

Б. М. АГАЕВ

ФИЗИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА
ПОЧВ
СЕВЕРНОЙ
МУГАНИ

БАКУ — 1956

АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ

Б. М. АГАЕВ

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ СЕВЕРНОЙ МУГАНИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
Баку — 1956

Редактор А. К. Бехбудов

ПРЕДИСЛОВИЕ

Кура-Араксинская низменность является районом древнего орошения. Здесь произрастают ценнейшая техническая культура хлопчатник, прекрасные сорта винограда, зерновые хлеба, люцерна и многие другие культуры.

Орошение является обязательным условием сельскохозяйственного производства в Кура-Араксинской низменности. Оно здесь осуществляется только через искусственную ирригационную сеть, строительство которой в настоящее время идет быстрыми темпами. В скором времени вся низменность будет орошаться в полной мере из Мингечаурского водохранилища. Сбудутся вековые мечты азербайджанского народа.

Строительству предшествовали детальные исследования почвенных условий, которые продолжаются и сейчас.

Настоящая работа является одним из итогов исследований физических свойств почвы Северной Мугани, осваиваемой в первую очередь.

Работа выполнена еще в 1939—1940 гг., но, учитывая важность знания физических свойств почв при освоении новых, в особенности рассоляемых, бывших засоленных земель, считаем необходимым ее опубликовать.

Пользуясь случаем, приношу искреннюю благодарность проф. Н. А. Качинскому, руководившему выполнением этих работ, проф. В. Р. Волобуеву и доц. А. К. Бехбудову за их ценные советы при подготовке рукописи к печати.

Автор

„Я с большим вниманием изучил огромный труд переустройства системы орошения на Мугани. Я много работал над почвами Мугани, хорошо знаю условия хозяйства в ней и вполне ясно представляю себе все колоссальные трудности организации в ней орошаемого хозяйства“.

В. Р. Вильямс (1951)

„В народном хозяйстве, а в особенности в сельском хозяйстве, ошибки исправляются с большим трудом“.

В. Р. Вильямс (1951)

1. НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Выделенная проф. И. В. Фигуровским (1926) в самостоятельный климатический район, Сев. Мугань является зоной, весьма характерной для сухого субтропического климата пустынно-степного характера. Среднегодовая температура здесь больше $+15^{\circ}\text{C}$ с амплитудой в $24-26^{\circ}\text{C}$. Количество осадков не превышает 300 мм при сухости лета. Сев. Мугань относится к бессточной области Каспия, будучи расположена несколько выше уровня его, но значительно ниже уровня океана.

По сравнению со Средней Азией (Голодная степь) и юго-востоком Европейской части РСФСР (Саратов, Уральск и Астрахань) климат Муганской степи несколько умеренно-континентальный, что обусловлено как влиянием Каспия (И. В. Фигуровский, 1926), так и близким стоянием уровня грунтовых вод (Ф. П. Саваренский, 1931).

Вегетационный период, удовлетворяющий требованиям теплолюбивого хлопчатника, равен семи месяцам, начиная с апреля. Но имеют место и морозные дни (как в апреле, так и в октябре), хотя не больше одного дня в месяц и с не очень низкой температурой.

При этих условиях весьма велико количество испаряющейся воды, сумма которой достигает 1050 мм в

год. Наиболее интенсивное испарение происходит с мая по сентябрь, когда оно доходит до 6 мм в сутки.

В отличие от всех полупустынь, на Сев. Мугани облачность довольно значительная. Она колеблется за год в пределах 46—55%, превосходя облачность в среднеазиатских степях и полупустынях. Минимальная облачность наблюдается в июле—августе.

Западная и восточная окраины Сев. Мугани более засушливы, чем центральная ее часть. В последней количество дней с осадками в 1,3—1,5 раза больше, чем в первых двух.

Относительная влажность воздуха достигает 57—60%, не особенно заметно снижаясь в жаркие летние месяцы. Высокая относительная влажность Сев. Мугани, как части Кура-Араксинской низменности, объясняется близостью Каспия и испарением с поверхности рек, каналов, водоемов и почвы.

Воздушное течение, имеющее важное значение в влагообороте степи, характеризуется прибрежными бризами, дующими днем с моря (с большой силой), а ночью — с суши.

Температурный режим почвы весьма изменчив. Даже на глубине более 3 м наблюдается изменение температуры почвы, хотя и незначительное. Поверхность почвы в июле—августе нагревается до 62—64°C.

Весьма слабо освещен климат почвогрунтов, имеющий важное значение в мелиорации земель и разработке агротехники сельскохозяйственных культур.

По данным П. П. Казицина (1906), В. В. Богачева (1926), Ф. П. Саваренского (1931), послетретичная история Муганской степи связана с трансгрессиями Каспия. Степь заполнена материалами верхнего яруса древнекаспийских отложений. Современные каспийские отложения, в результате размывающей деятельности Аракса и Куры, на территории степи не сохранились. В Мильской же степи, менее подверженной размыву, и на левобережье Куры — более высокой части Ширванской степи, примыкающей вплотную к Мугани, — эти отложения сохранились.

Каспийские отложения на территории Мугани покрыты довольно мощным чехлом аллювиальных наносов Куры и Аракса. К востоку мощность чехла увеличи-

нается. В силу воздействия на характер отложения различных факторов и их комбинаций, аллювиальные наносы как в вертикальном, так и горизонтальном положении очень пестрые. Аллювиальные наносы Сев. Мугани и восточной части степи по механическому составу более тяжелые. Этим свойством они обязаны медленному течению Куры. Наносы Аракса более легкого механического состава. Илистые наносы Аракса имеют красноватый цвет, а илистые наносы Куры — серо-бурый. Такое резкое различие почти не встречается в более крупных наносах.

Местами между древнекаспийскими и аллювиальными отложениями встречаются соленосные озерные отложения. Материнскими породами для почв Сев. Мугани являются аллювиальные наносы.

На первый взгляд, несложная, с небольшим уклоном с запада на восток, равнина имеет довольно сложный микрорельеф в виде продольных, узких и невысоких гребней и расположенных между ними ложбин. Вместе с тем, в микрорельефе достаточно сильно развиты бугры и чалы. Грунты последних сильно отличаются своим механическим составом. Обычно чалы характеризуются наносами более тяжелого механического состава, чем наносы бугров. Сложная картина засоленности почвогрунтов степи частично объясняется характером микрорельефа и пестротой механического состава этих почвогрунтов.

В формировании степи главную роль играли рр. Аракс и Кура. Не менее существенную роль в этом сыграло также проведение здесь агротехнических мероприятий. Режим указанных рек сильно влиял на жизнь Сев. Мугани. Во время половодья (май — июнь) воды этих рек очень богаты илом (примерно 90% годового количества транспортируемого ила). По данным Ф. П. Саваренского, рр. Аракс и Кура за этот период при дебите воды в 9,97 млрд. м³ приносят 31—36 млн. т ила. Отсюда ясна активность деятельности рек в формировании степи.

Воды каналов и водокачек также сильно заилены. Воды Аракса, кроме того, более минерализованы, чем воды Куры, причем с преобладанием хлористых солей.

Приведем некоторые данные о содержании солей в водах ряда рек (табл. 1).

Таблица 1

Р е к и	Содержание в 1 л воды в 2 летний период—VI—IX)		
	сухой остаток	Cl	SO ₄
Аракс (1913 г.)	0,534	0,147	0,085
Кура (1913 г.)	0,273	0,017	0,046
Вода из канала им. Шаумяна (у с. Владимировка) (1940 г.)	1,020	0,085	0,584
Сыр-Дарья	0,290	0,023	0,089
Аму-Дарья	0,320	0,050	0,081
Волга	0,360**	0,007	—
Нил*	0,166	0,006	0,022

* Данные последних 4-х рек приводятся по А. Н. Костякову (1938 г.).

** Зимний период.

Как видно из данных таблицы, со временем оросительные воды обедняются хлором и обогащаются сульфатами. Такое изменение, повидимому, происходит благодаря изменениям в интенсивности выветривания горных пород и обогащению воды в каналах солями сульфатов.

Из приведенных данных видна громадная роль оросительных вод в засолении степи.

Гидрогеологические исследования инж. П. П. Казина (1905 г.), Гидрометчасти на Кавказе (1912—1914 гг.), проф. Ф. П. Саваренского (1925—1927 гг.), И. С. Кулошвили и Э. К. Нинидзе (1933—1934 гг.), стационарные исследования Закводпроиза (1935—1938 гг.) и АзФАН СССР (1939—1940 гг.) выявили ряд важнейших моментов в генезисе и динамике грунтовых вод Сев. Мугани.

Установлено, что среднегодовой уровень грунтовых вод с запада на восток углубляется, причем наивысший наблюдается в мае, а наинизший—в ноябре. Грун-

Тонкие воды Сев. Мугани практически бессточны. Но в степи имеется местное их перемещение от источников питания к источникам концентрации.

По данным проф. Ф. П. Саваренского (1931), В. Р. Волобуева и ряда других авторов, основными источниками питания грунтовых вод являются оросительные воды, осенне-зимние осадки и разливы рр. Куры и Аракса (в последние годы разливы приостановлены в связи с многолетним регулированием стока Куры при помощи Мингечаурского водохранилища).

Эти воды минерализованы в различной степени. Наименьшей минерализацией обладают грунтовые воды в прибрежной части, наибольшей — в средней части степи. Сравнительно наиболее минерализованные грунтовые воды встречаются отдельными замкнутыми пятнами.

Источником минерализации грунтовых вод следует считать природные условия залегания почвогрунтов, морское их происхождение. Минерализация дополняется и изменяется оросительными водами при больших испарениях с поверхности почвы в результате высокой температуры воздуха и скорости ветров.

В грунтовых водах преобладают ионы хлора.

В связи с условиями развития рельефа и гидрогеологическим режимом степи, первичная растительность здесь развита в чально-луговом направлении. Различные группировки этой растительной ассоциации размещаются в местах с различной увлажненностью. Вторичная растительность на Сев. Мугани представлена солончаковым типом и обязана своим происхождением вторичному засолению и обильному орошению в первый период освоения степи переселенцами.

Все перечисленные выше условия в сочетании с хозяйственными условиями Сев. Мугани привели к очень пестрому почвенному покрову и вторичному засолению.

II. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

По сравнению с другими частями степи, Сев. Мугань—образование сравнительно молодое. Это подтверждается как историческими данными, так и степенью выраженности тех или иных процессов развития степи. Из указаний древнегреческого географа Страбона можно сделать вывод, что северная часть Муганской степи примерно 2000 лет тому назад была еще под водой. Он пишет: „Кура приносит громадное количество ила, который увеличивает доброкачественность почвы, но зато отчуждает страну от моря“ (1879, стр. 512). И далее: „Так как берег наводняется и рекою и морем на расстоянии большем, чем 60 стадий (60 км—Б. А.), то вся эта часть его недоступна, а с другой стороны ил выходит далее, чем на 50 стадий, и делает берег моря покрытым дюнами. Близко отсюда впадает Аракс, неудобный для судоходства. Насколько Аракс отбрасывает ил вперед, делая свое русло судоходным, настолько Кура снова собирает ил“ (там же).

Если это положение связывать с современными геологическими исследованиями Н. И. Андрусова, В. В. Богачева и других, то молодость Сев. Мугани, как физико-географического образования, становится совершенно ясной. Отсюда логически выявляется и молодость почвенного покрова Сев. Мугани, если даже не принимать во внимание современного участия рр. Куры и Аракса в формировании степи.

Почвенный покров Сев. Мугани впервые был детально обследован и скартирован в 1925 г. почвоведом комиссии СТО Л. Л. Ножиным. В это же время почвы Восточно-Закавказской равнины обследовались проф.

С. И. Тюремновым (1927), который обобщил весь материал по этому району.

По почвенной карте Л. Л. Ножина, опубликованной в работе проф. В. А. Васильева (1929), на Сев. Мугани выделяются следующие почвенные разности, входящие в группу слаборазвитых почв на более современном аллювии Куры и Аракса:

1. Буро-серые почвогрунты на аллювии р. Аракса, сплошь распаханые и крайне неравномерно слабо- и средnezасоленные.

Эти почвы занимают юго-западную часть Сев. Мугани. Сюда же входят в виде комплекса „чальные“ почвы обширных неглубоких понижений.

2. Почвы и почвогрунты временно-избыточного увлажнения на аллювии р. Аракса занимают среднюю часть степи. По карте Н. Торопова (1863) этот район находился под высыхающими болотами.

3. Светлосерые слабо солонцеватые почво-грунты в комплексе с темносерыми, чально-полуболотными, на аллювии р. Куры.

Эти почвы и почвогрунты занимают всю северную и северо-восточную части Сев. Мугани.

Все указанные разности, входя в группу слаборазвитых почв, объединяются в сероземном типе аридного почвообразования.

Примерно такую же, но более подробную классификацию дает проф. С. И. Тюремнов. Считая основным зональным типом сероземы, он выделяет почвы Сев. Мугани в подтип аллювиальных сероземов, как почвы, развитые на молодых аллювиальных наносах, если они не имеют признаков избыточного увлажнения. В случае обнаружения этих признаков, он относит почвы степи к гидроморфным образованиям—чальным почвам.

Таким образом, классификация проф. С. И. Тюремнова применительно к Сев. Мугани выглядит в следующем виде: подзональный тип—аллювиальные сероземы, из коих представителями автоморфных почв являются аллювиальные сероземы, гидроморфных почв—чально-болотные и чально-луговые, галогенных почв—солонцеватые аллювиальные сероземы и аллювиально-сероземные солонцы и, наконец, представителями гидрогалогенных почв—солончаки и солончаковатые почвы.

Необходимо отметить, что в процессе почвообразования на Сев. Мугани, в более современных аллювиальных наносах очень деятельное участие принимает постоянное увлажнение. Близкое стояние грунтовых вод всегда обуславливает большее или меньшее увлажнение поверхностных горизонтов в зависимости от рельефа и механического состава. Более водопроницаемые, сравнительно легкие почвы бугров и равнин сравнительно меньше увлажнены, чем почвы депрессии с тяжелым механическим составом. На Сев. Мугани увлажненность почвогрунтов превалирует над другими факторами и как-то затушевывает их деятельность. Так, например, в результате взаимодействия комплекса факторов почвообразования (как климата так и ряда других) на данной местности, казалось бы, должен был идти процесс именно сероземообразования, но на Сев. Мугани сероземы, как таковые, не встречаются. Здесь самые распространенные почвы—это луговые почвы различной степени выраженности, т. е. будучи качественно одинаковыми, они различаются друг от друга только лишь количественно—по степени морфолого-генетического обособления. Это разнообразие количественного характера находится в зависимости от степени увлажненности и засоленности.

Впервые ход данного процесса на Сев. Мугани был установлен проф. Н. А. Димо, который различает следующие разновидности местных луговых почв:

1. Светлолуговые почвы в стадии высыхания на разнообразных сочетаниях грунтов, с различной степенью засоления.
2. Луговые (чальные) почвы на слоистых аллювиальных наносах, незасоленных и малозасоленных.
3. Темноцветные луговые и болотно-луговые почвы на слоистых аллювиальных наносах, незасоленные и малозасоленные.

По данным В. Р. Волобуева, географически эти почвы распространены в следующем порядке:

Светлолуговые почвы занимают западную часть района, область конуса выноса Нового Аракса и прибрежную полосу р. Аракса. На востоке в районе чал встречаются темноцветные луговые почвы.

На основании рассуждений проф. Н. А. Димо и наших личных наблюдений, мы считаем более правильной и точной для настоящего времени классификацию проф. Н. А. Димо, которой мы и руководствовались.

Вопросы засоления почв Сев. Мугани, как указывалось, были затронуты многими исследователями, но более подробно и основательно они разработаны В. Р. Волобуевым. Некоторые же вопросы об источниках засоления и роли физических свойств почв в засолении привлекают и наше внимание.

Возникают следующие вопросы: откуда взялись соли и с каких пор Мугань вообще, а Сев. Мугань в частности, стала засоляться?

Первый вопрос, вопрос непосредственных источников засоления, был затронут рядом (почти всеми указанными выше) исследователей. Некоторые считают источником засоления исключительно морские отложения. Другие же, не отрицая роли морских отложений, придают большое значение оросительным водам как источнику засоления.

Например, по мнению проф. П. Коссовича и Н. Тулайкова (1906), при указанном ими содержании солей достаточно было 200 поливов, чтобы при отсутствии дренажа засолить почву. В более общем виде на это указал и проф. Ф. П. Саваренский. Он считает неверным утверждение, что источником засоления являются только морские отложения.

Отсутствие естественного дренажа, морские отложения, особенно на тех местах, где они залегают очень близко к дневной поверхности, также сыграли свою роль в засолении почв.

Следует отметить немаловажную роль в засолении местных почв и делювиальных засоленных наносов, приносимых реками с Кавказского хребта и Карабахских гор. Хотя на Сев. Мугань эти наносы прибывают в более переработанном виде и не могут проявлять активной деятельности, но в засолении всей Кура-Араксинской низменности они занимают существенное место.

Что касается возраста засоления, то мы в литературе по этому вопросу никаких прямых указаний не встречали. Нам удалось установить следующие факты.

Вообще засоление берет свое начало со времени выхода суши из-под уровня моря. Аллювиальный чехол содержал в себе соли и при последующих разливах рек их количество только увеличивалось. В результате разливов, конечно, имело место и вторичное засоление—поднятие солей на дневную поверхность. Но это явление не носило массового характера, потому что, во-первых, разливы рек бывали только весной, во время половодья, и, во-вторых, поднятые соли опять вымывались в глубокие слои остатками разливных вод и атмосферными осадками. Никто из путешественников по Мугани не указывает на наличие засоленных земель в большом масштабе. Вторичное засоление на Сев. Мугани связано с началом интенсивного лиманного орошения, которое начинается только с конца прошлого столетия.

Земледелие в Муганской степи возникло позже, чем в Карабахской, Мильской и Ширванской степях. Те оросительные каналы, о которых говорят в своих работах Н. Торопов, И. А. Маевский (1902), С. А. Мелик-Саркисян (1897) и другие, к Мугани никакого отношения не имеют. Скорее всего, эти каналы относятся к Мильской степи. Об этом свидетельствуют более достоверные данные Мирза Джемала Джеванширского (1855), а также Хандамира и Хамидулла Казвини, приводимые акад. Ф. Е. Бер (1856).

В Сев. Мугани—самом молодом районе степи—земледелием начали заниматься еще позже. Берега рек здесь издавна были заселены, средняя же часть Мугани заселялась только с 90-х годов прошлого столетия. Поэтому с большой вероятностью можно сказать, что вторичное засоление началось только лишь с этого времени в результате неправильного орошения.

В течение последних 50—60 лет площадь вторично засолившихся земель возросла чрезвычайно сильно. По данным В. Р. Волобуева, география засоления полностью совпадает с поведением грунтовых вод. Западный конусовый район, с залеганием грунтовых вод явно выше критического уровня, отличается наибольшим засолением. Средний, переходный район, с режимом грунтовых вод, близким к критическому, тоже явно засолен, но в гораздо меньшей мере, чем конусовый

район. Наименьшее засоление имеет место в восточном районе с наиболее благоприятным режимом грунтовых вод. Засоление в этом районе автором объясняется неправильным использованием земель, выражающимся в оставлении их на перелог, который благоприятствует усиленному испарению.

Динамика засоления находится в полной зависимости от испарения, причем конец весны и середина лета являются временем усиленного засоления, а зимний период (ноябрь—апрель)—периодом рассоления. На микроповышениях большая динамичность солей наблюдается в гор. 0—30 см, а в микропонижениях—во всем слое глубиной до 200 см, что подтверждается данными А. Ш. Бибарсовой (1941), полученными на Муганском стационаре (табл. 2).

Таблица 2

Динамика засоления под различными элементами рельефа на перелог
(плотный остаток на 100 г почвы, г)

Элементы рельефа	Мощность слоя, см	Год и месяц наблюдения						
		1 9 3 9				1 9 4 0		
		V	VII	IX	XI	III	VII	X
Микропонижения	0—30	1,25	1,2	1,4	1,4	0,8	1,8	1,7
	0—100	1,21	1,18	1,3	1,51	1,16	1,7	1,5
	100—200	2,0	1,5	1,2	1,2	1,6	1,7	1,2
Микроповышения	0—30	0,6	0,9	1,1	1,1	0,6	1,0	1,7
	0—100	0,77	0,95	1,2	1,06	1,06	1,03	0,74
	100—200	—	—	0,65	0,2	0,3	0,2	0,14

Приведенные данные показывают, что микропонижения более засолены, чем микроповышения. Меньшая динамичность солей, наблюдаемая в более глубоких горизонтах на микроповышениях, в противоположность

микропонижениям, говорит о сравнительно плохой водоподнимающей способности почв микроповышениям.

Возможно, что в данном случае, вследствие быстрого испарения, на поверхности образуется более сухой, предохранительный горизонт, затрудняющий дальнейшее испарение, но вообще такое явление противоречит установленным прежними исследователями фактам большей засоленности бугров, по сравнению с депрессиями.

Как в микропонижениях, так и в микроповышениях наблюдается некоторое увеличение количества солей в горизонте 0—30 см. И если в одном случае (в микроповышениях) это происходит за счет обеднения нижележащих горизонтов, то в другом случае (в микропонижениях)—за счет общего подъема солей по всему профилю. Это обстоятельство также говорит о более интенсивном засолении микропонижений, чем микроповышений.

Уместно здесь же указать, что по подсчетам В. Р. Волобуева годовой прирост солей составляет для Сев. Мугани в среднем 0,3%.

Общая закономерность динамики, в особенности в поверхностных слоях, одна и та же. В обоих случаях минимум содержания солей падает на март, один из максимумов—на сентябрь, как период затухания усиленного испарения, другой—на июль следующего года.

Из всего изложенного выше вытекает следующий основной вывод:

Грунты Сев. Мугани со дня их образования имели естественное засоление. Частые разливы рек, грунтовый подток и интенсивное орошение повысили содержание солей. Интенсивные неправильные приемы орошения (лиманное орошение с чрезмерными нормами полива) привели за истекшие 40—50 лет к интенсивному вторичному засолению, вследствие близкого стояния сильно минерализованных грунтовых вод и отсутствия естественного оттока их.

III. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ИССЛЕДОВАННЫХ УЧАСТКОВ

Пестрота почвенного покрова Сев. Мугани, вызванная геоморфологическими и гидрогеологическими условиями, определила наши задачи по изучению физических свойств этих почв.

В целях большего охвата разнообразий почвенного покрова Сев. Мугани, участки для исследования нами были выбраны на различных почвенных разностях.

При выборе участков мы руководствовались в основном классификацией почв по проф. Н. А. Димо с учетом механического состава почв по Н. А. Качинскому (1938) и засоленности по Е. Н. Ивановой и А. Н. Розанову (1939), что вполне удовлетворяло требованиям наших задач.

В соответствии с этим, почвы наших участков располагаются в следующем порядке:

1. Темноцветные луговые незасоленные глинистые (пылевато-иловатые) почвы на тяжелых суглинках, подстилаемых тяжелыми глинами.

Эти почвы широко распространены в восточном чальном районе Сев. Мугани и почти все используются под посевы. Они либо слабо засолены, либо вовсе не засолены. Количество солей с глубиной возрастает от 0,12% (0—18 см) до 0,75% (100—120 см). Количество карбонатов возрастает с глубиной, не превышая 12,7% CaCO_3 . Содержание гумуса—около 3%, сумма поглощенных оснований колеблется от 26 до 21 м-экв на 100 г почвы. Грунтовые воды залегают на небольшой глубине и минерализованы.

Для характеристики приводим описание типичного для почв разреза (рис. 1).

Разрез № 1

Разрез заложен на перелогe после хлопчатника посева 1937 г. Участок зарос верблюдкой, солодарем и другими сорняками.

Гор. 0— 18 см— сухой, темного цвета, монотонный, глинистый, крупноглыбистый, очень плотный, глубокие воронкообразные трещины, корни и корешки, вскипает слабо.

Гор. 18— 49 см— свежий, темнее вышележащего, глинистый; слабо выраженные комки, распадающиеся на зернистые отдельности; плотный, местами выцветы солей, ниже 30 см наблюдаются карбонатные включения.

Гор. 49— 85 см— влажный, серая и коричневатая грубосмешанная глина, быстро рассыпающиеся комки, рыхлый, вскипает, разноцветность создана недоразложившимися остатками органических веществ.

Гор. 85—103 см— влажный, серый, с частыми коричневыми и редкими красно-розоватыми включениями, суглинок, бесструктурный, рыхлый, признаки заболачивания, вскипает.

Гор. 103—119 см— влажный, светлосеро-коричневый, пылеватый суглинок, бесструктурный, рыхлый, остатки мертвых корешков, вскипает.

Гор. 119—123 см— погребенный темноцветный (болотистый) горизонт.

123—180 см— влажный, коричнево-серый, глинистый, слабовыраженные комки, рыхлый, живые и мертвые корни, вскипает.

2. Темноцветные луговые хлоридно-солончаковатые глинистые (пылевато-иловатые) почвы на средних суглинках, подстилаемых легкими глинами.

Эти почвы распространены отдельными пятнами

среди почв первой разности на более повышенных элементах рельефа. Это не позволяет производить полив, в связи с чем почвы не используются под посевы. Содержание солей возрастает с некоторой глубины.

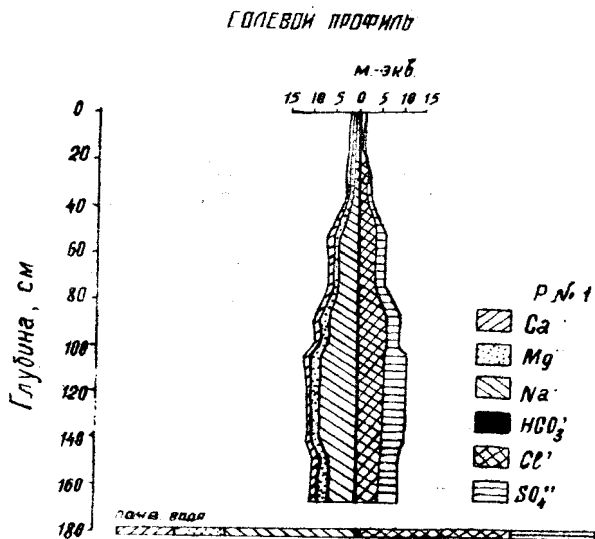


Рис. 1. Темноцветная луговая глинистая почва на тяжелых суглинках

Максимальное количество солей содержится в слое, примыкающем к грунтовым водам. Отношение Cl/SO_4 колеблется между 2,5 и 10, в среднем равно 5 (рис. 2). Распределение карбонатов идет равномерно, за исключением верхнего горизонта (0—10 см), где они выщелачиваются атмосферными осадками и накапливаются в нижележащих горизонтах. Гумусом богат только верхний горизонт (около 4%); книзу переход очень резкий. Поглощенных оснований в менее засоленных верхних горизонтах содержится около 25 м-экв на 100 г почвы. Грунтовые воды залегают сравнительно глубже и минерализованы.

Приводим описание типичного разреза.

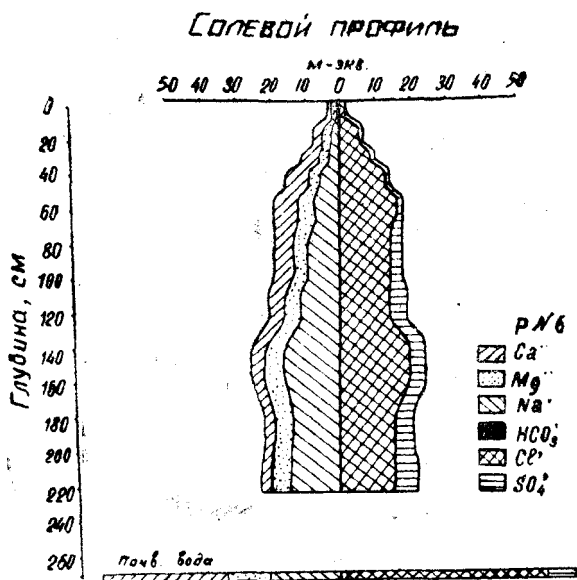


Рис. 2. Темноцветная луговая хлоридно-солончак-
ватая глинистая почва на средних суглинках

Разрез № 6

Заложен недалеко от разреза № 1 на северном склоне слегка повышенной местности.

Зарос различными видами солянок и эфемерными злаками.

Гор. 0— 12 см— сухой, темноцветный, глинистый, глыбистый, мелкие трещины, плотноватый, корни солянок и корешки эфемерных злаков, вскипает.

Гор. 12— 26 см— сухой, смешанный темный и палевый цвет, смесь глины и суглинка, бесструктурный, трещины с гумусовыми потеками, корешки, вскипает.

Гор. 26— 41 см— сухой, темносерый, глинистый, бесструктурный, слоистый, мелкотрещиноватый, выплеты карбонатов, корешки и корни, вскипает.

- Гор. 41—52 см—сухой, желтовато-палевый, тяжелый, суглинок, бесструктурный, рыхлый, выцветы солей, вскипает.
- Гор. 52—70 см—свежий, темноцветный (от органического вещества), глинистый, глыбистый, выцветы солей, корни, вскипает.
- Гор. 70—104 см—свежий, темноцветный желто-коричневого оттенка, глинистый, глыбистый, выцветы солей, вскипает.
- Гор. 104—138 см—свежий, темноцветный (от органического вещества), глинистый, глыбистый, выцветы гипса и других солей, в нижних частях признаки болотного процесса, вскипает.
- Гор. 138—174 см—влажный, серо-коричневый, суглинистый, бесструктурный, вскипает.
- Гор. 174—208 см—мокрый, темносерый, суглинистый, бесструктурный, рыхлый, мертвые корни, вскипает.
- Гор. 208—272 см—мокрый, смешанная красноватая и сизоватая окраска, глинистый, бесструктурный, местами красная глина окаймляет сизоватую, вскипает.

3. Светлолуговые хлоридно-солончаковые легкоглинистые (песчано-иловатые) почвы на средних суглинках, подстилаемых средними суглинками.

Эти почвы, как вторично засоленные, широко распространены во всей средней и западной части Сев. Мугани, и являются легко засоляющимися почвами. До засоления несколько лет подряд находились под посевами хлопчатника и давали хорошие урожаи. В средней части Сев. Мугани они вышли из сельскохозяйственного оборота после сильного разлива р. Куры в 1932 г. после чего не пахутся.

Сильно засолен их верхний горизонт (0—9 см), содержание солей—3% и больше. Ниже, до глубины 0,5 м, содержание солей уменьшается, доходя до 1,5%, а еще ниже—до глубины грунтовых вод количество солей снова возрастает (рис. 3). Отношение Cl/SO_4

книзу сильно падает. Карбонаты распределены равномерно по профилю и содержание их доходит до 13,5% CaCO_3 .

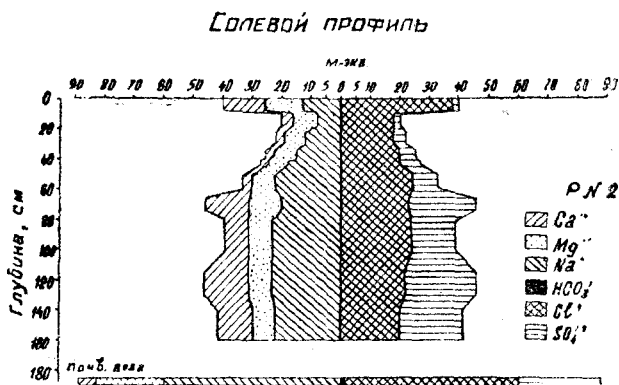


Рис. 3. Светло-луговая хлоридно-солончаковая легко-суглинистая почва на средних суглинках

Гумусом богат верхний горизонт—2,7%, содержание его книзу уменьшается. Сильно минерализованные грунтовые воды залегают на небольшой глубине.

Приводим описание типичного разреза.

Разрез № 2

Разрез заложен на залежи с 1932 г. Зарос различными видами солянок—от жирных (*Sal. crassa* M. B.) до петросимонии.

Гор. 0— 9 см—сухой, темносерый, среднесуглинистый, бесструктурный, с поверхности распыленный, мелкие трещины, встречаются корешки и корни, вскипает.

Гор. 9— 20 см—сухой, бурый с коричневыми оттенками и прослойками, суглинистый, псевдокомковатый, плотноватый, вскипает.

Гор. 20— 33 см—свежий, светлее вышележащего, средний суглинок, бесструктурный, рыхлый, вскипает.

- Гор. 33—41 см — свежий, темноцветный, среднесуглинистый, бесструктурный, рыхлый, отдельные ржавые пятна и редкие выцветы солей, вскипает.
- Гор. 41—45 см — свежий, желтоватый, среднесуглинистый, бесструктурный, рыхлый, вскипает.
- Гор. 45—65 см — свежий, розовато-коричневый, тяжелосуглинистый, мелкие трещины, частые выцветы солей, вскипает.
- Гор. 65—74 см — влажный, темноцветный, среднесуглинистый, бесструктурный, рыхлый, обильные выцветы гипса и карбонатов, вскипает.
- Гор. 74—110 см — влажный, светлый пылевато-суглинистый, бесструктурный, рыхлый, отдельные солевые очаги, темноцветные потеки, вскипает.
- Гор. 110—135 см — мокрый, буроватый, монотонный, легкосуглинистый, бесструктурный, рыхлый, отдельные розоватые прослойки и многочисленные червоточины, вскипает.
- Гор. 135—186 см — мокрый, монотонный, пылеватый, легкосуглинистый, бесструктурный, рыхлый, в середине тонкая черная прослойка, вскипает.

4. Светлолуговые рассоляющиеся, сульфатно-хлоридные, солончаковатые, легкоглинистые (песчанисто-иловатые) почвы, на сильно засоленных супесях, подстилаемых тяжелыми суглинками.

Эти почвы имеют широкое распространение на конусе выноса Нового Аракса с различной степенью и градацией засоления. В данном случае имеем яркий пример рассоляющейся почвы. Содержание солей книзу увеличивается: от 0,49% — на поверхности до 2,8—3% — на глубине 1 м. При этом количество хлоридов книзу также увеличивается, что указывает на процесс рассоления (рис. 4).

Весь профиль богат карбонатами, причем они распределяются неравномерно, что объясняется характе-

ром отложений. Гумуса в верхнем горизонте содержится до 3%. Характерной чертой является наличие на некоторой глубине погребенного горизонта с признаками заболачивания.

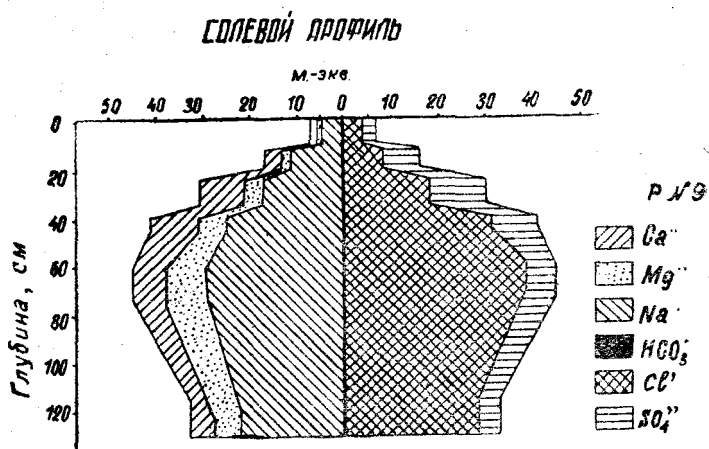


Рис. 4. Светлолуговая расселяющаяся, сульфатно-хлоридная солончаковатая легкоголистая почва на сильно засоленных супесях

Сравнение карт показало, что в прошлом этот район располагался на заболоченных берегах р. Аракса. Грунтовые воды залегают на небольшой глубине и сильно минерализованы.

Приводим описание типичного разреза.

Разрез № 9

Заложен за зоной действия главного коллектора на целине, покрытой густым покровом эфемерных злаков, среди которых встречались отдельные кусты юлгуна и солодара.

Гор. 0—12 см—сухой, серый, суглинистый, глыбистый, слоистый от стоячей воды, слегка трещиноватый, плотноватый, белоглазка на глубине 8—10 см, вскипает.

- Гор. 12—22 см—влажный, розовато-серый, суглинистый, бесструктурный, слегка трещиноватый, выцветы карбонатов, вскипает.
- Гор. 22—38 см—влажный, темноцветный (погребенный), суглинистый, бесструктурный, выцветы солей, вскипает.
- Гор. 38—47 см—влажный, розоватый, суглинистый, бесструктурный, вскипает.
- Гор. 47—105 см—мокрый, розовато-серый, песчанистый, бесструктурный, рыхлый, редкие корни, вскипает.
- Гор. 105—140 см—мокрый, розоватый, глинистый, бесструктурный, темные пятнышки, вскипает.

5. Светлолуговые среднесуглинистые (илувато-крупнопылеватые) почвы на супесях, подстилаемых легкими глинами.

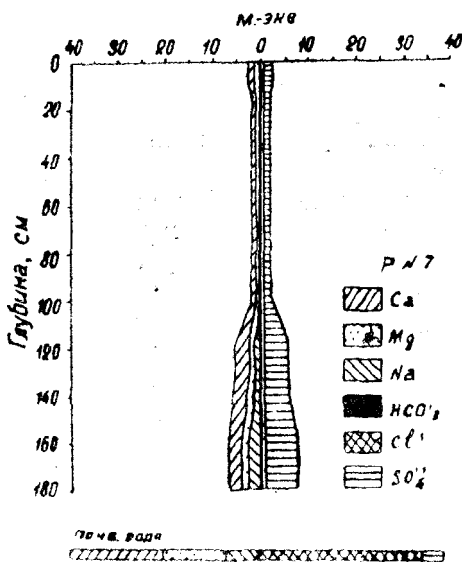


Рис. 5. Светло-луговая хлоридно-солончаковая среднесуглинистая (пылеватая) почва на сильно засоленных тяжелых суглинках, подстилаемых легкими глинами

Эти почвы занимают только повышенные места и широкого распространения не имеют. Они обычно сильно засолены, но в данном случае были промыты и использованы под хлопчатником. Все же содержание солей в них на верхних слоях не падает ниже 0,6%. Характерной чертой является наличие небольших солевых очагов различного размера и формы. В нижних горизонтах соли гораздо меньше (до 0,4%) (рис. 5) Карбонаты распределены неравномерно. Их содержание колеблется в среднем около 12—13% CaCO_3 . Гумусом бедны—в самом верхнем слое количество его не превышает 1,7%. Также бедны поглощенными основаниями. Сумма поглощенных Ca и Mg составляет 10—14 м-экв на 100 г почвы. Менее минерализованные грунтовые воды сравнительно глубже.

Приводим описание типичного для этих почв разреза.

Разрез № 7

Разрез заложен на перелогe после хлопчатника посева 1939 г. Участок в 1939 г. перед посевом промылся. Зарос вторичными солянковыми растениями, образуя типичный кустарниковый „лес“, упомянутый выше.

- Гор. 0—24 см—сухой, темноцветный, легкосуглинистый, бесструктурный, плотноватый, мелкотрещиноватый, живые и мертвые корни, вскипает.
- Гор. 24—60 см—сухой, темнопалевый, суглинистый, бесструктурный, рыхлый, корни и корешки, вскипает.
- Гор. 60—77 см—сухой, серо-палевый, песчанистый, бесструктурный, рыхлый, встречаются отдельные пятна грунта желтого цвета, вскипает.
- Гор. 77—140 см—влажный, палевый, среднесуглинистый, слоеватый, бесструктурный, рыхлый, отдельные соленосные мокрые пятна, корни и корешки, вскипает.

Гор. 140—250 см — влажный, чередование яркорозовой и серой глины со включениями различных органических остатков (до 200 см), бесструктурный, корни и корешки только в верхней части горизонта.

б. Светлолуговые хлоридно-солончаковые средне-суглинистые (пылеватые) почвы на сильно засоленных тяжелых суглинках, подстилаемых легкими глинами.

ГОЛЕВОЙ ПРОФИЛЬ

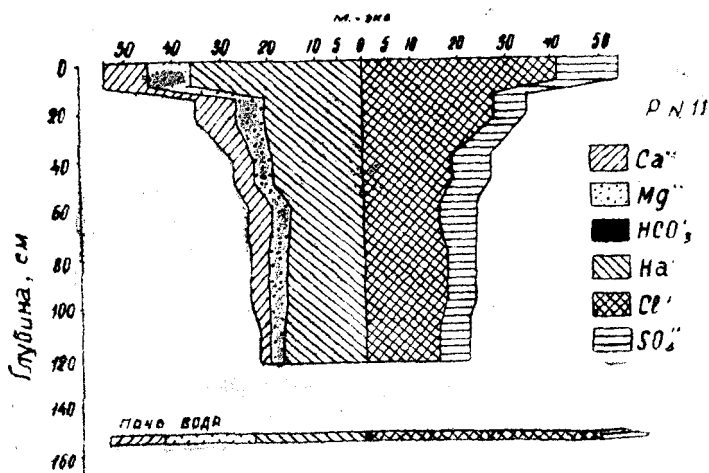


Рис. 6. Светло-луговая хлоридно-солончаковая среднесуглинистая почва на сильно засоленных тяжелых суглинках

Эти почвы являются ярким примером типичных засоленных, сравнительно легких почв Сев. Мугани. Они широко распространены по всей западной части степи, в районе конусов р. Аракса. Занимают сравнительно более повышенные места.

Грунтовые воды залегают неглубоко и поэтому почва по всему профилю мокра даже в самые жаркие летние дни. Механический состав благоприятствует быстрому поднятию солей. На поверхности содержится до 3,5% и книзу количество их заметно уменьшается. Отношение Cl^-/SO_4^{--} колеблется около 3 (рис. 6).

Карбонаты распределяются неравномерно по всему профилю в количестве 12—13% CaCO_3 . Гумусом очень бедны, в поверхностном слое его содержится всего 1,36%. Грунтовые воды залегают на небольшой глубине и минерализованы.

Приводим описание типичного разреза.

Разрез № 11

Разрез заложен на неосвоенном участке. Соседние участки были заняты хлопком. Зарос различными видами солянок, особенно вторичного типа.

Гор. 0—13 см—влажный, темноцветный, среднесуглинистый, бесструктурный, рыхлый, корни, вскипает.

Гор. 13—37 см—влажный, светлосерый, легкосуглинистый, бесструктурный, плотный, выцветы солей и корешки, вскипает.

Гор. 37—51 см—влажный, серый, супесчаный, бесструктурный, корни, корешки, вскипает.

Гор. 51—74 см—влажный, серый, смесь легкого суглинка с песком, соленосность, бесструктурный, рыхлый, вскипает.

Гор. 74—107 см—влажный, розоватый, среднесуглинистый, комковатый (араксинский ил), выцветы солей, вскипает.

Гор. 107—174 см—влажный, розоватый с черными примесями, среднесуглинистый, комковатый, вскипает.

7. Светлолуговые, хлоридно-солончаковатые, тяжело-суглинистые (песчанисто-иловатые и крупнопылевато-иловатые) почвы на легких глинах, подстилаемых средними и тяжелыми глинами.

Эти почвы занимают обширную площадь на Сев. Му-
 гини, главным образом в ее западной и средней части.
 Почти все они засолены в различной степени, только
 некоторые полосы остались менее засоленными благо-
 дари близости коллекторов. Сильно (до 2,6%) засолены
 верхние горизонты (до 1 м). Книзу содержание солей
 уменьшается. Также книзу уменьшается отношение
 $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ — от 13—20 до 3 (рис. 7). Карбонатами
 богаты до 130 см. Ниже 130 см их содержание
 уменьшается до 1,25 %. По содержанию гумуса

СОЛЕВОЙ ПРОФИЛЬ

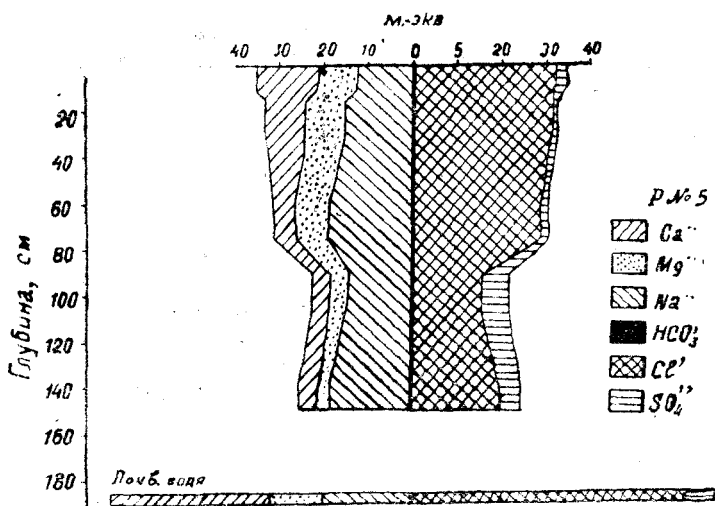


Рис. 7. Светло-луговая хлоридно-солончаковая тяжело суглинистая почва на легких глинах

занимают среднее место. Характерным признаком является очень ярко выраженная острогранная структура. Структурные отдельности до того не связаны, что крошатся на лопате. Грунтовые воды залегают на небольшой глубине и сильно минерализованы.

Приводим описание типичного разреза.

Разрез № 5

Заложен на бывшем неосвоенном участке. До заселения находился под посевами зерновых. Зарос различными видами солянок.

Гор. 0—10 см—свежий, темнобурый, глинистый, крупнокомковатый, плотный, корни и корешки, вскипает.

Гор. 10—36 см—свежий, буро-серый, среднесуглинистый, комковатый, потеки органических веществ из вышележащего горизонта, выцветы солей, корни, корешки, вскипает.

Гор. 36—46 см—влажный, переходный, смесь глины и суглинка, бесструктурный, рыхлый, вскипает.

Гор. 46—114 см—влажный, розоватый, глинистый, комковатый, распадающийся, выцветы солей, потеки коричнево-зеленоватого песка, местами, ржавые пятна, вскипает.

Гор. 114—136 см—влажный, коричнево-зеленоватый, глинистый, бесструктурный, примесь песка, вскипает.

Гор. 136—156 см—мокрый, темноцветный (погребенный, болотистый горизонт), глинистый, большие трещиноватые корнепроходы, живых корней нет, не вскипает.

Гор. 156—175 см—мокрый, розоватый, глинистый, корнепроходы продолжаются, вскипает.

Таким образом, исследованные нами почвенные разности систематизируются в следующем порядке (табл. 3).

Таблица 3

Тип почвы—луговой

Подтипы	Группы по механическому составу	Разности по степени засоления	№ характерного разреза
Луговые темные	Глинистые	Незасоленные	1
		Хлоридно-солончаковатые	6
Луговые светлые	Легко-глинистые	Хлоридные солончаки .	2
		Рассоляющиеся сульфатно-хлоридные солончаковатые	9
	Тяжело-суглинистые	Хлоридные солончаки .	5
		Незасоленные	7
	Средне-суглинистые	Хлоридные солончаки	11

В дальнейшем для удобства мы будем употреблять эти сокращенные названия.

Степень засоленности и распределение солей по профилю приводятся на рис. 1—7.

IV. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Почвы Сев. Мугани исследовались с целью разработки мероприятий по их ирригации и мелиорации. Этим и определялась программа нашей работы. Мы изучали главным образом водные свойства, свойства, нужные для различных расчетов веса почвенных напластований, и проводили опыты с промывкой засоленных земель.

Перечень изученных нами свойств таков:

1. Механический и микроагрегатный состав почвы.
2. Удельный вес скелета и твердой фазы почвы.
3. Сквашность и аэрация почвы.
4. Водопроницаемость почвы (с поверхности и отдельных горизонтов).
5. Влагоемкость.
6. Водоподъемная и испаряющая способность почвы.
7. Глубина промачивания при различных нормах полива.
8. Гигроскопичность и коэффициент завядания растений.
9. Опыты с промывкой засоленных почв:
 - а) влияние промывки на изменение солевого состава;
 - в) влияние промывки на изменение удельного веса и сквашности.

А. ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

В число этих свойств мы включаем:

1. Механический и микроагрегатный состав почвы.
2. Удельный вес скелета и твердой фазы почвы.
3. Сквашность и аэрация почвы.

1. Механический и микроагрегатный состав почвы

Как известно, из существующих методов анализа механического состава почвы в практике научно-исследовательских учреждений в последние годы широко применяется пипеточный метод, который имеет ряд модификаций. Мы пользовались модификацией проф. Н. А. Качинского.

Прежде чем перейти к рассмотрению полученных данных, разберем некоторые вопросы общего порядка.

С. И. Тюремнов (1927, 1928), обследовавший почвы Восточно-Закавказской равнины и южного участка Джафарханской опытной станции, указывал на особенности механического состава этих почв, на сравнительную их легкость, оперируя данными анализов по методу Сабанина. На основании этого С. И. Тюремнов предложил свою классификацию механического состава почв равнин Азербайджана. Согласно этой классификации, почвы, содержащие 40—80% частиц $< 0,01$ мм, относятся к суглинистым, $> 80\%$ — к глинистым, а $< 40\%$ — супесчаным и песчаным.

В данной классификации действительно бросается в глаза большая легкость почвы равнин Азербайджана. На самом же деле это не так. Дело в том, что С. И. Тюремнов пользовался данными, полученными методом Сабанина, где, кроме воздействия воды при часовом кипячении, никакие другие пептизаторы в анализе не участвуют, а микроагрегаты этих почв довольно водопрочные, на что указывают Ф. П. Саваренский (1929 б), С. И. Соколов (1933) и наши, приводимые ниже данные. Водопрочные микроагрегаты в виде псевдопесков наблюдаются во всех более или менее засоленных почвах равнин Азербайджана. Эта, присущая им особенность, очень часто вводит в заблуждение. В настоящее время уже с достаточной ясностью доказано, что данные, полученные методом Сабанина не соответствуют современным понятиям „механических элементов“. Метод Сабанина, скорее всего, стоит ближе к современному методу микроагрегатного анализа.

Основываясь на этих соображениях, мы придерживались классификации проф. Н. А. Качинского, принятой

комиссией по классификации при Почвенном институте АН СССР в 1939 г.

Классификация проф. Н. А. Качинского разработана на основе данных механического анализа с предварительной обработкой. Она впервые применена нами к почвам Кура-Араксинской низменности и, по нашему мнению, дает более правильную характеристику, чем классификация С. И. Тюремнова. По шкале С. И. Тюремнова механические элементы и микроагрегаты берутся вместе и не замечается существующее различие между этими понятиями. Классификация проф. Н. А. Качинского опубликована и потому здесь не приводится.

Полученные нами данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Механический состав почв хорошо коррелирует с элементами рельефа. Так, например, почвы депрессии (чал) характеризуются глинистым (тяжелым и средним) механическим составом, вне зависимости от того, на каких породах они залегают. Почвы бугров—повышенных элементов рельефа—характеризуются легким механическим составом—от супесей до легких и средних суглинков. Легкие глины и тяжелые суглинки преимущественно приурочены к промежуточным элементам рельефа—равнинам. Указанное положение находится в полном согласии с данными предыдущих исследований.

Кроме того, более легкие почвы приурочены к конусу выноса Нового Аракса—в западной части района, более тяжелые—к восточному чальному району.

2. Глинистые почвогрунты характеризуются преобладанием глинистых и тонкопылеватых фракций, причем последние играют подчиненную роль.

В легкоглинистых и тяжелосуглинистых почвогрунтах крупная и тонкая пыль распределяется более равномерно, хотя наблюдается иногда некоторое нарушение этой равномерности.

В суглинистых (особенно легких) почвогрунтах преобладающими фракциями являются крупнопылеватые, подчиненную роль играют иловатые частицы.

В супесчаных образцах преобладают также фракции крупнопылеватых частиц, а подчиненную роль играет

песчаная фракция (частицы 0,25—0,01 мм). Этим они и отличаются от суглинистых почвогрунтов.

Указанные два положения хорошо демонстрируют применимость классификации проф. Н. А. Качинского к почвам и грунтам Восточно-Закавказской равнины.

3. Все почвы и грунты характеризуются отсутствием частиц > 1 мм и лишь следами частиц 1—0,25 мм.

Это обстоятельство в свое время констатировалось всеми исследователями Муганской степи и Сев. Мугани.

4. Как мы видели выше, все почвогрунты Сев. Мугани карбонатны и содержат 10—14% CaCO_3 . Поэтому потеря от обработки 0,2 н и 0,05 н HCl характеризуется сравнительно большими величинами. Причем замечается, что величина потери от обработки в незасоленных почвах зависит от содержания карбонатов, а в засоленных (кроме карбонатов) — и от легкорастворимых солей.

Кроме этих составных частей в потере некоторую долю занимают и разрушенные действием HCl минеральные вещества в виде, вероятно, полуторных окислов и коллоидально-измельченных вторичных минералов.

5. Содержание ила находится в полном согласии с суммой поглощенных оснований и Ca , что видно из таблицы 4. Но эта связь не имеет характера прямой зависимости.

Таблица 4

№ разреза	Глубина взятия, см	Содержание частиц < 0,001 мм, в %	Сумма поглощен- ных основ- ний, в м-экв	Поглощенные основания	
				% от суммы	
				Ca	Mg
1	0—13	50,99	26,33	74,9	25,1
	25—35	48,73	26,41	74,2	25,8
	55—75	24,99	21,34	69,0	31,0
7	0—15	21,25	14,18	65,8	34,2
	40—55	11,56	11,27	62,1	37,9
	65—75	12,28	10,21	48,7	51,3

С целью установления количественного и качественного состава агрегатов почвы, нами параллельно с механическим анализом производился и микроагрегатный анализ по проф. Н. А. Качинскому. Метод этот, предложенный раньше, впоследствии А. Ф. Макаровой (1939) подвергся критической проверке, которая установила правильность и приемлемость его в практике.

Полученные данные показывают следующее:

1. Во всех случаях наиболее устойчивыми микроагрегатами являются частицы 0,05—0,01 мм, причем почвогрунты одной механической группировки различаются друг от друга количеством частиц, занимающих второстепенное, но заметное место. Так, например почвогрунты глинистого механического состава содержат второстепенно-доминирующие микроагрегаты размером 0,01—0,005 мм, почвогрунты суглинистого механического состава—0,01—0,005 и 0,25—0,05 мм, почвогрунты супесчаного механического состава—0,25—0,05 и 0,05—0,01 мм.

Отсюда следует, что чем тяжелее механический состав почвы, тем мельче и водопрочные микроагрегаты.

Характерно, что в почвогрунтах глинистого (среднего) и суглинистого (тяжелого) механического состава встречаются микроагрегаты размером 0,005—0,001 мм.

2. Выход ила в преобладающем большинстве случаев подчиняется следующей закономерности: чем легче механический состав, тем больше выход ила в микроагрегатном анализе.

Наблюдение над цилиндрами показало, что при 20—22-часовом отстаивании (при взятии пробы $>0,001$ мм) жидкость во всех цилиндрах с засоленными почвогрунтами оказалась прозрачной. В дальнейшем оказалось, что взятые пробы из этих суспензий являются осадками чистых солей. Сопоставление данных выхода ила с плотным остатком также подтверждают эти наблюдения. В некоторых случаях выход ила оказался меньше, чем плотный остаток. Типичным примером этого могут служить данные, приведенные в таблице 5.

3. Изложенное выше показывает, что почвогрунты Сев. Мугани сильно агрегированы, их микроагрегаты

Таблица 5

**Сопоставление выхода ила при микроагрегатном анализе
с плотным остатком из водной вытяжки**

Светлолуговая, хлоридно-солончаковая легкоглинистая почва			Светлолуговая, хлоридно-солончаковая среднесуглинистая почва		
Разрез № 2			Разрез № 11		
глубина взятия, см.	выход ила, %	плотный остаток, %	глубина взятия, см.	выход ила, %	плотный остаток, %
0— 8	2,51	3,21	0— 10	6,49	3,56
10— 18	2,22	1,47	15— 25	4,45	2,22
22— 30	4,01	1,48	40— 50	2,07	1,82
34— 40	3,00	1,57	60— 70	2,08	1,65
41— 44	3,37	1,59	80—100	2,89	1,52
50— 60	3,34	2,10	110—125	3,37	1,47
66— 74	5,84	3,18	—	—	—
80—100	4,53	2,65	—	—	—
115—130	4,99	3,32	—	—	—
140—160	6,38	2,75	—	—	—

довольно водопрочны, и в агрегировании главную роль играют карбонаты и высокая концентрация солей.

Физические свойства, особенно водные свойства этих почв регулируются больше микроагрегатами, нежели механическими элементами. Но между содержанием микроагрегатов и механических элементов (см. стр. 36) существует определенная зависимость.

Как известно, в настоящее время в литературе для выражения степени дисперсности существует ряд формул. Из них фактор структурности Фагелера и коэффициент дисперсности проф. Н. А. Качинского к нашим почвам едва ли могут быть применены вследствие того, что они исходят из содержания ила в механическом микроагрегатном анализе. Ил в микроагрегатном анализе наших почв, как мы видели выше, не является характерной величиной. Степень агрегатности—по

Баверу и Роадесу—определяется по количеству частиц $>0,05$ мм.

Как показывают данные, в исследуемых почвах эти частицы в более или менее заметном количестве имеются только в супесчаных разностях. Во всех остальных случаях частиц $>0,05$ мм содержится не больше 2—3%.

На основании изложенного выше мы пришли к выводу, что характеризовать структурные свойства наших почв, используя формулы Н. А. Качинского, Фаглера или Бавера и Роадеса, мы не можем. Поэтому для получения указанной характеристики в виде коэффициента дисперсности мы поступили несколько иначе.

Почвогрунты Сев. Мугани характеризуются наличием больших количеств (80—90, очень редко 65—70%) песчанисто-пылеватых частиц (0,25—0,005 мм), определяемых при микроагрегатном анализе. При дальнейшем поступлении в механический анализ они диспергируются. Поэтому нам думается, что более приближенный к истине коэффициент дисперсности для почв Сев. Мугани можно вывести сопоставлением содержания этих частиц, выделенных при механическом анализе, с их содержанием при микроагрегатном анализе.

Разность суммы частиц песчано-иловатых фракций при микроагрегатном анализе (обозначим их через Σa) и при механическом анализе (обозначим их через Σb) дает количество диспергировавшихся микроагрегатов. Отношение этой разности к сумме частиц при микроагрегатном анализе (Σa) выражает коэффициент дисперсности (Kd).

Для удобства Kd выражаем в процентах. Таким образом, получаем

$$Kd = \frac{\Sigma a - \Sigma b}{\Sigma a} \cdot 100$$

Вычерченная кривая по данным для 50 образцов по возрастанию Kd хорошо совпадает с прямой, отвечающей уравнению: $y = 1,286x + 25$ (рис. 8).

Анализ данной кривой, при сопоставлении с данными механического анализа, приводит к очень интересным выводам. Наибольшее агрегирование, а также и диспергирование при механическом анализе наблюдается

в глинистых почвогрунтах, наименьшее — в супесчаных. Суглинистые почвогрунты занимают среднее место.

Для почв Сев. Мугани (в пределах наших 50 образцов) устанавливается следующая закономерность: супесчаные почвогрунты бывают агрегированными, а также диспергируются в пределах 25—32 %, суглинистые — в пределах 32—60% и глинистые — в пределах 60—90%.

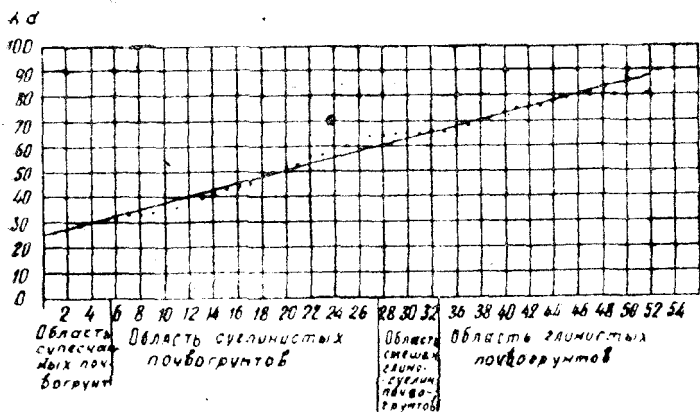


Рис. 8.

При этом граница глинистых и суглинистых разностей несколько смешивается в отношении легкоглинистых и тяжелосуглинистых образцов. Но это отклонение не превышает 10%.

Изложенное показывает, что микроагрегаты почв Сев. Мугани, в особенности глинистых, тяжело- и средне-суглинистых разностей, являются довольно водопрочными. Это частично объясняется клеящими свойствами коллоидальных частиц более тяжелых почвогрунтов, которыми они в достаточной степени богаты. Данное положение имеет громадное значение для орошаемого сельского хозяйства.

Следует отметить, что закономерное распределение микроагрегатов по механическим разностям связи с

засоленностью не имеет. Вернее, степень агрегирования не зависит от степени засоления. Очевидно, она зависит от качества находящихся солей и соотношений их катионов.

Таким образом, выведенный нами коэффициент дисперсности является характерной величиной для почвогрунтов Сев. Мугани. При дальнейшем развитии и разработке он может служить критерием для ряда физических свойств почв.

2. Удельный вес скелета и твердой фазы почвы

Удельный вес твердой фазы почвы нами определялся пикнометрическим методом проф. Н. А. Качинского (1931) в разреженном пространстве при давлении 30—35 мм рт. ст. и постоянной $t = 23^\circ \text{C}$.

Удельный вес твердой фазы почвы для всех разновидностей варьирует в пределах 2,42—2,76. В среднем он определяется величиной 2,60. При этом наблюдается, что независимо от засоления светлогумусовые среднесуглинистые почвы (разрезы № 7 и 11) обладают небольшим удельным весом (в пределах 2,63—2,76). Это объясняется большим содержанием песчанисто-пылеватых частиц в этих почвогрунтах. Некоторое уменьшение удельного веса твердой фазы намечается только в верхних, более или менее гумусных горизонтах. Глинистые породы, как правило, характеризуются сравнительно низким удельным весом.

По профилю наибольшие величины удельного веса твердой фазы в большинстве случаев дают самые нижние горизонты, однако в распределении удельного веса по профилю никакой закономерности не наблюдается. Это обстоятельство, повидимому, объясняется самим характером напластования аллювия.

Удельный вес скелета почвы (d_s) нами определялся буровым методом проф. Н. А. Качинского (1931) дважды—при естественной увлажненности и при капиллярной насыщенности (сверху) почвогрунта водой. Оба определения велись в поле.

Полученные данные позволяют сделать следующее заключение:

1. Удельный вес скелета почвы варьирует в пределах от 1,05 до 1,49, в среднем 1,33.

В большинстве случаев удельный вес скелета почвы возрастает с глубиной. В пределах верхних горизонтов сравнительно высокая величина d_s наблюдается в солонцеватых, более или менее уплотненных горизонтах. Высокое значение d_s нижних горизонтов объясняется более плотным сложением их. Видимой зависимости в распределении d_s от механического состава не наблюдается. Эта зависимость наблюдается только между сложением и удельным весом скелета почвы.

2. Удельный вес скелета почвы при ее капиллярной насыщенности в одних случаях дает уменьшенные величины по сравнению с удельным весом скелета почвы естественной увлажненности, в других—увеличенные. Первый случай объясняется набуханием почв и приурочивается к уплотненным горизонтам во всех без исключения почвенных разностях. При этом набухаемость сильно возрастает в зависимости от степени уплотненности. Чем почва плотнее, тем больше она набухает. Так, например, по возрастающим величинам набухаемости и уплотненности почвенные разности располагаются в следующем порядке (табл. 6).

Таблица 6

№ разреза	Глубина взятия, см	Набухаемость, %	При естественной влажности	При капиллярной насыщенности
2	20—33	6,9	1,39	1,30
5	10—36	11,1	1,24	1,06
1	18—49	13,5	1,43	1,26
11.	13—37	15,6	1,63	1,41

Наибольшая уплотненность характеризуется высокой величиной d_s в обоих определениях.

Второй случай—увеличение d_s при капиллярной насыщенности—может быть объяснен только лишь усад-

кой грунта. В действительности этот случай наблюдается в тех горизонтах и разрезах, где сложение грунта очень рыхлое (например, разрез № 2 гор. 0—9, 9—20 см и в нижних горизонтах разрезов № 2, 5, 6, 11). После впитывания и фильтрации воды почвой, она сама несколько оседает, как бы уплотняется. Не исключена возможность, что это отчасти связано и с вымыванием солей, которые освобождают поры и облегчают усадки.

3. Скважность и аэрация

Общая скважность учтена нами как для почвы с естественной увлажненностью, так и для насыщенной водою при поливе сверху. Для образцов, насыщенных водою, вычислен объем скважин, занятых водой (капиллярная скважность). Результаты приведены на рис. 9—15.

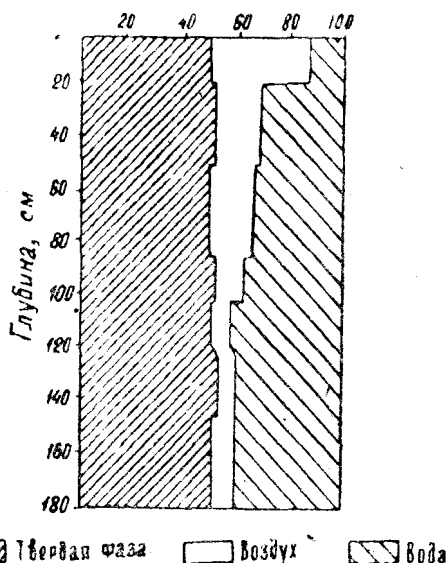


Рис. 9. Скважность темноцветных луговых глинистых почв (в объемных %)

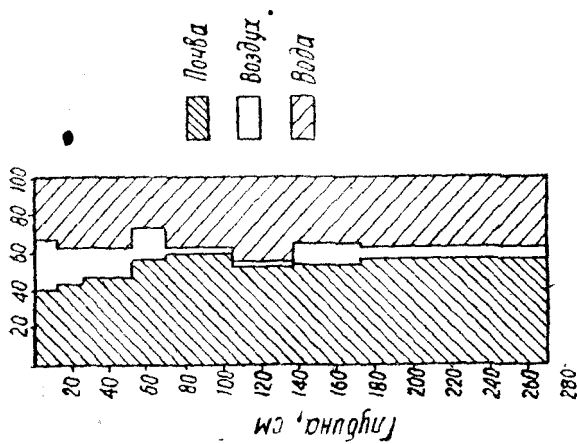


Рис. 10. Сквозность темноцветных луговых глинистых засоленных почв (в объемных %)

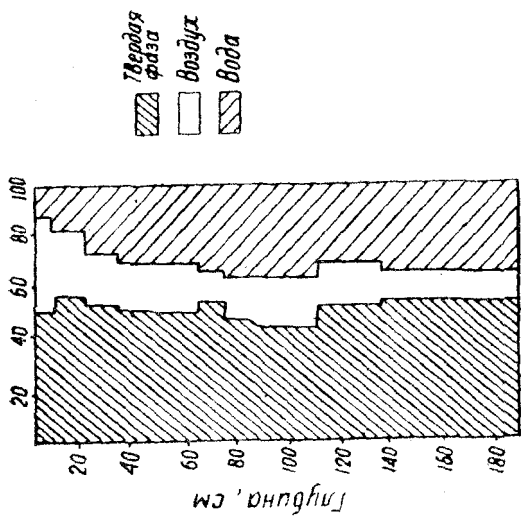


Рис. 11. Сквозность светло-луговых суглинистых засоленных почв (в объемных %)

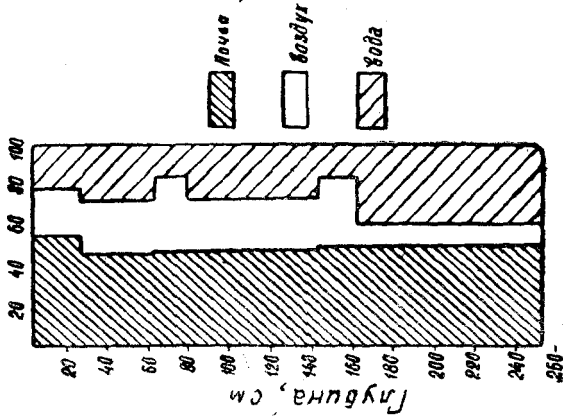


Рис. 12. Сквозность светло-
суглинистых почв (в объемных %)

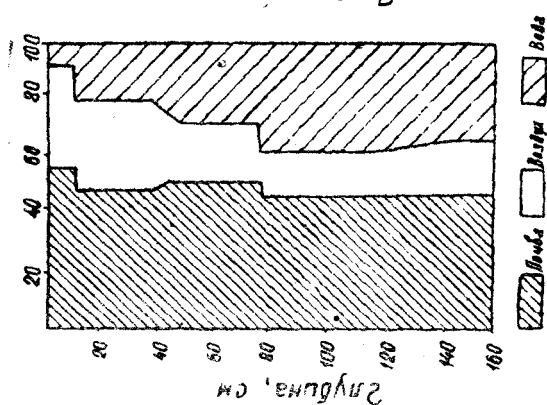


Рис. 13. Сквозность светло-луговых
глинистых засоленных почв
(в объемных %)

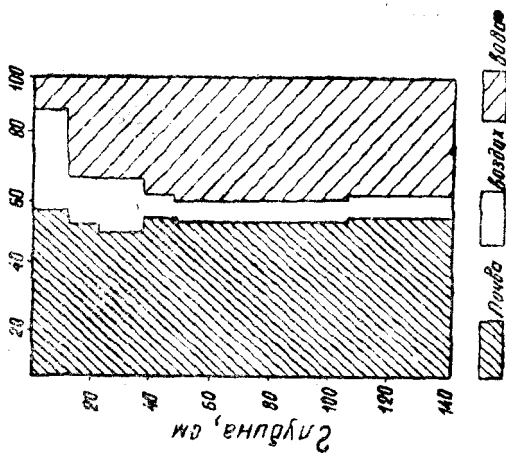


Рис. 14. Сквозность светло-
луговых супесчаных почв
(в объемных %)

Из этих данных видно, что:

1. Общая скважность для почв в естественно-увлажненном состоянии варьирует в среднем около 47—50% от объема почвы. Причем самая низкая скважность (38,9%) наблюдается в самом уплотненном горизонте (разрез № 11, 13—37 см). Для остальных, сравнительно слабо уплотненных, горизонтов общая скважность составляет 41—45%.

Существенной разницы в общей скважности по почвенным разностям не замечается. В пределах одного и того же профиля она книзу уменьшается—для луговых темных глинистых почв и, наоборот, несколько увеличивается—для светлoluговых среднесуглинистых почв. Светлoluговые легкоглинистые и тяжелосуглинистые почвы дают скачкообразные данные. Последнее обстоятельство связано, скорее всего, со сложением и структурностью отдельных горизонтов почвы. Особенно выделяется при этом разрез № 5, как комковато-структурная почва.

2. При увлажнении до капиллярной насыщенности почв, как можно было ожидать, набухшие образцы дают несколько увеличенную скважность, оседавшие — пониженную скважность. Причем увеличение скважности для верхних горизонтов, в большинстве случаев, идет за счет увеличения некапиллярных скважин, для уплотненных горизонтов—за счет увеличения капиллярных скважин. В данном случае исключение составляет разрез № 9 (светлoluговая солончаковая легкоглинистая почва), где увеличение скважности идет за счет увеличения только некапиллярных скважин.

3. Поры, занятые воздухом (или некапиллярная скважность), составляют в среднем 7—17% от объема почвы или 15—35% от общей скважности при капиллярном насыщении. Конечно, наблюдаются предельно низкие и высокие величины, доходящие, с одной стороны, до 1,3%, с другой—до 25% от объема почвы. Из этих средних данных вытекает, что в верхних горизонтах всех исследованных нами почв движение воздуха можно считать нормальным при капиллярной насыщенности почв.

4. При распределении капиллярной и некапиллярной скважности, так же, как и при распределении общей

скважности, по профилю определенной закономерности не наблюдается. Это положение опять-таки связано с характером аллювия (пестрота по механическому и агрегатному составу).

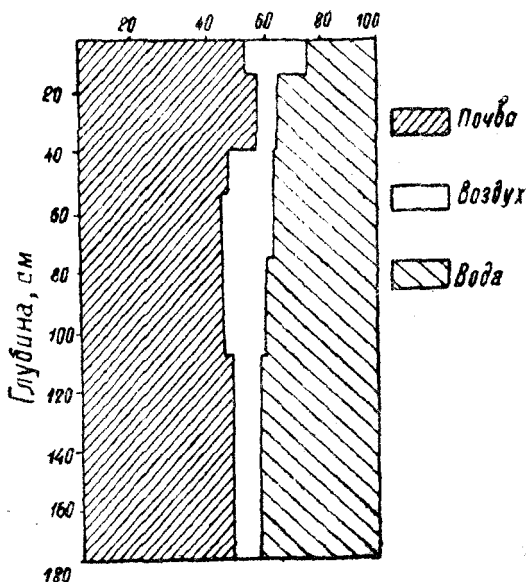


Рис. 15. Скважность светло-луговых суглинистых засоленных почв (в объемных %)

5. Наши данные хорошо согласуются с данными С. И. Соколова (1933), определенными им для некоторых почв Сев. Мугани различного механического состава—от тяжелых глин до легких суглинков.

Б. ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1. Водопроницаемость

Водопроницаемость почв с поверхности нами определялась в поле методом рам по проф. Н. А. Качинскому (1934), причем на незасоленных почвах опреде-

ления приурочивались к бороздовому поливу и продолжались в продолговатых рамах (1936) размером 20×100 см; на засоленных же разностях определения были приурочены к затоплению, при этом употреблялись квадратные рамы 50×50 см при защитном водном слое в 25 см.

Наблюдения над водопроницаемостью велись от 6 до 10 часов, в зависимости от характера просачивания. Определения везде проводились в 4-кратной повторности и только в одном случае на светлоглинистой почве на супеси — 6-кратной. Напор воды был постоянный — 50 мм вод. ст.

Водопроницаемость отдельных горизонтов определялась в малых рамах размером 25×25 см при постоянном напоре 50 мм вод. ст., 3—4-часовом наблюдении с 3—5-кратной повторностью.

Для обработки данных полевого определения водопроницаемости существуют различные приемы. Одни авторы пользуются логарифмическими кривыми, как, например, А. Н. Костяков (1932), З. И. Цыпленкин (1936); другие же исходят из формулы Дарси (например, Н. А. Качинский и др., 1937; С. В. Астапов, 1936; М. Х. Пигулевский, 1936).

Акад. А. Н. Костяков (1932) указывает, что коэффициент фильтрации по Дарси характеризует скорость просачивания воды в условиях насыщенного водой почвогрунта. До получения данного коэффициента вода просачивается в воздушно-сухой грунт. Последний процесс очень динамичен и затухает во времени.

В. Р. Волобуев (1939) несколько расширяет понятие просачивания и различает в нем следующие три процесса, кроме фильтрации:

- 1) гравитационное затопление пустот (трещин).
- 2) капиллярное рассасывание;
- 3) молекулярное рассасывание (набухание).

Все эти процессы в первый момент проникновения воды в почву происходят одновременно, имея разные относительные значения. Далее, развивая эту мысль, автор приходит к выводу, что за исключением рассасывания, непосредственно не принимающего участия

во впитывании, в процессе впитывания можно различить три периода:

- 1) проваливание воды по трещинам;
- 2) впитывание, обусловленное характером макро-структурности почв и объемом свободных пор;
- 3) собственно фильтрация, обусловленная эффективной порозностью. Под последней автор понимает порозность, равную разности между общей порозностью и объемом, занимаемым прочно связанной водой, отвечающей максимальной молекулярной влагоемкости. По данным автора, собственно фильтрация зависит от эффективной порозности.

Процесс водопроницаемости довольно сложен. Отдельные его слагающие пока в достаточной степени не освещены, они в природе идут в сложных комбинациях друг с другом. Но все же имеющиеся в литературе данные по водопроницаемости позволяют выяснить существование некоторой последовательности в этом процессе. Данная последовательность схематично дана В. Р. Волобуевым. Само собой разумеется, что эту последовательность необходимо рассматривать в динамическом разрезе, если мы принимаем во внимание определенный почвенный слой той или иной мощности; особенно осложняется она в том случае, если данная толща довольно разнородная.

Водопроницаемость в первом приближении является функцией следующих факторов: строения почвы (ее трещиноватости, уплотненности и рыхлости), макро-структурности, микроструктурности, порозности (общей и эффективной), градиента давления, температуры и влажности почв, температуры, прозрачности и химической чистоты проникающей воды и ряда других.

В формуле Е. И. Цыпленкина и А. Н. Костякова все эти факторы собраны вместе и называются показателем „степени затухания скорости водопроницаемости“, который находится графически из кривых. Правда, он хорошо показывает отношение воды к почве, но в суммарном виде.

Прием обработки данных, применяемый С. В. Астаповым и Н. А. Качинским с поправкой на коэффициент

Хазена, учитывает градиент давления и температуры воды.

До сих пор не существует способа, учитывающего все, по крайней мере, основные факторы, влияющие на водопроницаемость. Имеющиеся формулы Слихтера, Козени, Цункера и ряда других авторов, основанные на гранулометрических показателях, не оправдали себя на практике. Хотя закон Дарси выведен для однородных песков, он имеет большое распространение в практике.

Учитывая изложенное, мы в своих опытах применяли формулы Дарси для вычисления коэффициента впитывания в следующем виде:

$$K_{10} = \frac{Q}{STI} \cdot K_{\text{Хазена}} \text{ см/сек},$$

где K_{10} — коэффициент впитывания, см/сек при 10°C ;

Q — количество проникшей воды во времени, см^3 ;

S — площадь фильтрации, см^2 ;

T — время проникновения, сек;

I — градиент напора, равный $\frac{H+l}{l}$, где

H — напор воды, l — путь фильтрации;

$K_{\text{Хазена}}$ — температурный коэффициент Хазена, равный

$$\frac{1}{0,7 + 0,03 t^\circ}.$$

При определении водопроницаемости с поверхности обычно I приравнивают к единице, но мы каждый раз в отдельности вычисляем I , принимая l равным мощности толщи до грунтовой воды, а при определении водопроницаемости отдельных горизонтов каждый раз принималась во внимание высота фильтрующего слоя (в см).

Правда, как указывает Ф. Т. Севостьянов (1940), такой подход является более примитивным и не точным, ибо с движением воды в нижние слои градиент давления гораздо резче изменяется, чем мы себе представляем. Он может увеличиваться и уменьшаться в зависимости от ряда факторов как чисто физического

характера, так и от состояния почвенных напластований в данном слое. Но для учета этого явления в природных условиях, с охватом его сложного характера, нет никаких других способов. Пока в литературе

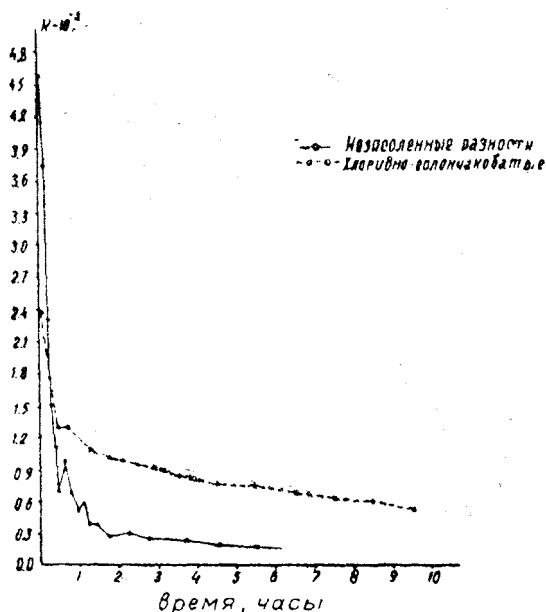


Рис. 16. Коэффициент впитывания в см/сек темноцветных луговых глинистых почв (при $t=10^{\circ}\text{C}$, напор—50 мм)

считаются с этой формулой, и некоторые авторы, несмотря на ее существенные недостатки, очень умело применяют указанную формулу на практике.

Мы считаем, что коэффициенты впитывания и фильтрации, вычисленные даже с учетом коэффициента Хазена, все же не в состоянии характеризовать полностью водопроницаемость. Они дают некоторую качественно-количественную характеристику водопроницаемости почвогрунтов.

Полученные нами данные, вычисленные по указанной выше формуле, приводятся на рис. 16, 17, 18, 19.

Эти данные позволяют сделать следующие заключения:

1. Во всех сравнительно мало засоленных с поверхности или совсем незасоленных почвах (разрезы № 1, 7 и 9) вода в первый момент проникает с большей

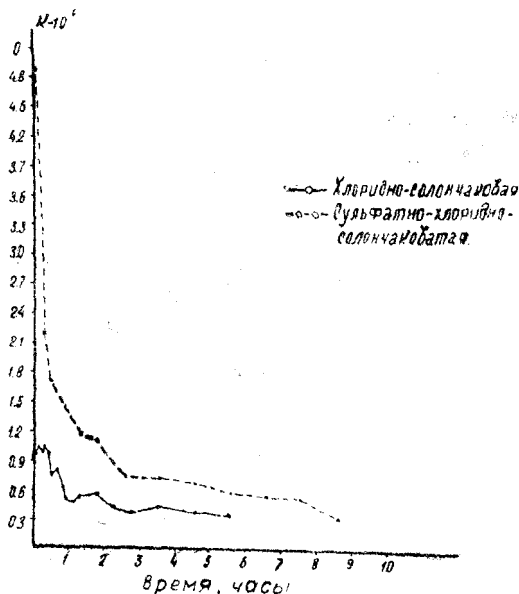


Рис. 17. Коэффициент впитывания в см/сек светлосуглинистых почв (при $t=10^{\circ}\text{C}$, напор—50 мм)

скоростью, чем в засоленных. Это объясняется трещиноватостью первых почв, в которых вода проваливается. После набухания (впитывания) верхних слоев скорость просачивания воды быстро падает, особенно в разрезах № 1 и 7 (в разрезе № 9 менее резко), и дальше вода равномерно просачивается до конца опыта в течение 6—10 часов.

Быстрое падение скорости объясняется наличием уплотненных подпахотных горизонтов (которые в разрезе № 9 не обнаружены) и сопротивлением набухшего верхнего горизонта. Подобное явление описывается С. И. Рыжовым и В. Г. Тихоновой (1935) на полив-

ных сероземных почвах Ак-Кавакской опытной станции. Авторы считают, что образование уплотненных горизонтов вовсе не связано с вымыванием поливными водами продуктов разрушения поглощающего комплекса, а вызывается:

- 1) механическим уплотнением почвообрабатывающими орудиями;
- 2) диспергирующим влиянием поливных вод;

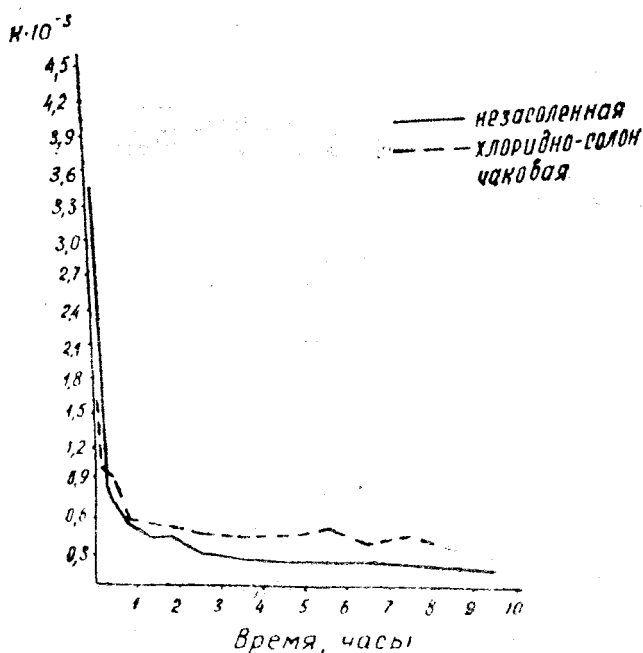


Рис. 18. Коэффициент впитывания в $\text{см}^3/\text{сек}$ светло-луговых среднесуглинистых почв на супесях (при $t = 10^\circ \text{C}$, напор 50—мм)

3) вымыванием „микроагрегатной части“ из верхних горизонтов в нижние.

Авторы приходят к такому заключению в результате послойного определения механического состава, гигроскопичности и карбонатов, чем, по нашему мнению, полностью нельзя объяснить причины уплотнения

данных горизонтов. Особенности механического влияния почвообрабатывающих орудий следует рассматривать в несколько ограниченном масштабе, ибо глубина залегания уплотненных горизонтов и их мощность не

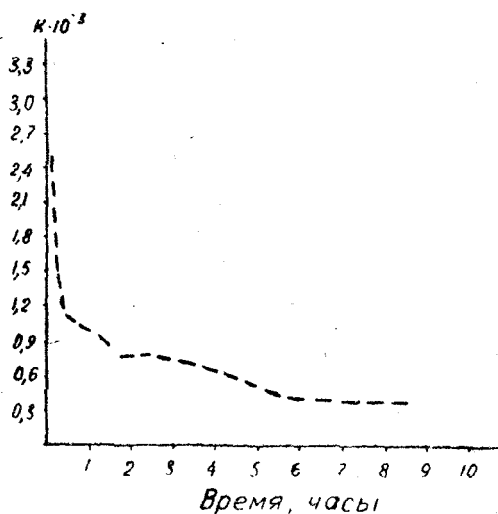


Рис. 19. Коэффициент впитывания в см/сек светлoluговых хлоридно-солончаковых тяжелосуглинистых почв (при $t = 10^\circ \text{C}$, напор—50 мм)

дают полного основания на подобное предположение о генезисе уплотненных горизонтов. В данном явлении доминирующая роль принадлежит поливным водам и осадкам. На наличие солонцеватости в этих горизонтах указывает сильное набухание их после полива.

На сравнительно засоленных разностях падение скорости просачивания воды не столь резкое. Здесь она вначале всегда ниже, чем в незасоленных и менее засоленных почвах. После первого же получаса в незасоленных и менее засоленных почвах скорость просачивания воды отстает от таковой в засоленных почвах. В данном случае светлoluговые легкоглинистые почвы составляют исключение, в них наблюдается обратная картина.

Вообще более равномерное проникновение воды в засоленные почвы объясняется меньшей трещиноватостью верхних горизонтов, наличием капиллярных пор с более или менее одинаковым диаметром во всей смоченной части, независимо от механического состава, т. е. равномерным распределением пор по толще.

Индивидуальность светлoluговых легкоглинистых почв можно объяснить следующим: солончаковатая разность этого подтипа (разрез № 9) является целиной. Необработанная и неорошаемая почва в большей своей части сохранила естественный облик, структурность и микроструктурность, в ней отсутствует уплотненный горизонт, а обработанная и орошенная до 1932 г. разность (разрез № 2) потеряла эти свойства, несколько уплотнилась в бороздах даже с поверхности. В этом смысле наши данные хорошо согласуются с данными Е. В. Петрова (1927), полученными в Голодной степи на сероземах.

Пребывание под поливом более или менее продолжительное время, особенно при монокультуре, изменяет облик почв, направление и скорость совершающихся в них физико-химических процессов, вызывая ухудшение их физического режима. Это обстоятельство хорошо иллюстрируется данными коэффициента впитывания после установления равновесия. Во-первых, бросается в глаза плавное изменение коэффициента впитывания по целине и многолетней залежи (разрезы № 5, 6, 9) и, во-вторых, замечается резкая разница в коэффициенте впитывания целинных неполивных земель в разрезах № 1 и 6, 2 и 9. Меньшая, слабо выраженная разница в коэффициенте впитывания засоленных и незасоленных разностей светлoluговых среднесуглинистых почв объясняется наличием уплотненного подпахотного горизонта, являющегося результатом влияния орошения.

2. По водопроницаемости и легкости промачивания грунта почвы Сев. Мугани четко делятся на ряд категорий:

а) Лучшими по водопроницаемости являются светлoluговые, солончаковатые, легкоглинистые почвы (разрез № 9). Коэффициент впитывания у этой разности сравнительно высокий для первого и второго часа

(соответственно $2,19 \cdot 10^{-3}$ и $1,13 \cdot 10^{-3}$) и слабо падает во времени. К этой группе также примыкают светлолуговые хлоридно-солончаковые, тяжелосуглинистые (разрез № 5) и темнoluговые солончаковатые, глинистые почвы (разрез № 6). В последних разностях коэффициент впитывания для первого и второго часа ниже, чем в предыдущей разности, но падение его во времени гораздо слабее (для первого часа— $1,28 \cdot 10^{-3}$; $1,54 \cdot 10^{-3}$, для второго часа— $0,85 \cdot 10^{-3}$; $1,04 \cdot 10^{-3}$ и для третьего часа— $0,78 \cdot 10^{-3}$ и $0,95 \cdot 10^{-3}$).

б) Средними по водопроницаемости почвами являются темнoluговые глинистые (разрез № 1) и светлолуговые, среднесуглинистые почвы (разрез № 7). В них коэффициент впитывания для первого часа сравнительно высок, но падение его гораздо резче, чем у предыдущих почв.

Коэффициент впитывания у них для первого часа равен $1,49 \cdot 10^{-3}$ и $1,54 \cdot 10^{-3}$, а для второго и третьего часов соответственно $0,42 \cdot 10^{-3}$; $0,38 \cdot 10^{-3}$ и $0,28 \cdot 10^{-3}$.

в) К худшим по водопроницаемости относятся светлолуговые солончаковатые легкоглинистые (разрез № 2) и среднесуглинистые почвы. Коэффициент впитывания у них для первого часа низкий и падение его заметное.

Таким образом, при сравнении наших данных с данными Н. А. Качинского и др. (1937) для степи Богаз наблюдается полная аналогия, лишь с той разницей, что почвы Сев. Мугани вообще характеризуются более низким коэффициентом впитывания, чем почвы степи Богаз. Это объясняется влиянием обработки и орошения на Сев. Мугани и характером отложений. Если в степи Богаз лучшие по водопроницаемости почвы приурочены к делювиально-пролювиальным наносам, то на Сев. Мугани—только к аллювиальным.

Просмотр и анализ данных водопроницаемости отдельных горизонтов, определенных методом малых рам, позволяют сделать следующие выводы:

1. Общая картина водопроницаемости отдельных горизонтов находится в полном согласии с водопроницаемостью с поверхности, но в пределах одной и той же разности намечается своеобразное распределение ее величины. Уплотненные горизонты характеризуются,

как и полагалось, низким коэффициентом впитывания, агрегированные—высоким.

2. Нигде не замечается постепенного понижения или повышения водопроницаемости с глубиной. Скорее всего водопроницаемость согласуется с механическим и агрегатным составом данного горизонта. Это вполне понятно для почв Сев. Мугани, где почвенная толща складывается из совершенно разных характерных слоев. Все это говорит о том, что сумма свойств никогда не равна свойствам суммы, что это вещи совершенно различные.

При проектировании того или иного мероприятия необходимо принимать во внимание изучение всех условий в отдельности и использовать их в комплексе с другими свойствами того же горизонта и горизонтов выше- и нижележащих. Выводы арифметических средних (даже при математической обработке) из таких разнородных данных всегда могут привести к ошибкам.

Для иллюстрации приводим сравнительные данные водопроницаемости отдельных горизонтов за первый час, отнесенные к водопроницаемости с поверхности (табл. 7).

В результате такого сопоставления почвенные разности можно разделить на две четко выраженные группы:

1) Разности, характеризующиеся высоким коэффициентом впитывания на поверхности и сравнительно низким—внизу (разрезы № 1, 5 и 7).

2) Разности, характеризующиеся, наоборот, низким коэффициентом впитывания на поверхности и высоким—внизу (разрезы № 2, 6, 9 и 11).

Таблица 7 показывает, насколько сложен процесс впитывания воды в почву в первый час. Рыхлое сложение, наличие солей, содержание и качество микроагрегатов, трещиноватость — все эти условия обязательно принимают участие в данном процессе. Влияние всех этих факторов без специальных экспериментов в тех же природных условиях учесть трудно.

Произведенные расчеты по поливам в течение всего опыта, по порозности отдельных слоев почвогрунта с учетом бокового растекания и набухания, а также

Таблица 7

№ разреза	1		2		5		6		7		9		11	
	Глубина, см	Коеф. впитывания, %	Глубина, см	Коеф. впитывания, %	Глубина, см	Коеф. впитывания, %	Глубина, см	Коеф. впитывания, %	Глубина, см	Коеф. впитывания, %	Глубина, см	Коеф. впитывания, %	Глубина, см	Коеф. впитывания, %
Схематическая														
0	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
25	15	28	20	542	10	14	15	295	25	16	24	171	—	—
50	50	91	—	—	35	22	55	123	—	—	42	103	—	—
75	—	—	65	235	—	—	—	—	80	34	70	249	75	320
100	95	47	110	925	115	7,0	105	176	—	—	110	239	108	1275
150	140	20	—	—	—	—	140	171	140	105	—	—	—	—

по зарисовкам профилей смоченности (рис. 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26) позволяют установить следующее:

1. Поливная вода в количестве $3950 \text{ м}^3/\text{га}$ в среднем (от 2250 до $5300 \text{ м}^3/\text{га}$ по почвенным разностям) промачивает слой от 40 до $70\text{--}80 \text{ см}$. Вода впитывается

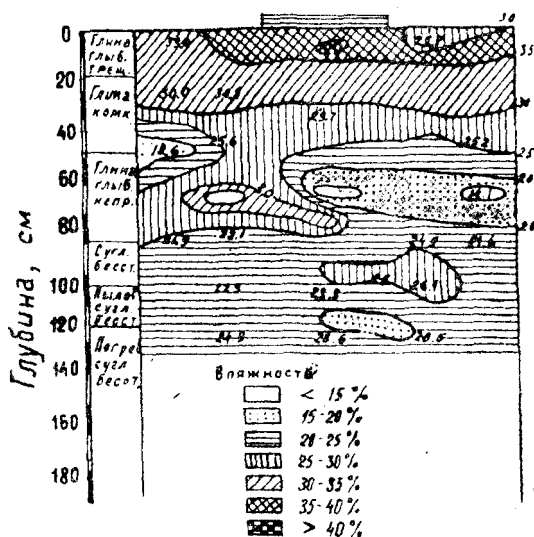


Рис. 20. Профиль смоченности темноцветных луговых глинистых почв на тяжелых суглинках

в основном до насыщения сухих слоев. На границе сухих и смоченных грунтовой влажностью слоев впитывание несколько замедляется вследствие напора, имеющегося в порах воздуха, на что указывает также В. Зигель. После устранения этого сопротивления вода, смыкаясь с грунтовой влажностью, просачивается вниз.

2. В разрезах, где капиллярная кайма (уровень грунтовой влажности) находится на достаточной высоте (разрезы № 2, 5, 6, 9 и 11), передвижение воды вниз идет слишком медленно в особенности после их слияния, и образуется более или менее резкая граница, сохраняющаяся в течение одних суток. В разрезах с глубоким уровнем капиллярной каймы (№ 1 и 7) вода

более ускоренно и как бы периодически передвигается вниз, образуя большей частью прерывисто увлажненные пятна. Это хорошо видно на приводимых рисунках.

3. При впитывании воды нижними слоями верхний 20-см слой уже фильтрует с 4—5-го часа опыта, но

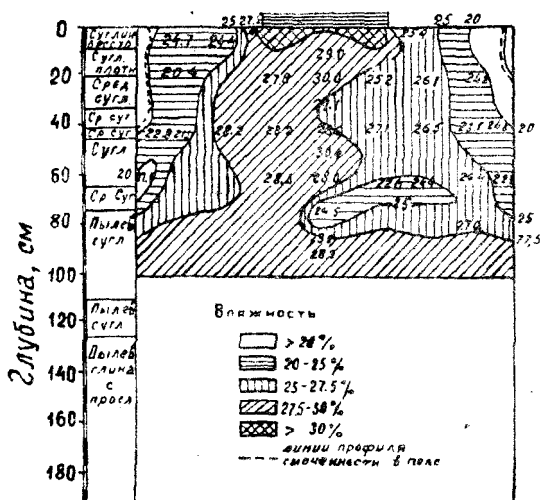


Рис. 21. Профиль смоченности светлоглиняных хлоридно-солончаковых легкоглинистых почв на средних суглинках

эта фильтрация не может соответствовать истинной, ибо здесь фильтрующаяся вода не вытекает из почвы, а переходит в другой, сравнительно менее увлажненный слой. Поэтому коэффициент впитывания с 4—5-го часа также может служить ориентировочным коэффициентом фильтрации для вышележащих слоев. В наших опытах сказанное выше характеризуется следующими данными (табл. 8).

Сопоставление данных (пп. 2а и 6в таблицы 8) показывает, что во всех разностях метровая толща полностью насыщена водой, поданной сверху и находящейся в самой почве в момент производства этих опытов. При этом

№ по пор.	Наименование показателей	Расчеты на 1 м ² площади по разрезам									
		1	2	5	6	7	9	11			
1	Средневзвешенная порозность, объем, %	44,0	47,0	46,0	48,0	50,0	48,0	48,0			
2	Вода, требующаяся для заполнения всех пор, л.										
	а) в 100-см слое	440	470	460	480	500	480	480			
	б) " 50-см "	220	235	230	240	250	240	240			
	в) " 20-см "	88	94	92	96	100	96	96			
3	Напуск воды, л	510	224	498	430	307	531	273			
	из коих ушла: на боковое растекание	150	44	75	60	нет	нет	27			
	на набухание	45	9,0	38	113	нет	16	41			
4	Впитывающаяся вода, л	315	171	385	157	307	515	205			
5	Естественная влажность в момент работы, л										
	а) для 20-см слоя	26	28,5	28,1	68,0	41,6	38,7	51,6			
	б) " 50-см "	120	109,3	69,9	170,0	103,9	144,4	152,9			
	в) " 100-см "	292	291	238,1	333,9	207,0	353,8	332,6			
6	В момент работы в почве имеется вместе с налитой и с учетом воды набухания, л										
	а) в 20-см слое	386	208	451	438,0	349,0	570	298			
	б) " 50-см "	480	289	493	540,0	411,0	675	399			
	в) " 100-см "	652	471,1	661	704	514,0	885	579			
7	Продолжительность опытов, часы	6	6	9	10	10	9	9			

в разрезах № 1, 5, 6 и 9 наблюдается даже избыток воды, что, конечно, приводит к фильтрации ее вниз, к грунтовым водам. Такое представление было бы справедливо, если бы вся толща состояла из слоев, однородных и по величине пор и по строению. Как видно из приведенных изокривых, ход передвижения

Рис. 22. Профиль смоченности светлосуглинистых почв хлоридно-солончаковых тяжелосуглинистых почв на легких глинах

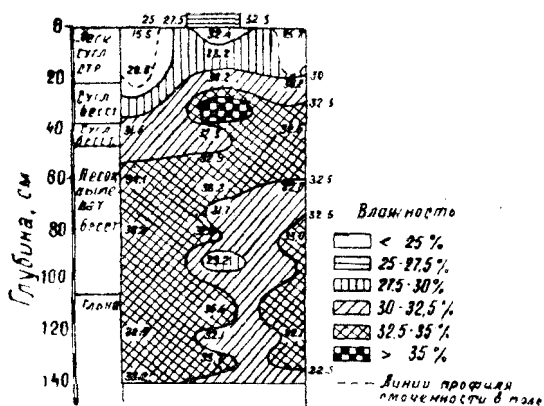


Рис. 25. Профиль смоченности светлолуговых рассолоющих, сульфатно-хлоридных солончаковатых легкоглинистых почв, на сильно засоленных супесях

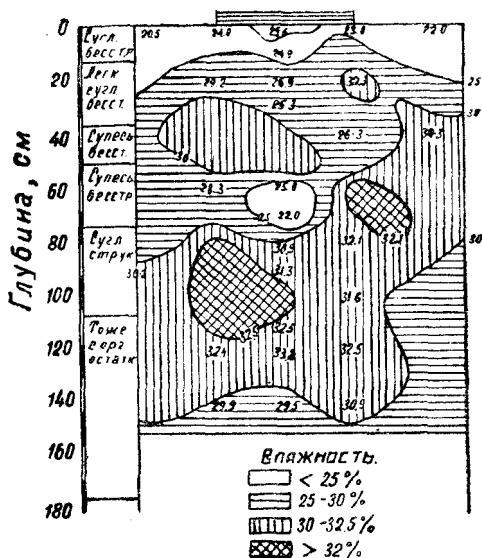


Рис. 26. Профиль смоченности светлолуговых хлоридно-солончаковатых средне-суглинистых почв на сильно засоленных тяжелых суглинках

для верхних горизонтов (0—20, 0—50 см). Н. 50 см слои почвы находятся в стадии впитывания; некоторое передвижение воды не может характеризовать фильтрацию.

2. Влагоемкость

Влагоемкость почвы, как известно, играет очень важную роль в ирригационных и мелиоративных расчетах. Входя в расчетные формулы, она определяет поливную и промывную нормы. Исходя из этих соображений, становится бесспорной необходимость точного учета и определения данной величины. Точность величины и правильность определения зависят как от техники определения, так и от сложения образца. Так как величина влагоемкости, определенная на разрезанных образцах, не соответствует величине ее естественном состоянии, в последние годы основываясь только на данных влагоемкости, определенных образцах с ненарушенным сложением. Этот способ имеет полевую и лабораторную (монокристаллическую) модификации.

Полевой метод определения влагоемкости почвы является наиболее надежным и отображающим действительность. Он, в основном, заключается в учете влажности почвы, политой той или иной нормой воды и покрытой на определенное время мульчей. Н. А. Качинский (1930) указывает на необходимость определения этой величины по генетическим горизонтам почвы и считает, что все другие виды влажности нужно выражать в процентах от влагоемкости (относительная влажность). Последняя позволяет судить о степени насыщенности данной почвы водой и о содержании усвояемой растением воды.

Различают ряд состояний насыщенности почвы водой: полная влагоемкость, капиллярная влагоемкость, предельная полевая влагоемкость, наименьшая (максимальная молекулярная) влагоемкость и др. Н. А. Качинский (1930) говорит: „Мы считаем почву полностью увлажненной тогда, когда в ней содержится наибольшее количество воды, какое в данное время может быть почвой удержано как в силу частичного притя-

жения, так и чисто механически, в некапиллярных промежутках" (стр. 36).

Определение данной величины в поле осуществляется длительным насыщением почвы водой, например, в течение не менее 8 часов.

Большое значение придается Н. А. Качинским капиллярной влагоемкости. Он выделяет два вида этой формы воды в почве: 1) влагоемкость почвы, соответствующая воде, капиллярно подвешенной и 2) влагоемкость почвы, соответствующая воде, капиллярно подпертой.

Первая получается при поливе сверху, причем предполагается, что в данном случае находящаяся в почве вода (после истечения гравитационной воды) удерживается исключительно капиллярами в силу притяжения и она "... при отсутствии испарения длительно может удержаться почвою". При формальном подходе эта форма воды не может рассматриваться как капиллярная вода, ибо практически верхние слои почвы не имеют непосредственного соприкосновения с зеркалом воды, откуда получают питание капилляры. По существу эта форма воды является капиллярной для данного состояния и времени.

Говоря о капиллярной влагоемкости „данного состояния и времени“, мы подчеркиваем большую динамичность воды в почве в силу влияния комбинаций различных факторов. По С. И. Долгову (1937), капиллярная влагоемкость — величина более изменчивая. Поэтому автор предлагает определить полевую влагоемкость (field water capacity по Widtsol и Mc. Laughlin), или водоудерживающую способность почвы, считая это количество влаги высшим пределом содержания влаги в почве, „не передвигающейся под влиянием силы тяжести“. По существу и это количество влаги не является столь стабильным и соответствует количеству воды, удерживаемой капиллярами, так как эта вода не передвигается под влиянием силы тяжести.

Проф. Л. П. Розов (1936) ввел термин предельной влагоемкости, которая „есть такое максимальное количество воды, которое удерживается почвой в статическом, неподвижном состоянии, без стекания ее вниз“ (стр. 79).

Таким образом, все приведенные выше термины (полевая влагоемкость, водоудерживающая способность и влагоемкость, соответствующая воде, капиллярно подвешенной) являются только синонимами, содержание коих ничем не отличается. Что касается стабильности этой формы воды в почве, то нужно сказать, что такое понятие должно быть принято условно правильным для данного состояния почвы и времени. Даже при отсутствии испарения с поверхности эта вода является сравнительно подвижной, на что имеются достаточно убедительные указания в литературе (А. П. Малянов, 1940).

Полевая влагоемкость нами определена при различных нормах полива, причем в одном варианте мы разрыхляли поверхность почвы до полива. После полива на этом варианте никаких других мероприятий не проводилось. В части вариантов почва мульчировалась соломой с целью предохранения от испарения. При меньших нормах полива влагоемкость определена в пределах глубины промачивания, при больших нормах — до глубины 1 м.

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Средние величины влагоемкости в темнолуговых глинистых почвах для гор. 0—20 см составляют 20—30%, для гор. 20—50 см — 25—28,5%, причем солончакковая разность характеризуется большим содержанием влаги по сравнению с незасоленной. Для светлолуговых легкогоглинистых почв количество почв соответственно равно 26,5 и 27—29%, для светлолуговых тяжело-и среднесуглинистых почв — 25 и 26—27%. Особо выделяется разрез № 7, где в гор. 0—20 см содержится всего 20,7, а в гор. 20—50 см — 15% влаги.

2. Как видно из приведенных данных, только в разрезе № 7 вода распространяется постепенно, но большая часть ее все же остается в верхнем горизонте. Однако это не свидетельствует о низкой влагоемкости этих почв, а указывает лишь на недостаточность поданной воды (наибольшая норма—4000 м³/га) для определения полевой влагоемкости.

3. В большинстве случаев не наблюдается зависи-

мости между влагемкостью и нормой полива. Это положение может быть объяснено пестротой почвенного покрова (комплексность) и строением отдельных почвенных напластований. Например, для разрезов № 6 и 9 имеют место следующие данные (табл. 9).

Таблица 9

Темнолуговые глинистые хлоридно-соловчаковатые почвы			Светлолуговые легкоглинистые рассоляющиеся почвы		
Р а з р е з № 6			Р а з р е з № 9		
Норма полива, <i>м³/га</i>	Влажность, %		Норма полива, <i>м³/га</i>	Влажность, %	
	0—10 <i>см</i>	30—40 <i>см</i>		0—10 <i>см</i>	40—50 <i>см</i>
1500	30,2	32,2	1200	31,4	28,7
3600	39,3	30,8	5600	31,4	30,7
6000	24,0	38,4	6000	23,6	31,2

Пестрота механического состава и сложения почвогрунтов накладывает отпечаток на распределение влаги по профилю. Несмотря на это, удается установить, что даже самые большие нормы полива (4000—6000 *м³/га*) смачивают почву на небольшую глубину с содержанием влаги в ней до полевой влагемкости. Только в тех разрезах, где наблюдается смыкание фронтов вод, идущих сверху и снизу (разрезы № 2, 5, 9 и 11), не удается установить истинную глубину смоченности.

4. Предполивное рыхление увеличивает влагемкость почвы в толще 0,5 и 1,0 м в пределах 2—12% во всех почвенных разностях, за исключением разрезов № 7 и, частично, 9 и 11. Увеличение влагемкости при предполивном рыхлении объясняется увеличением объема самой почвы и суммарного объема пор. В разрезах 7, 9 и 11 наблюдается уменьшение влагемкости при предполивном рыхлении. Это обстоятельство объясняется увеличением водопропускной способности почвы, что приводит к быстрому прохождению воды

через нее и накоплению ее в нижних слоях. Наличие явно уплотненных горизонтов в разрезах № 7 и 11, видимо, замедляет передвижение воды в пределах этих горизонтов при отсутствии предполивного рыхления.

Таким образом, предполивное рыхление в каждом конкретном случае влияет на смоченность по-иному, в зависимости от характера верхних и нижних горизонтов.

5. Имеющиеся данные влагоемкости при насыщении почвы снизу (влагоемкость соответствует воде, капиллярно подпертой) для двух разностей (разрезы № 1 и 7) показывают, что при подаче воды снизу влагоемкость намного возрастает. Это частично объясняется неограниченностью количества поданной воды снизу, а также отсутствием сопротивления воздуха, находящегося в порах, движение которого сильно затрудняется при подаче воды сверху, особенно в тех случаях, когда уровень грунтовой воды, находясь близко к поверхности, способствует высокому поднятию воды в почве. Подтверждение подобного объяснения имеется в работе Ф. Цункера (1937), который указывает на повышение давления почвенно-грунтового воздуха при осадках и наводнениях (орошениях), особенно в однородных тонкозернистых почвах.

Ф. Цункер также отмечает роль мощности воздухо-содержащего слоя в этом процессе. Почвенный воздух вытесняется тем быстрее, чем меньше мощность наполненной воздухом зоны. Уменьшение давления воздуха усиливает движение гравитационной воды.

В исследованных нами разностях почв влажность от грунтовой воды поднималась до 50—60 см от поверхности, а в некоторых случаях (разрез № 7) даже до поверхности. Но содержание этой влаги никогда не доходит до водовместимости, что свидетельствует о присутствии в почве определенного количества воздуха.

6. Следует отметить, что поливная норма в $750 \text{ м}^3/\text{га}$ для почв средней части Сев. Мугани и $1000 \text{ м}^3/\text{га}$ для почв западной части создает увлажненность, очень близкую к полевой влагоемкости при больших нормах полива. Отсюда вытекает, что на Сев. Мугани для увлажнения верхних, корнеобитаемых слоев почвы не

следует применять очень большие поливные нормы, так как избыток влаги способствует повышению уровня грунтовых вод.

3. Водоподъемная и испаряющая способность почвы

Для определения водоподъемной способности мы применяли метод монолитов, предложенный Н. А. Качинским. Исходя из тех соображений, что водоподъемная способность часто является функцией капиллярных свойств почвы и что перевозка монолитов может разрушить капилляры и нарушить естественное

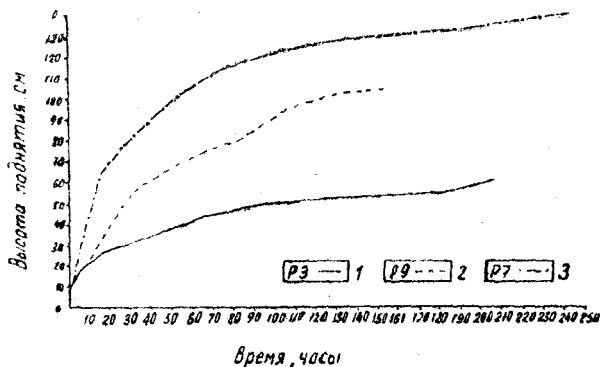


Рис. 27. Водоподнимающая способность почв
Северной Мугани (см/ч)

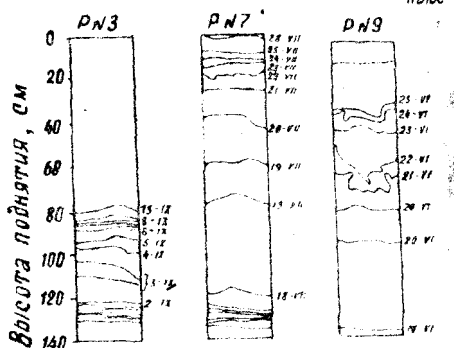
1—темноцветная луговая легкогоглинистая (пылевато-иловатая) почва; 2—светлолуговая солончаковатая легкогоглинистая (песчаная и пылевато-иловатая) почва; 3—светлолуговая среднесуглинистая (иловато-крупно-пылеватая) почва

сложение почвы, на что указывает И. Н. Антипов-Каратаев (1933), мы определяли водоподъемную способность в этих монолитах на месте, в поле. Монолиты брались размером $10 \times 15 \times 150$ см. Передняя стенка, остекленная, служила для отметки фронта воды во времени. Монолиты погружались в грунтовую воду на 1—2 см. Полученные данные приносятся на графиках (рис. 27 и 28).

Темноцветные
луговые легко-
глинист. почвы
на средних глинах

Светлoluговыe
среднесуглинистые
почвы на супесях

Светлолуговые расселяющ.
сульфатно-хлоридн. солон-
чаковатые легкоглинистые
почвы на сильно засолен-
ных супесях



нарушение этой закономерности, т. е. легкоглинистая почва отстает от глинистых по высоте подъема воды. Но со второго дня это отставание ликвидируется.

$$h = K \cdot \frac{1}{r(p)}$$

70

$$K = \frac{2A}{gd}, \text{ где } A \text{ — поверхностное натяжение воды;}$$

g — ускорение;
 d — уд. вес воды.

А. И. Агапов (1937) в результате исследования в области капиллярных явлений в почве приходит к выводу, что:

1. Капиллярность дисперсной массы определяется наличием свободной поверхностной энергии, высота поднятия воды прямо пропорциональна величине этой энергии и обратно пропорциональна величине радиуса капилляра, из чего следует, что и сама величина поверхностной энергии определяется радиусом капилляра.

2. Рассмотрение капиллярного тока как ламинарного приводит к выводу закона Пуазейля, которому и близки эмпирические уравнения зависимости высоты поднятия от времени.

3. Реальной величиной, поддающейся непосредственному измерению в почвах, является капиллярное давление, величина которого не зависит от пройденного пути и времени.

Все эти соображения приводят к заключению, что капиллярная кинетика подчиняется реальным физическим условиям почвы, а это, в свою очередь, позволяет сделать вывод, что скорость капиллярного подтока к зоне корневого питания растения целиком определяется действующим эффективным радиусом почвенных пор и содержанием влаги в почве.

Работой В. П. Константиновой установлено, что скорость передвижения воды в почве в большей степени зависит от абсолютного значения влажности, чем от градиента влажности, и что под влиянием градиента температуры происходит сильное ускорение движения воды, причем в этом случае вода передвигается в жидком виде в три и более раза скорее, чем в виде пара.

При разнице температуры вода как в жидком, так и в парообразном виде движется от теплого к холодному слою почвы. Таким образом, как видно, вообще движение воды в почве, кроме внутрипочвенных фак-

торов, зависит также от климата почвы и атмосферы. Высота поднятия воды, помимо этого, еще зависит от отсутствия или наличия испарения с поверхности почв. Если в первом случае, высота поднятия воды представляет собой непрерывную функцию времени, то при наличии испарения, как указывают Б. Б. Полюнов и С. Быстров (1932), „капиллярный подъем простирается до той высоты в грунте, где количество испаряющейся влаги равняется количеству притекающей снизу в форме пленочной“. В этом случае внутрипочвенное испарение характеризует движение воды в газообразном виде.

Из всего сказанного следует, что водоподъемная способность почвы, в естественном ее сложении, зависит от многочисленных факторов, среди которых важную роль играют механический (вернее микроагрегатный) состав почвы, содержание влаги в почве, температурный градиент почвогрунтовых напластований, наличие испарения с поверхности и ряд других.

Наши опыты показывают, что средние по механическому составу почвы Сев. Мугани обладают довольно высокой водоподъемной способностью. Это, во-первых, обуславливается увлажненностью профиля почвы и, во-вторых, наличием усиленного испарения с поверхности, которое подтягивает большое количество воды к поверхности и этим несколько охлаждает ее.

Выводы В. П. Константиновой не противоречат нашим данным. Ее опыты проводились в отсутствии испарения и при больших градиентах, чего в природных условиях, в особенности в условиях Мугани, не наблюдается (см. почвы разреза № 5).

Данные, полученные М. Ф. Калининым (1904) и С. И. Соколовым (1933), хорошо совпадают с нашими данными.

С. И. Соколов высокое капиллярное поднятие объясняет, кроме механического состава, наличием большой капиллярной скважности, увеличением глинистости кверху, преобладанием частиц крупной пыли (0,05—0,01 мм), а медленный подъем — глинистостью механического состава с преобладанием частиц 0,01—0,001 мм, большой плотностью, некапиллярной скваж-

ностью (трещиноватостью), малой влагоемкостью и, возможно, солонцеватостью.

Опыты С. И. Соколова велись в условиях (отсутствии испарения, с дистиллированной водой, на монолитах, в лаборатории), весьма отличных от условий наших опытов. Для объяснения общего хода подъема воды они очень ценны.

Испарение с поверхности почв имеет очень важное значение в орошаемом хозяйстве. Этот фактор должен привлечь внимание, особенно в тех местах, где имеется опасность засоления вследствие близкого залегания грунтовых вод от поверхности.

На Сев. Мугани испаряющая способность почвы не изучена. Это объясняется тем, что существующие методы, при той интенсивности поднятия воды к поверхности, которая имеет место здесь, не позволяют правильно учесть испарение. Обыкновенные испарители Попова, Рыкачева, помимо имеющихся в них конструктивных и технических дефектов, громоздки и непригодны в экспедиционных условиях. Изучение испарения способом учета влажности политой почвы имеет некоторые существенные недостатки, так как при этом изучается только суммарное испарение с поверхности почв при той или иной мощности испаряющего слоя, и то только по разности. Наши опыты 1939 г. показали, что таким способом невозможно определить абсолютную величину испаряющейся воды. При наличии восходящих токов грунтовой воды, имеющих широкое распространение на Сев. Мугани, совершенно затушевывается явление испарения с поверхности почвы. Поэтому в 1940 г. мы производили опыты на монолитах размером $50 \times 50 \times 50$ см (во избежание влияния грунтового подтока) в поле с предварительной обработкой поверхности почв и без нее. Ящики-монолиты поливались из расчета $1000 \text{ м}^3/\text{га}$ и в дальнейшем велся учет влажности. Следовательно, испарение изучалось косвенным образом. Результаты опытов 1939 и 1940 гг. приводятся на рис. 29, 30 и 31.

Полученные данные показывают, что:

1. Во всех случаях, без исключения, самым иссушающимся горизонтом является слой 0—5 см. Книзу темп испарения несколько замедляется.

2. Во всех случаях, кроме разреза № 9, при пахоте и предполивном рыхлении расходуются сравнительно меньше влаги от общего запаса ее в том или другом

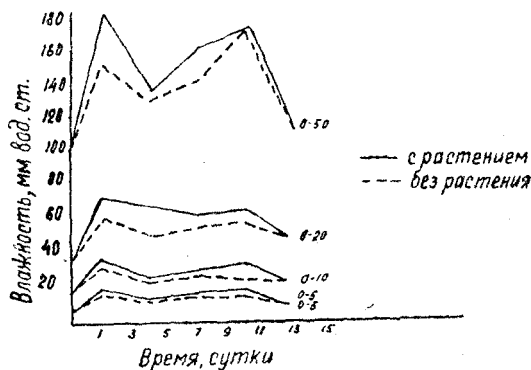


Рис. 29. Испарение с поверхности темноцветных луговых глинистых почв

слое. В разрезе № 9 наблюдается обратная картина. Это положение может быть объяснено возрастанием общей поверхности при последующем слеполивном

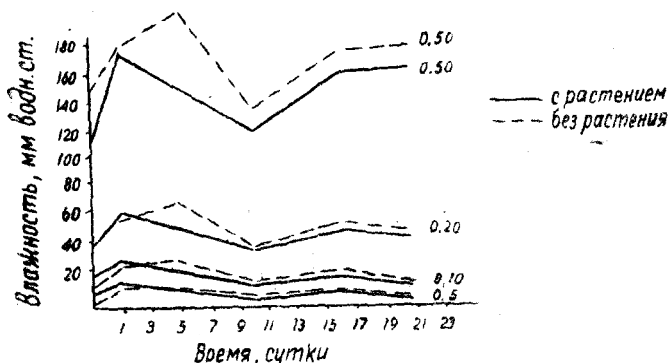


Рис. 30. Испарение с поверхности светлолуговых легкоглинистых почв

рыхлении поверхности монолитов в этом разрезе. Таким образом, с увеличением общей поверхности увеличивается интенсивность испарения.

3. Чем почва влажнее (в абсолютных величинах), тем больше и абсолютное значение испарения. Пахота и рыхление увеличивают содержание влаги в почве при поливе; испарение при этом также увеличивается, но по относительной величине (процент от запаса) оно ниже, чем испарение с перелогов. Это еще раз показывает отрицательную роль перелогов в условиях Кура-Араксинской низменности.

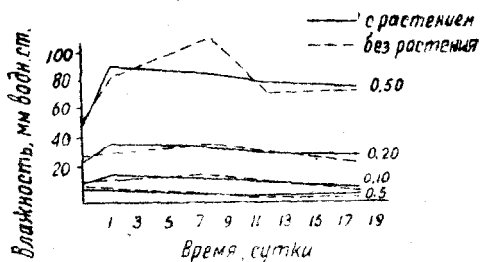


Рис. 31. Испарение с поверхности светлосуглинистых почв

4. Некоторое слабое движение воды кверху в разрезе № 7 объясняется наличием уплотненного горизонта, который заметно уменьшает испарение. На это имеются указания в литературе. Например, лабораторные и полевые опыты Ф. Е. Колясева показали, что рыхлая почва испаряет скорее, чем почва пахотный горизонт которой имеет послойно-уплотненные горизонты. Автор объясняет это тем, что уплотнение уменьшает аэрацию и диффузию. Последние же, при благоприятных условиях для их протекания, всегда усиливают свою интенсивность и тем самым увеличивают потерю влаги в парообразном виде. Эти же данные подтверждаются методом обработки почвы, предложенным Т. С. Мальцевым.

Некоторые скачки в сторону увеличения запаса влаги, наблюдаемые в послеполивные сроки, объясняются выпадением осадков в поле. Таким образом, монолитным способом учета испарения также нельзя полностью охарактеризовать испарение с поверхности почвы. Для низменных поливных районов Азербай-

джанской ССР этот вопрос является очень важным и требует своего разрешения, ибо стояние грунтовых вод близко к поверхности связано со вторичным засолением, в процессе образования которого основную роль играет испарение с поверхности.

Таблица 10

Скорость испарения с поверхности почвы при различной мощности испаряющего слоя м³/га в день

№ разреза	1				2		7		9	
Продолжительность опыта	3 дня				7 дней		7 дней		5 дней	
Мощность слоя, см	С отрывом от грунтовой воды		Без отрыва от грунтовой воды		Без отрыва от грунтовой воды		С отрывом от грунтовой воды			
	Без рыхления	С рыхлением по поверхности	Без рыхления	С рыхлением по поверхности	Без рыхления	С рыхлением по поверхности	Без рыхления	С рыхлением по поверхности	Без рыхления	С рыхлением по поверхности
0 — 5	23	17	19	12	8,0	—	4,5	4,	2,5	12
0 — 10	41	33	14	13	11,0	—	3,0	3,0	—	17,5

5. Данные абсолютного количества испаряющейся воды в первые 3—7 дней после полива (в среднем за день), приведенные в таблице 10, показывают, что темноцветные луговые глинистые почвы (разрез № 1) испаряют больше, чем светлoluговые легкоглинистые и среднесуглинистые почвы (разрезы № 2, 7, 9).

Приведенные данные также показывают, что, как будто, в опытах с отрывом от грунтового подтока за единицу времени вода с поверхности испаряется больше, чем в опытах без отрыва. На самом же деле это не так. В обоих случаях при одинаковых климатических и почвенных условиях испарение должно идти с одинаковой интенсивностью. При наличии грунтового

подтока за единицу времени вода должна испаряться еще больше. Но ввиду того, что испарение мы изучали по разности от запаса влаги в почве, а этот запас отчасти пополнялся грунтовым подтоком, данные испарения, полученные при наличии грунтового подтока, не являются данными истинного испарения—они гораздо меньше. Отсюда вытекает, что наличие грунтового подтока искажает ход испарения, препятствует правильному учету испарения с поверхности почвы. Этот момент необходимо учесть при работах, связанных с изучением испаряющей способности почвы в условиях близкого залегания грунтовых вод.

Рыхление замедляет испарение. Исключение составляет разрез № 9, где наблюдается обратная картина, о чем было сказано выше.

Приводимые в таблице 10 данные характеризуют только среднюю величину испарения за сутки. Вообще с течением времени скорость испарения замедляется, что объясняется, во-первых, образованием верхнего предохранительного сухого слоя и, во-вторых, уменьшением содержания запаса влаги в почве.

4. Глубина промачивания при различных нормах полива

Глубина промачивания, как ориентировка при определении нормы полива, имеет очень важное значение, которое еще больше возрастает при поливах в связи с засолением и промывками. Частота поливов, междуполливое время, содержание усвояемой растением влаги при той или иной норме полива связаны с этим свойством почвы. Исходя из этих соображений, мы решили определить глубину промачивания непосредственно в поле. Площадки, выделенные для этих целей, обваловывались, разрыхлялись на глубину основной вспашки и поливались различными нормами воды (от 200 до 1200 м³/га).

После полного впитывания налитой воды, что требовало от 8 до 18 часов, делались разрезы, производились зарисовки профиля смоченности и определялась влажность почвы из смоченной глубины. Результаты приводятся в таблицах 11 и 12 и на рис. 32 и 33.

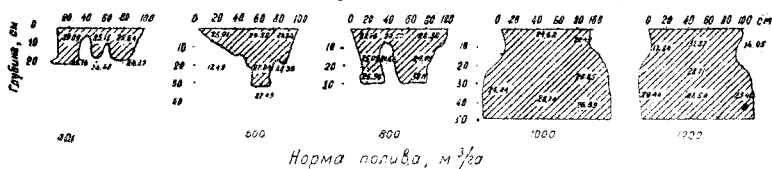
Таблица 11

Глубина промачивания, см
(при исходной влажности от 5 до 9% от веса почвы)

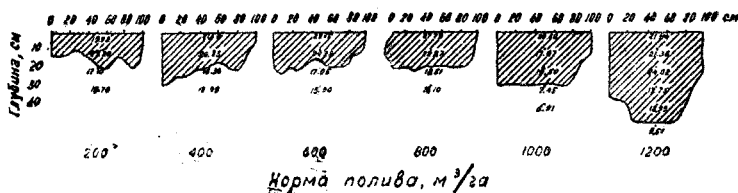
Почвы	Норма полива, м ³ /га					
	200	400	600	800	1000	1200
Темнолуговые, глинистые, незасоленные (разрез № 1)	15	17	29	20	31	—
Светлолуговые, средне-суглинистые, незасоленные (разрез № 7)	17	26	18	20	30	45
Светлолуговые, легкоголинистые, рассоляющиеся (разрез № 9)	7	13	18	20	35	35



Рис. 32. Профиль смоченности при различных нормах полива (темноцветные луговые глинистые почвы)



а



б

Рис. 33. Профиль смоченности при различных нормах полива:
а—светлолуговые легкоголинистые почвы
б—светлолуговые средне суглинистые почвы

Из полученных данных вытекает, что нормы полива до 800 м³/га промачивают почвы до глубины 29 см. Наличие трещин сильно влияет на характер смачивания профиля. Низкие нормы полива дают очень неравномерное смачивание. Участки, имеющие несколько трещин, еще не успевают промокнуть, когда вода по этим трещинам проваливается и промачивает пройденный путь, в результате чего промоченные слои содержат влагу прерывисто.

Таблица 12

Влажность при различных нормах полива

№ разреза	Глубина, см	Норма полива, м ³ /га					
		200	400	600	800	1000	1200
		Влажность на сухую почву, %					
1	0—10	22,6	30,5	26,3	24,0	31,7	—
	10—20	18,2	21,5	25,9	24,1	31,1	—
	20—30	14,9	14,6	20,8	20,5	26,2	—
	30—40	—	15,8	18,3	—	21,3	—
	40—50	—	—	16,8	—	20,5	—
7	0—10	21,2	21,1	26,4	25,3	19,1	21,6
	10—20	20,1	18,3	20,6	30,7	18,6	22,8
	20—30	16,4	14,5	16,5	17,3	13,5	20,9
	30—40	—	—	15,9	16,1	6,7	18,4
	40—50	—	—	—	—	5,9	14,2
9	0—10	—	27,5	27,0	23,5	23,6	31,4
	10—20	—	26,5	27,8	24,1	—	—
	20—30	—	24,9	—	26,3	25,8	—
	30—40	—	—	27,4	28,5	26,0	—
	40—50	—	—	—	—	27,5	28,7

Из таблицы 11 видно, что норма полива в 800—1000 м³/га дает сравнительно устойчивую влажность на темнолуговых глинистых и светлолуговых солончаковых легкоглинистых почвах. Для светлолуговых

среднеглинистых почв устойчивая влажность наблюдается при нормах 600, 800 $\text{м}^3/\text{га}$ и более. Наличие случайных трещин и проходов, по которым проваливается основная масса поливной воды, способствует впитыванию почвой только незначительного количества влаги.

Сравнительно малую глубину смачивания и низкую влажность при таких высоких нормах полива, как 800—1000 $\text{м}^3/\text{га}$, можно объяснить сильным испарением с поверхности почвы, сухостью почв опытных участков перед поливом, а также наличием трещин и проходов.

Как видно, здесь имеет важное значение также площадь опытных делянок. Делянки в 1 м^2 в условиях Кура-Араксинской низменности не дают достоверных данных, поэтому между результатами опытов и фактическим положением должен существовать коэффициент перевода.

Итак, эффективной нормой полива при глубине промачивания в 50—60 см, т. е. корнеобитаемого слоя, можно считать 800—1000 $\text{м}^3/\text{га}$. Полив необходимо проводить инфильтрацией, т. е. медленным напуском, для обеспечения полного насыщения указанной глубины. Высококачественная предполивная обработка может обеспечить полное впитывание воды почвой.

5. Гигроскопичность и коэффициент завядания

Гигроскопичность почвогрунтов Сев. Мугани больше всего регулируется количеством и особенно качеством находящихся в них солей. Роль механического состава отходит на второй план. Максимальная гигроскопичность нами определялась методом Н. А. Качинского (1934) при разреженном давлении в 25—30 мм рт. ст. Такое высокое разрежение позволило ускорить насыщение, которое произошло за 8—9 дней.

Полученные данные гигроскопичности и коэффициента завядания растений (удвоенная максимальная гигроскопичность) показывают, что глинистые и суглинистые почвы Сев. Мугани в отношении максимальной гигроскопичности характеризуются величинами приблизительно одинакового порядка. Как указано выше, это объясняется только засолением и особенно качеством засоления. Наличие в заметном количестве гигроско-

личных солей (CaCl_2 , MgCl_2 и т. д.) увеличивает максимальную гигроскопичность и уменьшает количество усвояемой растением воды. Это сильно затрудняет освоение даже слабозасоленных земель, не говоря уже о сильнозасоленных, без освобождения их от солей.

На незасоленных разностях максимальная гигроскопичность возрастает с увеличением глинистости почвы. Существует определенная зависимость между коэффициентом дисперсности (Kd) и максимальной гигроскопичностью. Эта зависимость заключается в том, что с увеличением Kd увеличивается и максимальная гигроскопичность. Она нарушается в разрезе № 9, где с глубиной возрастает количество гигроскопичных солей.

Количество усвояемой воды при увлажненности почвы до полевой влагоемкости при поливной норме в 750—1000— $\text{м}^3/\text{га}$, принятой в этих районах, редко доходит до 15—16%, в подавляющем же большинстве случаев количество усвояемой воды варьирует в пределах 5—10 вес.%, что при существующей интенсивности испарения явно недостаточно для обеспечения растений влагой до следующего полива. На это обстоятельство нужно обратить серьезное внимание при установлении норм и сроков полива.

А. И. Агапов (1937) отмечает, что критерием обеспеченности растений водой является способность почвы отдавать воду всасывателю. Ниже этой градации вода для растений недоступна, и они могут страдать от недостатка влаги. Этот момент необходимо учитывать при специальных исследованиях, связанных с определением количества усвояемой растениями воды в почве.

А. И. Канюк на Муганской опытной станции специально исследовал вопрос о доступности воды для хлопчатника на почвах Сев. Мугани. Его работы приводят к следующим выводам:

1. Количество недоступной для растения воды уменьшается с облегчением механического состава. По почвенным разностям Сев. Мугани количество недоступной воды характеризуется следующими данными (%):

Для почв глинистого	механического состава—	21,12
„ „ тяжелосуглинистого	„ „	—18,76
„ „ среднесуглинистого	„ „	—16,04
„ „ легкосуглинистого	„ „	—12,75
„ „ суглинисто-супесчаного	„ „	—10,92
„ „ супесчаного	„ „	— 8,95
„ „ песчаного	„ „	— 5,45

2. Эти данные хорошо совпадают с данными, вычисленными по формуле Бриггса и Шану, которая приводится авторами в следующем виде:

$$K = \frac{\% \text{ песка} \times 0,01 + \text{пыли} \times 0,12 + \% \text{ глины} \times 0,57}{2 \pm 0,025}$$

причем песком считаются частицы размером 2—0,05 мм, пылью—0,05—0,005 мм, а глиной—частицы <0,005 мм.

В другой серии опытов А. И. Канюк вычислением по формуле и непосредственно из опытов получил следующие данные (табл. 13).

Таблица 13

Механич. состав, %			Почва	Недоступная для растений вода, %	
2—0,05 мм	0,05—0,005 мм	< 0,005 мм		вычисл.	опытн.
5,6	43,2	51,2	Глинистая . .	16,8	17,00
52,5	32,2	9,3	Супесчаная . .	6,4	6,47
95,3	2,2	2,5	Песчаная . . .	1,3	2,06
98,3	1,6	01	Песок из Московской области	0,6	0,5

Данные таблицы 13 несколько меньше предыдущих, что объясняется; повидимому, неточностями в механическом анализе.

3. Существует определенная зависимость между содержанием недоступной для растения воды и засоленностью: с увеличением засоленности увеличивается количество недоступной воды, что находится в соответствии с общеизвестным положением. Найдена также обратная зависимость между концентрацией солей при

Таблица 14

Содержание недоступной растениям воды и удвоенная максимальная гигроскопичность по механическому составу почв Сев. Мугани

Название почв по механическому составу	Содержание недо- ступной воды, % (по А. И. Канюку)	Удвоенная максимальная гигроскопичность по разрезам, %									Среднее*
		1	2	5	6	7	9	11			
		незасо- ленная	солон- чак	солон- чак	солон- чак	незасо- ленная	солонча- ковая	солон- чак			
Тяжелоглинистые . . .	—	21,0—18,6	—	—	19,1—18,5	—	—	—	—	—	
Среднеглинистые . . .	21,12	17,9—19,2	20,2—16,5	—	15,8—15,1	—	21,7	—	—	18,0	
Легкоглинистые	—	—	20,5—16,2	19,8	15,5—14,4	17,0	25,7—17,3	—	—	—	
Тяжелосуглинистые . .	18,76	13,9—12,3	—	18,6	—	—	29,3—30,5	16,4—15,5	—	15,0	
Среднесуглинистые . .	16,04	11,2	15,8	18,2	—	9,7—8,6	—	22,8	—	14,0	
Легкосуглинистые . . .	12,75	—	—	—	—	—	—	10,6—10,7	—	11,1	
Суглинисто-супесчаные	10,92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Супесчаные	8,95	—	—	—	—	7,6—6,4	25,3	—	—	7,0	
Песчаные	5,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

* Данные разреза № 9 не входят.

влажности, соответствующей количеству недоступной для растения воды, и количеством этой воды с возрастом глинистости. Такая зависимость приводит к необходимости учащенных поливов на легких почвах. Повидимому, это касается только сравнительно засоленных почв, ибо в другой работе А. И. Канюка делается подобный вывод для почв тяжелого механического состава, что на первый взгляд противоречит приведенному выше выводу. Необходимо обратить внимание на то, что тяжелые почвы Сев. Мугани приурочены в основном к депрессиям и менее засоленным участкам. Эти почвы очень влагоемкие, иногда содержат до 29 вес. % недоступной воды.

Данные А. И. Канюка в общих чертах соответствуют нашим данным (табл. 14).

Из таблицы видно, что разрез № 9, содержащий много кальциевых и магниевых хлоридов, отличается высоким коэффициентом завядания (по удвоенной максимальной гигроскопичности). В остальных разрезах этот коэффициент почти одинаков для разностей по механическому составу.

Средние данные удвоенной максимальной гигроскопичности по всем механическим разностям всегда на 2—3% меньше количества недоступной для растений воды, непосредственно определенной А. И. Канюком.

Таким образом, в условиях Сев. Мугани для почв, засоленных и незасоленных гигроскопичными солями, влага удвоенной максимальной гигроскопичности может являться только ориентировочным показателем при определении недоступной для растений воды.

6. Опыты с промывкой засоленных почв

Промывка засоленных земель—широко практикуемое мероприятие при освоении этих земель под сельскохозяйственные культуры. Опыты показали, что на промытых почвах при меньшей затрате воды урожай хлопчатника больше, чем на непромытых почвах.

Положительное влияние промывки засоленных почв доказано опытами ряда исследователей. Поэтому важно

выяснить ряд вопросов, связанных с этим мероприятием. Такими вопросами являются:

- 1) степень засоленности и качественный состав солей;
- 2) физические свойства почв — механический, микроагрегатный состав, строение почвы и т. д.;
- 3) естественная дренированность территории и искусственный дренаж;
- 4) промывные нормы, сроки, техника промывки и ряд других.

Все эти вопросы затрагивались рядом исследователей и учреждений. Результаты их работ частично приведены в настоящей работе.

Промывка, ее нормы и техника на Мугани также освещались. Нормы же промывки исследовались также нами в полевых условиях.

По Л. П. Розову (1936), нормы промывки состоят в основном из двух величин:

- 1) количества воды, нужного для растворения солей;
- 2) количества воды, нужного для вытеснения солевого раствора из толщи почвы.

В сумме эти величины должны превышать двойную предельную влагоемкость, чем достигается полное вытеснение солей из намеченной толщи почвы.

Л. П. Розов дает следующую формулу промывной нормы:

$$M = P - m + nP,$$

где M — промывная норма;

P — предельная влагоемкость;

m — запас воды в почве перед промывкой;

n — числовой коэффициент, который может быть как больше, так и меньше единицы.

Т. Каган (1940) предлагает сравнительно меньшую норму для промывки почв в отсутствие дренажа. Автор исходит из той же формулы Л. П. Розова и включает в нее дефицит предельной влагоемкости ($P - m$) до грунтовой воды и предельную влагоемкость промываемого слоя с коэффициентом n (nP). При этом учитывается предельная высота уровня грунтовых вод,

т. е. „потолок спелости“, при котором поспевание пахотного слоя протекает в нормальных условиях.

А. П. Малянов (1940) в формулу определения нормы промывки включает еще испарение при промывке, атмосферные осадки и дозу промывки. Предложенная автором формула имеет следующий вид:

$$M = A - B + C + D - E \text{ м}^3/\text{га},$$

где M —промывная норма, $\text{м}^3/\text{га}$;

A —капиллярная влагоемкость почвы;

B —наличный запас воды в почве к моменту промывки;

C —испарение воды с поверхности за время промывки;

D —дозы промывки—вода, вытесняющая солевой раствор;

E —атмосферные осадки.

Для правильного определения промывной нормы, в особенности в условиях отсутствия дренажа, необходим точный учет всех составляющих ее частей. Та или иная промывная норма должна дать соответствующий эффект, а для увеличения этой эффективности необходимо применение особых приемов агротехники. И. Рабочев (1940), специально исследовав этот вопрос, пришел к выводу, что наиболее эффективной является промывка под зябь в один и два приема.

Мы в своих опытах применяли различные нормы полива, начиная от вегетационной поливной нормы (1000 м^3) и до 2-, 3- и 4-кратной ее величины. Опытные участки были маленькие (1 м^2), поливы проводились постоянно до впитывания заданной нормы. Изучалось влияние промывки на изменение количества солей и их состава, а также на изменение некоторых физических свойств почвы.

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы (рис. 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40 и 41).

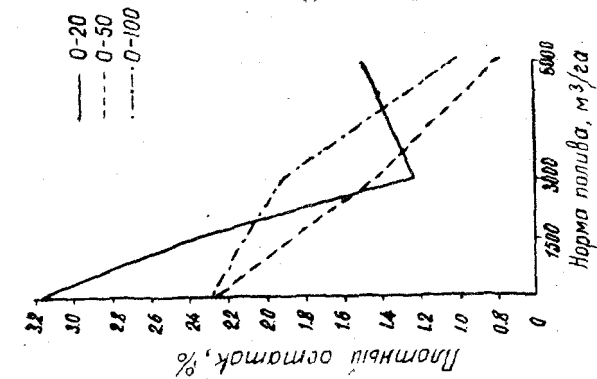


Рис. 34. Влияние промывки на перемещение солей (плотный остаток в %)

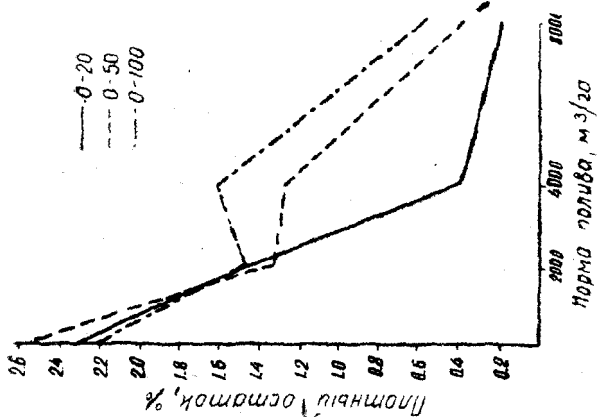


Рис. 35. Влияние промывки на перемещение солей (средне-взвеш. плотн. остаток в % на 100 г почвы)

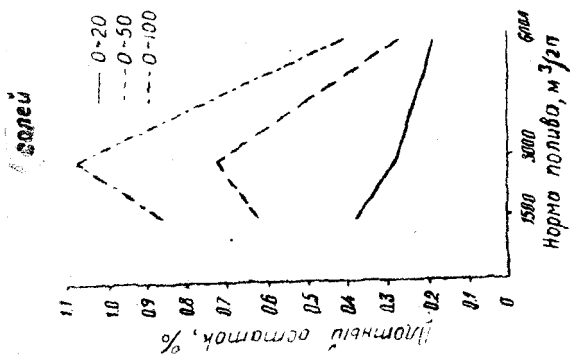


Рис. 36. Влияние промывки на перемещение солей (средн. взвеш. плотн. остаток в % на 100 г почвы)

1. Суммарное количество солей уменьшается с увеличением нормы полива, причем везде, за исключением

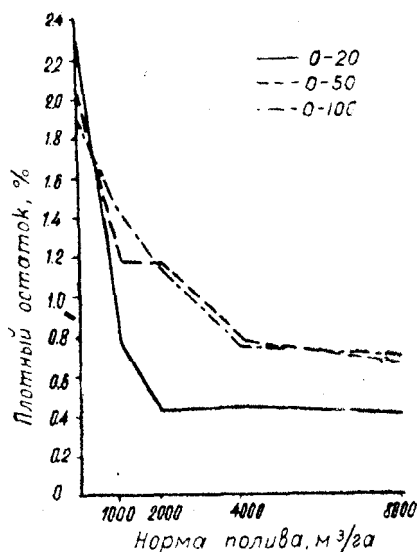


Рис. 37. Влияние промывки на перемещение солей (плотный остаток в %)

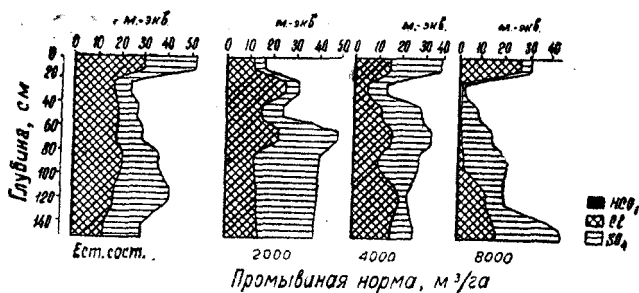


Рис. 38. Влияние промывки на передвижение солей в светлосуглинистых хлоридно-солончаковых легкоглинистых почвах в средних суглинках

разреза № 2, наиболее опресняется слой 0—20 см, сравнительно мало — слой 0—50 см и еще меньше — слой 0—100 см. В разрезе № 2 наивысшая норма поли-

ва ($6000 \text{ м}^3/\text{га}$) увеличивает содержание солей в слое 0—20 см, что может быть объяснено перемещением солей в этот горизонт вследствие последующего испарения.

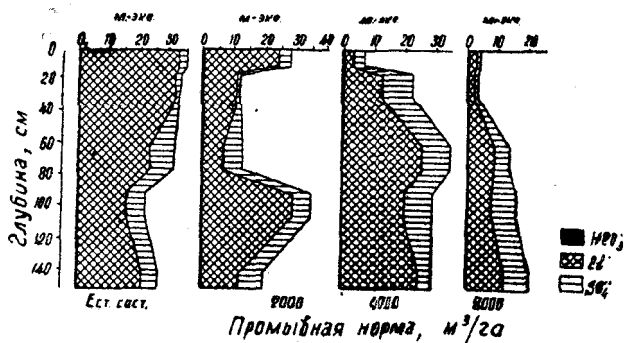


Рис. 39. Влияние промывки на передвижение солей в светлолуговых хлоридно-солончаковых тяжелосуглинистых почвах на легких глинах

2. Для светлолуговых среднесуглинистых солончаковых почв норма полива свыше 2000 м^3 на дальнейшее уменьшение (ниже 0,4%) солей в слое 0—20 см

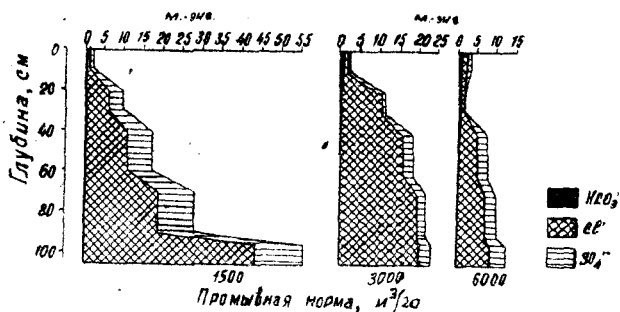


Рис. 40. Влияние промывки из передвижения солей с темноцветных луговых хлоридно-солончаковых почвах на средних суглинках

влияния не оказывает. Для слоев 0—50 и 0—100 см такой предельной нормой является $4000 \text{ м}^3/\text{га}$, выше которой уменьшения количества солей не наблюдается.

Скачки в разрезе № 6 (слои 0—50 и 0—100 см) объясняются большой и сложной комплексностью почвенного покрова. Этот участок обладает сложным комплексом едва заметных микроповышений и понижений. Это обстоятельство достаточно сильно сказывается на режиме передвижения солей.

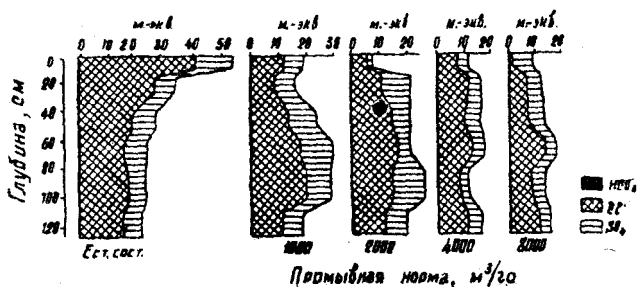


Рис. 41. Влияние промывки на передвижение солей в светло-луговых хлоридно-солончаковых средне-суглинистых почвах на сильно засоленных тяжелых суглинках

3. Все засоленные почвы Сев. Мугани очень богаты хлористыми солями, в основном в виде хлористого натрия и, частично, хлористого кальция и магния (разрез № 9). Промывкой удаляются хлористые соли и сульфаты натрия. Большие нормы полива доводят содержание хлора до минимума. Резко уменьшается отношение хлоридов к сульфатам.

Вследствие промывки заметно возрастает общая щелочность по всему профилю, в особенности в подпахотных горизонтах. Отсутствие заметной щелочности в почвах, промытых в 1939 г. и исследованных нами в 1940 г. (разрез № 7), показывает, что увеличение щелочности носит временный характер. Как указывает W. P. Kelly (1933), это положение связано с наличием карбонатов и сульфатов кальция, которое препятствует образованию соды. Вместе с тем, в этих почвах после промывки наблюдается начало процесса осолонцевания. Кроме возрастания щелочности, на это указывает и уплотнение подпахотного горизонта. Наличие углекислого и сернистого кальция препятствует образованию щелочей, в основном Na_2CO_3 . В данном случае,

как указывает К. К. Гедройц (1928), уплотнение подпахотного горизонта отчасти объясняется сильным диспергированием почв под влиянием промывки натриевых солончаков.

По К. К. Гедройцу, почва, насыщенная натрием (что имеет место при промывке натриевых солончаков), становится более коллоидальной, сильнее набухает. Сильная коллоидальность генетически является началом уплотнения. Солонцообразования на почвах Сев. Мугани полностью не происходит. Этому препятствует наличие некоторого количества кальциевых солей. Низкая растворимость гипса и довольно высокая концентрация натриевых солей (в основном хлористого натрия) способствуют образованию солонца. Но при дальнейшем рассолении такая почва, даже при высокой концентрации поглощенного натрия, постепенно переходит в нормальную почву, содержащую только поглощенный кальций и магний.

Неполное удаление растворимых солей, вследствие отсутствия дренажа и в результате постоянного подтока сильно засоленных грунтовых вод, препятствует естественному ходу образования нормальных почв.

Таким образом, почвы Сев. Мугани, в силу указанных причин, всегда претерпевают неполный цикл процессов рассоления, солонцевания и засоления. Каждый процесс, не доходя до конца, прерывается другим (следующим или опять предыдущим) процессом и образует сложные в физико-химическом отношении почвы. Обычный цикл эволюции засоленных (первоначально степных) почв на Сев. Мугани не встречается. Этот цикл искажался близостью грунтовых вод, высокой температурой и испарением, что приводит ко вторичному засолению ранее осолонцованных почв. Типичным примером этого может служить разрез № 11.

Сопоставление солевого профиля и скважности разреза (рис. 6 и 15) показывает, что солонцеватость этих почв прервалась новым подъемом солей и образованием солончака. Такие случаи часто встречаются в природе и довольно подробно охарактеризованы В. А. Ковда (1937). Этот момент в процессе засоления и рассоления местных почв, в особенности при их освоении под сельскохозяйственные культуры, играет очень важную

роль. Перекрывание одних процессов другими, особенно засоление солонцов,—процесс нежелательный. Для изменения его хода в нужную нам сторону необходимо опускать уровень грунтовых вод и полностью удалять промывные воды дренажной сетью из сферы их влияния.

У. ВЛИЯНИЕ ПРОМЫВКИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Изучалось влияние промывки на следующие физические свойства: уд. вес твердой фазы почвы (d_t), уд. вес скелета почвы (d_s), скважность (Π) и водовместимость (W).

Полученные данные позволяют сделать следующие общие замечания.

В результате промывки увеличивается удельный вес твердой фазы почвы. При этом только на светло-луговых легкоглинистых солончаковых почвах (разрез № 2) наблюдается некоторое уменьшение уд. веса твердой фазы почвы в поверхностных горизонтах. Увеличение уд. веса может быть отчасти объяснено вымыванием солей. Влияние солей на уд. вес твердой фазы почвы отмечается и Н. И. Денисовым (1935). Однако о степени этого влияния нам ничего неизвестно. Возможно и участие в этом вымывания глинистых частиц.

Наблюдающееся в ряде случаев увеличение уд. веса скелета почвы после промывки объясняется усадкой, а уменьшение—набуханием грунта.

В зависимости от этих величин изменяются скважность и водовместимость в ту или иную сторону.

Следует отметить, что макроструктурность почвы в естественном состоянии играет заметную роль в изменении физических свойств после промывки. В разрезе № 5, где обнаруживались прочные макроструктурные отделы, физические свойства изменялись незначительно. Это положение, повидимому, объясняется тем, что промывные воды не могут проникать внутрь агрегатов и не производят какого-либо изменения. В этом

разрезе большинство солей также накопилось в меж-агрегатных порах. Удаление их не очень сильно нарушает физическое состояние почв. Примерно такой же ход изменения физических свойств почв наблюдается в разрезе № 6, где также имела место структурность почвы. Разрезы № 2 и 11, как неструктурные в естественном состоянии, подвергаются достаточному заметному изменению. Удаление солей также влияет на физические свойства этих почв.

VI. НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ПО РАСЧЕТУ ПОЛИВНЫХ И ПРОМЫВНЫХ НОРМ

В расчет поливных норм в условиях Сев. Мугани входят данные полевой (капиллярно подвешенной) влагоемкости и запас влаги в момент работы. Кроме того, необходимо принимать во внимание количество усвояемой растением воды. Последнее является настоящим резервом для обеспечения растения водой. Количество усвояемой воды для корнеобитаемого слоя местных почв при капиллярной влагоемкости характеризуется следующими данными.

№ разреза	1	2	3	6	7	9	11
Колич. усвояемой воды, м ³ /га	400—600	780	750	800—1100	1200—1700	500	850

Близость грунтовых вод способствует избыточному увлажнению в условиях Сев. Мугани. Поэтому в некоторых случаях (разрезы № 1 и 6) запас влаги в момент работы превышал капиллярную влагоемкость. Это явление объясняется механическим составом почвы. Из полученных нами данных вытекает, что чем тяжелее почва, тем богаче она водой (табл. 15).

Таким образом, при вычислении поливной нормы для конкретного случая необходимо учесть запас влаги для данного времени, ибо эта величина является очень изменчивой по сравнению со всеми остальными величинами, характеризующими водные свойства почвы.

Для установления сроков полива необходимо принимать во внимание испарение с поверхности почвы и транспирацию растений.

Таблица 15

Количество усвояемой воды, запас влаги в корнеобитаемом слое почвы и механический состав почв

№ разреза	Почвы и их механический состав	Мощность корне-обитаемого слоя, см	Колич. усвояемой воды, м ³ /га	Запас влаги, м ³ /га	Колич. воды, недостающей до капиллярной влагоемкости, м ³ /га
1	Луговые, темные глинистые . . .	60	558	1652	501
6	" " " " " "	60	1140	1940	296
2	Луговые, светлые легкоглинистые	60	721	1406	739
9	" " " " " "	60	530	2107	675
7	Луговые, светлые среднесуглини-				
11	стые	60	1246	1247	735
	" " " " " "	60	1084	1875	570
5	Луговые, светлые тяжелосугли-				
	нистые	60	610	1335	753

Продолжительность полива определяется интенсивностью поглощения и проникновения воды в почву. Этот срок определяется в среднем 2—3 часами, если поддерживается постоянное давление воды при поливе. Во избежание технических затруднений во время полива данные интенсивности просачивания в наших расчетах уменьшены на 20%. При расчете нормы полива мы не учитывали количество атмосферных осадков, ибо на Сев. Мугани в летний период (период вегетации растений, осадки выпадают очень редко.

Примерные промывные нормы взяты нами в количестве удвоенной капиллярной (полевой) влагоемкости. Эта норма близка к норме, при которой мы получали наибольший эффект. Для слоя в 1 м она равняется приблизительно 4000—6000 м³/га. Например, 6000 м³/га в метровом слое солончака (разрез № 2) рассолят от 2,2 до 0,8%, а 4000 м³/га (разрез № 5)—от 2,2 до 0,6% (также солончак); 8000 м³/га заметно не увеличивают эффекта, полученного от более низких норм. При удалении промывных вод и проведении агротехнических мероприятий эффект значительно повышается.

ВЫВОДЫ

1. Засоление Сев. Мугани имеет свое начало со времени образования аллювиальных речных наносов. В дальнейшем оно увеличилось за счет приносимых аллювием и переработанных делювием солей, а со времени интенсивного орошения началось вторичное засоление. Засоление происходит в основном в результате накопления хлоридов.

2. Исследованные почвогрунты по механическому составу делятся на следующие группы:

а) Глинистые пылевато-иловатые почвы. Они залегают в восточном районе Сев. Мугани. Засоленная разность их приурочивается к повышенным элементам рельефа и богата хлоридными солями. Незасоленная разность этих почв, приуроченная к чалам, всегда осваивается под сельскохозяйственные культуры. Являясь наиболее мощными почвами Сев. Мугани, они на некоторой глубине имеют признаки бывшего заболачивания и отдельные погребенные, в большинстве случаев заболоченные, горизонты.

б) Легкоглинистые песчанисто-иловатые почвы. Большинство из них засолено, причем солончаковатые разности приурочиваются к целинам (разрез № 9), солончаки — к перелогам (разрез № 2). Они распространены в основном в средней части Сев. Мугани и местами вклиниваются в область тяжелых почв. Мощность их не очень большая. Наиболее благоприятные с точки зрения физических свойств, но засоление препятствует их освоению.

в) Тяжело- и среднесуглинистые песчанисто-иловатые и пылеватые почвы. По своим физическим свойствам

также ценные, но в большинстве случаев засолены и малоразвиты.

Существует зависимость между коллоидальной фракцией и поглощенным кальцием. С возрастанием содержания первой увеличивается содержание последнего.

3. Микроагрегаты почв Сев. Мугани характеризуются довольно водопрочными частицами размером в 0,25—0,005 мм. Величина нового коэффициента дисперсности, выведенного нами на основании этих доминирующих фракций, хорошо согласуется с механическим составом почвы. Этот коэффициент возрастает с возрастанием глинистости.

4. Основным отрицательным свойством почв Сев. Мугани является их комплексность, созданная микро-рельефом и характером напластования аллювия. Это свойство часто проявляется при проведении ряда мероприятий (орошение, промывка и т. д.).

Ввиду слабой развитости почвенных образований, слоистости и разнородности по механическому составу аллювиальных отложений, физические свойства их всецело зависят от особенностей этих отложений и, отчасти, от давности орошения.

5. По физическим свойствам почвогрунты Сев. Мугани в общем могут быть оценены как средние. Характеристика отдельных подтипов такова:

а) Все деливные почвы (разрезы № 5, 6, 9), вне зависимости от механического состава, обладают лучшими свойствами: большая влагоемкость, хорошая водопроницаемость, средняя скважность с достаточной аэрацией, меньшая уплотненность с поверхности, отсутствие уплотненного подпахотного горизонта, хорошая структурность. Но, вместе с тем, они являются быстро-водоподнимающими и засоляющимися.

б) Орошенные земли обладают несколько ухудшенными физическими свойствами. Из них все засоленные почвы (разрезы № 2, 7, 11) имеют более или менее сформировавшиеся уплотненные (осолонцованные) горизонты. Влагоемкость низкая, скважность, особенно в уплотненных горизонтах, небольшая, набухают при увлажнении, водопроницаемость плохая. Аэрация низкая, тяжелые по механическому составу разности сильно трещиноваты с поверхности. Водоподнимающая способность у них нормальная.

6. Близость грунтовых вод является основным затруднением при освоении засоленных почв Сев. Мугани. Промывка без дренажа затрудняет удаление солей из сферы питания растений. Усиленное испарение благоприятствует засолению. В некоторых случаях после промывки образуются уплотненные горизонты, мешающие нормальному развитию растений. Это наблюдается и при орошении. В последнем случае процесс, видимо, идет сравнительно медленно.

7. Установлено, что поливные нормы в $750-1000 \text{ м}^3/\text{га}$, применяемые в этих районах, увлажняют почву на глубину $50-60 \text{ см}$ и более. По нашим расчетам, для корнеобитаемого слоя поливные нормы составляют примерно такие же величины (с некоторой поправкой), но в условиях инфильтрационного полива при постоянном давлении водного слоя в 5 см . Более глубокое увлажнение рекомендовать нельзя во избежание поднятия уровня грунтовых вод и капиллярной каймы.

8. Промывные нормы в $4000-6000 \text{ м}^3/\text{га}$ вытесняют основное количество солей из метрового слоя. При этом почвы с уплотненным горизонтом вымываются плохо. Установлено, что удвоенная полевая (капиллярная) влагоемкость соответствует этим промывным нормам.

9. Установлено, что для почв Сев. Мугани величина двойной максимальной гигроскопичности не совсем соответствует коэффициенту завядания, определенному методом проростков.

ЛИТЕРАТУРА

Агапов А. И. 1937. Капиллярное давление в почвах как показатель высоты поднятия и эффективного радиуса пор. Труды лаборатории физики почв ФАИ, в. 2. Л.

Антипов-Каратаев И. Н. 1933. Комплексный метод изучения физических, химических и агрохимических свойств почв Заволжья в связи с орошением. Труды ноябрьской сессии АН СССР.

Антипов-Каратаев И. Н. 1937. Физико-химические процессы солонцеобразования. „Почвоведение“, № 6.

Антипов-Каратаев И. Н. 1939. К вопросу о генезисе иллювиальных горизонтов в солонцах. „Почвоведение“, № 7.

Астапов С. В. 1933. Определение водных свойств и коэффициента фильтрации в грунтах с ненарушенным строением методом монолитов. Труды Института гидротехники и мелиорации, № 8.

Астапов С. В. 1936. Лабораторный метод определения водных свойств почвогрунтов в целях мелиорации. Физика почв в СССР. Труды Сов. секции МАП. М.

Бер Ф. Е. 1856. „Кавказ“, № 1 и 2.

Бибарсова А. Ш. 1941. Отчет Муганского стационара сектора почвоведения АзФАН СССР за 1940г. Баку.

Богачев В. В. 1926. Геологический очерк Азербайджана. Материалы по районированию Азерб. СССР, т. 1, в. 3. Баку.

Брилинский А. 1908; 1915. Краткие сведения об орошении, колонизации и сельском хозяйстве на Мугани. Баку.

Васильев В. А. 1929. Основные предпосылки к мелиорации Муганской степи. Материалы по опытно-оросительным работам на Мугани, в. 1. Баку.

Вильямс В. Р. 1951. Собрание сочинений, т. VIII. М.

Власов В. А. 1910. К вопросу об испарении с поверхности почвы в естественном ее состоянии. „Почвоведение“, № 2.

Волобуев В. Р. 1939. О некоторых водно-физических свойствах почв Сальянской и Муганской степей. „Изв. АзФАН СССР“, № 1—2.

Волобуев В. Р. и Димо Н. А. 1937. Почвенные условия опытного участка в Северной Мугани. Труды ВАСХНИЛ, в. XXIV.

Гедройц К. К. 1928. Солонцы, их происхождение, свойства и мелиорация. Труды Носовской опытной станции, в. 46.

Гроссгейм А. А. 1939. Растительность Муганской степи. Материалы по опытно-оросительной работе на Мугани, в. 4. Баку.

Денисов Н. И. 1935. Определение пористости влажных и засоленных грунтов. „Разведка недр“, № 5.

Джеванширский Мирза Джемал. 1855. Сочинения об истории Карабаха (перевод А. Берже). „Кавказ“, № 61, 62, 63, 65, 67, 68 и 69.

Димо Н. А. Земельный фонд Кура-Араксинской низменности как объект орошения и мелиорации. Тифлис.

Долгов С. И. 1937. О формах воды в почве (сообщение 1-е). Полевая влагемкость почв. Труды ВИУА, в. 18. Физика почв. М.

Захаров С. А. 1905. Почвы северной части Муганской степи и их осолонение. СПб.

Захаров С. А. 1927. Краткий почвенно-географический очерк Азербайджана. Материалы по районированию Азерб. СССР, т. II, в. 1. Баку.

Захаров С. А. 1936. Почвы Кура-Араксинского бассейна как объект водной мелиорации. Труды ЗагНИИВХ, в. 3. Тифлис.

Иванова Е. Н. и Розанов А. Н. 1939. Классификация засоленных почв. „Почвоведение“, № 7.

Каган Т. 1940. Определение норм промывных поливов в условиях отсутствия дренажа. „Советский хлопок“, № 9.

Казин П. П. 1906. Гидрогеологические изыскания в Муганской степи. СПб.

Калинин М. Ф. 1904. Предварительное сообщение об исследованности Муганских почв. Материалы для исследования почв Муганской степи. Тифлис.

Каменецкий Е. А. 1904. Сообщение по вопросу об осолонении Муганских почв. Сборник материалов по изучению полевого хозяйства на Кавказе, в. II. Тифлис.

Карпинский Н. П. и Долгов С. И. 1930. Механический анализ почв методом пипетки. М.

Качинский Н. А. 1930. О влажности почвы и методы ее изучения. Сельхозгиз, М.—Л.

Качинский Н. А. 1931. Изучение физических свойств почвы и корневых систем растений. Сельхозгиз, М.

Качинский Н. А. 1934. Опыт агромелиоративной характеристики почв, ч. 1. Труды Сов. секции МАП, т. 3. Комиссия физики почв, № 2. М.

Качинский Н. А. 1936. Влияние формы и величины заливаемых площадей на водопроницаемость почвы, „Почвоведение“, № 1.

Качинский Н. А. Долгополова Н. Н., Осин Д. Д. 1937. Физические свойства почв равнины Богаз в Азербайджане, „Ученые записки МГУ“, в. 17. М.

Качинский Н. А. 1938. Классификация почв по механическому составу. „Почвоведение“, № 7—8.

Кин Б. А. 1933. Физические свойства почвы, М.—Л.

Ковда В. А. 1937. Солончаки и солонцы. Изд. АН СССР.

Колясев Ф. Е. 1939а. К методике измерения истинной величины испарения воды почвой (сообщение 1). Доклады ВАСХНИЛ, № 2—3.

Колясев Ф. Е. 1939б. К методике измерения истинной величины испарения воды почвой (сообщение 2), „Доклады ВАСХНИЛ“, № 15.

Коссович П. и Тулайков Н. М. 1906. Почвы Муганской степи и их осолонение в связи с орошением (краткий предварительный отчет), т. VII. СПб.

Костяков А. Н. 1932. О динамике коэффициента просачивания воды в почвогрунты и необходимости динамического подхода к его изучению в мелиоративных целях. „Почвоведение“, № 3.

Кулошвили И. С. и Нинидзе Э. К. 1936. Гидрогеология Северной Мугани. „Бюлл. ЗакНИИВХ“, № 12—13. Тифлис.

Маевский И. А. 1902. Орошение переселенческих участков на Мугани. „Изв. Кавказского отдела ИРГО“, т. XV, № 2.

Макарова А. Ф. 1939. Сравнительная оценка методов подготовки почв к микроагрегатному анализу. „Почвоведение“, № 5.

Малянов А. П. 1940. К методике расчета промывных норм. Ученые записки Саратовского ГУ им. Чернышевского, т. XV, в. 2. Геология и почвоведение.

Мартынов П. Ф. 1936. Полная влагоемкость почв и грунтов и сравнение полевых и лабораторных методов ее определения. „Ирригация и гидротехника“, № 2 и 3.

Мелик-Саркисян С. А. 1897. Муганская степь. Изд. отд. земельных улучшений. СПб.

О методе механического анализа и классификации почв по механическому составу. Постановление постоянной комиссии по классификации почв при Почвенном институте АН СССР. „Почвоведение“, 1940, № 7.

Петров Е. Г. 1927. К вопросу об изучении водопроницаемости почв. „Научно-агроном. журнал“, № 4.

Пигулевский М. Х. 1936. Основы и методы изучения физико-механических свойств почвы. Л.

Полянов Б. Б. 1932. Изменения растворов солей при их перемещениях в почве. „Природа“, № 8.

Полянов Б. Б. и Быстров С. 1932. „Почвоведение“, № 3.

Рабочев И. 1940. Способы повышения эффективности промывной нормы при освоении засоленных перелогов. „Советский хлопок“, № 9.

Розов Л. П. 1936. Мелиоративное почвоведение. Сельхозгиз, М.

Рыжов С. И. и Тихонова В. Г. 1935. Причины образования уплотненного подпахотного слоя и его влияние на водные свойства почвы. „Бюлл. Союз НИХИ“, в. 7. Ташкент.

Саваренский Ф. П. 1929а. Кура-Араксинская низменность ее грунтовые воды и процессы их засоления. „Почвоведение“, № 1—2.

Саваренский Ф. П. 1929б. Механический состав, как показатель водопроницаемости и зависимости его от дисперсных свойств грунтов. Материалы по опытно-строительным работам на Мугани, в. 3. Баку.

Саваренский Ф. П. 1931. Гидрогеологический очерк Муганской степи. Тифлис.

Севостьянов Ф. Т. 1940. К методике изучения водопроницаемости почвогрунта. „Почвоведение“, № 11.

Смирнов-Логинов В. П. 1925. Материалы по изучению физико-химических особенностей почвогрунтов Азербайджана. „Научные известия АзПИ“, в. 1, Баку.

Смирнов-Логинов В. П. 1939. Республиканское совещание при АзФАН СССР по вопросу изучения явления вторичного засоления поливных земель. „Изв. АзФАН СССР“, № 5.

Соколов С. И. 1933. К вопросу изучения водных свойств почвогрунтов Муганской степи. Труды Института гидротехники и мелиорации, т. VIII.

Страбон. 1879. География (перевод Ф. Т. Мищенко). М.

Торопов Н. 1863. Муганская степь и прежнее течение Аракса. Кавказский календарь на 1864 г. Тифлис.

Торопов Н. 1864. Еще раз о Муганской степи и о сухих каналах низовьев Аракса. „Кавказ“, № 28.

Тулайков Н. М. 1905. Механический состав почв чал и бугров Муганской степи. „Журнал опытной агрономии“, кн. 6.

Тулайков Н. М. 1906. Почвы Муганской степи и их засоление при орошении. М.

Тулайков Н. М. 1907. Муганская степь. „Землеведение“, № 1, 2.

Тюремнов С. И. 1927. Почвы Восточно-Закавказской равнины. Материалы по районированию Азерб. ССР, т. 2, в. 2. Баку.

Тюремнов С. И. 1928. Почвенно-грунтовые условия южного участка Джафарханской опытной станции и его засоление. М.

Фигуровский И. В. 1926. Климатическое районирование Азербайджана, ч. I и II, Баку.

Цункер Ф. 1937. Поведение воды в почве. Сб. „Водные свойства почвы“. Л.

Цыпленкин Е. И. 1936. К методике обработки данных полевого определения водопроницаемости. Сб. „Физика почв в СССР“. М.

Черкасов А. А. 1936 Гидротехническая мелиорация. Сельхозгиз. М.

Kelly W. P. 1933. The essential nature of alkali Soiled and methods for their reclamation. „Mezo“ gazdasagi kutatások Sigmond special number.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
I. Некоторые общие сведения	5
II. Почвенный покров	10
III. Краткая характеристика почвенного покрова исследованных участков	17
IV. Физические свойства почв	32
А. Основные физические свойства, характеризующие почвенный покров	
1. Механический и микроагрегатный состав почвы	33
2. Удельный вес скелета и твердой фазы почвы	46
3. Сквозность и аэрация	42
Б. Водно-физические свойства	
1. Водопроницаемость	46
2. Влагоемкость	46
3. Водоподъемная и испаряющая способность почвы	69
4. Глубина промачивания при различных нормах полива	77
5. Гигроскопичность и коэффициент завядания	80
6. Опыты с промывкой засоленных почв	84
V. Влияние промывки на физические свойства почв	93
VI. Некоторые данные по расчету поливных и промывных норм	95
Выводы	97
Литература	100

Бала Мамед оглы Агаев

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ СЕВЕРНОЙ МУГАНИ

Редактор издательства А. Тильман

Тех. редактор Ш. Агаева

Корректор Ж. Волкова

Подписано к печати 3/1-1956 г. Бумага $84 \times 108 \frac{1}{32} = 15 \frac{1}{8}$ бум. листа. печ. лист. 5,3; уч.-изд. лист. 5,3. ФГ 03802. Тираж 500. Заказ 265.
Цена 2 руб. 65 коп.

Типография «Красный Восток» Министерства культуры
Азербайджанской ССР. Баку, ул. Ази Асланова, 80.