КФЖ. В качестве дисперсных наполнителей использовали песок с размером частиц 0,20-0,25 мм и очищенный фосфогипс, а в качестве газообразователя – карбонат аммония.

Изготовление оросительного лотка - с размером 0,10х0,12х0,5 м из ППК, производилось следующим образом: приготавливается 2%ный раствор Na-КМЦ и 65% ный раствор КФЖ, которые постоянным перемешиванием смешиваются в цилиндрическом сосуде с массовым соотношением 0,2:0,8 поддерживая температуру реакционной массы при 25°C, куда добавляется предварительно высушенный при 150°C фосфогипс при массовых соотношениях 0,645:0,162 и перемешивается в течение 10-15 минут; - добавляя в реакционную массу необходимое количество песка и карбоната аммония перемешивается их в течение 40-50 минут при той же температуре; - образованная однородная, вязкая и слегка текучая масса продукты ППК, подается в формовочную установку, т.е. на формовку «лотка – оросителя» и в печь для его сушки, где поддерживается в течение 30-35 минут при температуре 120-130°C.

Проведены исследования по определению физико -химических свойств полученных (см. табл. 3.1.2) полимер - полимерно композиционных материалов.

Таблица 3.1.2.

Физико-химические свойства полимер – полимерного комплекса

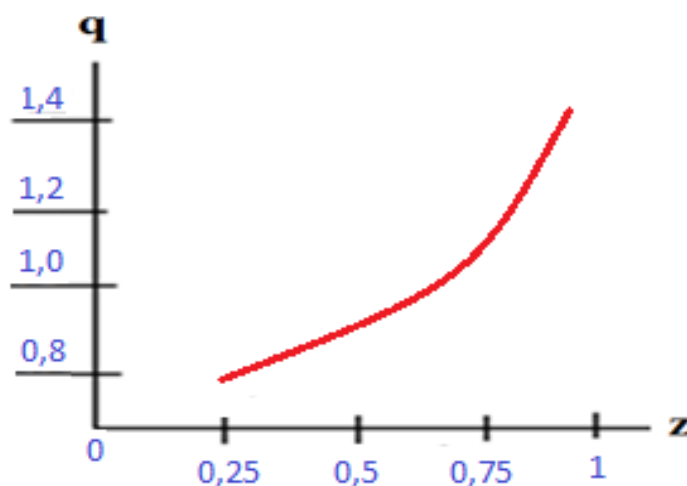
№	Состав ППК (ППК:ФГ:песок) %	Прочность, МПа	Водопоглощение, %	Водостойкость, отн.ед.	Общая пористость (по бензолу) %
1	10:15:30+МФС	95	2,5	0,80	40
2	10:20:30+МФС	98	2,1	0,95	39
3	20:20:30+МФС	110	2	0,9	40
4	25:25:30+МФС	97	2,2	0,85	23
5	30:30:30+МФС	95	2,4	0,71	19

Из данных таблицы 3.1.2. видно, что оросительный лоток, изготовленный на основе полимер-полимерного материала, по физико-химическим свойствам вполне пригоден к применению для орошения хлопчатника.

Нужно отметить то, что несомненный интерес представляет исследование набухаемости образцов продукта полимер – полимерного комплекса, т.е структурные исследования. Набухаемость непосредственно зависит как от структуры исходных компонентов (МФС и Na-КМЦ), так и от структуры материала, в значительной степени определяя области его использования.

Нами были исследованы образцы полимер – полимерного комплекса различного состава, равновесно набухшие в бессолевых водных средах при

$RH=6$. Из рис. 3.1.1 видно, что состав образцов ППК варьировался в пределах $0,25 \div 0,67$, и включение в состав избыточного количества Na-КМЦ ($z > 0,5$) приводит к повышению набухаемости образца, обеспечивая использования продукт ППК для изготовления оросительного лотка (см. рис 3.1.2).



**Рис. 3.1.1. Зависимость степени набухания (q) полимер – полимерного комплекса от соотношения компонентов (z).
($t^\circ=25^\circ\text{C}$ и время набухания 40 мин.)**

Предлагается применения оросительного лотка (1) для полива хлопчатника, расставляя вслед друг за другом по длине борозды, устанавливая на гребнях рядом с хлопчатником, исключая нарушения проведения агротехнических мероприятий на весь вегетационный период.

Вода поступает в оросительный лоток (1) из распределителей (2) через фильтр (3), изготовленного на основе полимерного материала исключая засорения пор лотка.

Полив хлопчатника производится капельками воды (4) поступающие через поры лотка, обеспечивая равномерности увлажнения почв, исключая концевой сброс воды, приводя к получению весомой экономии оросительной воды и росту урожайности хлопчатника.

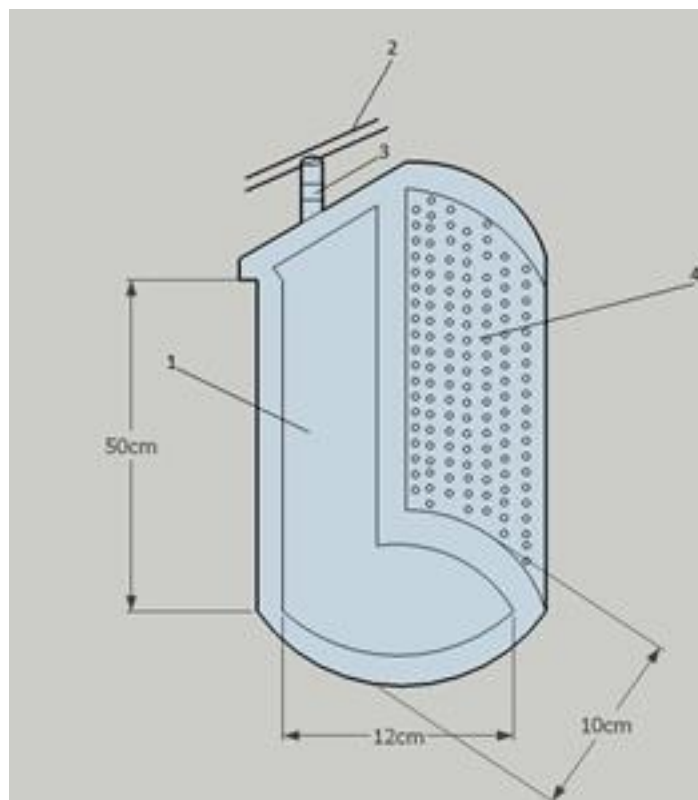


Рис. 3.1.2. Общий вид оросительного лотка на основе полимер-полимерного материала на основе полимер – полимерного комплекса-МФС с добавлением фосфогипса и песка.

Общеизвестно, что имеется в практике несколько видов орудий для проложения кротовых дренажей, применяемые для условий засоленных почв на глубине 70-80 см, но с некоторыми недостатками, как неустойчивость дрен и их быстрое разрушения, особенно обвалов верхней части.

Исходя из этого, перед нами была поставлена задача снижения тягового сопротивления и улучшение работоспособности дренажно – кротового орудия, одновременно опрыскивая раствором полимер-полимерного комплекса для закрепления верхней половины кротового дренажа, предотвращая обвалы.

Разработанная нами дренажно-кротовое орудие состоит из опорного колеса, который включает в себе сварную раму из швеллера, где установлены

рабочий орган с видом массивных ножей состоящей из полосной стали. Волнообразным долотом, который состоит из полосного ножа снабжен рабочий орган. К нему для того, чтобы формировать кротовый дренаж прикреплены сменные расширители и наконечники шарнирным соединением.

Используя стальную трость к рабочему органу присоединены сменные кротователи в виде цилиндра [17; с. 53-54] с различными диаметрами, с помощью которого прокладывается кротовый дренаж в глубине почвы. Волнообразное долото деформирует почву для улучшения качества подпочвенного кротового дренажа, с наименьшими тяговым сопротивлением и устойчивости рабочего и транспортного положений по глубине, осуществляемый с помощью гидроцилиндра.

В нижней части рабочего органа установлено долото с волнообразным выступом, которые деформирует почвы и улучшает качество прокладывания кротового дренажа в глубине почвы, с наименьшими тяговым сопротивлением и устойчивости рабочего и транспортного положений по глубине, осуществляемый с помощью гидроцилиндра.

Отрицательным моментом служит то, что тяговое сопротивление орудий выше тяговой силы транспортного средства (трактора), из – за чего увеличиваются эксплуатационные затраты мероприятий.

Применение дренажно – кротового орудия в почвах орошаемого земледелия из-за высокого удельного сопротивления почвы качество дренажа теряется, что быстро отваливается и забивается почвой. И возникает препятствие – проникновение грунтовых вод, часто засоленных, в кротовый дренаж и их протекание в общеиспользуемый коллекторный дренаж.

Учитывая эти недостатки, нами поставлена задача снижение тягового сопротивления и улучшение качества работы дренажно – кротового орудия с одновременным нанесением раствора из опрыскивателя (см. рис. 3.1.3) на

основе полимер-полимерного комплекса для закрепления верхней половины кротового дренажа, предотвращая обвалы.

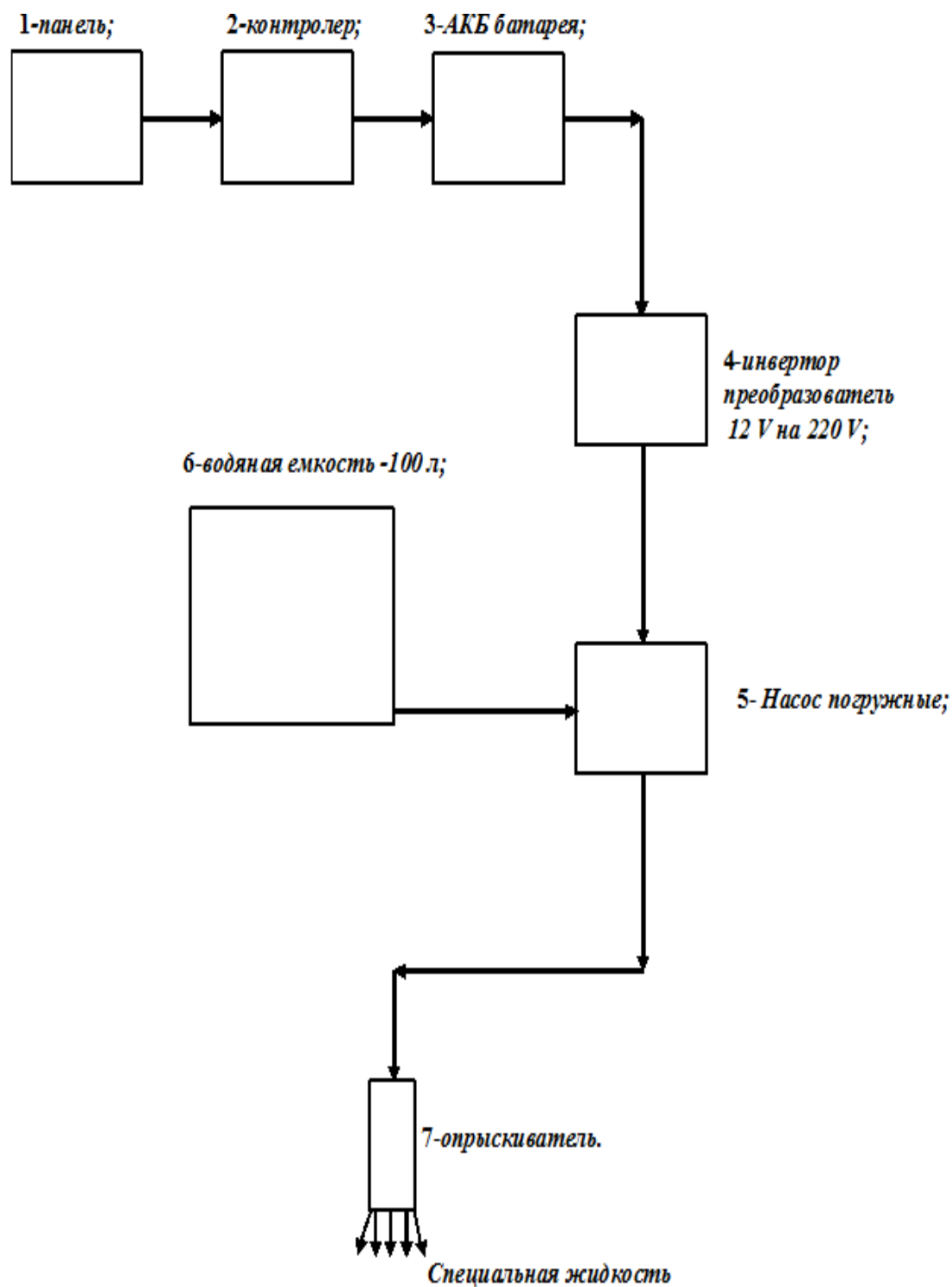


Рис. 3.1.3. Принципиальные схемы работы опрыскивателя.

Для того, чтобы обеспечить нормальную работу дренажно – кротового орудия с опрыскивателем в полевых условиях предлагается переоборудования со следующими электрическими приборами: панель (1)-солнечная батарея с размером 1,0х0,5м² и напряжением 6-60V; контроллер на 12V(2); аккумуляторная батарея на 12V (3); инвертор (4) или преобразователь фотоэлектрический -для преобразования напряжения 12V на 220V для обеспечения работы насоса (5); опрыскиватель (7) прикрепленный методом сварки к трубе изоляционной сеткой и сзади установленное сглаживающее устройство – валик в виде полусферы.

При работе дренажно – кротового орудия глубинный насос 16-0,9 (5) в емкости с раствором на основе полимер – полимерного комплекса на основе карбоксиметилцеллюлозы и мочевиноформальдегидной смолы, создает всасывающий напор жидкости, подавая под давлением раствора к трубе с опрыскивателям и производится опрыскивание, в результате чего образуется укрепляющий экран в виде пленки.

Работа дренажно-кротового орудия поставлена следующим образом: за счет небольшого угла крошения долота, в почве создается концентрация напряжений и возникает опережающая трещина. Для создания хорошего условия при прокладывании кротового дренажа, движение рабочего органа с постоянным увеличением угла крошения и перемены знака напряжений, почвы интенсивно крошится и в зоне работы кротователя.

При минимальных затратах энергии предлагаемый нами рабочий орган обеспечивает качественное образование кротового дренажа в глубине почвы с одновременным опрыскиванием раствора на основе полимер полимерного комплекса, являющийся закрепителем почвы, обеспечивая прочное сохранение верхнюю половину дренажа полусферической формы от обвалов в течение 2-3 вегетационного периода в орошаемых землях.

Для предотвращения течи раствора на основе полимер – полимерного комплекса, по завершению опрыскивания верхняя часть кротового дренажа сглаживается специальным устройством -валиком в форме полусферы, опрыскиваемой под напором с помощью насоса.

При подъеме и опускании рабочих органов и для транспортировки орудия применяется гидроцилиндр. Подача раствора к опрыскивателям производится через шланги высокого давления. Расход раствора полимер – полимерного комплекса в зависимости от диаметра заостренного конуса-цилиндра в условиях средне суглинистых почв приводится выше, в таблице 3.1.3.

Таблица 3.1.3.

Расходы ППК из расчета на 1 гектар

Вариант рабочих органов	Диаметр заостренного конуса – цилиндра (стандартные)	Распределение расхода раствора полимер – полимерного комплекса из расчета на 1 га.			
		Количество добавляемой жидкости (воды), л	Количество карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), кг	Мочевинно-формальдегидная смола (МФС), кг	Ортофосфорная кислота, л
1	0,076	45,6	1,816	0,908	0,085125
2	0,089	58	2,32	1,16	0,10875
3	0,100	78,5	3,14	1,57	0,1472
4	0,114	102	4,08	2,04	0,19125

3.1.1. Деляночные полевые исследования водосбережения с применением поверхностного противифльтрационного экрана на основе полимер – полимерного комплекса

Деляночные полевые исследования проводились в течение вегетационных периодов 2012 года в ботаническом саду Национального Университета Узбекистана с легкосуглинистыми почвами. Грунтовые воды расположены на глубине 3 – 5 м.

Целью данных исследований является проведением полива хлопчатника водосберегающими способами через поверхностный экран на основе полимер – полимерного комплекса, усовершенствовать технику и технологии бороздкового полива, которые ведут к меньшему потреблению воды при достижении высоких эксплуатационных характеристик полива.

Исследования проводятся тремя вариантами при орошении хлопчатника методом бороздкового полива с 4-х кратной повторностью и для всех вариантов ширина междурядья составляла 0,6 м, а длина 50 м.

В варианте «А», полив производился одним из водосберегающим методом бороздкового полива - в каждое междурядье и состоял из опытов №1 и №2 с экранами на основе полимер – полимерного комплекса, соответственно в первой половине и в 1/3 начальной части борозды.

Вариант «С» состоит из контрольного участка: контроль №1.

Расходы воды в каждом опытном варианте колебались в пределах 0,5-0,3 л/с. В контроле №1 расход воды был таким же с расходами, принятыми в опытах варианта «А».

Поливы производились, используя полив переменной струей, обеспечивающий полив без сброса. Полив начинался с подачи воды в начале и заканчивался при достижении фронтом поливной струи 1/2 части борозды. После некоторой паузы, т.е. до прекращения спада, полив приостанавливали,

затем запускали следующие струи, большим расходом воды и при достижении 3/4 части борозды расход воды уменьшали и этот процесс продолжался до получения достаточного увлажнения почв по длине борозды.

По данным таблицы 3.1.4 определено, что для получения достаточного увлажнения при поливах через экран на основе полимер – полимерного комплекса необходимо три импульса водоподачи, т.е. на один импульс меньше, чем на контроле. Средний слой воды (мм), поданный на орошаемую площадь, определяли с помощью формулы 2.4.4.

Расчеты данной величины составили в опыте №1 и в опыте №2, соответственно, 78,3 и 89,1 мм, а на контроле 171,3 мм. Разность между опытами и контролем составляет 93,0 и 82,2 мм, что и является величиной экономии воды, при этом достигается равномерное распределение влаги по всей длине борозды.

Таблица 3.1.4.

Впитывание воды на опытных и контрольных бороздах.

Номер опыта	Импульсы водоподачи	Время добегаания воды до конца борозды, мин (1,0/0,5)*	Время спада, Мин (0,5/0,1)*	Объем впитавшейся воды, л	Высота увлажнения почвы, см	
					Начало борозды	Конец борозды
Опыт №1	1	10	7	810	14	10
	2	13	6	426	10	8
	3	10	5	330	8	8
Опыт №2	1	13	8	924	16	9
	2	15	7	492	11	8
	3	11	6	366	8	8
Контроль	1	17	11	1086	20	9
	2	19	12	642	15	8
	3	12	12	432	11	8
	4	6	13	258	6	6

(*) Числитель – расход первого импульса, л/с; Знаменатель – расход последующих импульсов воды, л/с.

Одновременно изучали фенологию развития и урожайности хлопчатника (см. табл. 3.1.5) в течение вегетационного периода 2012 года.

При посеве хлопчатника выбран общеизвестный сорт «Наманган-77». Посевы производились одновременно на опытном и контрольном участках. Всходы на опытном участке были на 4 дня раньше, чем в контроле, причиной этого (как выяснилось после анализа) является сохранение влажности из-за уменьшения испарения с глубины почвы и глубинной фильтрации.

Таблица 3.1.5.

Фенологические наблюдения хлопчатника (20.09.2012 г.)

Отрезки борозд, м	Густота стояния, тыс. шт. га	Рост главного стебля, см	Сформировавшиеся коробочки, шт. на 1 растение	Количество кураков, шт. на 1 раст.
0-15	110/98	98,4/89	10/5	8/4
15-35	105/86	97,2/86	8/7	8/5
35-50	107/102	96,5/83	8/5	7/3
Среднее	107/95	96,7/86	8,7/5,7	7,7/4

(*) Числитель – опытный вариант; Знаменатель - контрольный вариант

По результатам исследований установлено, что в сравнении опытов с контролем с теми же условиями как и в опытах, оросительные нормы при четырех поливах уменьшены на 85,2 и 63,6 мм в варианте опыта, соответственно. Урожайность за счет соблюдения режимов полива и совершенствования техники полива на опытах по вариантам повысилась на 5,3 и 6,8 ц/га, соответственно. Лучшие результаты по урожайности хлопчатника в опытном варианте «А» (опыт № 2) – 36,4 ц/га, (в контроле – 29,6 ц/га). Вследствие внедрения водосберегающих способов полива с применением ППК получен прирост урожайности на 6,8 ц/га. Следовательно, из результатов лабораторных исследований поливов, приближенных к поливам из коротких борозд с измеренными параметрами, целесообразно проводить полевые исследования в данном направлении в условиях длинных борозд.

3.2. Полевые исследования водосбережения с использованием противофильтрационных экранов из ППК при бороздковом поливе хлопчатника

3.2.1. Полив по бороздам с поверхностным экраном из ППК

Для проведения полевых исследований был выбран объект – орошаемые поля фермерского хозяйства «Содик- Зафар Саховатли» Гиждуванского района Бухарского вилоята, где определены условия среднего залегания грунтовых вод.

Полевые исследования проводились с целью полива хлопчатника усовершенствуя водосберегающие методы способом применения поверхностного экрана на основе полимер – полимерных комплексов при бороздковом поливе, при этом достигая уменьшения потребления поливной воды и оптимальных эксплуатационных характеристик орошения.

Опыты проводились тремя вариантами (А, В, С) с 4-х кратной повторностью по схеме, указанной на рис.3.3, где при всех вариантах ширина междурядья составляла 0,9 м.

В свою очередь, варианты «А», «В» и «С» состояли каждый из двух полевых опытов (см. рис. 3.2.1).

В опытах №1 и №2 варианта «А», где полив производился водосберегающим способом полива - в каждое междурядье создавали, соответственно, поверхностный экран на основе полимер – полимерных комплексов, на первой половине и в 1/3 начальной части поливных борозд с длиной 160 м.

В опытах варианта «В» применен другой водосберегающий способ полива хлопчатника – полив переменной струей, с такими же условиями, как и в опытах варианта «А», но уже с длинами борозд равным 220 м.

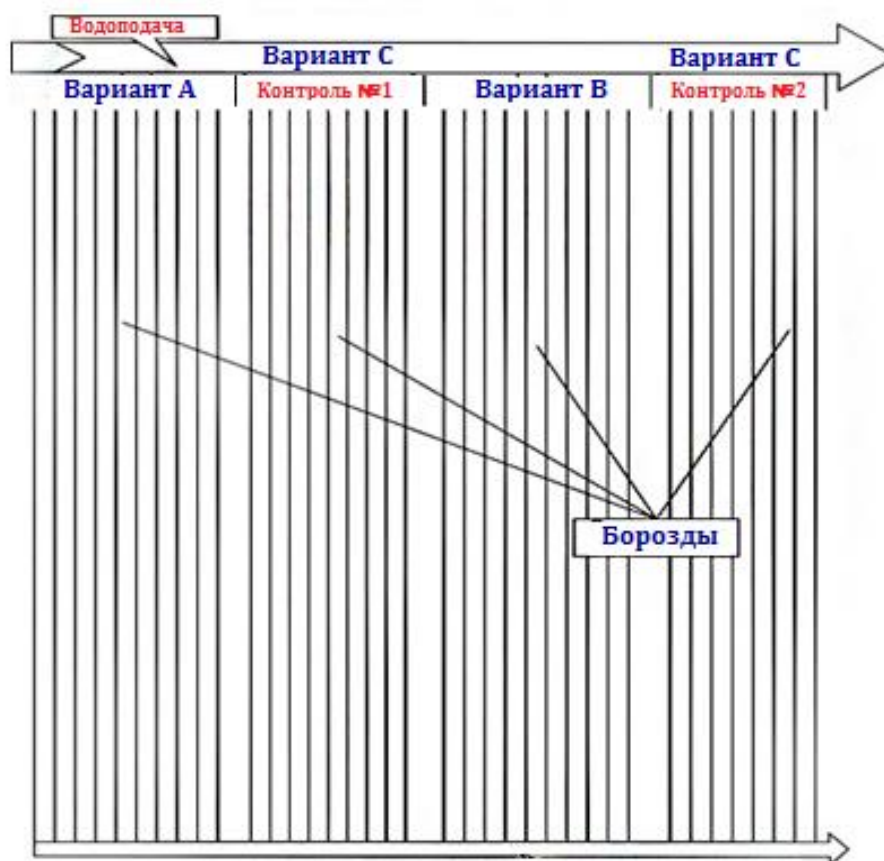


Рис 3.2.1. Схема опытных и контрольных поливов

Две контрольные участки были выбраны для варианта «С»: контроль № 1 для опытов варианта «А», и контроль № 2 – для опытов варианта «В», соответственно, с такими условиями, но без поверхностных экранов на основе полимер – полимерных комплексов.

Была определена предельно – полевая влагоемкость почвы (серо – бурые почвы), по методу залива площади 5X5 м², где измерялись влажности почв по слоям через 5, 10, 15 суток после залива. При измерении влажностей почв принимался термостатно – весовой метод. Термостатно – весовой метод работает по принципу: высушиваются образцы почвы в термостате при температуре 105°C в течение 14 часов, взвешиваются массы почвы до и после высушивания, и полевая влагоемкость определяется по равенству:

$$\beta = \frac{B - B_1}{B_1} 100\% \quad (3.2.1)$$

где, β – влажность почвы, % от массы сухой почвы; B – масса почвы до высушивания, г; B_1 – масса почвы после высушивания, г.

Определения среднего слоя (мм), поданного на орошаемую площадь, проводится путем вычисления следующего соотношения [47; с.95-96]:

$$D = \frac{60qt_{co}}{lS} \quad (3.2.2)$$

где q – расход воды, л/с; t_{co} – общее время водоподачи, мин; l – длина борозды, м; S – ширина междурядья, м.

Как уже описывалась выше, полевые исследования проводились по методике, предложенный НИИССАВХ и НИИИВП с четырехкратной повторностью.



Рис. 3.2.3. Проведение полива по опыту №1 (полив в каждую борозду)

В начале исследований проводились измерения времени впитывания воды в почву при добегании струи и спаде по створам и до конца борозды в опытах и контроле по вариантам. Общеизвестно, что время увлажнения в любом створе борозды (τ) определяется по формуле [47; с.100-102]:

$$\tau = t - t_1 \quad (3.2.3)$$

где t_1 – время добегания до данного створа; t – общее время водоподачи.

Однако, после прекращения подачи воды не учитывается время увлажнения, т.е. при спаде, а это имеет существенное значение. Особенно на концевых частях борозд его надо учесть для того, чтобы более точно вычислить коэффициент равномерного увлажнения почвы и установить оптимальную длину борозды. В связи с этим, общее время увлажнения отдельных участков по створам через каждые 40 м, в опытах №1 и №2 вариантов, определялась по формуле [47; с.100-102]:

$$\tau = t - (t_1 + t_2) \quad (3.2.4)$$

где t_2 – время добегания до данного створа при спаде воды.

Результаты исследований по измерению объема впитавшейся воды и общего времени полива суммируя время добегания, спада и доувлажнения воды по створам для различных способов (полив в каждую борозду и переменной струей) приведены в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1.

Впитывание воды на опытном и контрольном участках.

Варианты	№ опыта	Отрезки борозд, м	Время с начала пуска воды, мин	Объем впитавшейся воды, л
А	№1 $\ell_6 = 160$ м I – полив	40	25	
		80		2280
		120		
		160		
	№2 $\ell_6 = 160$ м I – полив	40		1500
		80	70	
		120		4080
		160	224	5160
С	Контроль №1 $\ell_6 = 160$ м I – полив	40		
		80		
		120	1	
		160	247	

В	№1 $\ell_6 = 220$ м I – полив	40		1638
		80		2106
		120		2808
		160		3822
		200		4524
		220		5226
	№2 $\ell_6 = 220$ м I – полив	40		1638
		80		2184
		120		2418
		160		3432
		200	187	4914
		220		6162
С	Контроль №2 $\ell_6 = 220$ м I – полив	40		1950
		80		2886
		120		3120
		160		3744
		200		4602
		220		5772

На рисунке 3.2.4 приведены диаграммы зависимости между расстоянием от начала борозды с общим временем полива. Анализируя результаты можно сделать начальные выводы, что общее время полива на контрольных участках заметно выше, чем на опытах и эти выводы больше относятся к опытам № 1 в обоих вариантах, в которых поливы хлопчатника проводятся через поверхностный экран на основе полимер – полимерного комплекса в 1/2 начальной части борозды.

В продолжении исследований для определения поливных норм проведены пробные поливы на опытных и контрольных полевых участках, где был вычислен средний слой водоподачи (см. табл. 3.2.2). Поливы проводились согласно поставленной методики исследований.

Необходимо отметить, что в вариантах при расчете среднего слоя водоподачи принимались усредненные значения расходов воды по частям борозды (без поверхностного экрана и с экраном на основе полимер – полимерного комплекса).

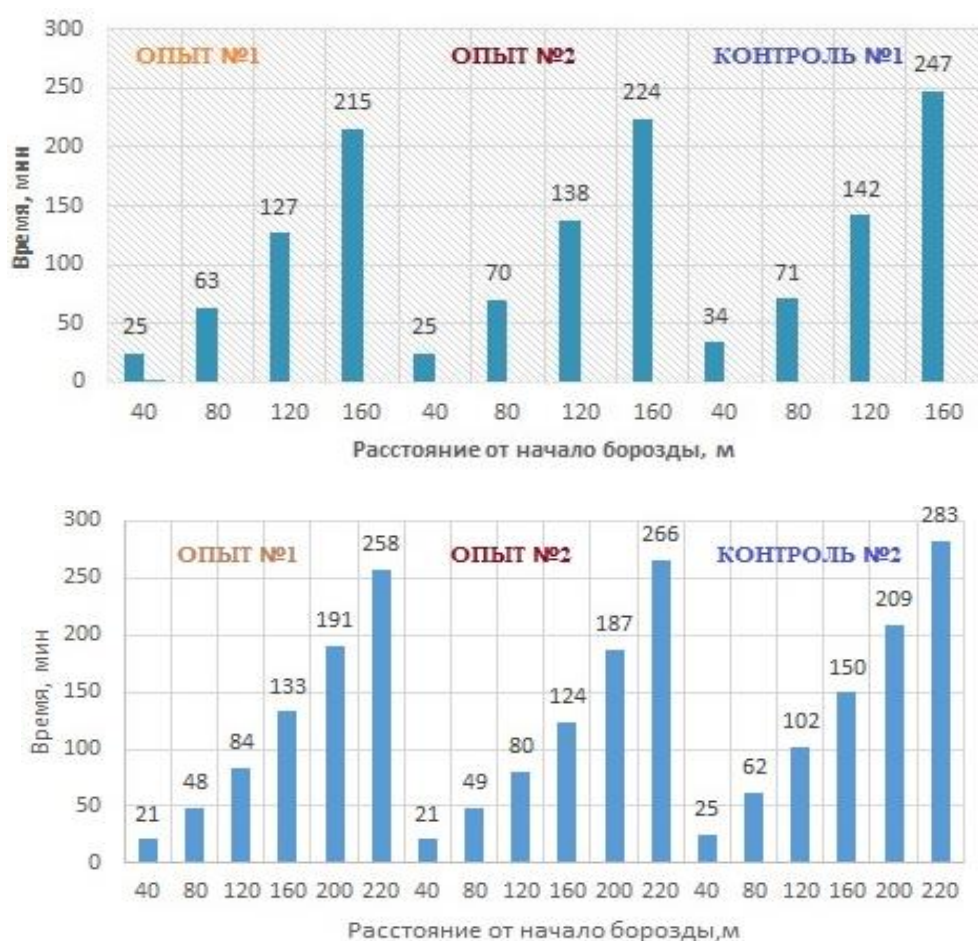


Рис. 3.2.4. Диаграммы впитывание воды на опытном и контрольном участках.

Таблица 3.2.2.

Результаты пробных поливов по вариантам.

D, мм	t _{CO} , мин	Характеристика	А												В											
			ОПЫТ №1				ОПЫТ №2				КОНТРОЛЬ №1				ОПЫТ №1				ОПЫТ №2				КОНТРОЛЬ №2			
			П О Л И В Ы																							
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
134,3	215																									
117,5	188																									
112,5	180																									
110,0	176																									
140,0	224																									
133,1	213																									
118,8	190																									
116,9	187																									
154,3	247																									
141,3	226																									
140,0	224																									
139,4	223																									
152,5	258																									
126,5	214																									
125,8	213																									
122,3	207																									
157,1	266																									
124,7	211																									
122,3	207																									
118,2	200																									
167,2	283																									
154,2	261																									
147,7	250																									
144,2	244																									

Далее приведены в таблице 3.2.3 распределение поливных норм по поливам на опытных и контрольных участках, где четко видно, что при поливах в каждую борозду нормы добегания и спада воды выше где заложен поверхностный экран на основе полимер – полимерного комплекса в 1/3 начальной части борозды.

Таблица 3.2.3.

Распределение поливных норм по поливам на опытных и контрольных участках, мм.

Варианты	Номер опыта	П О Л И В Ы											
		I			II			III			IV		
		Добегание	спад	Доувлажнение	Добегание	Спад	Доувлажнение	Добегание	спад	Доувлажнение	Добегание	Спад	Доувлажнение
А	№1	88,7	10,2	37,1	76,4	8,8	31,6	75,3	8,9	31,0	72,9	9,1	31,6
	№2	96,1	11,3	33,4	92,5	8,9	33,0	84,0	8,7	25,7	82,1	9,4	25,3
	Конт.1	104,5	11,9	37,2	100,7	8,5	31,6	100,1	8,8	36,7	98,1	9,5	36,4
В	№1	100,4	12,6	37,4	91,4	12,8	20,6	90,1	13,3	21,4	88,1	13,2	20,3
	№2	110,8	16,6	27,8	90,8	11,5	19,3	89,7	12,7	20,8	87,6	12,1	17,1
	Конт.2	117,4	14,3	33,1	99,4	12,4	30,6	106,7	15,3	30,0	102,0	14,9	28,7

Для того, чтобы судить о рациональности элементов техники полива, определяли влажность почв на расстояниях $0,25l_b$, $0,75l_b$ и $1,0l_b$ от начала борозды. Изменение влажности почв по вариантам до и после полива на опытных и контрольных участках приведены в таблице 3.2.4, по результатам которого, используя формулы Роде А.А. [67], вычислены поливные нормы по поливам на опытных и контрольных участках.

Таблица 3.2.4.

**Изменение влажности почв до и после поливов на опытном и
контрольном участках по вариантам (в процентах от веса)**

Горизонты, м	Расстояние 0,25 ℓ ₆		Расстояние 0,75 ℓ ₆		Расстояние 1,0 ℓ ₆		Расстояние 0,25 ℓ ₆		Расстояние 0,75 ℓ ₆		Расстояние 1,0 ℓ ₆	
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
	ВАРИАНТ А (ОПЫТ №1)											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
0-0,3	13,8	22,5	13,5	22,3	13,3	21,8	15,6	23,0	15,4	22,7	15,1	22,3
0,3-0,7	14,6	23,0	14,5	22,7	14,2	22,0	16,3	23,8	15,9	23,6	15,4	23,3
0,7-1,0	15,1	23,6	14,8	23,2	14,4	22,8	17,3	24,1	17,0	24,0	16,5	23,6
	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,3	15,6	23,4	15,4	23,0	14,9	22,4	15,7	23,5	15,6	23,4	15,2	23,0
0,3-0,7	16,4	23,6	16,1	23,2	15,5	22,8	16,2	24,2	16,0	24,0	15,5	23,4
0,7-1,0	17,3	24,1	17,0	23,8	16,4	23,2	18,0	24,6	17,8	24,3	17,2	24,0
	ВАРИАНТ А (ОПЫТ №2)											
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
0-0,3	13,8	22,7	13,5	22,5	13,3	22,3	15,2	23,7	14,9	23,3	14,5	23,0
0,3-0,7	14,6	23,0	14,5	22,8	14,2	22,5	15,6	23,9	15,4	23,6	15,0	23,2
0,7-1,0	15,1	23,9	14,8	23,7	14,4	23,3	16,1	24,0	15,8	23,9	15,6	23,5
	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,3	16,0	23,8	15,7	23,4	15,2	23,1	16,0	23,4	15,7	23,3	15,2	23,0
0,3-0,7	16,4	23,9	16,0	23,6	15,6	23,0	16,4	23,8	16,0	23,6	15,6	23,2
0,7-1,0	17,0	24,0	16,5	23,7	16,2	23,2	17,0	24,0	16,5	23,5	16,2	23,3

КОНТРОЛЬНЫЙ УЧАСТОК №1												
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
0-0,3	13,8	24,0	13,5	23,6	13,3	23,0	14,6	23,8	14,4	23,4	14,1	23,0
0,3-0,7	14,6	24,2	14,5	24,0	14,2	23,2	14,9	24,2	14,5	23,6	14,4	23,3
0,7-1,0	15,1	24,4	14,8	24,2	14,4	24,0	16,0	24,4	15,8	24,0	15,4	23,8
	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,3	14,8	24,1	14,6	23,7	14,1	23,0	15,0	24,3	14,8	24,0	14,4	23,4
0,3-0,7	15,0	24,4	14,7	23,9	14,4	23,6	15,4	24,6	15,0	24,2	14,6	23,7
0,7-1,0	16,0	24,8	15,6	24,5	15,2	24,0	16,2	24,8	15,8	24,5	15,3	24,0
ВАРИАНТ В (ОПЫТ №1)												
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
0-0,3	13,8	23,6	13,5	23,5	13,3	23,0	15,4	23,9	15,2	23,7	14,9	23,1
0,3-0,7	14,6	23,9	14,5	23,7	14,2	23,2	15,6	24,2	15,5	23,8	15,0	23,2
0,7-1,0	15,1	24,2	14,8	24,0	14,4	23,4	17,3	24,6	17,0	24,3	16,7	23,7
	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,3	16,0	23,8	15,8	23,6	15,2	23,0	15,8	23,8	15,6	23,6	15,1	23,2
0,3-0,7	16,4	24,0	16,3	23,7	16,0	23,1	16,6	24,2	16,3	23,9	16,0	23,4
0,7-1,0	17,1	24,3	16,7	24,1	16,2	23,6	17,4	24,7	17,2	24,5	17,1	24,0
ВАРИАНТ В (ОПЫТ №2)												
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
0-0,3	13,8	23,8	13,5	23,4	13,3	23,0	15,4	23,5	15,2	23,3	14,7	22,8
0,3-0,7	14,6	24,2	14,5	23,8	14,2	23,1	16,6	23,9	16,3	23,6	16,0	23,0
0,7-1,0	15,1	24,9	14,8	24,5	14,4	24,0	17,0	24,5	16,6	24,3	16,3	23,7

	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,3	15,0	23,6	14,6	23,4	14,1	22,9	15,3	23,4	15,0	23,1	14,7	22,8
0,3-0,7	16,4	23,8	16,1	23,6	15,7	23,0	16,6	23,7	16,3	23,2	16,0	22,9
0,7-1,0	17,1	24,0	16,8	23,8	16,3	23,3	17,4	24,0	17,2	23,8	16,8	23,3
КОНТРОЛЬНЫЙ УЧАСТОК №2												
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
0-0,3	13,8	24,7	13,5	24,5	13,3	23,3	14,6	24,0	14,4	23,5	14,1	23,0
0,3-0,7	14,6	24,9	14,5	24,7	14,2	23,5	14,9	24,3	14,5	23,8	14,4	23,2
0,7-1,0	15,1	25,4	14,8	25,2	14,4	24,5	16,0	24,8	15,8	24,2	15,4	23,6
	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива чс	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,3	14,8	24,5	14,6	24,0	14,1	23,5	15,0	24,4	14,8	24,0	14,4	23,5
0,3-0,7	15,0	24,9	14,7	24,4	14,4	23,7	15,4	24,5	15,0	24,1	14,6	23,9
0,7-1,0	16,0	25,5	15,6	24,9	15,2	24,1	16,2	25,0	15,8	24,6	15,3	24,1

Анализируя данные таблицы 3.2.5 установим, что средние показатели оросительных норм по вариантам составили в опыте № 1 варианта «А» 481,6 мм, а в опыте № 2 этого же варианта – 510,4 мм, когда на контроле № 1 она была равна 584 мм, следовательно, оросительные нормы были понижены по сравнению с контролем на 102,4 мм и 73,6 мм. А в опытах № 1 и № 2 варианта «В» эти показатели оросительной нормы составили с контролем № 2 разницу в 83,2 мм и 88 мм, которые вследствие являются величинами сэкономленной поливной воды.

Это обстоятельство доказывает, что применение надпочвенных противифльтрационных экранов на основе полимер – полимерного комплекса приводит к заметной экономии поливной воды за счет более

Таблица 3.2.5

Распределение поливной нормы по отрезкам борозд на опытных и контрольных участках по вариантам, а также оросительные нормы, мм.

П О Л И В Н Ы Е Н О Р М Ы																							
Варианты	Опыты	До расстояния 0,25l _б				До расстояния 0,5l _б				До расстояния 0,75l _б				До конца борозды				Поливная норма нетто				Ор. норма	
		П О Л И В Ы																					
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
А	№1	36,2	31,5	32,3	31,6	34,7	29,8	30,5	30,5	3									,	,			481,6
	№2		37,5																,				510,4
С	Конт №1				44											28	28		153,6	140,8	145,6	144,0	584,0
В	№1												28,6						150,4	124,8	124,8	121,6	521,6
	№2												29						155,2	121,6	123,2	116,8	516,8
С	Конт №2																		164,8	142,4	152,0	145,6	604,8

быстрого добега поливной воды до конца борозды, длительного сохранения влажности, учитывая набухаемость полимера, в частности, мочевиноформальдегидной смолы, которая вследствие дает возможность удлинения межполивного периода.

Таблица 3.2.6

Урожайность хлопчатника и расход воды на единицу продукции.

Варианты	Номер опыта	Оросительные нормы, мм	Урожайность, ц/га	Расход воды, мм/ц
А	1	481,6	39,7	12,1
	2	510,4	38,5	13,3
С	Контроль №1	584	32,5	18,0
В	1	521,6	39,9	13,0
	2	516,8	39,2	13,2
С	Контроль №2	604,8	31,5	19,2

Исходя из результатов диаграмм на рисунках 3.2.5 и 3.2.6 и таблицы 3.2.6 установили, что показатели наибольших урожайностей хлопка - сырца соответствует опытам № 1 вариантов «А» и «В», составляя разницу в сравнении с контрольными участками № 1 и № 2, соответственно 7,2 и 8,4 ц/га, когда в то же время объем сэкономленной воды в одном и другом вариантах при бороздковых поливах через поверхностный экран на основе полимер – полимерного комплекса составили 102,4 и 83,2 мм.



Рис. 3.2.5. Диаграммы относительно оросительной нормы и урожайности хлопчатника варианта «А»



Рис. 3.2.6. Диаграммы относительно оросительной нормы и урожайности хлопчатника варианта «В»

Наиболее эффективны, поливы хлопчатника через экраны на основе полимер – полимерного комплекса, заложенным в 1/2 части начала борозды. Коэффициент равномерности увлажнения и коэффициент полезного действия техники полива рекомендуется определять с учетом продолжительности увлажнения при спаде воды [47; с.100-102].

Используя данные таблицы 3.2.6 по формуле:

$$K_p = \frac{m_k}{m_n} \quad (3.2.5)$$

где m_k , m_n – соответственно, поливная норма, впитавшаяся в конце и начале струи вычислены значения коэффициента равномерности увлажнения. Коэффициент равномерности увлажнения при поливах в каждую борозду колеблются в среднем, соответственно, в контроле от 0,61 до 0,70, а в опытах - от 0,77 до 0,88. В варианте «В», где полив проводился переменной струей, эти величины составили 0,76-0,88 (на контроле 0,67-0,76).

3.2.2. Приемы водосбережения при поливе хлопчатника на полях с внутрипочвенным экраном на основе полимер – полимерного комплекса

В полевых исследованиях по совершенствованию приемов водосбережения и рационального использования воды в орошаемом земледелии с применением поливов через поверхностный экран обнаружились некоторые сложности. Это - трудоемкость, расход материалов для создания экрана на основе полимер – полимерного комплекса перед каждым поливом, затраты труда и т.д. Проводимые исследования также выявили случай необходимости научно обоснованного поливного режима, в связи с тем, что обычно практикуемый работниками хозяйства полив при небольшом дефиците почвенной влаги к моменту начала полива приводит к большим потерям на глубинную фильтрацию, т.е. большая часть поданной воды просачивается ниже корнеобитаемой зоны, так как не может быть там удержана.

Исходя из этих соображений, нами проведены исследования по применению приемов водосбережения на орошаемых площадях с применением поливов с внутрипочвенным (подпочвенным) экраном на основе полимер – полимерного комплекса на глубине подпахотного слоя почвы. Методы создания внутрипочвенного экрана приведены выше [15; с. 34 - 37].

Полевые опыты проводились путем сравнения поливов хлопчатника по бороздам на полях с внутрипочвенным экраном на основе полимер – полимерных комплексов и без экрана в бороздах с различной длиной, при водоподаче в каждый ряд и переменной струей. Полевые исследования на полях с внутрипочвенным экраном на основе полимер – полимерных комплексов проводились в течение вегетационного периода 2014-2015 гг. на опытных и контрольных полях фермерского хозяйства «Содик-Зафар Саховати» Гиждуванского района, Бухарского вилоята.

Рассматривались два варианта («Д» и «Е»), включающие в себе опыт № 1 и опыт № 2 для варианта «Д» с длинами борозд, соответственно, 160 и 220 м, где на глубине создан противофильтрационный экран на основе полимер – полимерного комплекса и контрольный вариант «Е», в котором действуют контроль № 1 для опыта № 1 и контроль № 2 для опыта № 2 (варианты и данные исследования представлены в таблице 3.2.7). Иследуемые площади опытных и контрольных вариантов составляли 1,0 и 1,3 га, где опыты проводились с четырехкратной повторностью.

В целях исчерпания конечного сброса принято проведение полива переменной струей [41].

Таблица 3.2.7

Варианты полива и данные исследования

Варианты полива	Длина борозды, м	Ширина междурядья, м	Расход, л/с	Уклон	Приемы полива
Д (Опыт №1)	160	0,9	1,0 - 0,9	0,0028	в каждую борозду
Д (Опыт №2)	220	0,9	1,5 - 1,3	0,0028	переменной струей
Е (Контроль №1)	160	0,9	1,0 - 0,9	0,0028	в каждую борозду
Е (Контроль №2)	220	0,9	1,5 - 1,3	0,0028	переменной струей

Учитывая утвержденный график поливов хозяйства назначались время полива и длительность водоподачи в контрольном варианте «Е».

Оценка проводимых исследований велась по следующим величинам: расходы водоподачи в борозду, добегания и спад поливной струи, длины борозды и объем глубинной фильтрации.

Методологии упоминаются в предыдущей части работы.

Нужно отметить, что при проведении поливов в данных исследованиях полив переменной струей из-за отсутствия поливных трубопроводов для распределения воды по бороздам был неавтоматизированным, но

адаптированным к существующим условиям, когда вода подается к поливным бороздам через распределительную борозду, снабжаемая из участкового оросителя (см. рис. 3.2.7).

Когда добегания завершался в бороздах левого плеча, расход регулировался так, чтобы борозды правого плеча получали половину начального расхода и после периода времени, равного длительности четверти импульса, расход увеличивался вдвое и делился на обе стороны, которые поливались одновременно. По окончании полива борозд правого плеча расход снижался, и только борозды левого плеча поливались до завершения полива (см. рис. 3.2.8).

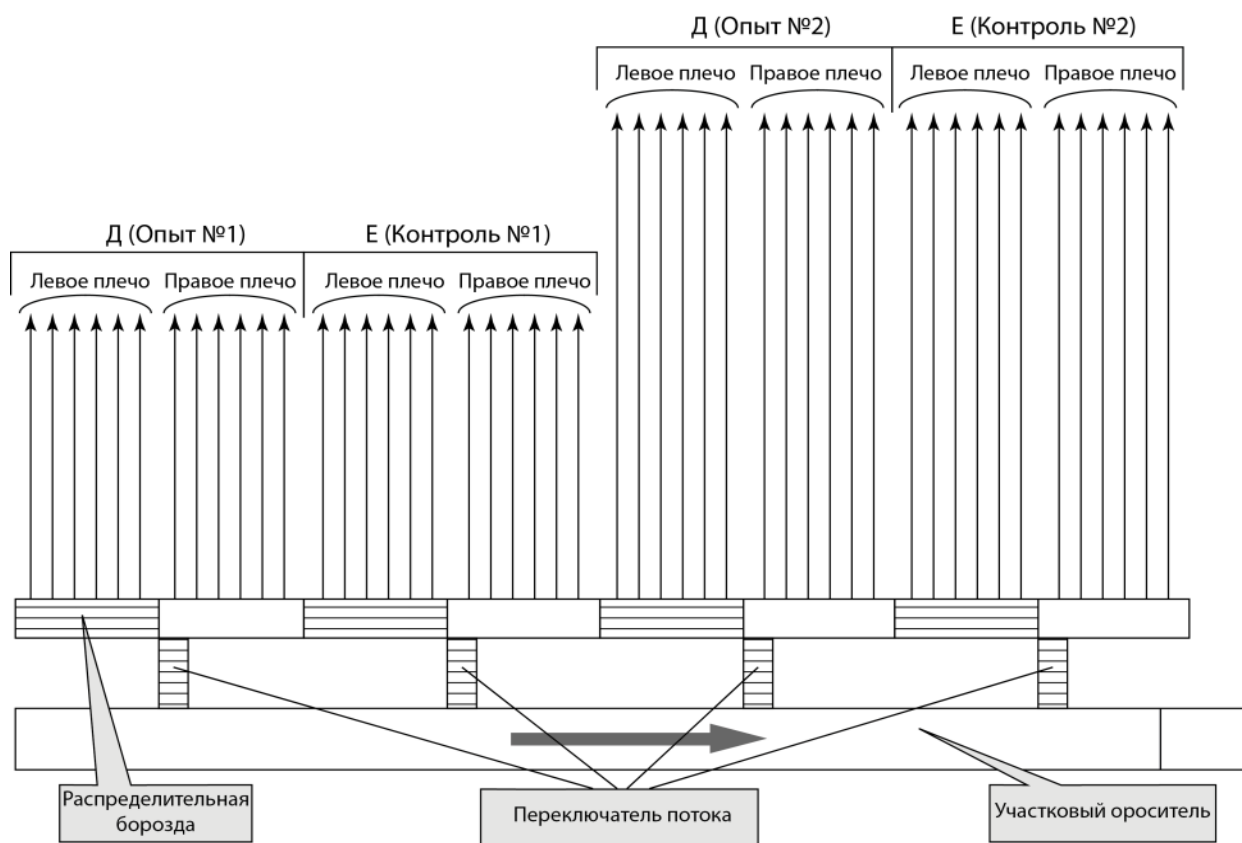


Рис. 3.2.7. Схема опытных и контрольных вариантов.

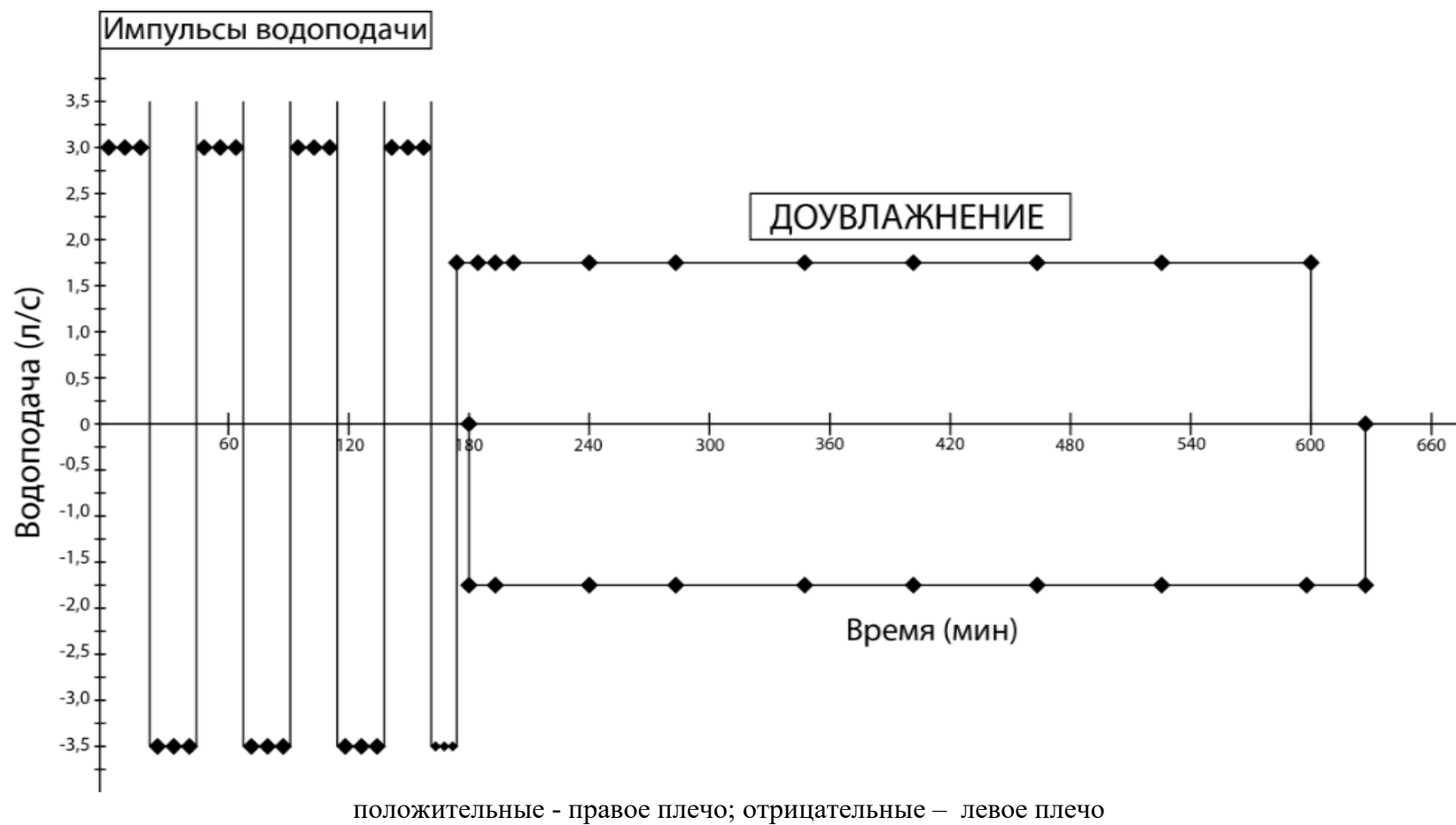


Рис. 3.2.8. Схема переменного полива для опытных и контрольных вариантов

Изменение влажности почв по вариантам до и после полива на опытных и контрольных участках приведены в таблице 3.2.8.

Таблица 3.2.8.

Изменение влажности почв до и после поливов (в процентах от веса)

Горизонты, м	Расстояние 0,25ℓ ₆		Расстояние 0,75 ℓ ₆		Расстояние 1,0 ℓ ₆		Расстояние 0,25 ℓ ₆		Расстояние 0,75 ℓ ₆		Расстояние 1,0 ℓ ₆	
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
	ВАРИАНТ D (ОПЫТ №1)											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
0-0,3	13,8	23,0	13,5	22,4	13,3	22,0	16,8	23,4	16,5	22,9	16,0	22,4
0,3-0,7	14,6	23,4	14,5	22,8	14,2	22,1	17,2	23,8	16,7	23,1	16,4	22,5
0,7-1,0	15,1	23,9	14,8	23,5	14,4	23,0	18,0	24,0	17,5	23,5	17,0	23,0
	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,3	16,6	23,4	16,2	23,0	15,9	22,4	16,7	23,5	16,6	23,4	16,3	23,0
0,3-0,7	17,4	23,6	17,0	23,2	16,4	22,8	17,2	24,2	17,0	24,0	16,6	23,4
0,7-1,0	18,3	24,1	18,0	23,8	17,2	23,2	19,0	24,6	18,8	24,3	18,6	24,0
КОНТРОЛЬНЫЙ УЧАСТОК №1												
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
0-0,3	13,8	24,0	13,5	23,6	13,3	23,0	14,6	23,8	14,4	23,4	14,1	23,0
0,3-0,7	14,6	24,2	14,5	24,0	14,2	23,2	14,9	24,2	14,5	23,6	14,4	23,3
0,7-1,0	15,1	24,4	14,8	24,2	14,4	24,0	16,0	24,4	15,8	24,0	15,4	23,8
	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,3	14,8	24,1	14,6	23,7	14,1	23,0	15,0	24,3	14,8	24,0	14,4	23,4
0,3-0,7	15,0	24,4	14,7	23,9	14,4	23,6	15,4	24,6	15,0	24,2	14,6	23,7
0,7-1,0	16,0	24,8	15,6	24,5	15,2	24,0	16,2	24,8	15,8	24,5	15,3	24,0

ВАРИАНТ D (ОПЫТ №2)												
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
0-0,3	13,8	23,8	13,5	23,4	13,3	23,0	16,8	23,5	16,5	23,3	16,0	22,8
0,3-0,7	14,6	24,2	14,5	23,8	14,2	23,1	17,2	23,9	16,7	23,6	16,4	23,0
0,7-1,0	15,1	24,9	14,8	24,5	14,4	24,0	18,0	24,5	17,5	24,3	17,0	23,7
	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,3	17,0	23,6	16,6	23,4	16,1	22,9	17,3	24,4	17,0	23,9	16,5	23,1
0,3-0,7	17,4	23,8	17,1	23,6	16,6	23,0	17,6	24,7	17,3	24,2	16,6	23,3
0,7-1,0	18,1	24,0	17,7	23,8	17,2	23,3	18,4	24,9	18,2	24,4	17,8	23,9
КОНТРОЛЬНЫЙ УЧАСТОК №2												
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
0-0,3	13,8	24,7	13,5	24,5	13,3	23,3	14,6	24,0	14,4	23,5	14,1	23,0
0,3-0,7	14,6	24,9	14,5	24,7	14,2	23,5	14,9	24,3	14,5	23,8	14,4	23,2
0,7-1,0	15,1	25,4	14,8	25,2	14,4	24,5	16,0	24,8	15,8	24,2	15,4	23,6
	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,3	14,8	24,5	14,6	24,0	14,1	23,5	15,0	24,4	14,8	24,0	14,4	23,5
0,3-0,7	15,0	24,9	14,7	24,4	14,4	23,7	15,4	24,5	15,0	24,1	14,6	23,9
0,7-1,0	16,0	25,5	15,6	24,9	15,2	24,1	16,2	25,0	15,8	24,6	15,3	24,1

Используя данные влажности почв и формулы Роде А.А. [63;с.423 - 427], вычислены поливные нормы по поливам на опытных и контрольных участках. Для изучения равномерности увлажнений ниже приводится (см. табл. 3.2.9) распределение поливной нормы по отдельным отрезкам борозд до расстояний 0,25 l_b , 0,5 l_b , 0,75 l_b и до конца борозды.

Таблица 3.2.9

Распределение поливной нормы по отрезкам борозд на опытных и контрольных участках по вариантам, а также оросительные нормы, мм.

П О Л И В Н Ы Е Н О Р М Ы																							
Варианты	Номера опытов	До расстояния 0,25l _б				До расстояния 0,5l _б				До расстояния 0,75l _б				До конца борозды				Поливная норма нетто				Оросительная норма	
		П О Л И В Ы																					
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
D	№1																	,	,	,		443,2	
E	Конт№1				44										28	28		153,6	140,8	145,6	144,0	584,0	
D	№2												24,8					155,2	107,2	102,4	105,6	470,4	
E	Конт№2																	164.8	142.4	152,0	145.6	604.8	

По данным таблицы 3.2.9 можно сказать, что в среднем по вариантам опытов оросительные нормы составили в опыте № 1 варианта «D» 443,2 мм, когда на контроле № 1 она была равна 584 мм. Таким образом, оросительная норма были ниже чем на контроле на 140,8 мм.

Также, в опыте № 2 варианта «D» эти величина составила в сравнении с контролем № 2 разницу в 134,4 мм оросительной нормы, который является величиной сэкономленной оросительной воды. Определен коэффициент равномерности увлажнения по длине борозды в опыте №1 – 0,82, на контроле - 0,64, а также в опыте №2 и контроле №2 они составили, соответственно, 0,81 и 0,66.

Следовательно, уменьшением инфильтрации в глубину почвы увеличится скорость движения потока воды, обеспечивая равномерность увлажнения почвы по длине борозды.

Ниже приводятся результаты урожайности хлопчатника и расходы воды на единицу продукции на опытных и контрольных участках (см. табл. 3.2.10).

Отсюда следует также, как и при поливах через поверхностный экран, что большим преимуществом обладают поливы в каждую борозду, где больше экономия воды, хотя и больше затраты труда на проведение поливов, а прирост урожайности составил 7,8 ц/га (см. рис. 3.2.9).

Таблица 3.2.10.

Урожайность хлопчатника и расход воды на единицу продукции.

Варианты	Номер опыта	Оросительные нормы, мм	Урожайность, ц/га	Расход воды, мм/ц
D	1	443,2	40,3	12,1
E	Контроль №1	584	32,5	18,0
D	2	470,4	37,8	13,0
E	Контроль №2	604,8	31,5	19,2



Рис. 3.2.9. Диаграммы относительно оросительной нормы и урожайности хлопчатника

3.2.3. Результаты фенологических наблюдений

Проведены фенологические наблюдения (см. табл. 3.2.11) в период вегетации за 2014 год (данные наблюдений приняты по варианту «Д», опыт № 1). При посеве хлопчатника применен сорт «Бухара-7». Посевы производились по плану хозяйства в назначенный срок на опытном и контрольном участках одновременно. Всходы хлопчатника на опытном участке по причине (как выяснилось после анализа) сохранения влажности из-за уменьшения испарения с глубины почвы и глубинной фильтрации наблюдались на 3-4 дня раньше, чем в контроле.

Таблица 3.2.11

Фенологические наблюдения хлопчатника (10.09.2014г.)

Отрезки борозд, м	Густота стояния, тыс. шт. га	Рост главного стебля, см	Сформировавшиеся коробочки, шт. на 1 растение	Количество кураков, шт. на 1 растение
0-40	115/102	98,8/87	10/6	6/4
40-80	111/89	96,3/86,4	9/6	7/3
80-120	107/112	95/87	9/5	6/4
120-160	115/107	98/88	8/4	7/3
160-200	112/105	95,8/83,8	8/5	8/4
200-220	113/105	94/84,2	7/5	9/5
Среднее	112,1/103,3	96,3/86,0	8,5/5,1	7,1/3,8

(*) Числитель – опытный вариант; Знаменатель - контрольный вариант

Учет и наблюдение за ростом и развитием хлопчатника показали, что на 1 июля высота хлопчатника на опытном участке (опыт №2) составила в среднем 39,8–42,7 см, а в контроле - 33,9–39,8 см. Накопление бутонов в опыте и контроле, соответственно, 14,9 и 11,1 шт., разница составляет 3,8 шт. На 1 августа рост хлопчатника увеличился в среднем до 96,9 в опыте и 83,8 см в контроле, а накопление коробочек, соответственно, 10,0 и 7,6 шт.

Фенологически анализировались посевы в 2014 году и к дате 20 апреля установлены всходы, которые составили в опытном и контрольном вариантах 14,7 и 10,2 шт. на 1 погонный метр, соответственно. Наблюдались рост и развитие хлопчатника: на 1 июня значительный рост хлопчатника в опыте - 11,1 см, а в контроле 8,8 см. К дате 1 августа наибольший рост хлопчатника равный 102,2 см наблюдался на опытном участке. Наибольшее развитие хлопчатника на срок 1 сентября по накоплению коробочек на один куст отмечено в опыте и составил 15,5 шт., а в контрольном варианте - 11,0 шт. По данным таблицы 3.2.13 можно сделать вывод о том, что по анализам фенологии лучшие показатели были на отрезках борозд, начиная от 160 м до конца борозды, что также является результатом сохранения влаги в корнеобитаемой зоне на участке с внутривпочвенным экраном на основе полимер – полимерного комплекса вне поливного сезона.

Численный метод и программное средство для компьютерной реализации математической модели и расчета задачи бороздкового полива через экран на основе полимер – полимерного комплекса проводится нижеследующим образом.

Диалог между пользователем и разработанной программой предельно прост и соответствует общепринятым стандартам. После загрузки исполняемого файла на экране появляется окно «Расчет бороздкового полива на полях заложенным экраном на основе полимер – полимерного комплекса».

Получены следующие результаты по расчетам элементов техники и эксплуатационных характеристик поливов при различных условиях и различными методами бороздкового полива

Полив по бороздам через поверхностный экран на основе полимер - полимерного комплекса.

Вариант «А». Опыт №2 (I полив)

1. Расход воды = $0,0006 \text{ м}^3/\text{с}$; Уклон поля = 0.002; Длина борозды = 70 м;
Коэффициент Маннинга = 0.040; $I_0 = 0.0066 \text{ м}^3/\text{с}/\text{м}$; D – поливная норма, мм; Продолжительность полива (t_{co}) = 178,3 мин.

Створы	Длина борозды, м	t_{co} , мин.	Эффективность использования поливной нормы (E_a), %	Равномерность распределения увлажнения по бороздам (DU), %	D, мм.
1	18,3	46,8	-	-	102,5
2	38,1	97,4	86,5	72,0	102,3
3	55,6	139,1	86,5	82	100,1
4	70	178,3	85,5	82,2	101,9

Итоговый баланс: D = 101,9 мм; Погрешность расчета = 0.07%;
Эффективность использования поливной нормы = 85,5 %; Равномерность распределения увлажнения по бороздам = 82,2 %.

2. Расход воды = $0,0008 \text{ м}^3/\text{с}$; Уклон поля = 0.002; Длина борозды = 140 м;
Коэффициент Маннинга = 0.040; $I_0 = 0.0066 \text{ м}^3/\text{с}/\text{м}$; D – поливная норма, мм; Продолжительность полива (t_{co}) = 278,5 мин.

Створы	Длина борозды, м	t_{co} , мин.	Эффективность использования поливной нормы (E_a), %	Равномерность распределения увлажнения по бороздам (DU), %	D, мм.
1	38,3	75,7	-	-	105,5
2	75,1	149,6	86,5	72,0	106,3
3	115,6	233,0	86,5	82	107,5
4	140	278,5	85,5	82,2	106,1

Итоговый баланс: $D = 106,1$ мм; Погрешность расчета = 0.07%;
Эффективное использование поливной нормы = 87,2 %; Равномерность
распределения увлажнения по бороздам = 85,3 %.

**Полив по бороздам на полях с внутрипочвенным экраном на основе
полимер - полимерного комплекса.**

Вариант «D». Опыт №2 (I полив)

1. Расход воды = $0,0008 \text{ м}^3/\text{с}$; Уклон поля = 0.002; Длина борозды = 105 м;
Коэффициент Маннинга = 0.040; $I_0 = 0.0066 \text{ м}^3/\text{с}/\text{м}$; D – поливная норма,
мм; Продолжительность полива (t_{co}) = 204,5 мин.

Створы	Длина борозды, м	t_{co} , мин.	Эффективность использования поливной нормы (E_a), %	Равномерность распределения увлажнения по бороздам (DU) ,%	D , мм.
1	26	50,3	-	-	103,3
2	53	101,4	86,5	79,2	102,1
3	79	156,2	86,5	82	105,5
4	105	204,5	87,5	82,2	103,9

Итоговый баланс: $D = 103,9$ мм; Погрешность расчета = 0.07%; Эффективное
использования поливной нормы = 87,5 %; Равномерность распределения
увлажнения по бороздам = 82,2 %.

2. Расход воды = $0,0009 \text{ м}^3/\text{с}$; Уклон поля = 0.002; Длина борозды = 210 м;
Коэффициент Маннинга = 0.040; $I_0 = 0.0066 \text{ м}^3/\text{с}/\text{м}$; D – поливная норма,
мм; Продолжительность полива (t_{co}) = 364,3 мин.

Створы	Длина борозды, м	t_{co} , мин.	Эффективность использования поливной нормы (E_a), %	Равномерность распределения увлажнения по бороздам (DU) ,%	D , мм.
1	53	92,8	86,5	79,2	105,1
2	110	193,9	89,6	78,5	105,8
3	175	309,4	89,7	84,2	106,1
4	210	364,3	88,2	86,3	104,1

Итоговый баланс: $D = 104,1$ мм; Погрешность расчета= 0.07%;
 Эффективное использования поливной нормы = 88,2 %; Равномерность
 распределения увлажнения по бороздам = 86,3%

Ниже приведена сравнительная таблица 3.2.12 между результатами полевых исследований и расчетов, произведенных на основе математической модели для бороздкового полива через поверхностный экран на основе полимер – полимерного комплекса (а) и на полях с внутрипочвенным экраном на основе полимер – полимерного комплекса (б).

Таблица 3.2.12.

**Сравнительная таблица между результатами полевых исследований и
 расчетами по математической модели.**

а)

Длина борозды, м	q, л/с	t_{co} мин	Полivная норма, мм			Коэффициент равномерности увлажнения по бороздам, %		
			Опыт	Расчет по модели	% отклонения	Опыт	Расчет по модели	% отклонения
50	0,6	100,9	119,9	121,0	0,92	96,0	94,2	1.8
100	0,8	153,4	123,0	124,0	0,81	91,0	90,3	<u>0,7</u>
160	1,0	217,8	136,0	137,0	<u>0,73</u>	88,1	86,4	1,7
220	1,3	257,0	150,4	153,0	<u>1,72</u>	82,0	80,2	<u>2,2</u>

б)

Длина борозды, м	q, л/с	t_{co} мин	Полivная норма, мм			Коэффициент равномерности увлажнения по бороздам, %		
			Опыт	Расчет по модели	% отклонения	Опыт	Расчет по модели	% отклонения
50	0,7	118,7	110,7	112,0	1,16	92,0	93,2	1.3
100	0,9	185,6	111,3	114,0	<u>2,37</u>	88,0	90,3	2,5
160	1,2	240,8	121,3	123,0	1,38	82,1	84,4	<u>2,72</u>
220	1,4	298,0	125,2	126,0	<u>0,63</u>	81,0	80,2	<u>1,25</u>

Примечание: подчеркнуты максимальные и минимальные значения процентов отклонений.

По данным таблицы 3.2.12 видно, что результаты полевых исследований и расчетов, произведенных на основе математической модели идентичны. Следовательно, исходя из результатов полевых опытов и из результатов из расчета математической модели для бороздкового полива, с использованием полимер-полимерных комплексов, появилась возможность рекомендовать руководителям хлопководческих организаций и фермерских хозяйств данные режима и характеристик полива при различных климатических, гидрогеологических и почвенных условиях.

Проведены такие же расчеты для бороздкового полива с различными длинами борозд ($l_6 = 50 - 220$ м) на полях с внутрпочвенным экраном. По данным первого полива полевых исследований, математические расчеты показали, что величины поливных норм колеблется от 110,7 до 125,2 мм, отклонение от полевых исследований составляет от 1,25 до 2,72 %.

Ниже приводятся рекомендуемые данные элементов техники, режима и характеристик полива при поливах хлопчатника через поверхностный экран на основе полимер – полимерного комплекса, полученные расчетами по математической модели (см. табл.3.2.13).

Таблица 3.2.13.

Элементы техники, режима и характеристик полива в различных условиях (I полив)

№ п/п	Длина борозды, м.	Ширина борозды, м.	Расход воды, л/с	Общее время, Мин	Поливная норма, мм	Эффективность использования поливной нормы, (E_a), %	Равномерность распределения увлажнения по бороздам(DU) ,%
1	100	0,9	0,5	324	108,0	84,2	82,5
2	200	0,9	0,8	402,3	107,3	85,6	83,1
3	300	0,9	1,0	477,5	106,1	86,1	83,1
4	350	0,9	1,2	460,2	105,2	86,5	84,4
5	400	0,9	1,4	480,0	112,9	87,0	85,1
6	450	0,9	1,4	560,0	116,2	88,4	86,7

Проведены такие же расчеты для бороздкового полива с различными длинами борозд ($\ell_6 = 100\text{--}450$ м) на полях с внутрипочвенным экраном. По данным первого полива полевых исследований, математические расчеты показали, что величины поливных норм колеблется от 103,9 до 114,7 мм, а эксплуатационные характеристики полива « E_a » и «DU», соответственно от 87,5 до 90% и от 82,2 до 88,3%.

Таким образом, результаты исследований доказывает высокую целесообразность широкого применения поликомплекса при поливах хлопчатника для создания внутрипочвенного экрана. В результате этого можно существенно снизить поливные нормы, следовательно, добиться весомой экономии оросительной воды. С учетом испытаний в дальнейшем мы проводили вышеописанные опыты в полевых условиях по изучению влияния поликомплексов на удержания влаги в почвогрунте и уменьшение глубинной фильтрации воды путем создания надпочвенных и внутрипочвенных экранов. В то же время, следует отметить, что несмотря на значительную экономию воды, осуществление способа полива с применением надпочвенного экрана на практике несколько затруднено. Это связано с тем, что после каждого полива, при проведении агротехнических обработок, пленки разрушаются, и в связи с этим необходимо повторное нанесение поликомплекса. Следовательно, проведение поливов хлопчатника на полях со сплошным внутрипочвенным противofильтрующим экраном, как было показано выше, отличается меньшей трудоемкостью и большей эффективностью.

При внесении на поверхность почвы растворы полимер – полимерного комплекса не только связывают почвенные частицы в агрегаты, но и существенно модифицируют их, в частности, изменяется гидрофильность почвы, а это способствует инфильтрации воды и выполняет роль депрессеров испарения. Поскольку чистая вода является чрезвычайно важным экологическим фактором окружающей среды, без которого

невозможно целенаправленное развитие растений, то нужно к ней отнестись очень бережно. Отметим также, что нормальное развитие проростков, всходов и развитие молодых растений хлопчатника происходит тогда, когда влажность корнеобитаемого слоя почвы колеблется в интервале 65-100% от предельной полевой влагоемкости. Как избыток, так и недостаток почвенного увлажнения отрицательно сказываются на жизнедеятельности клетокбиоорганизма.

На основании данных по изучению испарения влаги из почв можно заключить, что обработка верхних слоев почв раствором полимер – полимерного комплекса приводит к образованию почвенно-поликомплексной мульчи, которая защищает нижележащие слои почвы от высыхания и почва испаряет воду значительно в меньшей степени, а в контроле за три дня идет интенсивное испарение влаги и на четвертый день содержание влаги в почве падает до 4%. В почвах, обработанных полимер – полимерным комплексом, образовавшийся почвенно-поликомплексный слой (0-5 мм), лежащий на микроструктурном слое, быстро высыхает и капиллярное сообщение комков с нижележащими агрегатами обрывается. Это, в свою очередь приводит к уменьшению испарения воды и увеличению периода влажного состояния нижележащих слоев почвы на 6-7 суток.

Таким образом, можно заключить, что полученные нами полимер – полимерные комплексы и композиты позволяют целенаправленно создать противифльтрационные экраны для снижения поливных норм воды.

Выводы по III главе:

1. Лабораторными исследованиями с применением противofiltrационных экранов установлено, что скорость фильтрации воды и уход ее в подпахотные горизонты ослабевает в 10-12 раз в почвах, покрытых поликомплексом, и высокие значения коэффициента равномерного увлажнения предоставляют возможность проводить в полевых условиях исследования водосберегающих способов орошения с применением полимер – полимерного комплекса.

2. Установлено, что на опытных полях среднее значение основной скорости инфильтрации « ϕ_0 » для длинных борозд (220м) снижается от первого к четвертому поливу с 0,000206 до 0,000193 м³/мин/м, являясь несколько выше чем на контрольных бороздах, причиной которого является применение экрана на основе полимер – полимерного комплекса.

3. Установлено, что при поливах хлопчатника водосберегающими способами с применением полимер – полимерного комплекса переменной струей в длинные борозды нормы добегаания, спада и доувлажнения заметно выше, чем при поливах в каждую борозду, что приводит к экономии оросительной воды. Так, например, оросительные нормы в варианте с длиной борозды 220 м при поливах переменной струей с экраном в 1/3 начальной части на основе полимер – полимерного комплекса на 88,0 мм меньше оросительной нормы, чем в контроле.

4. Вычислены значения коэффициента равномерности увлажнения на полях с поверхностным экраном на основе полимер – полимерного комплекса при поливах в каждую борозду, которые колеблются в среднем, соответственно, в контроле - от 0,61 до 0,70, а в опытах - от 0,77 до 0,88. При поливах переменной струей эти величины составили 0,77-0,85 (на контроле 0,61 – 0,64), что позволяет сделать вывод об эффективности полива в длинные борозды переменной струей.

5. Установлено, что при поливах хлопчатника на полях с внутрипочвенным экраном на основе полимер – полимерного комплекса, с применением метода дискретного полива, глубинная фильтрация уменьшается на 18-21% от оросительной нормы. Следовательно, при таких поливах обеспечивается экономия воды, особенно больше преимущества полива в каждую борозду с длинными бороздами ($l_6 = 220\text{м}$), где требуется меньшие затраты труда на поливы и отмечается повышение КЗИ от 0,82 до 0,91.

6. Определены и рекомендованы фермерам данные режима и характеристик полива с применением экран на основе полимер – полимерного комплекса при различных условиях, расчетом по математической модели, разработанной автором данной работы.

7. Соблюдение оптимального водного режима с внедрением водосберегающих способов полива дает значительный прирост урожайности хлопка-сырца, которая составила в вариантах с поверхностным экраном на основе полимер – полимерного комплекса до 7,8 ц/га, а с внутрипочвенным экраном - на 8,3 ц/га выше, чем на контроле.

ГЛАВА 4. ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИНЕРАЛОВ ПОДАВАЕМЫХ ПРИ ПОЛИВАХ ХЛОПЧАТНИКА.

Многолетние опыты НИИССАВХ свидетельствуют, что при возделывании хлопчатника без удобрений и севооборотов получают 12-14 ц/га хлопка-сырца. Применение минеральных удобрений повышает урожайность до 34-36 ц/га, минеральных удобрений в сочетании с севооборотами - до 43-46 ц/га и более,

Исходя из способов подачи минеральных удобрений, можно сделать вывод о том, что они в некоторой степени сложны, трудоемки. С учетом того, что для развития и роста урожайности хлопчатника полезна подача минералов именно при поливах. Необходимы разработки новых способов подачи, впоследствии чего и поставлена нами данная задача.

Перед нами поставлена задача разработки водосберегающих способов полива одновременно подачей минеральных удобрений хлопчатнику.

4.1. Лабораторные исследования по разработке методов минерализации почв при поливе через экран на основе полимер – полимерного комплекса.

По сведениям НИИССАВХ, для формализации урожая 1 ц/га, хлопчатник получает от почвы 5,5 – 6,5 кг/га азота, 2 – 2,5 кг/га фосфора и 5 – 6 кг/га калия. Но независимо от урожайности хлопчатник использует азот в фазе сравнения от 69% (1970г) до 72% (2011г). Использование фосфора от 42 до 48%, а использование калия в фазе сравнения повысился на 3 раза, то есть от 35 кг/га до 100 кг/га [9; с.28-31].

Необходимо отметить то, что особенно в условиях глубокого залегания грунтовых вод, где значительная часть поливной воды при поливах, в том

числе с ней и минеральные удобрения уходят ниже расчетного слоя почвы. Следовательно, заметно снижается эффективность использования подаваемых минеральных удобрений.

В связи с чем, вопрос повышения эффективности использования минеральных удобрений является в нынешних условиях достаточно проблемным.

Для решения в значительной мере данной проблемы, предлагается проведения поливов хлопчатника через противифльтрационный поверхностный экран в виде тонкой пленки на основе полимер – полимерного комплекса с добавлением к раствору полимер – полимерного комплекса минеральных удобрений, по нормам, установленные рекомендациями по данной сельхозкультуре.

По данным исследований [18; с. 89-90], при поливах хлопчатника через противифльтрационный экран на основе полимер – полимерного комплекса на поверхности почвы глубинная фильтрация воды ниже расчетного слоя почвы, уменьшается 35-40% от поливной нормы.

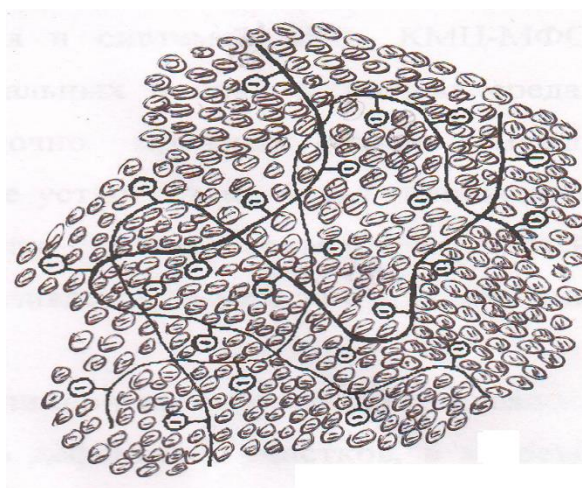


Рис. 4.1.1. Схема формирования продуктов при матричной поликонденсации мочевины и формальдегида в присутствии КМЦ, добавленной солями минеральных удобрений

В предлагаемой работе в раствор полимер – полимерного комплекса добавляются минеральные удобрения (азот, фосфор или калий), которые растворяются не сразу, а постепенно, где на рис. 4.1.1 представлена схема процесса матричной поликонденсации мочевины и формальдегида (МФС) в присутствии КМЦ, а кружочками со штрихами (☉) изображены соли минерального удобрения.

Для решения поставленных задач, проведены лабораторные исследования на лизиметрах с площадью поверхностей 640 см^2 и глубиной 1,8 м с четырехкратной повторностью. В первом варианте опыта на поверхности почвы в лизиметре заложен экран из раствора полимер – полимерного комплекса + минерал, во втором варианте данный экран дублируется на глубине 40 см, экраном из раствора полимер – полимерного комплекса и третий вариант – контрольный вариант.

Лизиметры заполнялись легкосуглинистой почвой, проводилась легкая трамбовка почвы и затем замочка водой (для получения естественного объемного веса).

Полимер-полимерный комплекс в составе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) и мочевино – формальдегидной смолы (МФС) представляет собой широкий класс полимерных соединений, применяемых в сельском и водном хозяйстве. Высокие сорбционные и набухающие свойства, а также низкие значения коэффициента проницаемости пленок на основе полимер – полимерного комплекса, дали основания применения полимер – полимерного комплекса для создания экранов в виде пленок на поверхности и на глубине почвы [19; с.45].

Для создания противифльтрационного экрана на поверхность почвы наносится раствор полимер – полимерного комплекса + минерал с расходом 0,6-0,8 л/м² методом опрыскивания, с помощью специальных насосов.

Водно-физические свойства почв изучались до глубины 1,0 м на лизиметрах, установленных в «Ботаническом саду» Национального Университета Узбекистана. Исследования показали, что плотность почвы зависит от массы веществ, составляющих рыхлые слои почвы в природном состоянии, от их сложения и гумусности. Объёмная масса почвы составляла в среднем, $1,46 \text{ т/м}^3$, удельная масса почвы – $2,70 \text{ т/м}^3$. Естественная влажность почвы колеблется от 18,5 до 23,7%, а порозность общая от 44 до 48% по различным слоям. Наименьшая влагоёмкость почв в слоях 0-100 см составила в среднем 21,9 % от массы сухой почвы.

Лизиметрические исследования проводились в опытном и контрольном вариантах. В каждом варианте были посажены семена хлопчатника, поливались одинаковой нормой, из расчета $620 \text{ м}^3/\text{га}$.

В первом варианте минерал (азот) в количестве 23 г из расчета 350 кг на гектар добавляли в раствор полимер – полимерного комплекса, опрыскиванием.

Во второй серии опытов вместо азота добавляли в раствор полимер – полимерного комплекса фосфор в количестве 20 г из расчета 225 кг на гектар.

По результатам исследований скорости впитывания воды в почву и времени фильтрации в сравнении с контролем при поливах хлопчатника через противотифльтрационный экран на основе полимер – полимерного комплекса + минерал на поверхности установлено, что глубинная фильтрация воды ниже расчетного слоя почвы, уменьшается до 33-36% от поливной нормы.

Следовательно, представляемые экран на поверхности и экран в глубине почвы (0,4 м) дублирующий поверхностный экрана в виде тонкой пленки задерживают минералы в верхних горизонтах почвы, которые приводятся в таблице 4.1.1.

Из таблицы 4.1.1 видно, что при поливах хлопчатника через экран на основе полимер – полимерного комплекса + минерал из расчетного количества

подаваемого минеральных удобрений, оставшаяся часть в верхних слоях (0-0,4 м) в среднем была выше по сравнению с контролем на 27,9% азота и 27,1% фосфора.

Расчеты поливных норм по слоям почвы, показали что на опыте глубинная фильтрация воды ниже расчетного слоя (0-0,7м) была на 128 м³/га (20,6 %) меньше, чем на контроле.

Глубинная фильтрация воды составила на опыте 166 м³/га, а на контроле 275 м³/га, что была выше на контроле в сравнении с опытом на 109 м³/га.

Таблица 4.2.1.

**Содержание количества минеральных удобрений по горизонтам
почвы, после полива через поверхностный экрана
полимер – полимерный комплекс+минерал**

Минеральные удобрения							Распредел поливной нормы по горизонтам почвы м³/га		Поливная норма м³/га
Горизонты, м	Азот, в % от подаваемого			Фосфор, в % от подаваемого			Опыт	Контроль	620
	Опыт	Контр	Разность суммы опыта и контрол я на слое 0-0,4 м	Опыт	Контр	Разность суммы опыта и контрол я на слое 0- 0,4 м			
0,0-0,10	13,0	3,1	27,9	10,7	3,2	27,1	60	32	
0,10-0,20	11,2	3,9		10,0	3,7		56	38	
0,20-0,30	10,7	4,8		9,5	4,3		52	36	
0,30-0,40	10,5	5,7		9,1	4,9		63	49	
0,40-0,50	9,0	7,0		7,7	6,0		46	59	
0,50-0,60	8,1	8,1		7,0	7,1		60	78	
0,60-0,70	8,7	9,3		8,3	7,6		65	82	
0,70-ниже	28,8	58,1		37,7	63,2		118	246	

Проведены фенологические наблюдения в период вегетации за 2015 год на опытном и контрольном вариантах.

При посеве применен сорт хлопчатника «Наманган 77». Посевы производились 17 апреля 2015 года одновременно на опытном и контрольном вариантах, всходы на опытных вариантах были на 3 дня раньше, чем на контроле, причиной этого является сохранение влажности из-за уменьшения испарения из поверхности и глубины почвы.

Наблюдения за ростом и развитием хлопчатника показали, что на 5 июля высота хлопчатника на опытных вариантах составили в среднем 38,8 – 41,5 см, а на контроле 31,9 – 36,7 см. Накопление бутонов в опытах и контроле, соответственно, 14,2 и 8,1 шт, разница составляет 6,1 шт.

На 1 августа рост хлопчатника увеличился в среднем до 76,9 в опытах и 53,8 см на контроле, а накопление коробочек, соответственно 11,0 и 5,6 шт.

По развитию хлопчатника на 1 сентября наибольшее накопление коробочек (15,5 шт.) отмечено в опытах, а в контрольном варианте - 11,5 шт.

Таким образом, фенологические наблюдения показали, что лучшими были опытные варианты, что является результатом сохранения влаги, увеличения содержания минералов в корнеобитаемой зоне в опыте с поверхностным экраном на основе полимер – полимерного комплекса + минерал.

4.2. Установление поливной нормы хлопчатника при поливе через экран на основе полимер - полимерного комплекса с добавлением минералов

Для решения в значительной мере проблемы по повышению эффективности использования растениями подаваемых при поливе, предлагается проведение поливов хлопчатника через противифльтрационный экран на основе полимер – полимерного комплекса в виде тонкой пленки. С добавлением к раствору полимер – полимерного

комплекса минералов (азот, фосфор, калий) в количестве установленным нормам указанным в рекомендациях по агротехнике сельхозкультуры.

По результатам исследований [21; с.16-17] установлено, что при поливах хлопчатника через противофильтрационный экран на основе полимер – полимерного комплекса, созданный на поверхности почвы, глубинная фильтрация воды ниже расчетного слоя, уменьшается на 35 – 40% от поливных норм.

Полевые исследования проводились на фермерском хозяйстве «Омад Келажак Барака» Уртачирчикского района Ташкентской области.

Механический состав почвы по фракциям оценен в разрезе на глубину до 0,5 м для типичного серозема на опытном участке в фермерском хозяйстве «Омад Келажак Барака».

При использовании больших расходов в длинных бороздах исходили из следующих соображений: средний уклон по длине борозды, длиной 200 м, определен по графику продольного уклона опытного поля, построенному в программе Excel (см. рис 4.2.1), в соответствии с формулой [47]:

$$y = -0,00209x + 98,304 \quad (4.3.1)$$



Рис. 4.2.1. Продольный уклон опытного поля

По расчетам из рис. 4.2.1 средний уклон составил 0,00209, колеблясь от 0,00133 до 0,00232. Стандартное отклонение составило 0,00022, а коэффициент вариации $C_v=0,13$, т.е. вариации продольного уклона по длине борозды небольшие, что предоставляет возможность проводить поливы большими расходами.

На фермерском хозяйстве был посеян сорт хлопчатника «Наманган 77». Посевы производились 13 апреля 2016 года одновременно на опытном и контрольном вариантах

Исследования по поливам, где первый полив производился в период с 18.06.2016 по 23.06.2016 года, проведены опытным (А) и контрольным (С) вариантами полива хлопчатника по бороздам, с 4-х кратной повторностью. Для всех вариантов ширина междурядья составляла 0,6 м.

В варианте «А», полив производился в каждый ряд, и состоял из опыта № 1 с экранами на основе полимер – полимерного комплекса + минерал.

Вариант «С» минерализовался обычной подачей на тракторе при нарезке борозд. Длина контрольных и опытных борозд составляла 160 м.



Рис. 4.2.2. Процесс создания поверхностного экрана из полимер – полимерного комплекса + минерал.

Расходы воды в вариантах «А» и «С» изменялись в пределах 0,9-0,7 л/с.

Проведены измерения впитывания воды в почву по створам через каждые 40 м, при добегании струи до конца борозды в опытах по вариантам. Результаты измерений приведены в таблице 4.2.2.

Таблица 4.2.2.

Впитывание воды на опытном и контрольном участках.

Варианты	I – полив			
	Отрезки борозд, м		Время с начала пуска воды, мин	Объем впитавшейся воды, л
А	Опыт №1 $\ell_6 = 160$ м	40	17	514
		80	27	1036
		120	41,5	1543
		160	56,5	2142
С	Контроль №1 $\ell_6 = 160$ м	40	23	966
		80	38	1596
		120	54	2268
		160	89,5	4027

Из таблицы 4.2.2 видно, что впитывание влаги в почвах на экранированных участках на основе полимер – полимерного комплекса + минерал несколько отличаются от контрольных участков, как например в среднем в опыте оно составило 1309 л, когда на контроле – 2217 л, что показывает большое преимущество полива хлопчатника через экранированные борозды.



**Рис 4.2.3. Процессы проведения поливов через поверхностный экран
полимер – полимерного комплекса+ минерал**

Известно, что в теоретических и экспериментальных исследованиях увлажнение почвы в период спада недостаточно изучено.

Таблица 4.2.2.

Параметры водопроницаемости почв на опытных и контрольных участках ($l_b=160$ м)

№ варианта	Параметры водопроницаемости	
	$K_{ср}^i$, м/мин	q , л/с
А	0,0144	0,63
С	0,0151	0,63

Исследованиями установлено, что после прекращения подачи воды продолжается увлажнение по длине борозд в результате нахождения еще отдельных отрезков борозды под водой. Нужно отметить, что при поливах через экраны на 1/2 и 1/3 частях в начале борозд с использованием ППК происходит набухание полимера, вследствие чего уменьшаются глубинная фильтрация воды и испарение с поверхности почвы, следовательно, не требуется больших норм на доувлажнение почвы. В продолжении исследований для определения поливных норм проведены пробные поливы на опытных и контрольных участках, где был вычислен средний слой водоподачи по формуле 2.4.4. (см. табл. 4.3.3). Поливы проводились согласно поставленной методики исследований. Необходимо отметить в опытных вариантах при расчете среднего слоя водоподачи принимались усредненные значения расходов воды по частям борозды (без экрана и с экраном на основе полимер – полимерного комплекса). При расчете нормы конечного сброса расход воды в борозде на опытных и контрольных участках варианта «А» составил соответственно 0,9 и 0,7 л/с, а на контроле № 1 – 0,9 л/с.

Как видно из таблицы 4.2.3, в опытах варианта «А» для достаточного увлажнения поля поливы проводились сбросными нормами почти в два раза меньше, чем на контроле, что можно рекомендовать проводить поливы по длинным бороздам с колебаниями расхода воды.

Таблица 4.2.3.

Результаты пробных поливов по вариантам

Характеристика	А				С			
	ОПЫТ №1				КОНТРОЛЬ №1			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
t_{co} , мин	638	627	579	558	694	731	872	896
t_{out} , мин	218	275	145	147	256	328	409	456
D, мм	151,8	149,2	124	119,5	165,3	174	187	192

Изменение влажности почв по вариантам до и после полива на опытных и контрольных участках приведены в таблице 4.2.4.

Таблица 4.2.4.

Изменение влажности почв до и после поливов на опытном и контрольном участках по вариантам (в процентах от веса).

Горизонты, м	Расстояние 0,25 ℓ _б		Расстояние 0,5 ℓ _б		Расстояние 0,75 ℓ _б		Расстояние 0,25 ℓ _б		Расстояние 0,5 ℓ _б		Расстояние 0,75 ℓ _б	
	До I полива	После I	До I полива	После I	До I полива	После I	До II полива	После II	До II полива	После II	До II полива	После II
	ВАРИАНТ А (ОПЫТ №1)											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
0-0,2	12,57	17,8	12,16	17,6	12,4	17,5	13,52	19,9	13,45	19,8	13,36	19,5
0,2-0,3	12,8	18,2	12,43	18,2	12,6	18,0	13,9	20,6	13,9	20,2	13,81	20,0
0,3-0,4	13,05	19,7	12,8	19,3	12,9	19,1	15,8	22,0	14,9	21,6	14,7	21,4
0,4-0,5	13,45	20,9	13,1	20,3	13,4	21,1	19,7	23,4	19,3	23,0	19,0	22,8
	До III полива	После III	До III полива	После III	До III полива	После III	До IV полива	После IV	До IV полива	После IV	До IV полива	После IV
0-0,2	13,9	20,3	13,9	19,9	13,6	19,7	13,6	19,6	13,7	19,7	13,5	19,6
0,2-0,3	14,6	21,2	14,4	20,7	14,0	20,5	14,2	20,3	14,2	20,2	14,3	20,2
0,3-0,4	16,3	23,8	16,0	23,1	15,57	23,0	15,7	23,2	15,6	23,0	15,5	22,9
0,4-0,5	19,9	24,6	19,5	24,1	19,1	23,9	19,3	23,7	19,2	23,9	19,4	23,7

КОНТРОЛЬНЫЙ УЧАСТОК №1												
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
0-0,2	12,6	20,3	19,8	20,1	12,0	19,9	13,0	19,8	13,4	19,5	13,7	18,9
0,2-0,3	14,7	20,9	14,3	20,8	14,1	20,3	14,0	20,2	14,1	20,0	15,3	20,2
0,3-0,4	16,7	21,2	15,9	21,3	15,3	21,9	15,8	21,5	15,2	20,9	16,7	21,0
0,4-0,5	19,3	22,7	19,7	21,9	19,2	22,1	18,7	21,9	19,1	21,5	18,9	21,7
	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,2	12,8	20,2	13,6	19,7	13,4	19,6	13,6	20,1	13,0	20,3	13,2	19,7
0,2-0,3	13,8	20,9	14,1	20,3	13,9	19,9	14,2	20,2	14,3	20,9	14,2	20,2
0,3-0,4	15,4	21,6	16,0	20,9	15,8	20,4	15,8	20,9	16,3	21,4	16,1	21,2
0,4-0,5	18,1	22,3	18,9	21,1	17,7	21,7	18,7	21,6	18,9	21,9	18,3	22,3

Используя данные влажности почв и формулы Роде А.А. [63;с.423 - 425],
вычислены поливные нормы по поливам на опытных и контрольных участках.

Таблица 4.2.5.

**Распределение поливной нормы по отрезкам борозд на опытных и
контрольных участках по вариантам, а также оросительные нормы, мм.**

П О Л И В Н Ы Е Н О Р М Ы																								
С	Варианты	А	№1	До расстояния 0,25l _б				До расстояния 0,5l _б				До расстояния 0,75l _б				До конца борозды				Поливная норма нетто				Оросительная норма
				П О Л И В Ы																				
				I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Контр.1	40,1	32	30,7	31,1	27,9	27,5	18,8	22,9	20,6	23,3	17,5	21,5	17,9	24	23,3	24	22,6	106,8	90,3	99,5	89,0	385,6		
	39																							
	34																							
	33,7																							
	33																							
	32																							
	26,2																							
	25,3																							
	21,5																							
	23,0																							
	26,1																							
	23,6																							
	25																							
	24																							
	23,7																							
	122,7																							
	119,2																							
	118,0																							
	110,0																							
	469,9																							

Для изучения равномерности увлажнений ниже приводится (см. табл. 4.2.5) распределение поливной нормы по отдельным отрезкам борозд до расстояний $0,25 l_b$, $0,5 l_b$, $0,75 l_b$ и до конца борозды.

По данным таблицы 4.2.5 можно сказать, что в среднем по вариантам опытов оросительные нормы составили в опыте № 1 варианта «А» 376,5 мм, когда на контроле № 1 она была равна 469,9 мм. Таким образом, оросительные нормы были ниже чем на контроле на 93,4 мм

Необходимо отметить, что определение коэффициента равномерности (K_p) на малоувлажненных землях и при поливах через экран в средней или нижней частях борозды в лабораторных исследованиях дает не совсем правильные результаты. Поэтому коэффициент равномерности увлажнения и КПД техники полива рекомендуется определять, как выше сказано, отношением объема впитанной воды на критическом створе (W_k) к объему впитывания на начальном створе (W_H), т.е. с учетом продолжительности увлажнения при спаде воды.

Используя данные таблицы 4.2.5 по формуле 1.2.1 вычислены значения коэффициента равномерности увлажнения, которые при поливах в каждую борозду колеблются в среднем, соответственно, в контроле от 0,59 до 0,66, а в опыте - от 0,75 до 0,81.

Соблюдение оптимального режима полива с учётом внедрения водосберегающих приёмов с применением полимер – полимерного комплекса, состоящие из различных способов орошения даёт прирост по урожайности хлопка-сырца (см. табл. 4.3.6).

Данные таблицы 4.2.6 показывают, что наибольшие урожайности хлопка - сырца в опыте №1, с разницей в сравнении с контрольным участком №1 6,5 ц/га.

Таблица 4.2.6.**Урожайность хлопчатника и расход воды на единицу продукции.**

Варианты	Номер опыта	Оросительные нормы, мм	Урожайность, ц/га	Расход воды, мм/ц
А	1	376,5	39,6	9,5
С	Контроль №1	469,9	33,1	14,2

Для определения эксплуатационных характеристик полива, которыми являются эффективность использования поливной нормы « E_a »(%) и равномерность распределения увлажнения почвы «DU»(%), вычисляемые по формулам 2.4.1 и 2.4.2. Анализировались результаты исследований поливов водосберегающими способами с применением экранов из ППК, его использовались результаты первого и третьего поливов хлопчатника.

Начались проведения фенологических наблюдений. К 26 июня 2016 года рост стеблей хлопчатника на контрольном участке составляет 30 см, когда на опытных участках 34 см, что уже доказывает эффективность использования экрана полимер – полимерного комплекса + минерал, с помощью которого уменьшается неплодотворная минерализация почвы.

При поливах в каждую борозду на полях с надпочвенным экраном урожайность составила 39,6 ц/га (в контроле - 33,1 ц/га). Вследствие внедрения водосберегающих способов полива с применением ППК получен прирост урожайности на 6,5 ц/га.

4.3. Сравнительный опыт водосберегательного полива при различном заложении надпочвенного противифильтрационного экрана на основе полимер – полимерного комплекса

В 2017 году проведены сравнительные опыты на 1 га, относительно общей времени полива хлопчатника с бороздами длиной 220 м на фермерском

хозяйстве «Омад Келажак Барака» Уртачирчикского района Ташкентской области в рамках прикладного гранта КХА –7- 033 – 2015 на тему «Снижение потери эффективности минерализации почв при поливах хлопчатника, с применением экранов на основе полимер - полимерного комплекса», с глубоким залеганием грунтовых вод (8-10 м) с легкими почвами, где противофильтрационный экран на основе полимер – полимерного комплекса был заложен в одном опыте в 1/3 части первой половине, а на другом в 1/3 части второй половине борозды и с контрольным участком, расход воды 1,3 л/с, где получены следующие результаты (см. табл. 4.3.1).

Таблица 4.3.1.

Сравнительная таблица результатов опытов и контрольного участка при различном заложении надпочвенного противофильтрационного экрана на основе полимер – полимерного комплекса

	ОПЫТ №1 полимер – полимерный комплекс заложен в 1/3 части первой половины борозды				ОПЫТ №2 полимер – полимерный комплекс заложен в 1/3 части второй половины борозды				КОНТРОЛЬ			
Поливы	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
t _{co} , мин	181	170	164	152	190	177	165	160	235	203	194	185
Поливная норма, мм	105,9	99,5	95,9	88,9	111,2	103,5	96,6	93,6	137,4	118,8	113,5	108,2
Оросительная норма, мм	390,2				404,9				477,9			

Эти опыты были проведены для сравнения результатов примененных технологий предложенный автором в 2011 и 2018 годах. Из таблицы видно что наибольшая экономия воды происходит в опыте №1, где противофильтрационный экран заложен в 1/3 начальной части борозды (объем сэкономленной воды составляет 87,7 мм). В обоих опытах результаты лучше, чем на контрольных бороздах, но опыт №2 позволяет удлинять борозды еще на половину длины борозды, соответственно улучшается коэффициент земельного использования, а в опыте №1 удлинение на такое расстояние является невозможным.

Из результатов проведенных опытов следует, что скорость фильтрации поливной воды и уход ее в подпахотные горизонты ослабевает в 10-12 раз в почвах, обработанных поликомплексом. В опытах, проведенных в натуральных полевых условиях, было установлено, что это ослабление происходит не менее чем в 2,5 - 3 раза при дозе поликомплекса 15-20 г/м². Этого вполне достаточно, чтобы уменьшить во столько же раз.

Выводы по IV главе:

1. Определен состав полимер – полимерного комплекса + минерал для создания противofильтрационного экрана при поливах хлопчатника, разработаны метод приготовления раствора ППК и создания надпочвенного экрана.
2. Предложен новый способ внесения минералов при поливах хлопчатника через экран на основе полимер – полимерного комплекса + минерал и по результатам лизиметрических исследований рекомендован применение данного способа при бороздковом поливе хлопчатника.
3. Установлено, что в верхних слоях (0 - 0,4 м) почвы содержание азота и фосфора в среднем была выше по сравнению с контролем на 27,9% и 27,1%, соответственно. Глубинная фильтрация при этом на опытных вариантах была ниже на 93,4 мм на гектар, в сравнении с контролем.
4. По данным фенологических наблюдений с внедрением полива хлопчатника через экран на основе полимер – полимерного комплекса + минералы получен прирост урожайности на 6,5 ц/га, в сравнении с контролем.

ГЛАВА 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДЛАГАЕМЫХ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Экономическая оценка предлагаемых технологий орошения хлопчатника различными способами полива осуществляется для Бухарской области с тяжелосуглинистыми серо – бурыми почвами.

Задача по обоснованию экономической эффективности различных приемов орошения с помощью предлагаемых мероприятий по водосбережению заключается в том, чтобы, соединив все водохозяйственные и сельскохозяйственные издержки через конечную продукцию, например, выхода урожая хлопка-сырца, определить эффективность сельхозпроизводства по рассматриваемым вариантам орошения. Экономическая оценка и вытекающие рекомендации будут базироваться на совокупности технико-экономических показателей эффекта использования водосберегающих приемов орошения с применением полимер – полимерного комплекса.

5.1 Расчёт экономической эффективности мероприятий по водосберегающей технологии полива хлопчатника

Замена обычного бороздкового полива на предлагаемые варианты водосберегающей технологии орошения с использованием полимер – полимерного комплекса, компонентами которого являются КМЦ, МФС и ортофосфорная кислота, нормой 32,8 кг/га для получения поверхностного и внутрипочвенного экранов [11; с.75-78].

Перед первым поливом на поверхность почвы раствор полимер – полимерного комплекса наносится во время сева хлопчатника, параллельно с опрыскиванием гербицидом, а перед следующими поливами - одновременно с нарезкой борозд для проведения поливов. Внутрипочвенный экран

закладывается один раз в 3-4 года на глубине пахотного слоя во время вспашки с помощью специального агрегата, навешенного на пропашной трактор.

На 4,0 га площади обычного полива по бороздам наблюдалась просадка грунтов, отмечалась низкая производительность полива, некачественное увлажнение борозд, большие затраты воды, что приводит к мелиоративным издержкам.

Предлагаемые варианты водосберегающих приёмов орошения повышают урожай хлопка при наименьших затратах воды [22].

Капитальные вложения в новом варианте – 3406 тыс. сум/га, при этом затраты труда на полив земель снизились до 2,84 га/смену, тогда как в базовом варианте они составляли 0,42 га/смену.

Капитальные вложения в новом варианте складываются из стоимости плужного устройства специального агрегата по созданию внутрипочвенного экрана с использованием полимер – полимерного комплекса, шлангов и монтажных работ.

Объем внедрения – из расчета на 1 га на каждый опыт в предлагаемых вариантах орошения - 4 га. Исходные данные для расчета производственных затрат на 1 га приведены в таблице 5.1.1 и определены стоимостью валовой продукции хлопчатника (см. табл.5.1.1). Расчет эффективности произведен по следующим источникам: «Руководство по определению экономической эффективности поливной техники» [64] и «Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-инструкторских работ, новой техники, изобретения и рационализаторских предложений» [53].

При определении стоимости валовой продукции для расчета приняты данные опыта № 1 в вариантах «А» и «В» и варианта «Д».

Стоимость валовой продукции поднималась за счет стоимости полимер – полимерного комплекса и создания экранов во всех опытных вариантах.

Таблица 5.1.1.

**Расчет производственных затрат на 1 га поливной площади
по различным вариантам.**

№	Затраты, тыс. сум.	ВАРИАНТЫ					
		А		В		Д	
		Базовый	Новый	Базовый	Новый	Базовый	Новый
1	Вспашка полей на пропашном тракторе, одновременно создавая внутрипочвенный экран и подготавливая к посеву	130	130	130	130	130	160
2	Посев хлопчатника одновременно опрыскиванием гербицида и раствора полимер – полимерного комплекса	105	105	105	105	105	105
3	ГСМ, текущий ремонт и прочие расходы на трактор МТЗ-80	542,9	542,9	542,9	542,9	542,9	542,9
4	Создание надпочвенного экрана на тракторе МТЗ-80 перед каждым поливом (3 полива), одновременно нарезкой борозд	262	262	262	262	262	262
5	Нарезка и засыпка временной сети	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
6	Амортизация, текущий ремонт и прочие расходы на трактор	256 1305,4	256	256	256	256	256
7	Стоимость расхода полимер – полимерного комплекса и расходы на приготовления раствора полимер – полимерного комплекса	-	172,5	-	115,0	-	345
8	Изготовление специального агрегата, по созданию внутрипочвенного экрана, с использованием полимер – полимерного комплекса	-	-	-	-	-	150
9	Минеральные удобрения и семена хлопчатника	430	430	430	430	430	430
10	Оплата труда поливальщиков	180	180	180	180	180	180
11	Уборка хлопка сырца (1 ц=80000 сум)	2600	3176	2520	3192	2600	3224
12	Уборка хлопка-сырца, полученного от прироста его урожайности	-	576	-	672	-	624
13	Прочие расходы	677,3	789,6	691,2	783,4	677,3	849,7
14	Производственные расходы на возделывание хлопчатника (V)	451,5	526,4	460,8	522,2	451,5	566,4
15	Прибыль с 1 га площади	855,8	1360,1	540,1	1452,0	855,8	979,5

Стоимость полимер – полимерного комплекса выводится по расходам из расчета на 1 м², приведенного в главе 2.6, учитывая, что при создании поверхностного экрана нанесением раствора полимер – полимерного комплекса по сечению борозды на первой половине или 1/3 начальной части на 1 га затрачивается, соответственно, 172,5 и 115,0 тысячи сумов. Стоимость расхода полимер – полимерного комплекса с приготовлением его раствора в варианте «Д» составила 345 тыс. сумов. Данная сумма вычислялась из расчета на 4 года.

Экономия, полученная в опытных вариантах, оценивалась в сумах и долларах США и составила в варианте «А» – 504,3 тыс., «В» – 911,9 тыс. сумов на гектар, а на варианте «Д» в первый год 123,7 тыс. сум на гектар в последующие 3 года, вычитая дополнительные расходы на полимер – полимерный комплекс, агрегат и вспашку 648,7 тыс. сум на гектар.

Экономия воды получена за счет сокращения потерь воды на испарение из поверхности и из-за глубины, а также глубинную фильтрацию ниже корнеобитаемого слоя почвы при поливах через экраны с использованием полимер – полимерного комплекса и с внедрением водосберегающих способов орошения [20; с.21-24].

Рассчитанный экономический эффект является конкретным для данного массива орошения. Необходимо отметить, что при расчетах не учтен дополнительный эффект за счет сэкономленной оросительной воды. Сэкономленный объем воды на опытных участках фермерского хозяйства «Содик – Зафар Саховати» Гиждуванского района Бухарской области (460,8 мм) по тарифу на воду по данным ВХ НИЦ МКВК составляет ($S=1,90$ \$/мм) 875,52 долларов США.

Прибыль, полученная применением нового способа внесения минеральных удобрений, на фермерском хозяйстве «Омад Келажак Барака» Уртачирчикского района Ташкентской области составил 437,06 тыс. сум за

гектар. Эту сумму можно увеличить за счет снижения расходов на минеральные удобрения, продолжая дальнейшие исследования в этой области.

Выводы по V главе:

1. Внедрение научно-обоснованных разработок по водосберегающим технологиям полива в производственных условиях позволяет повысить рост урожайности хлопчатника. В 2014 году на полях фермерского хозяйства «Содик – Зафар Саховати» Гиждуванского района Бухарской области экономия, полученная в опытных вариантах, оценивалась в сумах и составила в вариантах с надпочвенным экраном «А» – 504,3 тыс., «В» – 911,9 тыс. сумов, а на варианте «Д», с подпочвенным экраном в первый год 123.7 тыс. сум в последующие 3 года, вычитая дополнительные расходы на полимер – полимерного комплекса, агрегат и вспашку 648,7 тыс.сум. В расчетах принимали себестоимость расходов и прибыли с учетом расценок 2018 года.

2. Установлено, что годовой экономический эффект от внедрения разработанных предложений составляет 688,3 тыс. сум из расчета на 1 га. Для всей площади хозяйства «Содик – Зафар Саховати» Гиждуванского района Бухарской области с серо – бурыми тяжелоглинистыми почвами (42 га), она может составить в среднем 29400 тысячи сум.

3. Сэкономленный объем воды на опытных участках фермерского хозяйства «Содик – Зафар Саховати» Гиждуванского района Бухарской области (460,8 мм) по тарифу на воду по данным ВХ НИЦ МКВК составляет ($S=1,90$ \$/мм) 875,52 долларов США.

4. Прибыль, полученная применением нового способа внесения минеральных удобрений, на фермерском хозяйстве «Омад Келажак Барака» Уртачирчикского района Ташкентской области составил 437,06 тыс. сум за гектар. Эту сумму можно увеличить за счет снижения расходов на минеральные удобрения, продолжая дальнейшие исследования в этой области.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что в фермерских хозяйствах Гиждуванского района Бухарской области на площадях со средним залеганием грунтовых вод при поливах хлопчатника по бороздам отмечаются значительные потери оросительной воды на испарение с поверхности почвы и глубинную фильтрацию ниже корнеобитаемой зоны. Усовершенствована техника полива путем внедрения водосберегающих способов орошения с применением полимер – полимерного комплекса, куда входят поливы в каждую борозду и междурядье на длинных бороздах, в результате чего достигаются весомая экономия оросительной воды, рост урожайности хлопчатника и увеличение КЗИ.

2. Применение полимер – полимерного комплекса способствует снижению инфильтрации. На опытных участках, покрытых экранами, для борозд длиной 220 м от первого к четвертому поливу основная скорость инфильтрации снижается с 0,000206 до 0,000193 м³/мин/м. На контрольных бороздах, из-за отсутствия экранов на основе полимер – полимерного комплекса, скорость инфильтрации была выше.

3. Установлено, что в опытных вариантах с поверхностными экранами оросительные нормы оказались несколько ниже, чем в контрольных. Эти величины в опытах варианта «А» были, соответственно, на 88,0 мм и 82,3 мм меньше, чем на контроле. Также вычисления по результатам исследований варианта «В» показали, что при поливах на длинных бороздах ($l_0=220$ м) величины сэкономленной воды были на 25–27 % ниже, чем на контроле. Результаты полевых исследований удостоверялись расчетами по разработанной автором математической модели.

4. Определены по данным исследований:

- на малоуклонных землях экраны на основе полимер – полимерного комплекса в начальных частях борозды способствуют возможности более

равномерного увлажнения поливных борозд по длине, что является научной новизной работы;

- равномерность увлажнения по длине борозды в варианте «В», где полив проводился переменной струей, колеблется от 0,77 до 0,88, тогда как в контроле - от 0,64 до 0,77, что показывает большую эффективность поливов в длинные борозды.

5. Наблюдались лучшие характеристики полива на длинных бороздах ($l_0=220$ м) при поливах в каждую борозду с поверхностным экраном на основе полимер – полимерного комплекса, заложенным в 1/2начальной части; экономия воды за вегетацию, по сравнению с поливом переменной струей, составила 88,0 мм при расходе 1,3-1,1 л/с. Данный способ может быть рекомендован в качестве водосберегающего приема для широкого распространения в Бухарской области на малоуклонных землях в условиях тяжелосуглинистых почв.

6. Предложен новый способ внесения минералов при поливах хлопчатника через экран на основе полимер – полимерного комплекса + минерал и по результатам лизиметрических исследований рекомендован применение данного способа при бороздковом поливе хлопчатника. Установлено, что в верхних слоях (0 - 0,4 м) почвы содержание азота и фосфора в среднем была выше по сравнению с контролем на 27,9% и 27,1%, соответственно. Глубинная фильтрация при этом на опытных вариантах была ниже на 93,4 мм, в сравнении с контролем. По фенологическим наблюдениям определен рост урожайности на опытных участках в отличии от контрольного на 6,5 ц/га.

7. Изучено, взаимодействие водорастворимых полимер-полимерных комплексов с дисперсными наполнителями - фосфогипса и песком, что дали основания созданию оросительного лотка. Установлено то, что оросительный лоток изготовленный продуктом полимер – полимерного комплекса,

применим в водном хозяйстве в целях орошения хлопчатника, обеспечивая весомую экономию воды и роста урожайности хлопчатника.

8. В целях укрепления стен кротового дренажа применен полимер – полимерный комплекс в качестве укрепителя стен, который опрыскивается через опрыскиватели, установленные на кротово-дренажном орудии. Получен патент под номером FAP № 01216 от 06 июня 2017 года интеллетуальным агентством Республики Узбекистан.

9. Получены лучшие показатели по урожайности на опытном участке №1 варианта «D» с длиной борозды 220 м, где урожайность была на 8,3 ц/га выше, чем в контроле. Годовая экономическая эффективность составляет в среднем 688,3 тыс. сум из расчета на 1га. Для всей площади хозяйства «Содик – Зафар Саховати» Гиждуванского района Бухарской области с серо – бурыми тяжелоглинистами почвами (42 га), она может составить в среднем 29400 тысячи сум.

10. При расчетах не учтен дополнительный эффект за счет сэкономленной оросительной воды. Сэкономленный объем воды (460,8 мм) по тарифу на воду по данным ВХ НИЦ МКВК составляет ($S=1,90$ \$/мм) 875,52 долларов США.

Список использованной литературы

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»
2. Постановление Президента Республики Узбекистан от 03 июля 2018 г. №ПП-3823 «О мерах повышения эффективного использования водных ресурсов»
3. Указ Президента Республики Узбекистан от 19 апреля 2013 года № УП-1958 «О мерах по дальнейшему улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель и рациональному использованию водных ресурсов на период 2013-2017 годы»
4. Аванесян ИМ, Капустина Т.А. Нормирование орошения по природно-климатическим зонам как основа рационального водопользования //МиВХ. - 2004. - № 3. - С. 39 - 42.
5. Авербух Р.М. Некоторые причины неравномерности увлажнения поля // Журнал Хлопководство. – Москва, 1973. - №4. - С. 31-35.
6. Авлиекулов А.Э. Перспективные системы земледелия в Узбекистане. Ташкент: Изд. «Навруз», 2013. - С. 477-499
7. Аверьянов А.П. Исследование процессов впитывания воды в почву при поливах по бороздам: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - М.: МГУ. 1967. – 19 с.
8. Амелин А.А. Влияние плодородия почвы на аккумуляцию нитратов в растениях //Агрохимия. - 2001. - № 6. - С. 17 - 23.
9. Андреева Т.Ф. Фотосинтез и азотный обмен растения // Физиология растений. М.: Наука. 1982. С.89-104
10. Артюшин А.М. Применение полимеров в земледелии. //Химизация сельского хозяйства. 1990. №7. С.58-60.
11. Ахмеджонов Д. Water-saving irrigating -it is an important measure to reduce saline lands. Международный научный журнал "Наука и Мир". (SCIENCE

- AND WORLD) International scientific journal. Выпуск № 8(24), 2015, с. 75-78.
12. Ахмеджонов Д.Г. Влагомер для оперативной диагностики влажности почвы. Ж: Приборы, Москва, 2016, №5, Стр. 10-13.
13. Ахмеджонов Д.Г. Орошение хлопчатника с применением полимер-полимерных комплексов в условиях степных зон Ташкент, Журнал «Ирригация и мелиорация», 2015, №1, с.23.
14. Ахмеджонов Д.Г. Установление поливной нормы хлопчатника при поливе через экран на основе полимер - полимерного комплекса с добавлением минералов. Ж-л: "Ирригация и мелиорация", Ташкент, ТИИМ, 2016, №03 (5), с. 28-31.
15. Ахмеджонов Д.Г. Устройство для создания подпочвенного экрана. Ж-л: Сельскохозяйственные машины и технологии. Москва, 2017, №1, с. 34-37.
16. Ахмеджонов Д.Г. Математическое моделирование поверхностного полива хлопчатника. Ж-л: ВВВ. Москва, 2017, №7, с. 24-28.
17. Ахмеджонов Д.Г. Жураев Ф.У. Способ повышения стойкости почвы в кротовом дренаже, с использованием полимер - полимерного комплекса. Ж-л: "Ўзбекистон қишлоқ хўжалиғи", Ташкент, №9, 2016, с. 53-54.
18. Ахмеджонов Д.Г., Гадаев Н.Н. Эффективный новый метод минерализации почв с применением полимеров. Ж-л: AGRO ILM, 2018, №5(55), с.89 - 90.
19. Ахмеджонов Д.Г., Ибрагимова Х.Р. Водосберегающие приемы полива хлопчатника на полях с внутрипочвенным экраном на основе полимер - полимерного комплекса. Москва, Международный научный журнал "Наука и Мир". Выпуск № 9 (61), 2018, с.43-48
20. Ахмеджонов Д.Г., Ибрагимова Х.Р. Расчёт экономической эффективности мероприятий по водосберегающей технологии полива хлопчатника.

Международ. научный журнал «Austria-science», 1 часть, Innsbruck, Австрия, №18/2018, с.21 – 24.

21. Ахмеджонов Д.Г, Ибрагимова Х.Р. Basics of the use of polymer-polymer complexes (ppc) to prevent soil erosion. Международ.научный журнал «European multi science journal», Budaörs, Венгрия, №19/2018, с.16 – 17.

22. Ахмеджонов Д.Г., Ибрагимова Х.Р., Гадаев Н.Н. Технологии полива хлопчатника с использованием поликомплексов. Монография. Германия: Lambert Academic Publishing, 2018, - 145 с.

23. Баев О.А.. Сравнительная оценка применения новых материалов для противофильтрационных целей. // Материалы международной конференции: Пути повышения эффективности орошаемого земледелия, Новочеркасск, 2018, № 2(70), С. 35.

24. Бараев Ф.А. Разработка инструкций по эксплуатации ирригационных и мелиоративных систем. // Сб. науч. трудов ТИИИМСХ. - Ташкент, 2007. – С. 19-20.

25. Бальбеков Р.А., Бородычсв В.В.. Салдаев А.М., Деменьтьев А.В. Новая система капельного орошения //МиВХ. - 2003. - № 4.-С.6-9.

26. Бараев Ф.А., Ахмеджонов Д.Г. Водосберегающее устройство при поливах хлопчатника и математическое обоснование фильтрующих потерь через повреждения в экранах// 100-летие мелиоративной науки в России. 85-летие Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова: Юбилейная Международная научно практическая конференция, - Москва, ВНИИГИМ, 2009. - С.29-35.

27. Безбородов Ю. Г., Безбородов Г. А., Эсанбеков М. Ю. Критерии качества бороздкового полива // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. - 2012. -№ 2. - С. 94-100.

28. Булатов Б.П. Влияние поверхностной обработки почвы поликомплексом на агрофизические условия произрастания, всхожесть семян и урожайность

- хлопчатника.//Авторефдисс.. к.с/х.н., Ташкент, НИИССАВХ. 1989. С.19.
29. Бушков В. Проблема обеспечения водой государств центрально-азиатского региона - одна из важнейших и актуальных проблем современности //Водные проблемы Центрально-азиатского региона. - Центральная Азия. - 2000. - № 1(13).
30. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Синещеков В.Е., Прозоров Л.С. Минимизация обработки почвы и минерализация соединений азота //Почвоведение. - 2001. - Ла 9. - С. 1111.
31. Върлев И. Оптимизация равномерности полива // Журнал Гидротехника и мелиорация. - Москва, 1981. - № 6. - С. 77-81.
32. Гамзиков Г.П., Барсуков П.А. Влияние предшествующей удобренности почвы на баланс азота вновь внесенных удобрений //Агрохимия. - 2001.- №7.-С. 13-22.
33. ГОСТ 32794-2014. Композиты полимерные. Термины и определения. – Введ. 2015-09-01. – М.: Стандартиформ, 2015. – 98 с.
34. Духовный В.А., Умаров П.Д. Водосбережение как ключевой фактор устойчивого развития в бассейне Аральского моря // Мелиорация и водное хозяйство: Сб. науч. тр. САНИИРИ. Ташкент, 1999. - С. 9-12.
35. Едгаров Н.Н., Джалилов А.Т. О полимеризации при взаимодействии бис-галиодсодержащих соединений с полуфункциональными аминами. / В сб. «Ионогенные полимеры». – Ташкент, «ФАН». 1986. С.86-96.
36. Ергабулов Ж. Результаты изучения поливов хлопчатника через междурядье // Хлопководство. – 2002, Часть 2, С. 9 -10.
37. Зезин А.Б, Кабанов В.А. Новый класс комплексных водорастворимых полиэлектролитов. //Успехи химии. 1982. Вып. 9. С. 1447-1483.
38. Икрамов Р.К. Принципы управления водно-солевым режимом орошаемых земель Средней Азии в условиях дефицита водных ресурсов / Тр. САНИИРИ. – Тошкент: ГИДРОИНГЕО, 2001. -191 с.

39. Икрамов Р.К. Уточнение режимов орошения сельскохозяйственных культур и гидромодульного районирования орошаемых земель -актуальная проблема //Ўзбекистон кишлок хўжалиги, №3, 2015, 32б.
40. Исашов А., Собитов А. Тупроқ унумдорлигини яхшилашда замонавий агротехнологик усулларни қўллаш (сувни тежайдиган ва томчилатиб суғориш, лазер билан ерни текислаш, чуқур ҳайдаш билан ерни юмшатиш ва ҳ.). Ўқув қўлланма. Алишер Навоий номли нашрёт, 2016, 54 б.
41. Жоошов П.М., Абдраимов К.А. Водосберегающие методы полива. Бишкек: Максат, 2011. 26 с.
42. Кабанов В.А.. Полиэлектролитные комплексы в растворе и в конденсированной фазе. // Успехи химии. - 2005. -Т. 74. №3 - С. 5-23.
43. Камбаров Б.Ф., Цой О.Г., Курбанов З.М. Методика техники и технологии поливов// Материалы Международного семинара ИКАРДА// Тараз. ИЦ, «АКВА». 2002. –с. 88-96.
44. Кашкина И.А., Адамоне Д.А., Пормале М.Я. Исследование водных растворов КМЦ потенциометрическим титрованием. //Химия древесины. 1976. Т.3. С. 70-73.
45. Кибель И.А., Кочин Н.Е., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Рипол Классик, 2013. 590 с.
46. Ким И.И., Подрезов О.Л. Проблемы орошаемого земледелия и методы их решения // Вестник КРСУ- Т. 7, №4. - Бишкек, 2007 - С. 21-26.
47. Костяков А.Н. Основы мелиорации. - М.: Сельхозиздат. -1960. – 620 с.
48. Кривовяз С.М. Техника орошения. – Ташкент: Фан, 1966. -28 с.
49. Кульман А. Искусственные структурообразователи почвы. –М., «Колос», 1982. С.112.
50. Лактаев Н.Т. Полив хлопчатника. - М.: Колос, 1978. – 47 с.

51. Легостаев В.М., Меднис М.П. Режим орошения и гидромодульное районирование по Узбекской ССР. Тез. докл. Респ. науч. конф. – Ташкент: НПО Союзхлопок, 1971. – С. 16-19.
52. Марков С.В. Структура и свойства поликомплексов мочевиноформальдегидных полимеров с полиакриловой кислотой: Дис... канд. хим. наук. – Москва: МГУ. 1985. – 126 с.
53. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно - исследовательских и опытно - конструкторских работ, новой техники, изобретения и рационализаторских предложений. – Ташкент: САО ВАСХНИЛ, 1983. - С. 19-24.
54. Методы проведения полевых опытов. - Ташкент: Изд. МЧЖ «ALBIT», 2007. - С. 64-74.
55. Мещеряков М.П., Тютюма Н.В.. Обоснования применения ресурсосберегающих способов полива. //Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. - 2010. - № 1. - С. 15-17.
56. Мирзажонов Қ.М. К вопросу водного режима почв и урожайности хлопчатника в зависимости от длины поливной борозды // Агро Илм. – Тошкент, 2010. -№3. (15). С. 11-12
57. Муродов Р., Худойшукуров Қ., Солижонов С. Суғориш меъёрини хосилдорликка таъсири.//Конференция на тему: “Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари XV”. Ташкент, 2016, 15-16 апрел, С.54.
58. Мухамедов Г.И., Хафизов М.М, Инагамов С.Я. Интерполимерные комплексы. Монография. Германия: Lambert Academic Publishing, 2017, - 267 с.
59. Олыдренко Г.В. Перспективы развития технологий и техники орошения //МиВХ. - 2004. - Л2.3. - С. 30 - 33.
60. Пахтачилик маълумотномаси. –Т.: «Fan va texnologiya», 2016, 540 б.

61. Райан Джон, Джордж Э., Рашид А. Анализ растений и почвы: Руководство по лабораторным анализам. - Сирия (Алеппо): ИКАРДА. 2001. — 122 с.
62. Рамазанов А.Р., Якубов Х.И. Промывные и влагозарядковые поливы. – Ташкент: Мехнат, 1988. - 191 с.
63. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. – М.: Гидрометеиздат., 1965. - 564 с.
64. Руководство по определению экономической эффективности поливной техники, ВТР-0-4-81. –М.: Колос, 1981. - 264 с.
65. Саломов Ш. Ғўзанинг ҳар хил қатор оралиғида парваришда суғориш меъёри ва мавсумий сув миқдорини аниқлаш. // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги журналининг “Агро илм” илмий иловаси. – Тошкент, 2016. 4(42). Б. 10-11.
66. Салоҳиддинов А., Хомидов А. Повышение влагоудерживающей способности и водно-физических свойств почв. Совершенствование управления природными ресурсами и производства продуктов питания в Центральной Азии в условиях изменения климата. Академик семинар. Германия, 2015. №6, с. 64-70,
67. Саримсақов М.М., Ахмеджанова Г.Т. Боғ ва тоқзорларни суғоришда янги ресурстежамкор технологияларни қўллаш.// Конференция на тему: “Қишлоқ хўжалигида амалга оширилаётган таркибий ўзгаришлар ва сув ресурсларидан самарали фойдаланишнинг истиқболли йўналишлари”. Ташкент, 2016, С.108 – 111.
68. Серикбаев Б.С., Джуманазарова А.Т., Носиров Ф.Э. Влияние рельефа поля на элементы бороздкового полива.//Ж-л:Ирригация ва мелиорация, 2016, ТИИМ, № 02(4), стр. 14-17.
69. Серикбаева Э.Б., Серикбаев Б.С., Мухаммедов А.К. Эгатлаб суғориш // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги журнали. – Тошкет, 2005. - №6. – С. 65-75

70. Тарчевский И.А. К вопросу о передвижении ассимилятов у пшеницы и влиянии минерального питания на этот процесс / И.А. Тарчевский, А.П. Иванова, У.А. Биктемиров // Тр. биол. почв, ин - та. - 1973. - Т. 29 (123).-С.174-178.
71. Хамидов А.А., Худайкулов С., Махмудов Э.Ж. Гидромеханика. – Ташкент: ФАН, 2008. – 76 с.
72. Хамидов М.Х., Жалолов А. Сув ресурсларини оқилонга бошқариш, уларни иқтисод қилиш ва самарали фойдаланиш муаммолари. Ж-л: Ирригация ва мелиорация, 2015, №1, С.28.
73. Хамраев Н.Р., Джалалов С.У. Экономика водосберегающих технологий орошения в Узбекистане. - Ташкент: Мехнат, 1990. – 127 с.
74. Хафизов М. М. Интерполимерные комплексы и композиты на основе карбоксиметилцеллюлозы : Дис .докт . техн . наук . – Ташкент : НУУз., 2005. – 325 с.
75. Хафизов М.М., Ахмеджонов Д.Г., Мухамедов Г.И. Улучшение водопроницаемости легких почв при помощи мембран на основе полимер - полимерных комплексов // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2010. - № 1. - С. 30-32.
76. Хорст М.Г., Павлов Г.Н. Об одном методе расчета характеристик дискретного (импульсного) полива по бороздам // Мелиорация и водное хозяйство: Сб. науч. тр. САНИИРИ. – Ташкент, 1995. – С. 8-11.
77. Хорст М.Г., Шамуталов Ш.Ш. и др. Дискретный полив в качестве приема водосбережения // Сб. науч. тр. САНИИРИ. – Ташкент, 2005. - С. 33-37.
78. Худайев И.Ж. Совершенствование техники полива в целях водосбережения на крутых склонах // Журнал Вопросы мелиорации /ЦНТИ. – Москва, 2001. - № 5. – С. 94-98.
79. Чередниченко Д. В., Крутько П. П., Воробьева Н. В. Исследование взаимодействия в системах на основе полимеров и поверхностно -активных

- веществ в водно-солевых растворах. // Вестник акад. наук Беларусь, 2006, № 2, С. 73-79.
80. Чиков В.И., М.Е. Булка, В.Г. Яртунов. Влияние удаления плодов на фотосинтетической метаболизм в листьях хлопчатника, 1985, Учереждение РАН, Казанский институт биохимии и биофизики, с.23-25.
 81. Шабанов В.В., Рудаченко Е.П. Типизация объектов сельскохозяйственных мелиораций. "Вестник с.-х. науки", 1971, № 1, с. 83-86.
 82. Штудер К., Бекбоева Р.С., Плюс Л. Инновации по сохранению почвы и воды. Бишкек, 2009. 34 с.
 83. Abhilash M. Potential applications of nanoparticles // Int. J. Pharm. Bio. feci, 2010. Vol. 1. Iss. I. P. 1 -12.
 84. Amemia M.F., Naren N., and Gerard C.T. – Soil water depletion by irrigated cotton as influenced by water regime of plant development. Agpon. J/ ss. 366-379.
 85. Crassous J.J., Rochette C.N., Wittemann A., Schrinner M., Ballauff M., Drechsler M. Quantitative analysis of polymer colloids by cryo-transmission I electron microscopy. // Langmuir. 2009. Vol. 25. P. 7862-7871.
 86. Ghosh P.K. Hydrophilic polymeric nanoparticles as drug carriers // Indian IkJ.Biochem. Biophys. 2000. Vol. 37, Iss. 5, P. 273-282.
 87. Marting A.G. and Fernander V. – Effect of soil water regime on the earliness and nutrient content of cotton in the Seville region. Centro de Adofologia Biologia Aplicada del Cuarto, CSJS, Sevilla Spain, P. 775-786 (Bield Crop Abs t., 1982, 25.4750).
 88. Michels A.S. Polyelectrolyte complexes. ATndustr.Ehg.Chem. 1965, Vol.57, P.32-40.
 89. Patterson J.P., Kelley E.G., Murphy R.P., Moughton A.O., Robin M.P., Lu P Д., Epps T.H. Structural characterization of amphiphilic homopolymer micelles I using light scattering, SANS, and Cryo-TEM // Macromol. 2013. Vol. 46.

P. 6319- 6325

90. Philipp B., Hong Luu Trong. Dawydoff W., Linow K.J., Arnold K., Ratzsch M. Uber Symplexe von cellulosederivaten 7. Mitt. Untersuchungen zum. Einfluss der Ladungsdichte auf 'das Varhaltnis von kationishen zu anionischen Gruppen in der symplexfollung. //Acta Polym. 1980. B.31. №9. P.592-595.
91. Shokri N., Akbari Javar H., Fouladdel Sh., Khalaj A., Khoshayand M.R., Dinarvand R., Atyabi F., Nomani A., Azizi E. Preparation and evaluation of poly I (caprolactone fumarate)nanoparticles containing doxorubicin HCl // Daru, 2011, Vol. 19. P. 12-22.
92. Tsuchida E. Interpolymer complexes. Characteristics and application. //Jap. Sci.Soc.Pres. 1983. P.322-328.
93. <http://www.aquaspray.ru/articles/glava-2-elementj-tehniki-poliva-i-ih-raschet-1.html>

ПРИЛОЖЕНИЯ