

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ
И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ САНИИРИ
(НПО САНИИРИ)

На правах рукописи

КИМ
ЛЕМАР ХАРИТОНОВИЧ

УДК 631.4:626.844

ТЕХНОЛОГИЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОЧАГОВОГО
ОРОШЕНИЯ САДОВ НА ТЕРРАСИРОВАННЫХ
СКЛОНАХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА
УЗБЕКИСТАНА

Специальность 06.01.02 - Мелиорация и
орошаемое земледелие

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ташкент 1988

Работа выполнена в Научно-производственном объединении САНИИРИ (НПО САНИИРИ)

Научный руководитель - кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник В.Г.ЛУНЕВ

Официальные оппоненты: заслуженный ирригатор Узбекской ССР, доктор сельскохозяйственных наук, профессор С.М.КРИВОВЯЗ,

кандидат технических наук И.Л.БЕЗУЕВСКИЙ

Ведущая организация - Узбекский государственный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт мелиорации и водного хозяйства (УЗГИПРОВОДХОЗ).

Защита диссертации состоится "16" ИЮНЯ 1988 г. в 14 часов на заседании специализированного Совета К.099.02.02 при Среднеазиатском ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательском институте ирригации им.В.Д. Журина (САНИИРИ).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "___" _____ 1988 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписями, заверенными печатью, просим направлять по адресу: 700187, Ташкент, массив Карасу-4, дом 11, САНИИРИ, специализированный Совет К.099.02.02.

Ученый секретарь
специализированного Совета,  В.Г.ЛУНЕВ
кандидат сельскохозяйственных наук

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года большое внимание уделено развитию агропромышленного комплекса страны и реализации Продовольственной программы. Намечено осуществить комплекс мер по внедрению интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, довести в 1990 году валовый сбор плодов и ягод в стране до 14,5-15,5 млн. тонн.

Предусмотрено продолжить реализацию принятой на октябрьском (1984г.) пленуме ЦК КПСС Долговременной программы мелиорации земель, разработать и осуществить меры по ускорению перехода на водосберегающие технологии орошения, бережливому использованию водных ресурсов и земельных угодий.

В Узбекистане предстоит к 1990 году увеличить производство плодов и ягод в 1,8 раза и винограда - в 3 раза. Поставленная задача решается в республике путем увеличения урожайности, внедрения более совершенных и интенсивных технологий возделывания, а также путем освоения под сады и виноградники предгорных территорий, непригодных для возделывания хлопчатника. Земли предгорной зоны являются основным резервом для расширения плодовых насаждений и в настоящее время начато интенсивное освоение этой зоны под сады и виноградники.

Опыт применения традиционного для УзССР бороздкового способа полива на крутосклонных землях предгорий показал, что при поверхностном орошении таких земель возникают просадочные явления, происходят размывы и ирригационная эрозия почв, оползни, значительное количество оросительной воды теряется на глубинное просачивание и сбросы. Еще более возрастает сложность управления и регулирования поливным расходом при проведении поливов на террасированных склонах, отличающихся сложностью рельефа и довольно значительным перепадом высот.

Следовательно, разработка почвоохранной и водосберегающей технологии полива в условиях склоновых земель и нарастающего дефицита водных ресурсов в аридной зоне является актуальнейшей задачей орошаемого земледелия в предгорной зоне Узбекистана.

Наиболее полно условиям горного и предгорного садоводства отвечает внутриводный способ орошения, позволяющий исключить

иригационную эрозию почв, повысить производительность труда при поливах и значительно сократить затраты оросительной воды при возделывании садов и виноградников.

Высокая продуктивность использования оросительной воды при внутрипочвенном очаговом орошении и возможность его использования на крутосклонных землях предгорий делает этот способ орошения весьма перспективным, особенно в условиях дефицита оросительной воды и нарастающих темпов освоения и орошения предгорной зоны Узбекистана.

Сведений по применению в аридной зоне внутрипочвенного очагового орошения садов на террасированных склонах предгорий в нашей стране и за рубежом не имеется. В связи с этим возникла необходимость проведения исследований по разработке технологии внутрипочвенного очагового орошения садов на крутых, террасированных склонах предгорий Узбекистана.

Цель работы. Целью настоящих исследований является повышение продуктивности террасированных склоновых земель Узбекской ССР путем применения новых конструкций систем и технологии внутрипочвенного очагового орошения. Для достижения этой цели решались следующие задачи:

- разработка технологии полива садов при внутрипочвенном очаговом орошении;
- изучение водного режима почв, характер впитывания воды из пористых очаговых увлажнителей и формирования контуров увлажнения;
- определение водопотребления плодовых насаждений при внутрипочвенном очаговом орошении в зависимости от величины водоподачи и способа полива;
- разработка метода гидравлического расчета поливного трубопровода с очаговыми увлажнителями;
- исследование влияния внутрипочвенного очагового орошения на рост и развитие растений;
- оценка работоспособности системы в процессе ее эксплуатации и экономическая эффективность применения внутрипочвенного очагового орошения на террасированных склонах.

Методика исследований. Полевые исследования почв проводились по методике СоюзНИИ, изучение технологического процесса внутрипочвенного очагового орошения, установление оптимального

режима орошения, водопотребление растений, определение характера увлажнения почвы, биометрические наблюдения проводились с использованием методик ИЭИМПИ, ГрузНИИУМ, ВЭМС им. И.В.Мичурина и др. Обработка результатов исследований проводилась общепринятыми методами математической статистики на ЭВМ.

Научная новизна. Разработана почвоохранная и водосберегающая технология внутрипочвенного очагового орошения садов на террасированных склонах, определены оптимальные значения элементов техники внутрипочвенного очагового полива, установлена зависимость между объемом водоподачи и параметрами контура увлажнения, разработана методика гидравлического расчета поливного трубопровода с очаговыми увлажнителями, создан и испытан стабилизатор напора, определены технологические параметры промывного режима, позволяющие улучшить работоспособность системы в процессе ее эксплуатации, установлены технико-экономические показатели эффективности внутрипочвенного очагового орошения садов в условиях региона.

Практическая ценность работы. Для условий северо-восточной предгорной зоны Узбекистана впервые разработана технология внутрипочвенного очагового орошения садов на террасированных склонах, позволяющая осваивать под сады и виноградники массивы с крутыми склонами и сложным рельефом при минимальных затратах оросительной воды и отсутствии иригационной эрозии почв. Результаты исследований позволяют рекомендовать разработанную водосберегающую и почвозащитную технологию полива для внедрения в проектах переустройства внутрихозяйственной оросительной сети в хозяйствах зоны Паркентского канала на площади 22,5 тыс.га.

Реализация и внедрение результатов исследований. Результаты научных исследований использованы институтом "Узгипроводхоз" в проектах систем внутрипочвенного очагового орошения садов в совхозах "Чаткал", "Бустон" и "Повгород" в Ташкентской области на площади 300 га и на действующих системах НПО на площади 52 га с фактическим экономическим эффектом 128 тыс.руб. (акт внедрения от 14 ноября 1985 г., утвержденный заместителем министра плодощного хозяйства Узбекской ССР М.К.Камаловым). В настоящее время продолжается строительство системы НПО на площади 300 га и с вводом в эксплуатацию экономический эффект составит 495 тыс.руб.

На основании проведенных исследований разработаны и утверждены Минводхозом УзССР и Госагропромом УзССР "Рекомендации по проектированию самонапорных систем подпочвенно-очагового орошения садов на крутых склонах в условиях Узбекской ССР (протокол М.М.В.Х. УзССР № 175 от 26 марта 1985 г.) и "Рекомендации по набору оборудования для самонапорных систем подпочвенно-очагового орошения садов на крутых склонах в условиях Узбекской ССР (Утверждено Минплодоовощхозом УзССР от 14 июня 1985 г.).

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены на заседании технического совета Минплодоовощхоза Узбекской ССР (Ташкент, 1984 г.), на научно-практической конференции "Повышение эффективности использования оросительной воды и производительности труда на поливе" (Ташкент, 1984 г.), на заседании Президиума САО ВАСХНИЛ (Ташкент, 1985 г.; 1988 г.), на ИТС Управления мелиорации земель Госагропрома УзССР (Ташкент, 1986 г.).

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 110 страницах основного текста, иллюстрируется 34 рисунками, включает 3 фотографии и 30 таблиц, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы из 144 наименований и приложений на 24 страницах.

Основные положения, представляемые к защите:

- технология внутрипочвенного очагового орошения садов на террасированных склонах;
- конструкция системы внутрипочвенного очагового орошения на террасированных склонах, обеспечивающая промыв сети от заиливания;
- методика гидравлического расчета поливного трубопровода с очаговыми увлажнителями;
- показатели работоспособности системы и экономической эффективности внутрипочвенного очагового орошения садов на террасированных склонах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассматривается современное состояние вопроса, дан обзор и анализ литературных материалов по теме диссертации. На основе анализа литературных источников установлено, что применение внутрипочвенного очагового орошения позволяет бо-

лее экономно и продуктивно использовать оросительную воду, повысить производительность труда на поливе, получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Приведен обзор способов внутрипочвенного орошения и типов сети ИО, основанных на конструктивных особенностях внутрипочвенных водоводов-увлажнителей (трубчатые, кротовые), на различных принципах поступления воды в почву (вакуумное, безнапорное и напорное внутрипочвенное орошение), способы внутрипочвенного орошения, различающиеся характером увлажнения почвы (очаговое, полосовое, сплошное), рассмотрены системы ИО, применяемые в настоящее время в разных районах СССР.

Детально освещены результаты опубликованных работ, касающиеся применения внутрипочвенного орошения на склоновых землях предгорий СССР, дан анализ материалов гидравлических исследований различных авторов, показаны элементы техники полива и расчетные параметры режимов орошения сельскохозяйственных культур, полученные в разных зонах страны, описаны процессы впитывания воды в почву из разных типов увлажнительной сети, показан режим внутрипочвенного орошения плодовых культур и виноградников на склоновых и равнинных землях, приведены размеры поливных и оросительных норм при ИО, водопотребление, рассмотрены данные урожайности разных сельскохозяйственных культур в зависимости от технологии полива и конструктивных особенностей систем внутрипочвенного орошения, отмечены преимущества и недостатки разных систем ИО, применяемых в различных регионах СССР, срок службы систем, технико-экономические показатели и т.д.

Анализ опубликованных результатов исследований разных авторов (В.Г.Корнев, А.А.Богусевский, Г.Ю.Шейкин, В.М.Бобченко, В.М.Масленников, В.Г.Лабода, Б.Б.Шумаков, И.С.Григорьев, А.А.Федоренко, Д.П.Семаш, В.Н.Кичигин и др.) показывает, что технология внутрипочвенного орошения садов с пористыми очаговыми увлажнителями на террасированных склонах предгорий малоизучена, в специальной литературе отсутствуют данные о применении внутрипочвенного орошения на террасах Средней Азии, остались нерешенными вопросы формирования очагов увлажнения на террасах при ИО в зависимости от размеров водоподачи, особенности процессов впитывания, гидравлический расчет поливного трубопровода с цепочкой очаговых увлажнителей, требуется оценка работоспособности системы внутрипочвенного орошения в процессе ее эксплуатации, необхо-

димо установление экономической эффективности применения ИЮ на террасах предгорной зоны Узбекистана и т.д.

Для решения этих вопросов проведен комплекс полевых и лабораторных исследований внутрипочвенного орошения на крутых, террасированных склонах предгорной зоны северо-востока Узбекистана.

Во второй главе рассматриваются природно-климатические условия зоны проведения исследований, описываются рельеф, климат и почвы северо-восточной предгорной зоны Узбекистана.

Объекты исследований внутрипочвенного орошения садов расположены на подгорной равнине и плейфах волнистого и волнисто-холмистого рельефа, сложенных мощными толщами лессов в верхних речных террасах Чирчика и Ангрена, на склоновых землях Паркентского и Калининского районов Ташкентской области.

Рельеф территории опытного участка ИЮ в Калининском ОИХ САНИИРИ волнисто-холмистый с преобладающими уклонами 0,05-0,1 и с высотными отметками 400-500 м.

Территория совхоза "Чаткал", где находится второй опытный участок ИЮ, занимает расчлененные предгорья холмистого и круто-волнистого рельефа с высотными отметками 600-800 м над уровнем моря. Превышения относительных высот между водоразделами бугров и гряд и днищами логов в совхозе "Чаткал" составляет 50-70 м. Преобладает крутизна склонов 10-15°, а на площадях сильно расчлененных крутизна увеличивается до 20-25° и более. Здесь интенсивно протекают процессы водной эрозии, а на новоорошаемых склоновых землях, где применяется бороздковое орошение - ирригационная эрозия почв.

Климат территории исследований характеризуется резко выраженной континентальностью, обилием тепла и света, периодичностью выпадения осадков с преобладанием их в зимне-весеннем периоде.

Влажная весна (40-50 % годового количества осадков) сменяется жарким сухим летом.

Среднегодовая температура воздуха в зоне Калининского ОИХ САНИИРИ колебалась в годы исследований в пределах 12,7-15,1°C, а в совхозе "Чаткал" 12,8-13,1°C. Относительная влажность воздуха в зоне опытных участков была примерно одинаковой (52-57 %), а годовое количество осадков выпадало больше на территории совхоза "Чаткал", чем в зоне Калининского ОИХ. Разница в количестве осадков объясняется различиями в высотных отметках двух участ-

сков ИЮ.

Согласно почвенно-климатическому районированию опытные участки внутрипочвенного орошения находятся в пределах Чирчик-Ангренского округа, расположенного в бассейнах рек Ангрен, Чирчик и среднего течения Сыр-Дарьи.

Грунтовые воды обеспеченного стока, пресные, залегают на глубине 15-20 м и более.

По гидромодульному районированию института Средазгипроводхлопок объекты исследований относятся к зоне Ц-II-3 области "а", III гидромодульный район (центральной зона эфемеровых степей с глубоким залеганием грунтовых вод и мощными суглинисто-глинистыми автоморфными почвами).

В зоне опытных участков распространены, главным образом, типичные сероземы, местами эродированные, тяжело и среднесуглинистые на лессах и лессовидных отложениях.

В Калининском ОИХ распространены староорошаемые типичные сероземы, а в совхозе "Чаткал" - богарные и новоорошаемые типичные сероземы. После завершения строительства I очереди Паркентского канала в конце 70-х годов, богарные типичные сероземы на площади 22,5 тыс. га начали орошать и использовать под сады, виноградники и овощи.

Типичные сероземы опытных участков характеризуются малой мощностью гумусового горизонта, незначительным содержанием подвижных форм азота и фосфора, отсутствием токсичных солей, высокой карбонатностью.

Водно-физические свойства почв опытных участков характеризуются следующими показателями: объемная масса метрового слоя почв составляет 1,36 г/см³, предельно-полевая влагоемкость - 23,0 %, плотность - 2,66-2,72 г/см³ и максимальная гигроскопичность 5,12-5,48 %, водопроницаемость - 30 мм/час.

По гранулометрическому составу типичные сероземы опытных участков представлены тяжелыми суглинками. На фоне общей высокой пылеватости порядка 75-80 % сумма фракции крупной пыли (0,05-0,01) составляет 36-53 %. Большое количество крупнопылевых частиц оказывает благоприятное действие на водно-физические свойства почв, так как частицы крупной пыли ведут себя подобно микроагрегатам и почва, содержащая большое количество этих частиц, обладает высокой порозностью, водо- и воздухопроницаемостью, что положительно сказывается на растениях при внут-

рипочвенном способе подачи воды и капиллярном увлажнении корнеобитаемого слоя.

Микросгратный состав почв представлен, в основном, фракциями 0,1-0,01 мм. Хорошая микроагрегированность типичных сероземов на лессах обеспечивает высокую водоотдачу этих почв, мобильность влаги и быструю ее подачу растениям.

Типичные сероземы зоны исследований отличаются хорошей капиллярной проводимостью, высокой порозностью и воздухопроницаемостью, что является благоприятными факторами для внутрипочвенного орошения.

В третьей главе рассматриваются условия, состав и методика проведения исследований. На двух опытных участках внутрипочвенного орошения были высажены яслони сорта "Надас" на полукарликовом подвое ММ-Ю6. На опытном участке КОПХ САИБИРИ изучались 2 варианта предполивной влажности (75, 85 % от ППВ), а на участке ВПО в совхозе "Чаткал" - 3 варианта (70, 75, 85 % от ППВ). Площадь опытного участка в КОПХ САИБИРИ - 0,3 га, в "Чаткале" - 2,0 га. Контролем являлось бороздковое орошение, предусмотренное проектными проработками для данной зоны. На контроле предполивная влажность поддерживалась в пределах 75 % от ППВ. Повторность опытов 3-х кратная с охватом всех террас и рядов по склону с целью исключения влияния высотной неравномерности. Система внутрипочвенного орошения на опытных участках представляет собой разветвленную сеть подземных полиэтиленовых распределительных и поливных трубопроводов.

Распределительные трубопроводы со стояками-регуляторами стабилизации напора размещаются вдоль склона, а поливные трубопроводы диаметром 25 мм с цепочкой очаговых увлажнителей размещаются на безуклонных террасах.

Расчет поливных норм проводился по дефициту влаги с учетом коэффициента террасирования. Вода при поливах на вариантах внутрипочвенного орошения учитывалась по счетчикам воды ИКОС-20, установленным в головной части поливных трубопроводов, а на контроле (бороздковое орошение) - с помощью треугольных водосливов Томсона с порогом 30°, установленных в головной части борозд.

Водно-физические свойства почв определялись по генетическим горизонтам на глубину 1,5 м по общепринятой методике А.Ф. Вадониной и З.А. Корчагиной.

Влажность почв на вариантах внутрипочвенного орошения определялась термостатно-весовым методом систематически до и после вегетационного полива: на вариантах с предполивной влажностью почвы 70 и 85 % от ППВ - до и после 2, 5, 8, 12 поливов, а на контроле (бороздковое орошение) - перед каждым и после 2, 4 поливов, на варианте 75 % от ППВ - перед каждым поливом.

Глубина взятия образцов на влажность весной и осенью - 2 м, а вегетационный период - 1 м, отбор проб - через каждые 20 см.

Суммарное водопотребление по вариантам опыта определялось по уравнению водного баланса при глубоком залегании грунтовых вод. Характер распределения влаги после поливов определялся путем бурения створов скважин с послойным отбором проб на влажность, а также раскопкой шурфов до глубины 2,0 м с последующей зарисовкой контуров увлажнения.

Изучение впитывания воды почвой из очаговых увлажнителей при разных напорах воды проводили при помощи специального стенда с регулируемой по высоте баками. Впитывание изучалось при напорах 0,6; 1,0; 1,4; 1,8 м. Повторность опытов при каждом напоре 4-кратная.

Гидравлические исследования проводили на специальной установке, а характер заиливания и эксплуатационная надежность очаговых увлажнителей изучались на полевом стенде и срезах шлифов в лабораторных условиях. Промыв поливных трубопроводов от наносов проводилась с помощью стабилизатора напора. Концевая часть поливного трубопровода во время промывки была открыта и через каждые 10-20 мин проводился отбор промывной воды с содержащимися в ней наносами. Биометрические наблюдения, которые включали измерение высоты деревьев, окружности штамба, количества и длины однолетних побегов и урожая, проводили по "Методике полевого опыта в садоводстве" (1966), а также по "Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур" (1935). Корневая система изучалась методом раскопок с последующей натурной зарисовкой корней.

Учет урожая проводили путем замера его на каждом учетном плодоносящем дереве по вариантам опыта.

Методика лабораторных исследований включала определение гранулометрического и микроагрегатного составов почв, плотности, питательного и солевого составов почв опытных участков, гидравлические исследования, заиливание (изучение порозности шлифов, изготовленных из пористых увлажнителей, анализ наносов до

и после промыва сети).

Гранулометрический и микроагрегатный составы, плотность твердой фазы почвы, питательный и солевой составы почв опытных участков определялись по методике СовЗНИИИ.

Гидравлические исследования проводились на специальной лабораторной установке, позволяющей получить характеристику поливного трубопровода с цепочкой пористых очаговых пенопластовых увлажнителей. Расходы воды, проходящей транзитом, а также путевую раздачу измеряли объемным способом. Числа Рейнольдса изменялись от 1175 до 7000.

В четвертой главе рассматриваются результаты лабораторных и полевых исследований.

В соответствии с методикой исследований полива на всех вариантах внутрипочвенного орошения начинали в момент наступления влажности метрового слоя в пределах 70–85 % от ППВ, а на контроле (бороздковое орошение) – 75 % от ППВ.

На террасированных склонах при расчетах поливных норм использовался коэффициент террасирования ($K_T = S_T : \Sigma S$), равный для условий проведения исследований 0,45 и коэффициент α , учитывающий очаговое увлажнение почв при БЮ. Основные показатели режима орошения яблонь по вариантам опытов в годы исследований приведены в таблице I. Из данных таблицы видно, что на варианте I количество поливов в годы исследований колебалось в пределах 16–19 с минимальным межполивным периодом 5–7 суток в июле-августе. На участке БЮ в КОПХ САПИРИ посадки контурные и при расчетах поливных норм коэффициент террасирования не учитывался. На опытном участке "Чаткал" за вегетационные периоды 1984–1986 гг. проведено 16–18 поливов оросительными нормами 500 м³/га – на варианте 2, 1100 м³/га – на варианте 3. Минимальная водоподача (270 м³/га) отмечена на варианте I. Уменьшенные размеры поливных и оросительных норм на 2-х участках объясняются наличием в "Чаткале" террас с коэффициентом террасирования 0,45. На варианте бороздкового орошения (контроль) расход оросительной воды в 2–4 раза выше по сравнению с вариантами БЮ. При поддержании одинаковой предполивной влажности (75 % от ППВ) на контроле (БЮ) расход воды был значительно выше, чем на варианте БЮ. При этом на варианте бороздкового орошения проведено 5–6 поливов с минимальным межполивным периодом 13–17 суток в июле.

Анализ динамики влажности почвы в вегетационный период в

Таблица I

Основные показатели режима орошения яблонь по вариантам опытов (1983–1986 гг.)

Варианты опыта	№ ва- ри- ан- та	Количество поли- вов			Минимал. межпол. период, сут.			Поливная норма, м³/га			Оросительная нор- ма, м³/га					
		А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г			
Опытный участок в Калининском ОПХ САПИРИ																
Внутрипоч- венное оча- говое оро- шение	1	17	16	19	18	6	7	5	6	32	48	56	550	760	1000	1000
	2	-	-	19	18	-	-	5	6	-	112	112	-	-	2100	2000
Опытный участок в совхозе "Чаткал"																
Внутрипоч- венное оча- говое оро- шение	1	-	-	-	18	-	-	-	6	-	-	15	-	-	-	270
	2	-	16	17	18	-	7	4	6	-	27	30	30	-	450	500
	3	-	-	-	18	-	-	-	6	-	-	-	60	-	-	-
Бороздко- вое ороше- ние (контроль)	4	-	5	6	6	-	13	17	16	-	1300	1300	1300	6500	6500	6500
											360	360	360	1800	2100	2100

*В числителе: нормы, рекомендуемые для садов и виноградников зоны исследований (Ц-П-В обл. "а")
В знаменателе: фактический размер поливных и оросительных норм в садах на террасированных склонах ОПХ с учетом коэффициента террасирования, равном 0,45 для района исследования и увлажняемой площади на террасе после полива.

А – 1983 г., Б – 1984 г., В – 1985 г., Г – 1986 г.

зоне очага показывает, что на вариантах В10 (В-1, В-2, В-3) с объемами водоподачи соответственно 70, 140, 280 л после проведения 2, 5, 8, 12 поливов на опытных участках Калининского ОПХ САНИИРи и в совхозе "Чаткал" влажность в метровом слое почв достигает величины предельно-полевой влагоемкости и иногда несколько превышает её, а между очагами от весны к осени происходит иссушение верхнего метрового слоя почвы.

Исследование процесса впитывания воды в почву из очаговых увлажнителей показало, что динамика впитывания носит установившийся характер и стабилизация расхода воды наступает через 1,5-2,0 часа после начала полива (Рис. 1).

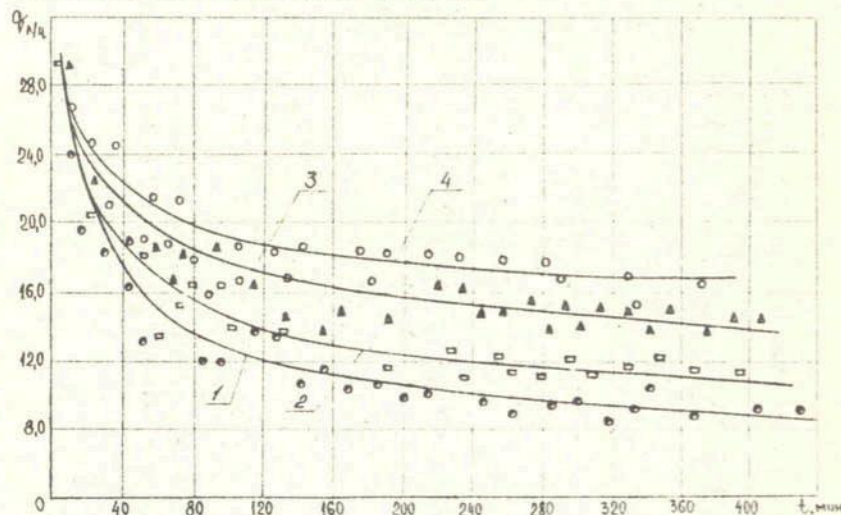


Рис. 1 Впитывание воды в почву из очагового увлажнителя

1 - $H=0,6$ м. вод. ст.; 3 - $H=1,4$ м. вод. ст.;
2 - $H=1,0$ м. вод. ст.; 4 - $H=1,8$ м. вод. ст.

Величина впитывания существенно зависит от действующего напора, изменяясь при этом в пределах 10,2-17,8 л/ч при напорах соответственно 0,6-1,8 м. В результате статистической обработки опытных данных установлено, что между напором и расходом существует тесная связь в виде:

$$Q = 0,367h^{0,49} \quad (1)$$

где Q - расход воды из увлажнителя в почвогрунт, см³/с;
 h - действующий напор, см.

Отклонение расчетных данных от фактических не превышает 2,5 %.

На наличие связи между параметрами контура увлажнения и объемом водоподачи в зависимости от особенностей конструкции, почвенных условий указывалось ранее Б.Б.Шумаковым, В.М.Масленниковым, Р.Рахматиллаевым, Б.Т.Туруспаевым. Результаты полевых исследований для наших условий позволили установить расчетную зависимость, описываемая уравнением

$$V_s = 0,02A^3 + 0,05LA^2 \quad (2)$$

где V_s - объем влаги в контуре увлажнения, м³;

L - длина увлажнителя, м;

A - глубина контура увлажнения, м.

Изучение характера увлажнения почв при разных напорах показало, что в интервале напоров от 0,6 до 2,2 м граница контура увлажнителя (75 % ШВ) имеет смещение в вертикальной плоскости, причем с возрастанием напора наблюдается приближение верхней границы контура к поверхности почвы. При напоре, превышающем 2,0 м через 1,5-2,0 ч после начала водоподачи происходит выклинивание воды, что весьма нежелательно особенно в условиях склонового орошаемого земледелия.

Полевыми наблюдениями установлено, что при объемах водоподачи 65-280 л глубина контура очагового увлажнения составила соответственно 1,2-2,0 м, что привело к изменению объема увлажнения грунта корнеобитаемой зоны.

Однако по данным А.А.Рыбакова, изучавшего эффективность орошаемого сада в условиях Узбекистана установлено, что увеличение количества подаваемой воды вовсе не является критерием оптимальности.

На отсутствие прямой зависимости между урожайностью и водопотреблением указывает В.И.Сенин, основываясь на многолетних полевых данных в условиях степной зоны УССР 13-18 летними деревьями яблони в орошаемом саду.

Изучение водопотребления по годам исследований показало (табл. 2), что на участке В10 Калининского ОПХ водопотребление яблонь было меньше на варианте I (6,7-7,8 м³/дерево) и достигало 9,9 м³/дерево на варианте с повышенным (80 % от ШВ) увлажнением почв, где поливная норма составляла 280 л/дерево. Про-

Таблица 2
Водопотребление яблонь (м³/дереву) по вариантам опытов

Варианты опыта	# варианта	Водоподача			Использ. запасов влаги из почвы: IV-V			Осадки за IV-V			Водопотребление								
		1984г			1985г			1986г			1984г			1985г			1986г		
		1984г	1985г	1986г	1984г	1985г	1986г	1984г	1985г	1986г	1984г	1985г	1986г	1984г	1985г	1986г			
Опытный участок в Калининском ОПХ																			
Внутрипочвенное очаговое орошение	1	2,0	2,7	2,5	3,5	3,2	2,7	1,2	1,9	1,7	6,7	7,8	6,9						
	2	-	5,3	5,0	-	2,7	3,0	-	1,9	1,7	-	9,9	9,7						
Опытный участок в совхозе "Чаткал"																			
Внутрипочвенное очаговое орошение	1	-	-	1,3	-	-	3,0	-	-	2,6	-	-	6,9						
	2	1,9	2,4	2,5	2,6	2,4	2,6	1,7	2,7	2,6	6,2	7,5	7,7						
Бороздковое орошение (контроль)	3	-	-	5,0	-	-	2,6	-	-	2,6	-	-	10,2						
	4	8,2	9,5	9,5	2,7	2,5	2,7	1,7	2,7	2,6	12,5	14,7	14,8						

центное соотношение составляющих водного баланса следующее: на варианте I - 30 % расхода воды от суммарного испарения приходится на водоподачу, 50 % - используется из запасов почвенной влаги и 20 % - составляют осадки. Аналогичная закономерность наблюдается и на опытном участке в совхозе "Чаткал", где минимальное водопотребление (6,9 м³/дереву) наблюдается на варианте I. По мере увеличения поливных и оросительных норм водопотребление яблонь растет и достигает 10 м³/дереву за вегетацию на варианте 3 с поливной нормой 260 л/дереву. Суммарное расходувание воды молодым садом при Н10 на склонах с коэффициентом террасирования 0,45 составляет 2,2 тыс.м³/га. На контроле (бороздковое орошение) наблюдается максимальное расходувание воды деревьями - до 14,8 м³/дереву. Наблюдениями за ростом и развитием яблонь на 2-х опытных участках (табл. 3) установлено, что несмотря на отсутствие существенных различий между однолетними саженцами яблонь (Критерий Стьюдента при 5 %-ном уровне значимости соответствует $t_{05} = 2,02$, его фактическое значение составило $t_{ф} = 0,8$) более интенсивный рост деревьев в годы исследований наблюдался на участке внутрипочвенного орошения в Калининском ОПХ, где за 4 года прирост по высоте составил 130-140 см, а окружность штамба увеличилась на 12-16 см.

Таблица 3
Среднетаксационные показатели по росту и развитию яблонь в годы исследований.

Варианты опыта	№ варианта	Высота, см				Окружность штамба, см				Урожай, ц/га	
		А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	В	Г
Опытный участок в Калининском ОПХ											
Внутрипочвенное орошение	1	210	270	310	340	9	15	18	21	35	58
	2	-	-	320	350	-	-	20	25	42	68
Опытный участок в совхозе "Чаткал"											
Внутрипочвенное орошение	1	-	-	-	150	-	-	-	4,8	-	-
	2	-	120	140	170	-	3,5	4,5	5,5	-	-
	3	-	-	-	170	-	-	-	6,5	-	-
Бороздковое орошение (контроль)	4	-	100	140	160	-	3,4	4,2	5,1	-	-

А - 1983г., Б - 1984 г., В - 1985 г., Г - 1986 г.

Лучшее развитие деревьев наблюдается на варианте 2, где влажность почв не опускалась ниже 85 % от ППВ. Урожай 5-летних деревьев на варианте 2 - 68 ц/га, а на варианте I - 58 ц/га. На опытном участке в совхозе "Читкал" прирост деревьев был меньше и не превышал 60 см. Хуже всего саженцы яблони развивались на варианте I (70 % от ППВ) по сравнению с вариантами 2, 3, где поддерживалась более высокая влажность почв. При поддержании одинаковой предполивной влажности (75 % от ППВ) рост и развитие деревьев на вариантах внутрипочвенного и бороздкового орошения (варианты 2, 4) были одинаковыми. Прирост по высоте составил здесь 50-60 см, а прирост окружности штамба - 1,7-2,0 см. Различия в росте и развитии деревьев на 2-х опытных участках и по вариантам опытов объясняются разницей в возрасте деревьев, режимом орошения, а также почвенными условиями. Раскопки корневой системы 2-летних яблонь сорта "Надис" на полукарликовом подвое ММ-106 показали, что при контурном размещении деревьев на опытном участке ВЮ Калининского ОПХ основная часть корней распространена на глубину 100-200 см и на расстоянии 0,7-0,8 м от штамба деревьев. Аналогичная картина наблюдается также на террасах (участок ВЮ в "Читкале"), но здесь корневая система менее мощная, больше нитевидных корней в поверхностных (0-40 см) горизонтах почвы. Диаметр корней на участках внутрипочвенного орошения в основном около 4 мм. На глубине 30-60 см преобладают корни толщиной до 15 мм, а на глубине 0-20 см - 20-25 мм. В глубоких горизонтах (80-120 см) сосредоточены тонкие корни диаметром 1-2 мм.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости поддерживать в вегетацию влажность почвы 75-85 % ППВ, при которой обеспечивается высокая продуктивность использования оросительной воды при внутрипочвенном орошении по сравнению с контролем, за исключением варианта I, где наблюдается недостаток воды и низкая продуктивность, сдерживание в росте и развитии как надземной биомассы, так и корневой системы яблони.

Установленная выше зависимость (I) позволяет использовать ее при определении длины поливного трубопровода с очаговыми увлажнителями в результате гидравлического расчета для установившегося режима движения потока. В основу метода гидравлического расчета положена теория движения жидкости переменной массы, которая выражена уравнением (3)

$$\frac{dh}{ds} + \frac{dz}{ds} + \frac{dh_f}{ds} + \frac{d}{ds} \left(\frac{V^2}{2g} \right) + \frac{d(V-u)}{ds} V \frac{dQ}{ds} = 0 \quad (3)$$

где h - пьезометрический напор, м; Q - расход потока, м³/с; V - средняя скорость потока, м/с; u - проекция скорости отделимой массы на направление скорости основного потока; z - положение оси трубопровода в данном сечении относительно горизонтальной плоскости; d - корректив скорости; h_f - потери напора по длине, м; S - расстояние вдоль трубопровода, м.

Таким образом, применив известную формулу Дарси-Вейсбаха $dh_f = \lambda \frac{dS}{d_{tp}} \frac{V^2}{2g}$ и учитывая, что $dZ = i dS$, а скорость представив в виде расхода, получим:

$$\frac{1}{2g} Q \cdot dQ + \lambda \frac{dS}{d_{tp}} \cdot \frac{Q^2}{2g} - i dS = dh \quad (4)$$

где d_{tp} , ω - соответственно внутренний диаметр и площадь сечения трубопровода.

Для решения уравнения (4) используется зависимость (I) - уравнение неразрывности, связывающее расход с пьезометрическим напором, полученное в результате статистической обработки данных исследований по впитыванию воды из очаговых увлажнителей. Поскольку уравнение (4) нелинейное, методика расчета основана на численных методах с итерацией на каждом шаге с использованием ЭВМ.

На рис. 2 показана схема гидравлического расчета, основанная на расчете по участкам поливного трубопровода: от сечения к сечению, начиная с конца.

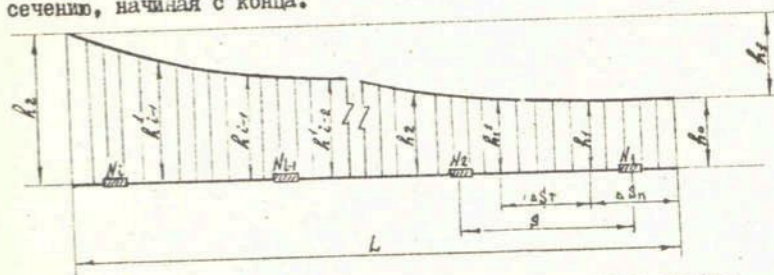


Рис. 2 Схема гидравлического расчета поливного трубопровода с очаговыми увлажнителями конструкции САННИРИ

В результате лабораторных испытаний установлена гидравлическая характеристика поливного и транзитного участков ороситель-

ного трубопровода, выражающая удельные потери напора поливного трубопровода в зависимости от чисел Рейнольдса (Re).

Результаты опыта представлены на рис. 3 зависимостью:

$$\lambda = f(Re)$$

где λ' , λ'' — соответственно коэффициент гидравлического сопротивления поливного и транзитного участка; Re — число Рейнольдса.

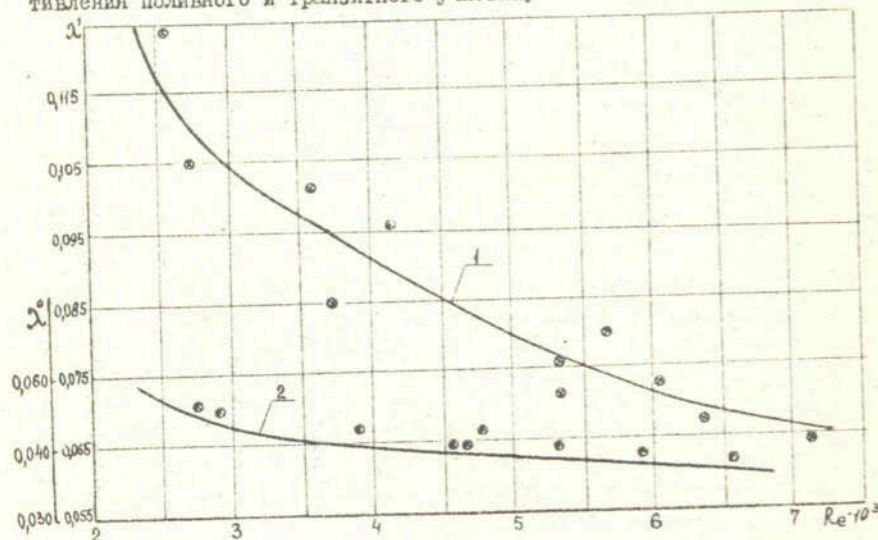


Рис. 3. График зависимости $\lambda = f(Re)$ при движении жидкости в поливном трубопроводе с пористыми очаговыми увлажнителями. 1 — участок с увлажнителем; 2 — транзитный участок.

При расчете транзитного участка ΔS_T коэффициент сопротивления λ'' вычисляется по формуле Блазиуса. Отклонение фактических значений от вычисленных по упомянутой формуле не превысило 5 %.

Таким образом, общие потери напора по длине поливного трубопровода складываются из потерь напора транзитного и поливного участков. Решение системы уравнений (1) и (4), используя соответствующие значения λ , позволило определить длину поливного трубопровода, которая обеспечивает заданную равномерность полива при ограничениях $\frac{h_0}{H_r} \leq K_H$

где H_r — заданный напор в головной части поливного трубопровода; h_0 — напор в конце поливного трубопровода; K_H — коэффициент равномерности полива, выраженный по напору ($K_H = 0,64$).

Расчетные элементы техники полива при очаговом ИО при заданных исходных данных по изложенной методике иллюстрируется номограммой (Рис. 4).

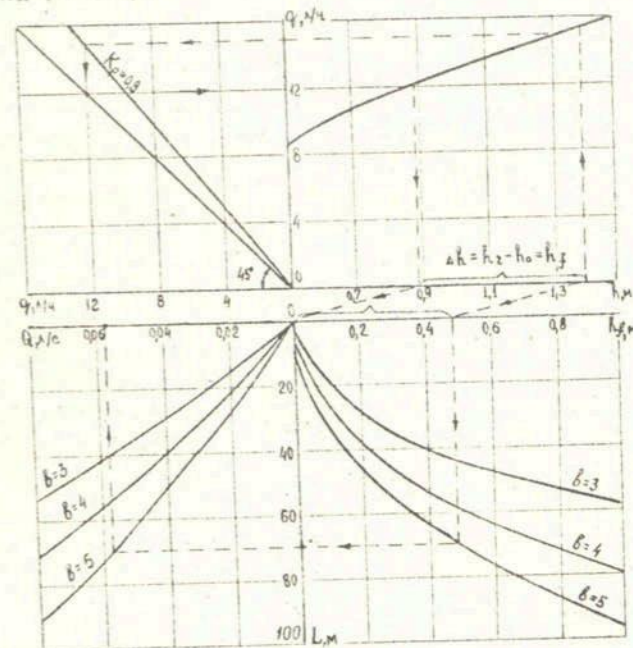


Рис. 4. Номограмма для определения элементов техники полива при очаговом ИО

Сопоставление результатов расчета с фактическими данными пьезометрических напоров на ОПУ внутрипочвенного орошения яблоневое сада в с/х "Читкал" показали удовлетворительную сходимость: наибольшее отклонение составило 6 %.

Таким образом, результаты расчета, представленные в виде номограмм, позволяют назначать оптимальные параметры сети при составлении проектов ИО садов для различных схем посадки.

В пятой главе рассматривается оценка работоспособности системы ИПО и показана экономическая эффективность внутрипочвенного орошения садов на крутых склонах.

Проведенными лабораторно-полевыми исследованиями установлено, что очаговый увлажнитель разработанной конструкции согласно интегральной кривой распределения пор по их размерам, полученной в результате фотографирования плоского шлифа, имеет 0,4 мм. Ежегодными вскрытиями поливного трубопровода длиной 70 м по окончании вегетации установлено, что характер распределения наносов, поступающих в полость трубы вместе с оросительной водой при средней мутности 0,11 г/л, неравномерен по длине: наибольшее их количество приурочено в створе 40 м, где толщина слоя наноса составила 6 мм. В результате промыва поливного трубопровода нормой 4,0 м³ при напоре в его головной части 3 м остаток отложившихся наносов составил 2 %. При этом время промывки составило 2 часа.

Опыты, проведенные в грунтовом лотке очаговыми увлажнителями с водой естественной мутности (0,11 г/л), свидетельствуют о том, что время стабильной эксплуатации увлажнителей, при условии ежегодных промывок составляет более 10 лет.

Результаты гидравлических испытаний усовершенствованной конструкции стабилизатора напора, обеспечивающего промывной режим поливной сети показывают, что пропускная способность стабилизатора максимальна при степени открытия $\beta = 5$ (в промывном режиме), а в поливном режиме — при $\beta = 9$ (Рис. 5).

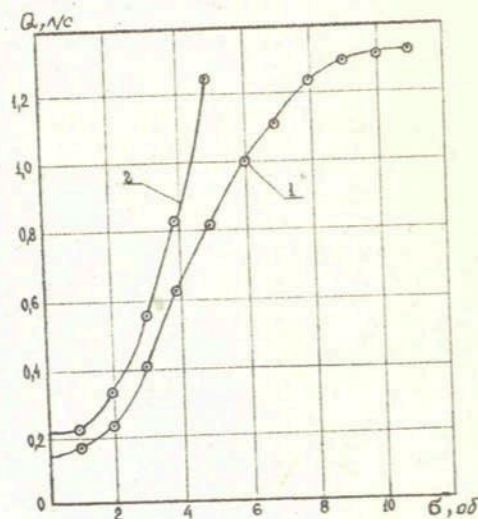


Рис. 5 Зависимость расхода воды от степени открытия запорного элемента стабилизатора

1. Н - 1,5 м (поливной режим)
2. Н - 3,0 м (промывной режим)

Установленная зависимость расхода от степени открытия запорного элемента стабилизатора позволяет регулировать величину транзитного расхода и определять количество поливных трубопроводов, подвешенных к распределительной сети как в режиме полива, так и во время промыва.

Технико-экономическая эффективность внутрипочвенного орошения выражается в снижении приведенных затрат на возделывание сада по сравнению с поверхностным орошением из закрытой оросительной сети. Расчет производился по общепринятой формуле, рекомендованной в инструкции Минводхоза СССР.

Экономический эффект от внедрения внутрипочвенного очагового орошения в яблоневом саду составил 1650 руб/га.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Сложности освоения предгорий северо-восточной зоны Узбекистана под сады и виноградники, заключающиеся в ирригационной эрозии почв, огромном непроизводительном расходе воды при применении традиционного бороздкового орошения, а часто и невозможности использования его на крутых склонах, ограниченность водных ресурсов в регионе, сложные рельефные условия предгорий вызывают необходимость применения здесь почвоохранной, водосберегающей технологии внутрипочвенного очагового орошения.

2. В условиях автоморфных почв тяжелого и среднего гранулометрического состава зоны исследований наиболее эффективной технологией внутрипочвенного очагового орошения на террасах молодых яблоневых садов на полукарликовом подвое является водоподача поливными нормами 140-160 л/дерево и оросительной нормой 1,2-1,5 тыс.м³/га, в зависимости от схемы размещения плодовых деревьев. В плодоносящих яблоневых садах (возраст более 5 лет) оптимальный размер поливных норм составляет 300-400 л/дерево, оросительная норма 2,3-2,5 тыс.м³/га при 17-20 поливах за вегетацию.

3. Оптимальная предполивная влажность корнеобитаемого слоя почв должна поддерживаться в пределах 75-80 % от ППВ. Межполивный период летом равен 5-6 суток, весной и осенью — 10-15 суток, что связано с гидротермическим режимом и разной интенсивностью водопотребления в течение вегетационного периода.

4. В результате полевых исследований установлена зависимость между объемом водоподачи и параметрами контура увлажнения почв, рассчитываемая по формуле: $V_{\phi} = 0,02A^3 + 0,05A^2L$

5. При $1000 < Re < 7000$ для поливного трубопровода с очаговыми увлажнителями с путевым отбором по длине коэффициент гидравлического сопротивления определяется по зависимости

$$\lambda = \frac{11,858}{Re^{0,668}}$$

6. Разработан алгоритм расчета поливного трубопровода с очаговыми увлажнителями, позволяющий с помощью ЭВМ определять основные параметры поливной сети (длину, напоры, расходы) в зависимости от расстояния между увлажнителями при заданных значениях коэффициента равномерности полива, уклоне и диаметре поливного трубопровода.

7. Суммарное водопотребление на участках внутрипочвенного очагового орошения с посадками яблонь сорта "Найрис" на полукарликовом подвое М-106 составило в среднем за 3 года 7-9,5 м³/дереву, из них на долю используемых запасов влаги из почвы приходится 40-45 %, водоподачу 35-40 %, осадки 20-25 %.

8. Годовой экономический эффект от применения технологии внутрипочвенного очагового орошения и конструкции систем ВПО с очаговыми увлажнителями составляет 1650 руб/га.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Лунев В.Г., Ким Л.А. Пути снижения водопотребления садов на крутых склонах. - Сборник научных трудов САУНИРИ, вып. 169, Ташкент, 1983.

2. Лунев В.Г., Ким Л.А. Эффективность подпочвенно-очагового орошения яблоневого сада на крутых склонах. - В кн.: Тезисы докладов повышения эффективности использования оросительной воды и производительности труда на поливе. Ташкент, 1984.

3. Лунев В.Г., Ким Л.А. Подпочвенно-очаговое орошение садов на склоновых землях Узбекистана. - Садоводство, № 6, 1985.

4. Лунев В.Г., Ким Л.А. Прогрессивный способ полива на склоновых землях. - Инф. листок УЗНИИТИ, Ташкент, 1985.

5. Ким Л.А. Гидравлический расчет поливного трубопровода с пенопластовыми очаговыми увлажнителями систем ВПО на склонах. - Эксп. информация ЦЕНТИ Минводхоза СССР, 1987, вып. II.

6. Лунев В.Г., Ким Л.А., Келесов Б.А. Рекомендации по проектированию самонапорных систем подпочвенно-очагового орошения садов на крутых склонах в условиях УзССР. - Ташкент, 1985.

7. Лунев В.Г., Ким Л.А., Вилькова С.Н. Рекомендации по оборудованию для самонапорной сети подпочвенно-очагового орошения садов на крутых склонах в условиях УзССР. - Ташкент, 1985.

8. Вилькова С.Н., Лунев В.Г., Хантаева А.Т., Ким Л.А. Рекомендации по изготовлению очаговых увлажнителей подпочвенного орошения, полученных из фильтрующего воду карбонидоформальдегидного пенопласта. - Ташкент, 1985.

Сопоскатель: *Ким Л.А.*