

БСД



МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА

ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

На правах рукописи

ЛИМ Валерий Давыдович

МЕЛИОРАЦИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ГИПСОНОСНЫХ
ПОЧВ ДЖИЗАКСКОЙ СТЕПИ

(на русском языке)

Специальность - 06.01.03 - почвоведение

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва - 1977 г.

*Дубонок Валентина
доктор
с икрамбет
да всемерно
Абрамович
Ладьяковский
поддержку
автору*

Работа выполнена в лаборатории промывок земель и почвенных исследований Среднеазиатского ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института ирригации им. В.Д. Журина "САНИИРИ".

Научные руководители:

Доктор биологических наук, профессор
А.Ф. ВАДЖИНА

Кандидат биологических наук, ст.н.
сотр. - В.Ф. САФОНОВ

Официальные оппоненты:

1. Доктор сельскохозяйственных наук
Наталья Ивановна БАЗИЛЕВИЧ

2. Кандидат биологических наук
Ким Николаевич ФЕДОРОВ

Ведущее учреждение - институт агрохимии и почвоведения
АН СССР (г. Пушкино на Оке).

Автореферат разослан " " _____ 1977г.

Защита диссертации состоится на специализированном Совете по почвоведению в Московском государственном Университете " " _____ 1977 г. в " " часов в Малой аудитории зоны "Д".

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке факультета Почвоведения МГУ.

Приглашаем Вас принять участие в обсуждении диссертации на заседании Ученого Совета, а отзывы в двух экземплярах направлять по адресу: г. Москва П7234, Ленгоры, МГУ, факультет Почвоведения.

Секретарь Ученого Совета
доцент

Г.Ф. Лебедева

631.6

- I -

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Директивами XXV съезда КПСС и XIX съезда КП Узбекистана в десятой пятилетке намечено освоение Джизакской степи.

В пределах Джизакской степи, большие площади земель подлежащих освоению представлены засоленными гипсоносными почвами с неблагоприятными водно-физическими свойствами (высокая плотность и слоистость сложения, низкая водопроницаемость). Это создает дополнительные трудности при мелиорации и обуславливает специфику формирования водно-солевого режима и путей регулирования его, как при промывках, так и в послепромывной период.

Несмотря на освоение больших площадей в южной части Голодной степи, примеров успешного освоения засоленных гипсоносных почв очень мало, а использование имеющихся немногочисленных результатов отдельных опытов, не представляется возможным в силу специфики экологических условий данной территории.

Поэтому, получение новых дополнительных данных о свойствах таких почв и их генезисе, а также разработка оптимальной технологии освоения их представляют как теоретический, так и большой практический интерес.

Цель работы. Целью диссертационной работы является разработка комплекса мелиоративных мероприятий по освоению засоленных гипсоносных почв Джизакской степи, наиболее эффективного и экономически выгодного для рассматриваемых условий.

В связи с этим нами исследовались следующие основные вопросы:

1. Сравнительное изучение промываемости засоленных почв Джизакской степи в зависимости от условий их формирования.
2. Гидро-биотехнологическая мелиорация гипсоносных почв.
3. Изучение водно-солевого режима почв на фоне культур-освоителей - хлопчатника и люцерны.
4. Изучение развития корневых систем хлопчатника и люцерны на почвах с плотными загипсованными прослойками.
5. Определение содержания микроэлементов в почвогрунтах опытного участка.

6. Микроморфологические исследования сероземно-луговых засоленных гипсоносных почв.

Объект исследования. Объектом исследования явилась Джизакская степь в УзССР, занимающая предгорную покатую равнину образованную конусами выносов р. Санзара, Зааминсу и ряда мелких саев стекающих с северных склонов Туркестанского хребта.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые исследования. Специфика территориальных исследований - сравнительная оценка промываемости засоленных почв в зависимости от условий их формирования, определила и метод исследований - мелкоделяночный опыт (25 м²).

Опытная делянка обваловывалась земляным утрамбованным валиком высотой 40 см, внутри ее вбивалась металлическая квадратная рама (10 м²), которая и являлась учетной. Подача воды на промывку осуществлялась отдельными поливами нормой 2500 м³ из расчета на гектар, а продолжительность перерыва между отдельными поливами была 5-10 дней.

Для определения способа промывки, глубины опреснения, предела опреснения, а также технологии освоения засоленных гипсоносных почв был построен, институтом "Средазгипроводхлопок", опытно-производственный участок площадью 10 га, на землях совхоза № 4, Джизакской степи.

Лабораторные исследования. Химические анализы почв и грунтовых вод производились по методике Е.В. Аринушкиной (1970). Физические свойства почв определялись по руководству А.Ф. Вадюняной и З.А. Корчагиной (1961).

В настоящей работе при определении количественного содержания (Mg, Si, B, Ti, Sr, Ni, V, Mo) в лугово-сероземных гипсоносных почвах опытного участка была использована методика спектрографического определения микроэлементов в почвах, разработанная в спектральной лаборатории факультета почвоведения МГУ, Н.Г. Зырян, А.И. Обухов, Г.Д. Белипина (1971).

Высокая загипсованность исследуемых почв с наличием плотного слабоводопроницаемого горизонта, вызвала необходимость проведения микроморфологических исследований. Шлифы изготавливались

по методике Н.И. Горбунова и З.В. Филипповой (1971 г.), а описание их на поляризационном микроскопе проведены по методике Е.А. Яриловой (1971).

Отдельные образцы почв в ненарушенном состоянии были подвергнуты исследованию на электронном сканирующем микроскопе модели НЭН-2А фирмы "Хитачи" (Япония), по методикам Спивак и др., 1959; Добровольский, Шоба, 1972).

Научная новизна. Для нового объекта освоения и орошения, каковым является Джизакская степь, впервые дана сравнительная оценка промываемости почвогрунтов в различных почвенно-мелиоративных условиях и предложены рекомендации по их промывке и освоению.

Разработан и предложен новый комплекс гидро-биотехнологической мелиорации, позволяющий успешно осваивать трудномелиорируемые гипсоносные почвы данного региона. Изучен процесс формирования водно-солевого режима на фоне люцерны и хлопчатника как мелиорантов гипсоносных почв.

С помощью современных микроскопических методов впервые установлены основные микроморфологические признаки сильнозасоленных гипсоносных почв Джизакской степи и дан генезис гипса и плотных загипсованных прослоек. Выявлены микропроцессы, происходящие в гипсоносных почвах опытного участка под воздействием промывок и вегетационных поливов.

Определены микроэлементы (Mg, Si, Mo, B, V, Sr, Ti, Ni) в данных почвах.

Определена экономическая эффективность при применении гидро-биотехнологической мелиорации на гипсоносных почвах Джизакской степи.

Практическая ценность. В результате проведенных комплексных исследований, предложена технология освоения засоленных гипсоносных почв, характеризующихся очень плотным сложением и низкой солеотдачей.

Реализация работы. На основе полученных результатов исследований разработан комплекс поэтапной гидро-биотехнологической мелиорации засоленных гипсоносных почв, которые нашли практическое применение при составлении и корректировке проектов

мелиоративной подготовки тяжелоосваиваемых земель Джизакской степи институтом "Средазгипроводхлопок".

Апробация. Материалы диссертации доложены и обсуждены на расширенном заседании Ученого Совета секции мелиорации орошаемых земель САНИИРИ и на кафедре физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ.

Публикации. По теме диссертации опубликованы четыре статьи.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и выводов, изложена на 124 страницах машинописного текста, содержит 40 иллюстраций и 21 таблицу. Список литературы включает 140 наименований.

Содержание работы.

В первой главе дается характеристика природных условий Джизакской степи.

Во второй главе излагается детальная почвенно-мелиоративная характеристика в местах расположения промывных делянок и опытно-производственного участка. Приводятся схемы, обоснование и методика исследований.

В третьей главе дается сравнительная оценка промываемости различных почв Джизакской степи, установлены оптимальные нормы, сроки и способы промывок.

В четвертой главе приводятся результаты гидро-биотехнической мелиорации засоленных гипсоносных почв. Микроморфологическими исследованиями выявлены изменения в микростроении почв после промывок и поливов. Анализируются развитие корневых систем люцерны и хлопчатника. Определены микроэлементы и дается рекомендации по применению тех или иных микроудобрений.

В пятой главе показана экономическая эффективность гидро-биотехнологической мелиорации гипсоносных почв Джизакской степи.

Автор диссертации выражает искреннюю благодарность сотрудникам отдела ПМИ института "Средазгипроводхлопок" - Шредеру В.Р., Васильеву И.К., Зубкову Д.Я., Решетову Г.Г. за консультации и помощь в процессе экспериментального исследования.

Автор приносит большую благодарность научным руководителям настоящей работы доктору биологических наук, профессору МГУ, Александре Федоровне Вадюхиной и кандидату биологических наук, старшему научному сотруднику Владимиру Фомичу Сафонову за всемерную поддержку и ценные советы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Промывка засоленных земель Джизакской степи. Применение промывок для опреснения засоленных почв имеет такую же давнюю историю, как и история орошаемого земледелия. Сведения о промывных поливах имеются еще в ранних дореволюционных трудах академика А. Миддендорфа; С.К. Кондрашова и других исследователей Средней Азии.

Советские ученые (А.Н. Костяков, Л.П. Розов, С.Ф. Аверьянов, А.А. Шопин, И.Н. Антипов-Каратаев, С.В. Астапов, В.Р. Волобуев, В.М. Легостаев, С.И. Рабочев, В.А. Ковда, Э.С. Варунция, П.С. Панин, А.Е. Нерозин, В.Г. Петров, А.И. Калашников, В.Ф. Сафонов и др.), разработали теорию и практику промывок.

В общих чертах все засоленные земли по условиям освоения можно подразделить на три категории: легкие, средние и тяжелые. На координационном совещании в г. Баку (сентябрь, 1974) было отмечено, что к настоящему времени имеется достаточно богатый опыт освоения засоленных земель первых двух категорий. Что касается земель третьей категории, то на разработку системы их освоения, включая и промывку, должны быть направлены усилия мелиораторов, почвоведов, строителей и освоителей. Засоленные земли Джизакской степи, характеризующиеся высоким содержанием гипса, высокой плотностью, низкой водопроницаемостью, а местами и солонцеватостью - по условиям их освоения относятся к третьей категории.

Для расчета норм промывок предложены формулы Л.П. Розова, А.Н. Костякова, А.А. Черкасова, В.А. Ковды, И.С. Рабочева, В.М. Легостаева, В.Р. Волобуева и других авторов.

Нами при расчете промывной нормы была использована формула В.Р. Волобуева (1960)

$$N = 10000 \alpha \log \left(\frac{S_0}{S_i} \right)$$

где N - норма промывки, м³/га;
 α - параметр солеотдачи из почвы;
 S_0 - исходное засоление почвы в % или т/га;
 S_i -пустимое содержание солей, % или т/га.

При этом, коэффициент (α) определяли не по плотному остатку или сумме токсичных солей, а по наиболее токсичному для хлопчатника иону солей - хлору.

Промывная норма, рассчитанная по формуле В.Р. Волобуева, со значением коэффициента солеотдачи (α) 1,22-1,78, который рекомендуется автором для глинистых и суглинистых почв с пониженной солеотдачей и с сульфатно-хлоридным засолением какими и являются разнообразные почвы Джизакской степи, равна от 10 тыс. м³/га до 25 тыс. м³/га. Такие промывные нормы были рассчитаны для рассоления корнеобитаемого слоя, принимая его равным 1м.

Учитывая большую пестроту гидрогеолого-почвенно-мелиоративных условий одной из задач наших исследований явилось изучение сравнительной оценки промываемости засоленных земель Джизакской степи. Анализ полученных материалов показывает, что в зависимости от почвенно-мелиоративных условий наблюдается разная эффективность промывки (таб. I). Наиболее хорошей промываемостью характеризуются сероземно-луговые и лугово-сероземные почвы Домакинской группы саев с довольно равномерным распределением солей по профилю и однородным или двухслойным сложением облегчающимся книзу (точки: 40, 6, 7, 10). В этих случаях наблюдается постепенное, последовательное рассоление почвогрунтов по мере нарастания промывной нормы. Норма 10 тыс. м³/га опресняет слой (0-100 см) до пределов токсичности (0,01 % по хлору) и значительно уменьшает количество солей в слое (100-200 см).

Наиболее труднопромываемыми являются лугово-сероземные солонцеватые почвы, Обручевского понижения (точки: 1, 36). Если в в других почвенно-мелиоративных условиях Джизакской степи промывная норма 15 тыс. м³/га опресняет слой 100-150 см, то здесь эта норма опреснила лишь верхние горизонты (70 см), что вызвано солонцеватостью почв. Для успешного освоения их потребуются применение различных хим. мелиорантов.

Таблица I

Промываемость почвогрунтов Джизакской степи

Почва	Исходное		10 тыс.м ³ /га		15 тыс.м ³ /га		20 тыс.м ³ /га	
	Cl	Na	Cl	Na	Cl	Na	Cl	Na
I	2	3	4	5	6	7	8	9
В процентах (%)								
I. Домакинская группа саев								
Лугово-сероземная солон- чакватая (точка 5)	0,08	0,30	0,015	0,08	0,009	0,04	0,008	0,033
	0,64	0,73	0,075	0,33	0,015	0,14	0,008	0,07
Сак (точка 7)	0,14	0,64	0,01	0,05	0,01	0,03	-	-
	0,04	0,11	0,03	0,15	0,01	0,08	-	-
Сероземно-луговая близко- чакватая почва (точка 10)	0,12	0,120	0,01	0,02	0,006	0,014	-	-
	0,165	0,122	0,023	0,06	0,01	0,03	-	-
Сероземно-луговая солон- чакватая, гипсоносная почва (точка 31)	0,22	0,19	0,01	0,02	0,006	0,01	-	-
	0,50	0,41	0,25	0,34	0,02	0,06	-	-
Сероземно-луговая солон- чакватая, гипсоносная эвче (точка 33)	0,30	0,32	0,08	0,085	0,032	0,02	0,012	0,01
	0,23	0,23	0,15	0,21	0,09	0,11	0,04	0,065
Сероземно-луговая солон- чакватая, гипсоносная (40)	0,035	0,122	0,01	0,050	0,005	0,016	-	-
	0,01	0,043	0,01	0,041	0,01	0,031	-	-

I	2	3	4	5	6	7	8	9
	2. Хавастская группа, сает							
Дугово-сероземная солон- чаковая (точка 3)	0,060	0,19	0,01	0,04	0,010	0,034	-	-
	0,076	0,24	0,045	0,20	0,015	0,10	-	-
Солончак (точка 34)	0,14	0,23	0,050	0,090	0,015	0,025	0,006	0,025
	0,03	0,05	0,035	0,05	0,046	0,076	0,040	0,060
Солончак (точка 35)	0,116	0,246	0,036	0,085	0,02	0,057	0,015	0,04
	0,07	0,18	0,07	0,205	0,040	0,12	0,02	0,08
	3. Обручевское межконусное понижение							
Дугово-сероземная солон- цеватая почва (точка I)	0,08	0,34	0,031	0,046	-	-	-	-
	0,260	0,60	0,120	0,37	-	-	-	-
Солонец-солончак (точка 36)	0,165	0,74	0,075	0,38	0,046	0,18	0,028	0,14
	0,115	0,30	0,145	0,34	0,040	0,37	0,045	0,34
	4. Периферийная часть конуса выноса р. Санзар							
Дугово-сероземная, солон- чаковая гипсоносная почва (точка 32)	0,10	0,23	0,008	0,06	0,007	0,044	-	-
	0,145	0,30	0,110	0,24	0,070	0,22	-	-

Примечание: в числителе (0-100)
в знаменателе (100-200)

Неравнозначны по промываемости сильнозасоленные сероземно-
луговые гипсоносные почвы и солончаки, расположенные на перифе-
риях Санзарского, Хавастского и Ломакинского конусов выноса в
зоне выклинивания минерализованных грунтовых вод (точки: 31,
32, 33, 34). Главным отличием этих почв является: слоистость,
высокая плотность и сильная загипсованность.

Главное внимание здесь должно быть сосредоточено на систе-
ме освоения таких почв после промывок.

Проведенные наблюдения за режимом грунтовых вод дают кос-
венные показатели дренированности почвогрунтов. На большей части
Джизакской степи промывки можно производить на фоне глубокого
закрытого горизонтального дренажа.

В условиях наличия слабодопроницаемых слоев (точки 33
и 34) при производственных промывках возможно потребуются строи-
тельство временного дренажа.

Результаты проведенных исследований подтвердили и для ус-
ловий Джизакской степи положение о том, что эффективность промыв-
ной воды наиболее высока в начале промывки и резко снижается по
мере уменьшения засоленности почвы. Сафонов В.Ф., Паренчик Р.И.
(1973), говоря о рациональной промывной норме вводят понятие
"предел промываемости" - момент когда солеотдача практически
прекращается и подаваемая вода обладает очень низким КПД. По
нашим данным для условий Джизакской степи этот предел составля-
ет 0,03-0,04 % хлора.

ПРОМЫВКА ТРУДНОМЕЛИОРИРУЕМЫХ ГИПСОНОСНЫХ ПОЧВ ОПЫТНОГО УЧАСТКА

Время и способы промывок.

От своевременно проведенного и правильно выбранного спо-
соба промывки зависят во многом результаты промывок.

По нашим данным, наиболее оптимальными сроками промывок
для условий Джизакской степи являются период осени и начало
зимы. В это время почвогрунты равномерно прогреты на всю глу-
бину до грунтовых вод. К тому же осенне-зимний период характе-
ризуется наиболее глубоким стоянием грунтовых вод и соответ-
ственно, наиболее высокой свободной емкостью почвогрунтов, а

также наименьшим испарением. Кроме того, осенними промывками создаются условия для эффективного промывного действия зимне-весенних осадков и остается значительный период времени для обработки промывных вод.

Испытывались три способа промывки: промывка напуском по полосам, промывка по бороздам и промывка затоплением чеков. Испытываемый режим промывки - отдельные поливы нормой $2500 \text{ м}^3/\text{га}$. На основе этих исследований установлено, что наиболее целесообразна в данных условиях промывка по чекам и напуском по полосам, промывка по бороздам оказалась малоэффективной.

Солевой режим при промывке.

Исследованиями ряда авторов (Базилевич и Панкова, 1968; Минашина, 1974; Маргулис, 1966; Маргулис, Муратова, 1968; Масленников, 1971) было установлено об ошибочности оценки засоления гипсоносных почв, сульфатного и хлоридно-сульфатного типа, по плотному остатку. В.В. Масленников писал: "...оставшийся в почвах после промывки высокий плотный остаток солей I,2-I,6%, состоящий в основном из трудно растворимого гипса и карбоната кальция не является показателем засоления. Критерием засоления или рассоления гипсоносных почв нужно считать хлор и натрий".

Для лугово-сероземных гипсоносных почв Голодной степи В.Ю. Маргулисом и Муратовой установлена линейная связь между суммой токсичных солей и количеством ионов натрия:

$$S_T = 0,76 Na + 0,12$$

Для почв опытного участка эта зависимость выражается уравнением $S_T = 0,74 Na + 0,123$, т.е. зависимость остается постоянной для всей зоны выклинивания.

Все вышеизложенное и побудило нас при оценке степени засоления и рассоления гипсоносных почв, принять за основу хлор и натрий.

Анализ полученных материалов по наблюдению за солевым режимом показывает, что большая исходная пестрота по засолению, литологическому строению и загипсованности почвогрунтов, обусловило и пестроту по выщелачиванию солей как по глубине, так и по степени опреснения табл. 2.

При промывке по чекам и полосам поданная промывная нор-

ма ($10 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$) значительно опресняет верхний метровый слой с перемещением солей в нижележащие горизонты (скв. 6, 19, 37, 48). При промывке по бороздам мы наблюдали увеличение солей в горизонте (0-25 см) за счет аккумуляции легкорастворимых солей на гребнях борозды и незначительное уменьшение их в слое 25-100 см, рис. 1.

Следует отметить, что во всех вариантах, количество хлора и натрия в слое 0-50 см оставалось выше принятого до сих пор порога токсичности (0,01% по хлору и 0,05% по натрию), табл. 2. Во всех случаях в нижних горизонтах наблюдается увеличение солей и минерализации грунтовых вод за счет вымыва их с верхних слоев почвы.

Наблюдения за режимом грунтовых вод показали, что при подаче воды довольно быстро заполняется свободная емкость почвогрунтов, составляющая в зоне аэрации около $2500 \text{ м}^3/\text{га}$. С прекращением водоподачи происходит медленный, со скоростью 5-7 см/сут. спад уровня грунтовых вод.

Условия, аналогичные описанным, исключают возможность проведения непрерывной промывки грузными нормами $20 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$ и выше.

ГИДРО-БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ГИПСОНОСНЫХ ПОЧВ В ПОСЛЕПРОМЫВНОЙ ПЕРИОД.

Трудномелиорируемые сероземно-луговые солончаковые почвы с плотными слабоводопроницаемыми загипсованными прослойками обычными промывками не опресняются. В связи с этим, была испытана поэтапная гидро-биотехнологическая система освоения заключающаяся в том, что после промывки слоя 50-100 см (нормой $10 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$) для дальнейшей мелиорации их, был введен биологический фактор - посев люцерны и хлопчатника.

Мелиорирующее действие люцерны и хлопчатника, проявляется в рыхлящем действии на почву корневой системы (в процессе ее роста и развития) увеличивая тем самым ее скважность, водопроницаемость и запасы влаги, улучшая структуру почв; прижизненные выделения ее (CO_2 и H^+) участвуют в подкислении почвенного раствора - это способствует растворению гипса, карбонатов и других соединений; вовлекает в биологический круговорот

Солевые профили почвогрунтов

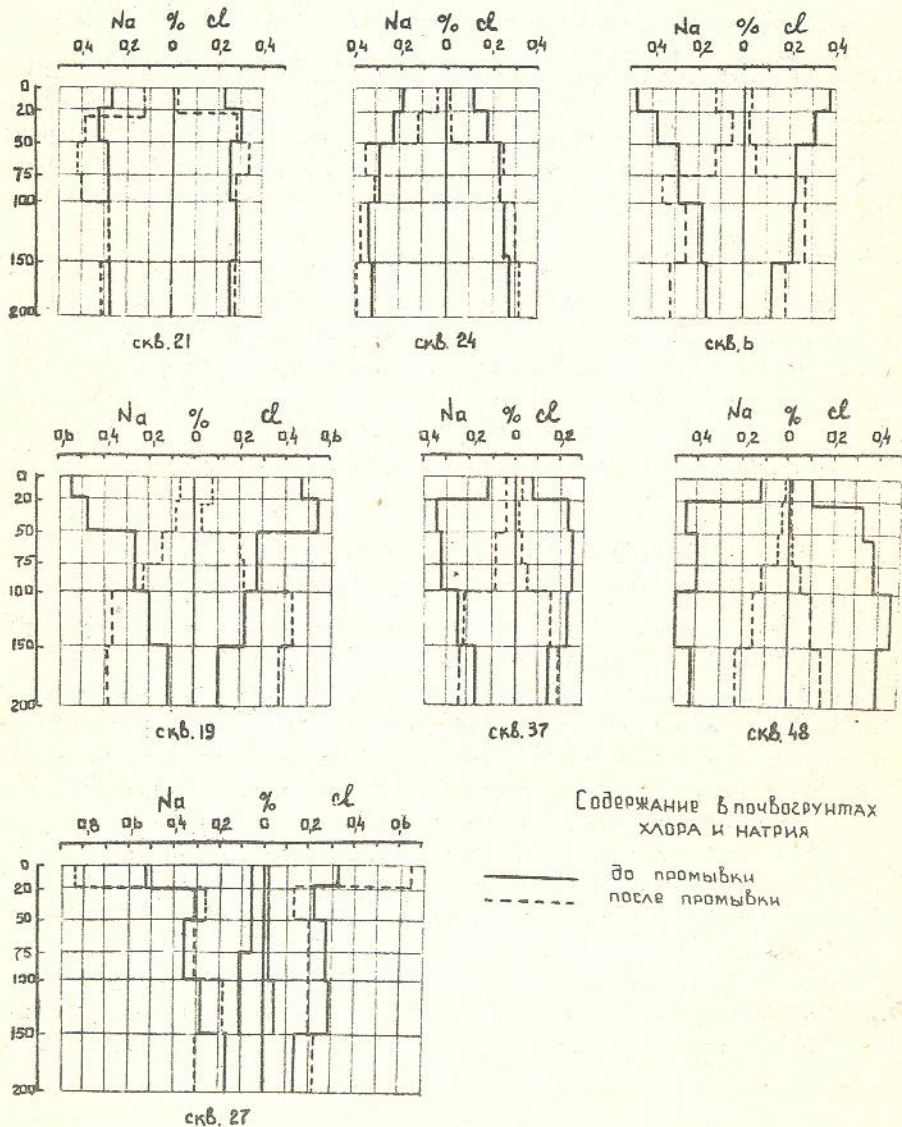


Рис. 2

Таблица 2

Изменение засоления почвогрунтов и минерализации грунтовых вод по вариантам промывок

Горизонтное слое	Исходное		После про- мывки		Осредненное		засоление, %		После про- мывки		Исход- ное		После про- мывки	
	Cl	Na	Cl	Na	Cl	Na	Cl	Na	Cl	Na	Cl	Na	Cl	Na
I поле - промыв. по полосам	0,23	0,29	0,07	0,16	0,23	0,28	0,046	0,09	0,23	0,32	0,290	0,46	0,15	0,19
II поле - промыв. по чекам	0,27	0,32	0,075	0,28	0,27	0,31	0,075	0,14	0,26	0,34	0,215	0,33	0,21	0,27
III поле - промыв. по бороздам	0,26	0,31	0,170	0,29	0,26	0,30	0,135	0,21	0,27	0,32	0,230	0,34	0,24	0,29
IV поле - промыв. по чекам	0,19	0,22	0,235	0,32	0,22	0,27	0,290	0,37	0,22	0,24	0,295	0,37	0,23	0,27
УТВ, м	3,14	1,15	3,24	1,16	3,33	1,05	3,42	1,04						
Минерализация г/л	28,9	36,7	24,1	49,6	25,8	46,1	23,9	32,6						

необходимые элементы пищи и микроэлементы; обогащает почву гумусом, в целом повышают плодородие почв, что отмечено в ряде работ (Ковда, 1956; Базилевич, 1962; Вадюнина, 1970).

Надземные части растений в вегетационный период изменяют в лучшую сторону микроклимат, способствуют уменьшению испаряемости, тем самым создавая благоприятные условия водно-солевого режиму почв.

Водно-солевой режим почв.

Основное назначение послепромывного периода - закрепление эффективности промывки; уточнение комплекса мелиоративных мероприятий, создающего оптимальный водно-солевой режим почвогрунтов и повышение плодородия почв. До настоящего времени вопросы эти мало изучены для тяжело-мелиорируемых почв, хотя в настоящее время территории перспективного освоения представлены именно такими почвами.

Водный режим.

В формировании водного режима гипсоносных почв помимо водно-физических свойств почв, сложения и строения почвенного профиля большую роль играет режим водоподачи (рис. 2). Наиболее благоприятен он, при большем числе поливов и меньшими поливными нормами. При подаче всей оросительной нормы (5000-6700 м³/га) в 4-5 приемов, влажность почвы в слое 0-50 см не опускалась ниже 60 %, а в слое 0-100 см ниже 70 % от предельной полевой влагоемкости. А при трех поливах влажность в слое 0-50 см значительную часть времени (12-17 дней) находится в пределах ниже ММВ, что недопустимо для с/х культур в аридных условиях.

Характерная особенность водного режима гипсоносных почв опытного участка - интенсивное расходование влаги из верхнего 0-50 см слоя и практически постоянная в течение всего вегетационного периода влажность в слое 100-200 см. Из суммарного расхода влаги за межполивной период, 70-75 % расходуется из верхних горизонтов (0-50 см) 25 % - расходуется из слоя 50-100 см.

Таким образом, для аналогичных условий, поливные нормы необходимо рассчитывать на увлажнение не метрового слоя, а слоя

0-50 см или максимум 0-75 см. Исходя из водно-физических свойств почв (влагоемкость, водоотдача), допустимого предела иссушения почв перед поливом и с учетом промывного режима орошения, поливные нормы на таких почвах не должны превышать 1000-1100 м³/га.

Солевой режим почвогрунтов под посевами хлопчатника и люцерны.

Хлопчатник был посеян на землях промытых до глубины 50 см, где количество хлора не превышало 0,02-0,03 %, достигая в отдельных точках величины 0,06 %. Нижележащий горизонт (50-100 см) характеризовался средним засолением (0,03-0,1 % хлора), а второй метр - сильным и очень сильным (0,16-0,24 %). За вегетационный период хлопчатник получил 5 поливов с общей оросительной нормой 6700 м³/га, что соответствует проектной оросительной норме. Полученные данные показывают, что земли недопромытые до рекомендуемых кондиций (0,01 %) в процессе выращивания на них основной севооборотной культуры - хлопчатника, постепенно от полива к поливу опресняются, таблица 3.

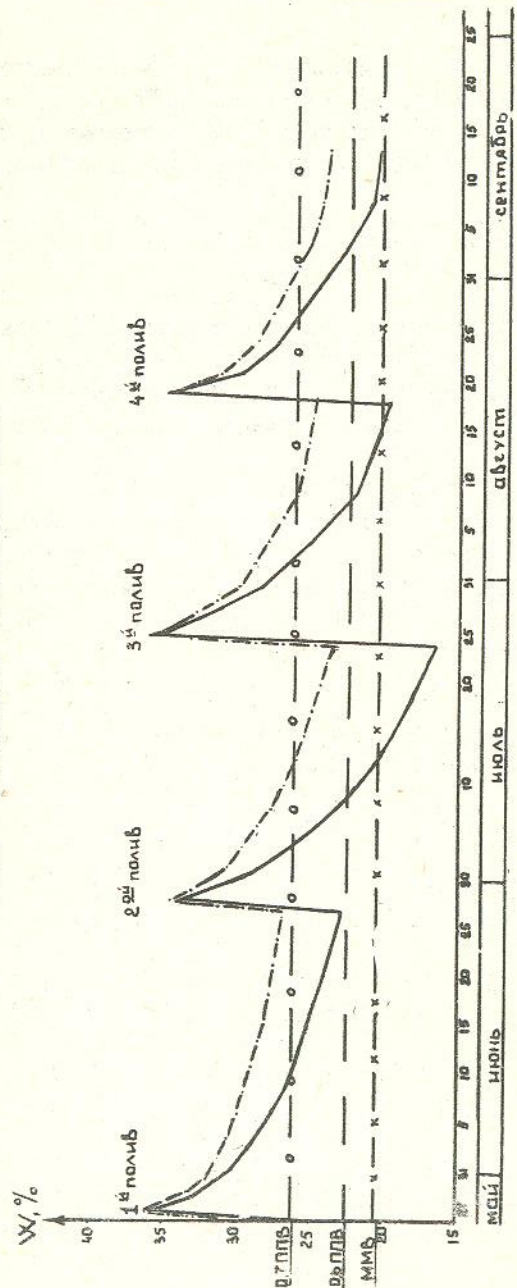
Таблица 3.

Динамика хлора в почве в течение вегетационного периода 1973г.

горизонт, см	Хлопчатник, содержание хлора (%)				
	исходное	после 2-го полива	после 3-го полива	после 4-го полива	В конце вегетации
0-25	0,019	0,021	0,031	0,036	0,024
25-50	0,022	0,021	0,021	0,022	0,023
50-75	0,033	0,027	0,020	0,022	0,023
75-100	0,068	0,045	0,032	0,030	0,028
100-150	0,158	0,097	0,082	0,069	0,070
150-200	0,224	0,206	0,194	0,201	0,170

В следующем 1974 году на всех полях занятых под хлопчатником произошло дальнейшее опреснение почв опытного участка. Рассоление происходит, в основном, во втором метре, сохранявшем

Режим влажности хлопкового поля



Условные обозначения:

Влажность в слое: — 0-50
 - - - 0-100

Рис. 2.

еще степень сильного засоления. Но следует подчеркнуть, что наилучшее выщелачивание солей произошло на I поле, где хлопчатник был посеян после люцерны. Здесь, к концу вегетационного периода обрелась фактически вся зона аэрации, таблица 4.

Таблица 4
 Солевой режим под хлопчатником в зависимости от предшественника

Горизонты (см)	Исходное	Содержание хлора, % (1974)			
		После I-го полива	После II-го полива	После III-го полива	После IV-го полива
<u>Хлопчатник по люцерне 2-летнего стояния</u>					
0 - 25	0,023	0,027	0,020	0,030	-
25 - 50	0,020	0,019	0,026	0,026	-
50 - 75	0,022	0,032	0,017	0,020	-
75 - 100	0,019	0,027	0,016	0,016	-
100 - 150	0,050	0,021	0,015	0,020	-
150 - 200	0,087	0,040	0,026	0,023	-
<u>Хлопчатник по хлопчатнику</u>					
0 - 25	0,027	0,019	0,026	-	0,024
25 - 50	0,017	0,009	0,019	-	0,023
50 - 75	0,020	0,010	0,024	-	0,014
75 - 100	0,036	0,031	0,026	-	0,026
100 - 150	0,089	0,079	0,060	-	0,056
150 - 200	0,098	0,102	0,099	-	0,083
<u>Хлопчатник по кукурузе</u>					
0 - 25	0,020	0,015	0,012	-	0,020
25 - 50	0,026	0,015	0,028	-	0,031
50 - 75	0,029	0,030	0,014	-	0,014
75 - 100	0,035	0,048	0,048	-	0,012
100 - 150	0,147	0,130	0,105	-	0,085
150 - 200	0,165	0,160	0,145	-	0,109

Хлопчатник, посеянный на поле после распашки люцерны, при содержании хлора в метровом слое почвы 0,02-0,03 %, дал наибольший урожай - 27 ц/га. По-видимому, здесь повышение порога токсичности связано с буферностью равновесного раствора обогащенного ионами Ca⁺⁺.

Люцерна была посеяна весной 1972 г на непромытых землях, где под воздействием атмосферных осадков был опреснен верхний (0-25 см) слой, нижележащие горизонты характеризовались сильным засолением. За вегетационный сезон люцерна получила 10000 м³/га воды. В результате этого к концу вегетации до требуемых пределов опреснился слой 0-50 см и значительно уменьшилось количество солей в слое 50-100 и 100-200 см за счет вымыва их в нижележащие горизонты, таблица 5.

Таблица 5
Динамика солевого режима по Cl⁻ за 1972 г.

Горизонт, см	Содержание хлора		
	исходное	после 5000 м ³ /га	после 10000 м ³ /га
0 - 25	0,040	0,015	0,020
25 - 50	0,380	0,038	0,027
50 - 75	0,250	0,156	0,077
75 -100	0,190	0,109	0,102
100-150	0,170	0,080	0,125
150-200	0,140	0,142	0,129
200-250	0,080	0,200	0,221
250-300	0,060	0,183	0,203

Промывной профилактический полив нормой 3000 м³/га и зимне-весенние осадки продолжили процесс рассоления. На второй год (1973) люцерна начала вегетацию при засолении слоя 0-100 см, 0,02-0,03 % по хлору. В нижележащих горизонтах содержание хлора составляло 0,04-0,14 %. За этот сезон было подана 8480 м³/га воды.

После второго года возделывания люцерны произошло более глубокое рассоление почвогрунтов, т.е. практически опреснилась вся зона аэрации.

Под люцерной третьего года (1974) стояния, количество хлора в слое 0-200 см колеблется в пределах 0,023-0,042 % с незначительными колебаниями по горизонтам в период вегетации, табл.6.

Таблица 6
Динамика солевого режима по Cl⁻ за трехлетний период на люцерне

Горизонт, см	Содержание хлора, %		
	1972	1973	1974
0 - 25	0,040	0,023	0,023
25 - 50	0,380	0,016	0,027
50 - 75	0,250	0,025	0,027
75 -100	0,190	0,045	0,023
100-150	0,170	0,095	0,026
150-200	0,140	0,145	0,042

Таким образом, после трехлетнего возделывания люцерны произошло рассоление двухметровой толщи, что делает возможным выращивание всех без исключения культур.

Одним из разделов исследований на опытном участке являлся поиск взаимосвязи развития растений от засоления и положения плотного гипсоносного горизонта.

Анализ полученных результатов показал, что для данных условий при небольшом диапазоне колебаний засоления (по хлору 0,02-0,04 %) в корнеобитаемой зоне, определяющую роль в формировании урожая играет не засоление, а водный режим не допускающий увеличения концентрации почвенного раствора выше критической. Урожайность зеленой массы люцерны при этом была 88,5 ц/га.

Результаты трехлетних наблюдений показали, что для рассматриваемых условий люцерна и хлопчатник отвечают требованиям культур освоителей. Они могут высеваться на землях промытых на глубину 0,5 м, а последующее возделывание их приводит к постепенному, нарастающему год от года опреснению почв, табл. 7.

Резюмируя можно отметить, что складывающийся водно-солевой режим, обеспечивающий нормальное развитие основных севооборотных культур (хлопчатника и люцерны) позволяет для рассматри-

Таблица 7

Изменение засоления почвогрунтов на опытном участке за период 1971-1974 гг.

Поле	0-100 см		% выноса солей	100-200 см		% выноса солей
	1971 (исходное)	1974 вынос		1971 (исходное)	1974 вынос	
	тнс/га			т/га		
I	499,3	183,0	37,0	416,9	108,1	25,4
II	494,4	184,6	37,4	429,4	115,1	26,8
III	495,1	157,1	32,1	438,7	70,1	16,0
IV	451,8	149,9	33,2	376,4	95,6	25,4

ваемых условий и аналогичных им, рекомендовать стадию биотехнологическую систему освоения. Эта технология предусматривает создание оптимально-допустимых условий возделывания культур-освоителей, и постепенное завершение мелиоративного процесса при обеспечении промывного режима орошения, позволяющего исключить сезонную реставрацию засоления почв. Применение этой системы обеспечивает экономию воды, труда и средств при освоении трудномелиорируемых гипсоносных почв.

ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОСТРОЕНИЯ ГИПСОНОСНЫХ ПОЧВ ПОСЛЕ ПРОМЫВОК И ВЕГЕТАЦИОННЫХ ПОЛИВОВ.

Под действием промывок и вегетационных поливов происходят сложные физико-химические изменения в почвогрунтах.

Верхний горизонт. Установлено, что гумусно-глинистая масса верхних горизонтов при промывках и поливах, легко диспергируется и вместе с фильтрационными токами воды начинает "фронтальное" движение вниз. В более плотных слоях они покрывают в виде пленок минералы, карбонаты и кристаллы гипса, заполняют микропустоты, цементируют минеральные частицы в агрегаты. Одновременно происходит растворение и миграция кристаллов гипса из верхних горизонтов в нижние. При этом, в уплотненных слоях многие поры (в период иссушения) закупориваются. На наш взгляд, это одна из причин ухудшения фильтрационных свойств орошаемых почв.

Гипсоносный горизонт пропитан легкорастворимыми солями и пронизан (в основном) кристаллами гипса ромбовидной формы. Несмотря на сравнительно высокую видную пористость, в ней не обнаружено признаков фронтального передвижения суспензий, что может быть объяснено отсутствием сквозных пор в самой основе. Из работ (Никитенко Ф.Н., 1963; Добровольского Г.В., Шобы С.А., 1972) известно, что в лессах Западной Сибири микропоры имеют ограниченные разветвления, которые напоминают собой замкнутые системы, образованные после дегидратации коллоидального материала. В наших аридных условиях все это усугубляется тромбозом пор, кристаллами гипса и солей.

При промывке и орошении многие кристаллы гипса корродируются. Внешние грани кристаллов покрываются трещинками. В дальнейшем, при длительных фильтрационных токах концентрированных растворов происходит разрушение ромбовидных кристаллов гипса. Четкую картину разрушения этих кристаллов мы зафиксировали на электронном микроскопе.

По мнению ряда исследователей (Э.С.Варунциана и И.М.Фелицианта) в таких случаях плотные гипсоносные горизонты начинают распадаться, а затем и вовсе исчезают.

Микроморфологические исследования на опытном участке показали, что процесс разрушения плотных гипсоносных горизонтов довольно длителен. Более быстрому протеканию этого процесса способствовало введение биологического фактора - возделывание культур мелиорантов - люцерны и хлопчатника.

ИЗУЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ХЛОПЧАТНИКА И ЛЮЦЕРНЫ

В условиях близкого залегания плотной гипсоносной прослойки, главный стержень корня, как правило растет до плотного гипсоносного горизонта, а затем либо "уходит" в сторону простираясь над ним, либо отмирает. Если основной корень все же проникает в зону гипсовой прослойки, то он резко уменьшается в диаметре и совершенно не имеет боковых ответвлений. То же самое наблюдал В.Г. Луцев (1965) на аналогичных землях в совхозах № 4 и 5 Голодной степи.

Характерным явлением в данных условиях является довольно

мощное развитие боковых корешков, причем боковых разветвлений гораздо больше со стороны борозды, т.е. там, где наблюдается более высокая влажность и меньшее засоление почвы. Аналогичное наблюдал в Мугани А.Н. Канж (1956). Нарушение развития корневых систем растений, как указывают В.А. Ковда (1960); Кугучков (1956) зависят не от химического действия гипса в почве, а определяют-ся плохими водно-физическими свойствами плотных гипсоносных горизонтов.

Исследованиями американских ученых Блека (С.А. *Власк*); Тейлора (*Taylor* и др.); Бирсума (*Wigsum*) и других, также было выявлено достаточно ясное влияние плотности почвы на ограничение роста корневых систем растений.

Последующее орошение, биологическая деятельность корневых систем растений и микробиологические процессы будут приводить к изменению свойств гипсового горизонта за счет разрушения ромбовидных кристаллов гипса. Сильнее эти процессы были выявлены (микроморфологическими исследованиями) под люцерной трехлетнего стояния. По-видимому, здесь быстрейшему разрушению ромбовидных кристаллов способствовали помимо действий промывок и поливов, прижизненные выделения растений (CO_2 и H^+). О большой роли прижизненных выделений растений указывали (Алешин, 1952; Рахтиенко, 1958; Петербургский и Тарабарин, 1960; Тюлин, 1960; Вадюнина, 1970). Исследованиями А.Ф. Вадюниной (1970) было установлено, что наличие CO_2 в почвенном воздухе и растворе способствует увеличению растворимости карбонатов, фосфатов и гипса.

Таким образом, многолетняя люцерна в результате жизнедеятельности и адаптаций к чуждой ей экологической среде будет создавать благоприятные условия для нормальной вегетации основной сельскохозяйственной культуры - хлопчатника, за счет улучшения солевого, водного и воздушного режимов почв.

В целом, весь комплекс биотехнологической мелиорации способствует улучшению растительных свойств гипсоносных почв.

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ (Mn, Cu, B, Ti, Sz, V, Ni, Mo) В СЕРОЗЕЛНО-ЛУГОВЫХ ЗАСОЛЕННЫХ ГИПСОНОСНЫХ ПОЧВАХ

В исследуемых почвах опытного участка было выявлено довольно специфическое содержание микроэлементов. Отличительной чертой

этих почв, в сравнении с почвами Европейской равнины является меньшее содержание марганца и ванадия, при резко увеличенных количествах молибдена и бора. Остальные микроэлементы (Cu, Ti, Ni, Sz) довольно равномерно распределены в почве и в валовом содержании сравнительно близки к почвам Европейской равнины (см. табл. 8).

Имеющиеся материалы позволяют сделать вывод о том, что применение микроудобрений на данных почвах должно быть дифференцированным. Применение медьсодержащих микроудобрений будет весьма полезным для хлопчатника (повышение засухоустойкости, ускорение всхожести, стимуляция роста). В свою очередь при применении марганца и ванадия на засоленных почвах (Е.Н. Круглова, Р.Р. Рахманов и Р.А. Азимов) также наблюдается прибавка урожая хлопчатника, а поэтому применение вышеперечисленных микроэлементов на данных почвах будет также полезным. Наоборот, применение борных и молибденовых микроудобрений в исследуемом районе излишне. При выращивании хлопчатника на этих землях, следует постоянно следить за оптимальным содержанием бора и молибдена.

Экономическая эффективность гидро-биотехнологической мелиорации засоленных гипсоносных почв Джизакской степи

Экономическая эффективность гидро-биотехнологической мелиорации, проявляется прежде всего в экономии воды на промывку и в сокращении мелиоративного периода, позволяющего получить дополнительные объемы сельскохозяйственной продукции.

Зная общую норму съэкономленной воды на промывку и ее цену, была подсчитана нами стоимость воды в расчете на 1 га, для условий Джизакской степи по формуле:

$$C_B = C_B (H_2 - H_1)$$

где: C_B - стоимость съэкономленной воды;

C_B - цена 1 м³ воды (в коп.);

H_2 - проектная пром. норма, тыс. м³/га;

H_1 - пром. норма предложенного метода;

Для Джизакского массива она составит:

$$C_B = 2,51 (20 \text{ тыс. м}^3/\text{га} - 10 \text{ тыс. м}^3/\text{га}) = 251 \text{ руб/га}$$

Важно отметить, что при значительном сокращении промывных

Таблица 8
Содержание микроэлементов в корнеобитаемой зоне (0-100 см)
(мг/кг)

Глубина зонты (см)	Mn	Cu	B	Ti %	Cz	Ni	V	Mo	Примечание
0 - 20	$\frac{240}{195}$	$\frac{25}{21}$	$\frac{180}{245}$	$\frac{0,34}{0,30}$	$\frac{46}{43}$	$\frac{24}{24}$	$\frac{31}{31}$	$\frac{5,7}{9,0}$	
20 - 40	$\frac{220}{105}$	$\frac{24}{18}$	$\frac{170}{180}$	$\frac{0,35}{0,23}$	$\frac{45}{36}$	$\frac{26}{25,6}$	$\frac{33}{33,5}$	$\frac{8,9}{8,4}$	
40 - 60	$\frac{160}{135}$	$\frac{19}{17}$	$\frac{166}{80}$	$\frac{0,18}{0,25}$	$\frac{36}{44}$	$\frac{22}{22}$	$\frac{35}{38}$	$\frac{8,7}{7,8}$	
60 - 80	$\frac{175}{125}$	$\frac{21}{17}$	$\frac{145}{85}$	$\frac{0,22}{0,38}$	$\frac{40}{50}$	$\frac{22}{23}$	$\frac{35}{50}$	$\frac{8,75}{9,10}$	- до промывки 195 - после промывки
80 - 100	$\frac{176}{160}$	$\frac{23}{18}$	$\frac{130}{86}$	$\frac{0,33}{0,38}$	$\frac{42}{47,5}$	$\frac{26}{22}$	$\frac{32}{34,8}$	$\frac{8,10}{8,1}$	

норм и сроков промывки, создается оптимальный водно-солевой режим в верхних горизонтах, позволяющий во второй год освоения возделывание люцерны и хлопчатника. Урожайность хлопчатника в первый год освоения (в среднем по опытному участку) составила 12,1 ц/га, а на следующий - 16,2 ц/га.

Таким образом, чистый доход (Δ ЧД) с 1 га составит:

$$\Delta \text{ЧД} = (Y \times C) - Z$$

Δ ЧД - чистый доход, руб/га;
Y - урожайность, ц/га;
C - закупочная цена хлопчатника, руб.;
Z - затраты на урожай.

$$\Delta \text{ЧД} = (12,1 \cdot 53,9) - 471,9 = 181 \text{ руб/га.}$$

Следовательно, за счет внедрения данного поэтапного метода освоения засоленных гипсоносных почв Джизакской степи, общий экономический эффект равен:

$$\text{Э}_{\text{общ.}} = C_B + \Delta \text{ЧД} = 251 + 181 = 432 \text{ руб/га.}$$

ВЫВОДЫ

1. В результате исследований в Джизакской степи впервые проведена сравнительная оценка промываемости засоленных почв в зависимости от условий их формирования. Промывная норма 15-20 тыс. м³/га опресняет верхний метровый слой до пределов токсичности (за исключением солонцеватых и сероземно-луговых солончаковых гипсоносных почв), при этом наибольшая эффективность достигается дробной подачей воды нормой 2500 м³/га, с перерывом - 5-10 дней, в течение осенне-зимнего периода.

2. Из трех испытываемых способов промывки, на засоленных гипсоносных почвах, наиболее приемлемыми оказались промывка напуском по полосам и затоплением чеков, а наименее эффективной - промывка по бороздам.

3. Для сероземно-луговых солончаковых гипсоносных почв опытного участка и аналогичных им, наиболее целесообразна поэтапная система освоения (комплекс инженерной мелиорации с гидро-биотехнологической), которая обуславливает создание оптимальных условий для возделывания культур осеотелей-люцерны и хлопчатника, на фоне промывного режима орошения.

4. В рассматриваемых условиях основные севооборотные культуры — люцерна и хлопчатник нормально развиваются и дают удовлетворительные урожаи при содержании хлора в метровой толще почвогрунтов (0,03–0,04 %), что выше общепринятого в настоящее время предела (0,01 %).

5. Полученные в результате исследований материалы по изучению водного режима гипсоносных почв показали, что поливные нормы не должны превышать 1000–1100 м³/га, при этом количество поливов должно быть не менее пяти.

6. Динамика солевого режима почвогрунтов и минерализации грунтовых вод за трехлетний (1971–1974 гг.) цикл наблюдений показывает, что в результате осуществления названной мелиоративной системы происходит нарастающее из года в год опреснение как по степени, так и по глубине. Верхний метровый слой из категории очень сильно (0,4 %) засоленных по хлору, перешел в категорию слабо (0,02–0,03 %) засоленных.

7. Внедрение хлопково-люцерновых севооборотов на землях с близким залеганием плотных загипсованных горизонтов является необходимым условием для их успешного освоения. Причем, хлопчатник в будущем, как основную сельскохозяйственную культуру, следует сеять после люцерны. Урожайность хлопчатника при этом была наибольшей — 27,0 ц/га.

8. Микроморфологическими анализами установлено, что при промывках и орошении гумусно-глинистая масса верхних горизонтов легко диспергируется и начинает движение вниз, заполняя поры и микропустоты. Одновременно происходит растворение и миграция кристалликов гипса и солей из верхних горизонтов в нижние, при этом в более слабОВОДОНПРОНИЦАЕМЫХ слоях многие активные капилляры "закупориваются" кристалликами гипса и солей. Это одно из главных причин ухудшения фильтрационных свойств орошаемых почв.

9. Микроскопические исследования, проведенные электронно сканирующим микроскопом выявили, что рост кристаллов гипса сопровождается сдвиганием и уплотнением частиц почвы. При условиях иссушения удалось зафиксировать выкристаллизацию гипса и солей на почвенных агрегатах. При постоянных токах концентрированных растворов плотный гипсоносный горизонт начинает распадаться за

счет разрушения ромбовидных кристаллов гипса. Но следует отметить, что процесс разрушения этого горизонта сильнее выражен под люцерной трехлетнего стояния за счет биологического фактора.

10. Комплексные исследования показали, что гидро-биотехнологическая система освоения наиболее рациональна и экономически выгодна для гипсоносных почв со слабой водопроницаемостью и пониженной соледачей. Соединение приемов инженерной мелиорации с биологической обеспечило повышение продуктивности хлопчатника за счет опреснения и одновременного окультуривания данных почв.

11. Экономическая эффективность гидро-биотехнологической мелиорации гипсоносных почв складывается из экономии 10 тыс.м³/га воды на промывку и сокращения мелиоративного периода, позволяющего получить дополнительные объемы сельскохозяйственной продукции. Общий экономический эффект от внедрения этого метода составил около 432 руб/га.

С п и с о к

опубликованных работ по теме диссертации

1. К вопросу освоения засоленных земель Джизакской степи. Труды конференции молодых ученых и специалистов гидрометслужб. Ташкент, 1974.
2. Опыт промывки засоленных почв Джизакской степи. Труды САНИИГИ, № 143, Ташкент, 1974 (в соавторстве).
3. Микроморфологические исследования сероземно-луговых засоленных гипсоносных почв Джизакской степи. Труды САНИИГИ, № 144, Ташкент, 1975 (в соавторстве).
4. Изучение развития корневых систем хлопчатника и люцерны на засоленных гипсоносных почвах опытного участка. Тезисы докладов научно-технической конференции молодых ученых специалистов водного хозяйства, посвященный XXV съезду КПСС. Ташкент, 1976.

Л-101233
Подписано к печати "11" I 1977 г.
Усл. печ. л. 1 . Тираж 150 экз. заказ 5

Отпечатано в множительной лаборатории геологического факультета МГУ, Москва, Ленинград.