

## **2.1. Регулирование водно-солевых режимов почв и управление мелиоративными процессами на орошаемых землях на фоне горизонтального дренажа**

Общие положения

Опытно-производственные пилотные участки (ОПУ) получили распространение практически по всей территории, новоосваиваемых земель бассейна Аральского моря, введенных за последние 30-35 лет.

Наибольшую плотность они получили в Голодной и Каршинской степях и низовьях рек Сырдарьи (Казахстан) и Амударьи (Хорезмская область и Каракалпакская республика).

Все водохозяйственные мероприятия, такие как вододеление, нормирование водоотведения, планирование орошения и освоение новых земель; планирование управления водой и солями, привязаны к участкам рек, где по результатам исследований ведется корректировка планов и уточнение проектных параметров. Территория этих участков более или менее идентична по природно-климатическим, геоморфологическим, гидрогеолого-мелиоративным условиям, вследствие чего легко распространить результаты исследований в пределах каждого участка рек.

Поэтому результаты исследований по пилотным проектам представляются дифференцированно по крупным зонам дренирования (массивам орошения) в привязке к водохозяйственным районам. Такими участками рек и отнесенными к ним массивам являются по бассейну р. Сырдарьи:

Верхнее течение - Ферганская долина, куда входит Андижанская, Наманганская и Ферганская области Узбекистана, Ошская и Джалалабадская Кыргызстана, Ленинабадская Таджикистана, именуемая далее - Ферганской зоной дренирования.

Среднее течение Сырдарьи - Голодная степь (новая и старая зона) орошения Узбекской и Казахской республики - объединено в Голодностепскую зону дренирования.

Нижнее течение - Чимкентская, Кызылординская области Республики Казахстан, зона дренирования низовья Сырдарьи - "Низовья Сырдарьи".

По бассейну р. Амударьи:

Верхнее течение - орошаемая зона республики Таджикистан и Сурхандарьинская область республики Узбекистан - зона дренирования верховьев Амударьи - "Верховья Амударьи".

Среднее течение - отнесены все пилотные проекты, находящиеся в Кашкадарьинской области, Каршинской степи, Бухарской области республики Узбекистан и Чарджоусский области Туркменистана, именуемые далее "Бухара-Каршинская зона дренирования".

Нижнее течение - объекты, находящиеся в Республике Каракалпакстан, Хорезмской области и Туркменистане, именуемые далее - зона дренирования низовьев Амударьи - “Низовья Амударьи”.

Привязка пилотных проектов по закрытому горизонтальному дренажу к принятым зонам дренирования приводится в табличной форме. Отдельные объекты, находящиеся вне отмеченной зоны, отнесены к той или иной группе по идентичности геолого-геоморфологических и гидрогеолого-мелиоративных условий района.

Таковыми являются пилотные проекты Чуйской долины Кыргызстана, которые анализировались в составе объектов “Ферганской зоны дренирования”, пилотные проекты Чарджоуской области Туркменистана отнесены к Бухара-Каршинской зоне дренирования; пилотные проекты, находящиеся в Бугуньском районе Южно-Казахстанской области, условно отнесены к среднему течению Сырдарьи, к Голодностепской зоне дренирования.

#### 2.1.1. Гидрогеолого-почвенно-мелиоративные характеристики опытно-пилотных участков (ОПУ).

В бассейне р. Сырдарьи выделены три крупных зоны дренирования - Ферганская, Голодностепская и низовья р. Сырдарьи. Общее описание геоморфологических гидрогеолого-почвенно-мелиоративных условий этих зон и пилотных проектов, находящихся в этих зонах (приложение 2.1) приводятся ниже:

##### **Ферганская зона дренирования.**

Ферганская долина представляет собой крупную межгорную впадину, со всех сторон ограниченную горными сооружениями Тянь-Шаня: Туркестанским и Алайским хребтами на юге, Ферганским - на востоке и Чаткало-Кураминским - на севере. Река Сырдарья делит Ферганскую долину на две асимметричные части - Северную (или правобережную) и Южную (или левобережную). На западе Ферганская котловина через узкую Ленинадскую горловину (8-10 км) постепенно сливается с Голодностепской равниной. Ленинадская горловина - единственный путь естественного оттока поверхностных вод из Ферганской долины. Характерной чертой Ферганы является зональность в построении рельефа. Зона высоких гор находится в пределах Киргизии и Таджикистана. К данной зоне примыкают высокие предгорья и полоса адыров. В юго-западной Фергане (бассейны Исфары, Соха) адыры сомкнуты в единый массив, примыкающий к высоким предгорьям. В Южной Фергане (бассейны Шахмардана и Исфайрама) адыры отделяются от высоких предгорий равнинным пространством заадырных впадин: Чимион-Аувальской и Кувасайской, в Восточной Фергане - Ош-Араванской, в Северной Фергане - Исковат-Пишкаранской, Касансайской и др. Рельеф равнинной части Ферганской котловины образован речными отложениями 2 типов - аллювием главных рек (Нарына, Карадарьи,

Сырдарьи) и конусами выноса их боковых притоков: на левобережье Соха, Исфары и слившимися конусами выноса рек Шахимардана и Исфайрамся.

В правобережной части Ферганской долины разрез на всю глубину состоит из грубообломочных пород (галечников, конгломератов) с покровом мелкозема (лессы). Подземные воды, в основном, грунтовые. В левобережной части Ферганской долины (Южной Фергане) фациально-литологический состав водоносного комплекса изменяется в направлении от высоких предгорий и адыров к Сырдарье. В полосе, примыкающей к предгорьям и адырам (головные части конуса выноса), развиты галечники и конгломераты. Далее галечники погружаются под покров суглинков и супесей и в вертикальном разрезе разделяются пластами суглинков и глин. Толщина покрова к периферии конусов выноса и в межконусных понижениях увеличивается до 40 м, а галечники замещаются песками.

В гидрогеологическом отношении левобережье Сырдарьи характеризуется наличием грунтовых вод, субнапорных и напорных. К головным частям конусов выноса приурочены исключительно грунтовые воды, в срединных частях появляются субнапорные воды и, соответственно, периферийные части конусов выноса характеризуются в вертикальном разрезе полным комплексом гидродинамических горизонтов - грунтовых, субнапорных и напорных, тесно между собой взаимосвязанных.

Своеобразие сочетаний природно-климатических и сельскохозяйственных условий определило различные группы почв Ферганской депрессии.

Географическое распределение почв носит высотно-поясной характер. Верхний пояс гор занимает дерно-буроземные почвы и их черноземовидные разновидности. В контуры основного орошаемого фонда входят только автоморфные пустынные зоны, автоморфные сероземного пояса и гидроморфные почвы.

Аutomорфные почвы пустынной зоны представлены пустынными песчаными почвами, - полужакрепленные и незакрепленные грядовые, бугристые и барханные пески. Среди них пятна пустынных песчаных почв. Степень засоления песков - 0.05 - 0.1 %, а пятен песчаных почв - 0.1- 1.5 %.

Аutomорфные почвы сероземного пояса представлены светлыми сероземами хрящеватыми - и галечниково-суглинистыми на пролювиальных скелетно-мелкоземистых и скелетных отложениях. Степень засоления - 0.3 - 0.6 %. Гидроморфные почвы пустынной зоны представлены луговыми, лугово-болотными и солончаковыми почвами. Это глинистые и суглинистые почвы на пролювиальных и аллювиальных слоистых мелкоземистых отложениях сазового и сероземного пояса. Степень засоления - 1.0 - 3.0 %.

В геоморфологическом отношении пилотные проекты закрытого дренажа расположены в межконусном понижении Исфайрам-Шахимарданском и Сохском конусах выноса (02.28 Уз.), I и II надпойменной террасе р. Сырдарьи (02.7 Уз.), на периферии Исфаринского конуса выноса (02.1 Тадж.). Два проекта (02.28 Уз.; 02.23

Уз.) размещены на территории одного хозяйства, их площадь 350 га.

Три проекта (02.5 Кырг.; 02.3. Кырг.; 02.2 Кырг.) расположены на пролювиально-аллювиальной равнине Чуйской долины, их гидрогеолого-мелиоративные условия идентичны объектам Ферганской долины.

По всей Ферганской долине развита густая коллекторно-дренажная сеть и сеть скважин вертикального дренажа. Ориентировочная величина коллекторно-дренажного стока составляет 7448 млн.м<sup>3</sup> в год (по Андижанской, Наманганской, Ферганской областям) при минерализации 2.4-3.7 г/л. Объем и качество КДС неразрывно связаны как с природными условиями (геологическими и гидрогеологическими) так и хозяйственной деятельностью и ее временным изменениями. Горизонтальный дренаж приурочен к площадям с развитым мелкоземистым покровом. В Центральной Фергане он работает в условиях напорного питания. В связи с этим здесь построено значительное количество скважин вертикального дренажа - площадные и линейные системы. Линейные системы, в основном, построены на границе зоны выклинивания подземных вод конуса выноса (Багдадский, Алтыарыкский, Риштанский и др. районы) для перехвата потока подземных вод. Несмотря на значительный объем исследований, количественные характеристики взаимосвязи грунтовых и напорных вод не установлены.

В литологическом отношении покровный мелкозем мощностью 10-15 до 20 м сложен из легких, средних и тяжелых суглинков, переслаивающихся с песками и глинами с коэффициентом фильтрации 0.3 - 0.6 м/сут и коэффициентом фильтрации глинистой прослойки 0 - 0.05 м/сут. Горизонт мощностью 5-15 м сложен, в основном, крупнозернистым песком, а реже галечниками с коэффициентом фильтрации 3-5 м/сут.

Глубина грунтовых вод колеблется от 1.5 до 3.0 м и имеет напорность. Питание грунтовых вод за счет подпитывания снизу составляет 50-1378 м<sup>3</sup>/га в год. Минерализация грунтовых вод колеблется в пределах 5-38 г/л (02.7 Уз.) до 1.2 - 5 г/л (02.1 Тадж.), а минерализация водоносного горизонта (напорного) - от 1.2 - 3 г/л (02.1 Тадж.) до 3.5 - 4.5 г/л (02.23' Уз.). По типу воды от сульфатного до хлоридно-сульфатного засоления. В отдельных зонах грунтовые воды имеют незначительное содовое засоление.

Почвы, в основном, сероземно-луговые, по мехсоставу от легких до тяжелых суглинков. По степени засоления от слабого до сильного, местами встречаются солончаки. Содержание солей в метровом слое составляет от 0.8 - 1.8 (02.7 Уз.) до 0.2 - 0.8 % (02.3 Кырг.) по типу сульфатное и хлоридно-сульфатное с повышенным содержанием гипса. Содержание хлора составляет 0.01-0.23, сульфатов - 0.47 - 0.95 % от м.с.п. (массы сухой почвы).

### **Голодностепская зона дренирования (Среднее течение р. Сырдарьи).**

По климатическим условиям Голодная степь относится к зоне полупустынь.

Особенностью климата является холодная с неустойчивой погодой зима, влажная, дождливая с неоднократными возвратами холодов весной; сухая и теплая осень, жаркое лето. Среднегодовая температура воздуха  $+14 \div 15^{\circ} \text{C}$ . Продолжительность вегетационного периода 200-230 дней с суммой активных температур 4400 - 5000<sup>0</sup> C. Количество выпадающих осадков колеблется от 234.3 до 500 мм в год, из которых 70-85 % приходится на зимне-весенний период. Испаряемость достигает 1420-1690 мм в год, т.е. намного превышает количество атмосферных осадков.

В геоморфологическом отношении пилотные проекты находятся на пролювиально-аллювиальной равнине Голодностепского плато - в Джизакском конусе выноса (02.35 Уз; 02.3 Уз.; 02.27 Уз) Хавастских конусов выноса (02.13 Уз; 02.14 Уз), группа саев и других более мелких саев Туркестанского хребта (02.12 Уз).

В литологическом строении прослеживается мощный покровный мелкозем мощностью 100-200 м, перемеживающийся (в верхней части разреза до 60 м) суглинками, глинами, супесями с маломощными слоями (1-4 м) песков.

Проницаемость покровного мелкозема (суглинка) колеблется от 0.1 до 0.6 м/сут, глины - 0.03 - 0.06 м/сут. Местами встречаются прослойки гипса на глубине 0.2-0.6 м с проницаемостью Кср. = 0.01 - 0.06 м/сут.

В гидрогеологическом отношении эти земли, в основном, относятся по классификации Д.М. Каца к “весьма слабодренированным со сложными инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями” и в силу малого коэффициента водопроницаемости мелкоземистой толщи для их освоения наиболее перспективен горизонтальный дренаж.

Глубина грунтовых вод до освоения находилась на глубине 3.5 - 20 м, а после освоения - 1.5 - 3.0 м. Минерализация грунтовых вод колеблется от 5-8 (02.13 Уз) до 40-60 г/л (02.34 Уз). В большинстве случаев колеблется в пределах 10-25 (02.35 Уз) г/л. По типу - хлоридно-сульфатные и сульфатно-хлоридные.

Неравномерное положение уровня грунтовых вод до орошения обусловило различные типы почвообразования: автоморфный - сероземы; переходный - лугово-сероземные и сероземно-луговые почвы; гидроморфный - луговые почвы. Все они имеют глубокосолончаковатый тип засоления - верхний 1.0 - 1.5 метровый слой почвогрунтов практически незасолен, а в более глубоких горизонтах содержится значительный запас солей.

Почвы по механическому составу относятся, в основном, к легким и средним суглинкам (02.35 Уз; 02.3 Уз; 02.12 Уз; 02.27 Уз; 02.14 Уз), а почвы отдельных проектов (02.34 Уз; 02.13 Уз) - средние и тяжелосуглинистые с сильно гипсированными прослойками. Объемные веса почв колеблются от 1.3 до 1.5, реже до 1.7 т/м<sup>3</sup>.

После орошения повсеместно наблюдается вторичное засоление. Степень засоления метрового слоя от пятнистого до сильнозасоленного и солончаков. Содержание солей колеблется от 0.6 - 1.57 % (02.35 Уз) до 2.2 - 2.8 % (02.3 Уз). По типу, в основном, хлоридно-сульфатные, реже сульфатно-хлоридного засоления.

Пилотные проекты (02.2 Каз.; 02.4 Каз.) расположены в Бугуньском районе Южно-Казахстанской области республики Казахстан.

Климат здесь резкоконтинентальный, характеризуется высоким термическим режимом, сухостью воздуха и незначительной облачностью. Осадки выпадают неравномерно в течение года: весной около 100 мм, что составляет 35-50 % от годовой нормы, в летне-осенний период (май-октябрь) - 135...280 мм, что не превышает 25% от годовой нормы. При среднегодовой температуре 12-13,5<sup>0</sup> С температура воздуха в июле повышается до 27-29<sup>0</sup> С. Среднедекадная температура воздуха выше 14<sup>0</sup> С сохраняется в течение 6 месяцев (середина апреля-октября). Среднемесячная скорость ветра в зимне-весенний период составляет 2.5 - 5.0 м/сек, а летом возрастает до 4-6 м/сек. Испаряемость колеблется в пределах 1200-1400 мм. Почвы ОПУ сероземные, по механическому составу тяжелосуглинистые. С глубины 3-5 м они переходят в средние суглинки, затем в тяжелые или легкие суглинки, которые залегают на гравийно-галечниковых отложениях. Средние значения коэффициента фильтрации верхнего слоя 0.35-0.8 м/сут, а гравийно-галечниковых отложений - в десятки раз больше.

Рельеф участков ровный с уклоном 0.003-0.005. Объемная масса почвогрунтов в метровом слое изменяется от 1.35 до 1.48 г/см<sup>3</sup>, а удельная находится в пределах 2.69-2.71 г/см<sup>3</sup>.

По химизму почвы и грунтовые воды относятся к хлоридно-сульфатному типу засоления с глубиной рассоления зоны аэрации (до допустимых пределов 0.3 %) 0.5, 1.0, 1.5, 2.5 м и уровнем засоления поверхностных горизонтов грунтовых вод соответственно: 13, 15.5, 10.5, 6 г/л. Уровень грунтовых вод в вегетационный период не поднимается выше 2.3 м, а в невегетационный - опускался до 3.5 м.

### **Низовья Сырдарьи (нижнее течение р. Сырдарьи).**

Зона дренирования низовьев Сырдарьи представлена только одним ОПУ (02.6 Каз.). Климат характеризуется малым количеством осадков (среднегодовая норма не превышает 210 мм), высоким термическим режимом (сумма положительных температур воздуха достигает 4800<sup>0</sup> С). Среднегодовая температура воздуха около 12<sup>0</sup> С, а относительная влажность - около 54 %, изменяясь от 31-33 % в летние месяцы до 77-82 % - в зимние.

Поверхность сложена, в основном, суглинистыми отложениями. Мощность покровных отложений составляет в среднем по участку 2.1 м с коэффициентом фильтрации 1.45 м/сут. Коэффициент фильтрации подстилающих пород, сложенных, в основном, мелкозернистыми песками мощностью до 60 м, составляет 12 м/сут. Уровень грунтовых вод до освоения залегал на глубине 4-5 м от дневной поверхности, минерализация грунтовых вод составляла, в среднем, 4.4 г/л. Химизм воды - хлоридно-сульфатный. Почвогрунты опытного участка до начала исследований имели сильную

степень засоления. Содержание солей в трехметровом слое почвогрунтов составляло 0.313 - 2.094 %, ионов хлора - 0.045 - 0.182 %, сульфатов - 0.115 - 1.195%. Среди катионов преобладали натрий - 0.032 - 0.26 % и кальций - 0.021 - 0.346 %. Тип засоления почвогрунтов - хлоридно-сульфатный. Почвы опытного участка до орошения носили черты опустынивания. Объемная масса почв составляла 1.38 - 1.51 г/см<sup>3</sup>, удельная масса - 2.62 - 2.72 г/см<sup>3</sup>, наименьшая влажность - 18.5 - 22.7 %. Коэффициент фильтрации с поверхности почвы - 0.37 м/сут.

## **Бассейн р. Амударьи.**

### ***Верховье Амударьи (Верхнее течение).***

Зона дренирования верховьев Амударьи представлена 4 проектами, расположенными в Хатлонской области Таджикистана. Они в той или иной степени характеризуют природнохозяйственные и мелиоративные особенности всей зоны верховьев.

Климат полупустынный, континентальный с очень жарким и сухим продолжительным летом и дождливой зимой. Сумма положительных температур 5165-6000<sup>0</sup> С. Среднегодовая температура воздуха 15.5 - 16.8<sup>0</sup> С. Продолжительность безморозного периода 220-234 дней. Среднегодовая сумма осадков 270-670 мм (02.6 Тадж.). Испаряемость 1500-1600 (02.5 Тадж.) до 1816 (02.6 Тадж.) мм в год.

В геоморфологическом отношении участки расположены на третьей надпойменной террасе р. Вахш (02.5 Тадж.), в междуречье Вахш-Кафирниган (02.6 Тадж.), в Яванской долине (02.7 Тадж.), в пределах плоской пролювиальной равнины р. Таирсу (02.4 Тадж.) которые представляют собой слабоволнистую равнину с уклонами поверхности 0.01-0.07.

Литология представлена мощной толщей до 50-60 м (02.6 Тадж.) суглинистых отложений с прослоями глин, супесей, песков с коэффициентом фильтрации 0.025 до 1.0 м/сут. Снизу залегают галечники с коэффициентом фильтрации до 10-20 м/сут. Грунтовые воды напорные, градиент напора 0.1 - 0.6 м. Почвы представлены от типичного серозема (02.5 Тадж.) до сероземно-лугового (02.4 Тадж.) и сформированы под воздействием грунтовых вод.

По механическому составу, в основном, средне и тяжело суглинистые почвы. Объемная и удельная масса колеблется в пределах 1.28 - 1.72 г/см<sup>3</sup>. Почвы участков засолены в той или иной степени - от незасоленных до солончаков. По типу, в основном, хлоридно-сульфатные и сульфатно-хлоридные. Практически во всех участках отмечается загипсованность почвы. Грунтовые воды залегают на глубинах 0.5-3.0 м. Минерализация ее достигает 15-20 г/л. Тип воды по химизму сульфатный, сульфатно-хлоридный, а по катионам - кальциево-натриевый.

## **Бухара-Каршинская зона дренирования.**

Данная зона представлена 5 проектами, находящимися в Каршинской степи (02.10 Уз.; 02.28' Уз.), Бухарской (02.12 Уз.) области Узбекистана и в Чарджоузской области (02.1 Турк.; 02.2 Туркм.) . По природно-климатическим условиям можно выделить три крупных территории, отличающиеся между собой: Каршинская степь, Бухарский и Чарджоузский оазисы. В Каршинской степи (новая зона орошения) климат резко-континентальный. Средняя температура июля  $30-32^{\circ}\text{C}$ , максимальная -  $47 - 50^{\circ}\text{C}$ , абсолютный минимум температуры -  $28^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовая температура  $15.8^{\circ}\text{C}$ , среднегодовая сумма осадков - 180-280 мм. Относительная влажность воздуха за вегетацию 33-40 %, в июле - 18-22 %.

Безморозный период составляет 213-233 дня, с суммой температур за этот период - 4500-4800.

Годовое значение испаряемости 1600-1800 мм, в том числе за вегетационный период - 1200 - 1300 мм. Дефицит испаряемости составляет 1400 - 1500 мм.

Геоморфологически территория представлена аллювиальной и аллювиально-пролювиальной равниной дельты р. Кашкадарья, частично - пролювиальной покатой и пролювиальной расчлененной равниной.

Встречается два водоносных комплекса, между которыми существует тесная гидравлическая связь. Пьезометрические уровни водоносных комплексов либо совпадают между собой, либо различаются на 0.2...0.5 м, увеличиваясь с глубиной.

Литологически аллювиально-пролювиальная равнина сложена с поверхности покровным мелкоземом мощностью от 2.0 до 20 м, подстилающимся песками с подчиненными прослоями супесей, суглинков и, реже, прослоями глин. Пролувиальная равнина представлена, в основном, супесями, суглинками, глинами и часто с большим содержанием солей. Наиболее распространенный коэффициент фильтрации песков 10-15 м/сут, суглинков - 0.4 м/сут.

Грунтовые воды до начала освоения были практически повсеместно засолены, сульфатно-хлоридные и хлоридно- сульфатного состава, с минерализацией более 10-16 г/л, с наиболее распространенными глубинами залегания более 5 м.

До начала освоения незасоленные и слабозасоленные почвы занимали 70 % площадей Чарагылского понижения Каршинской степи, где находится ОПУ (02.10 Уз.) . Участок представляет собой плоскую поверхность, заглубленную по отношению к прилегающей равнине на 3-5 м и более. Сложен он отложениями суглинков с прослоями глин и песков мощностью до 3 м. Почвы переходного типа почвообразования в различных условиях грунтового увлажнения и разной степени засоления - лугово-пустынные, лугово-такырные и др.

Водопроницаемость почв колеблется от 9-14 до 20 мм/час. Предельно - полевая влагоемкость почв (верхнего метра) варьирует в диапазоне - 13.1 - 16.5 % объема (для легких) и 25 - 27.7 % объема ( для тяжелых и средних). В днище и периферийной части

понижения развиты солончаки (остаточные и типичные), преимущественно тяжело- и среднесуглинистого механического состава, подстилаемые супесями и песками.

Бухарский оазис представлен пилотным проектом 02.25. Уз., расположенным в Алатском районе Бухарской области Узбекистана.

Климат определяется, в значительной степени, близлежащей пустыней Кзыл-Кум и характеризуется знойным летом, сравнительно холодной зимой, малым количеством осадков и обилием солнечных дней. Среднегодовая температура  $14.8^{\circ}\text{C}$  при абсолютном максимуме летом  $48^{\circ}\text{C}$  и минимуме зимой -  $28^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность безморозного периода 213-214 дней. Самый жаркий месяц июль ( $28-29^{\circ}\text{C}$ ), самый холодный январь ( $-1.5 - 4^{\circ}\text{C}$ ). среднемесячная температура воздуха за вегетационный период около  $22.8 - 24.4^{\circ}\text{C}$ . Сумма положительных температур вегетационного периода колеблется в пределах  $4680.7 - 4794^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовая сумма осадков, выпадающих в Каракумском оазисе не превышает 114 - 125 мм. Большая часть осадков выпадает в невегетационный период (70-75 %).

Испаряемость за вегетационный период составляет 1350 мм. Для оазиса характерна повышенная ветровая деятельность, только 16-17 дней в году бывают безветренными. Характерно возникновение суховеев, гармсилей, случающихся в течение 3 месяцев.

В геоморфологическом отношении объект расположен на второй континентальной дельте р. Зарафшан с уклоном поверхности 0.0002 - 0.0003.

Почва, в основном, лугово-пустынная, по механическому составу представлена переслаиванием супесей, суглинков, глин с коэффициентом фильтрации - 0 - 0.1 - 0.4 м/сут. Земли, в основном, слабо и незасоленные с минерализацией грунтовых вод от 2 до 15 г/л (до 80 % площадей).

Чарджоузский оазис представлен двумя проектами (02.1 Турк.; 02.2 Турк.), расположенными в Чарджоуской области Туркменистана.

Климат в месте расположения объектов континентальный и засушливый. Сумма эффективных температур (выше  $+10^{\circ}\text{C}$ ) составляет 4900 - 5000 $^{\circ}\text{C}$ . Относительная влажность воздуха в зимнее время находится в пределах 70 - 80 %, в летнее не превышает 30 - 45 %. Скорость ветра 2.5 - 3.5 м/сек. Испаряемость с водной поверхности - 1510 мм в год.

Количество атмосферных осадков не превышает 140 мм. Рельеф местности ровный, уклон равен 0.00023. Верхний слой почвогрунтов сложен суглинками и супесями, имеет мощность 1.5 - 2.5 м. Коэффициент фильтрации составляет около 1.0 м/сут. Подстилаются мелкоземы средне- и крупнозернистым песком с коэффициентом фильтрации 15-20 м/сут. Мощность подстилающего слоя 30-50 м, ниже залегают неогеновые отложения, которые являются водоупором. Уровень грунтовых вод залегают на глубине 1.2 - 1.5 м весной и 1.8 - 2.5 м в весенне-зимнее время.

Минерализация грунтовых вод объекта находилась в пределах 5 г/л, засоленность метрового слоя почвы около 1.0 % по плотному остатку, и 0.03% - по

хлор-иону. Тип засоления - хлоридно-сульфатный.

### **Низовья Амударьи (Нижнее течение).**

Зону дренирования низовья Амударьи характеризуют 7 пилотных проектов, расположенных в Хорезмской ( 3 проекта - 02.1 Уз; 02.2 Уз.; 02.29 Уз.) области и в республике Каракалпакстан (4 проекта: 02.2' Уз.; 02.8 Уз; 02.16 Уз; 02.26 Уз). Объекты исследований в значительной степени типичны для орошаемых и новоосвоенных территорий дельтовой части бассейна р. Амударьи и отражают как природно-экологические условия региона, так и особенности орошения в условиях многослойной почвогрунтовой толщи, континентального (остро засушливого) климата и района с крайне низкой естественной дренированностью и интенсивным соленакоплением в активном слое почвы (лугово-солончаковый тип почвообразования). Среднегодовая температура воздуха равна 11-13<sup>0</sup> С, величины относительной влажности колеблются в пределах от 51 до 81 %. Зимний период минимальная температура опускается до минус 21-23<sup>0</sup> С. Продолжительность безморозного периода составляет 200-230 дней. Высокая испаряемость (1200 - 1300 мм в год) при незначительных атмосферных осадках - 80...140 мм (среднегодовые - 95 - 105 мм в год) создает высокий дефицит влажности.

В геоморфологическом отношении участки расположены на аллювиальной равнине дельты р. Амударьи. рельеф спокойный, уклон поверхности - 0.0003 - 0.0004, реже - 0.0005. Литология представлена отложениями четвертичного периода ограниченной мощности (2.0 - 10.0) мелкоземистых, суглинистых и глинистых почв, имеющих коэффициент фильтрации 0.05 - 1.5 м/сут. Покровный мелкозем подстилается тонкозернистыми песками мощностью 10-15 м с коэффициентом фильтрации от 10 до 15 м/сут.

Уровень грунтовых вод находится на глубине 1.5 - 2.5 м и вследствие чего воды активно участвуют в почвообразовательном процессе, вызывая его засоление.

В период вегетации уровень составляет 1.0 - 1.5 м, в период промывных поливов - 0.0 - 1.2 м.

Минерализация грунтовых вод в зависимости от освоенности территории, колеблется от 4 до 25 г/л по плотному остатку.

Тип засоления хлоридно-сульфатный. Почвы повсеместно подвержены засолению и по мере осуществления мелиоративных мероприятий опресняются. По типу засоление хлоридно-сульфатное.

#### **2.1.2. Общая характеристика оросительно-дренажной сети и хозяйственных условий.**

Характеристика оросительно-дренажной сети, хозяйственных условий и

конструктивные особенности построенного закрытого дренажа на пилотных участках представлена в привязке к крупным зонам (массивам) дренирования, находящимся в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи (приложение 3.1). Подробное описание конструкций закрытых дрен и их основные параметры по пилотным участкам приведены в табличной форме (приложение 3.1), поэтому здесь ограничимся более общим описанием, характерным для каждой зоны.

#### *Ферганская зона (верхнее течение Сырдарьи).*

Площади пилотных участков (02.23 Уз; 02.23' Уз; 02.3 Кирг, 02.1 Тадж.) , на которых проводились опыты по установлению эффективности мелиоративных мероприятий на фоне закрытого дренажа колеблется от 6 до 20 га. В этих хозяйствах выращивался, в основном, хлопок, а на отдельных участках (02.3 Кирг.) - сахарная свекла и люцерна. На участках, где испытывалась система закрытого дренажа, площадь колеблется от 97 га (02.7 Уз) до 1248 га (02.2 Кирг.). Выращивались хлопок, сахарная свекла, люцерна, овощи и бахчевые.

Внутрихозяйственная оросительная сеть, в основном, представлена бетонными лотками, хозяйственная и межхозяйственная - открытыми каналами в земляном русле.

Закрытые дрены представлены асбоцементными трубами диаметром 144 м (02.23' Уз; 02.23 Уз), а иногда уложены в две нитки труб. Существуют участки из гончарных, керамических и пластмассовых труб различного диаметра по сортаменту. Фильтры повсеместно состоят из песчано-гравийной смеси.

#### *Голодностепская зона (Среднее течение р. Сырдарьи).*

Направление хозяйств, где расположены пилотные проекты - хлопководческое с долей хлопка 60-70 % от общей посевной площади. Исключением является проект 02.6 Каз. на землях которого выращивался рис. Площади участков 60-180 га (02.35 Уз; 02.12 Уз.; 02.6 Каз.). Два проекта (02.27 Уз; 02.14 Уз) имеют площадь 1192 и

8218 га, соответственно, где исследовалось формирование водно-солевого режима на крупных массивах орошения.

Оросительная система характерна для вновь освоенных целинных земель Голодной степи. Каналы хозяйственного значения, в основном, облицованы, распределительная и участковая сеть состоит из бетонных лотков с КПД - 0.92-0.96.

Магистральные и межхозяйственные коллекторы открытые, полевые дрены и собиратели, в основном, закрытые. На пилотных участках применены различные конструкции дрен, материалы труб и фильтров с тем, чтобы уточнить расчетные параметры, заложенные в проекты, и распространить их на большие территории при корректировке проектов по ходу строительства.

Закрытые дрены выполнены из керамических труб диаметром 100-350 мм, длиной 0.33 - 0.6 - 1.0, уложенные на гравийно-песчаный фильтр, полиэтиленовые диаметром 100-150 мм, длиной 6-8 м, асбоцементные - диаметром 110-150 мм, длиной 3-4 м, гончарные - диаметром 150-250 мм длиной 0.33, 1.0 м с толщиной фильтровой обсыпки 10-15 см из песчано-гравийной смеси.

#### *Верховья Амударьи .*

Площадь опытно-пилотных участков колеблется от 40 (02.5 Тадж.) до 26000 га (02.7 Тадж.) Хозяйства хлопководческого и животноводческого направления. Оросительная сеть, в основном, в земляном русле - КПД магистральных и распределительных каналов в среднем 0.83. Внутрихозяйственная сеть лотковая с КПД - 0.84, удельная протяженность 76.2 пм/га. Закрытые дрены из поливинилхлоридных (ПВХ) и керамических труб, трубофильтров Т-150 и Ду - 200-300 м с песчано-гравийными фильтрами (02.4 Тадж. и 02.6 Тадж.) керамических, асбоцементных труб с песчано-гравийными фильтрами (02.5 Тадж.). Глубина заложения дрен варьирует в пределах 1.6 - 3.5 м, междреннее расстояние 60-340 м, удельная протяженность - 37.8 - 84 м/га.

#### *Бухара-Каршинская зона (Среднее течение р. Амударьи).*

Основное направление хозяйств хлопководческое с очень высокой хлопковостью - до 80 % (02.25 Уз) орошаемых площадей. Площади участка от 50 до 145 тыс/га. Внутрихозяйственная сеть состоит обычно из бетонных лотков с КПД 0.96 - 0.98. Межхозяйственные и магистральные каналы на староорошаемых землях (Бухарская и Чарджоузская области) земляные, на новоосвоенных землях (Каршинская степь), как правило, облицованы монолитным бетоном, уложены на полиэтиленовую пленку (КПД - 0.96 - 0.97).

Дренажная система представлена открытыми магистральными, межхозяйственными и внутрихозяйственными коллекторами и дренами. Закрытые дрены на опытно-пилотных участках, в основном, из гончарных труб диаметром 200 - 250 мм, с гравийнопесчаной обсыпкой (Каршинская степь), реже пластмассовые гофрированные с защитно-фильтрующей обмоткой (02.25 Уз), с песчано-гравийной обсыпкой. В этой зоне впервые испытан вакуумный дренаж (02.2 Турк.), сочетающий в себе действие двух типов дренажа - горизонтального, когда система работает самотеком и вертикального - когда дренажный сток отводится при помощи насоса. Испытывались безуклонные дрены (02.2 Турк.) с подтопленными устьями.

#### *Низовья Амударьи .*

Основные направления хозяйств, расположенные в низовьях Амударьи - хлопководческо-рисово-животноводческое. Площади пилотных проектов колеблются от 45 га (02.16 Уз) до 26.5 тыс.га (02.2 Уз). В этой зоне в отсутствия систематического дренажа добивались снижения засоленности грузными поливными нормами (2000-2500 м<sup>3</sup>/га) в 2-3 такта при общей оросительной норме брутто 11-13 тыс. м<sup>3</sup>/га и обязательных весенних промывных поливах нормами от 4 до 7 тыс.м<sup>3</sup>/га, выполняемых в 2-3 последовательных полива. Урожай хлопка-сырца, получаемый при этом, был на уровне 15-22 ц/га, риса - 35-37 ц/га. Оросительные каналы, в основном, проложены по земляному руслу, отчего происходят большие потери воды; КПД системы 0.56, внутривозделанных - 0.65, межхозяйственных и магистральных каналов 0.85 - 0.92.

Внутривозделанная сеть отдельных проектов, расположенных на вновь освоенных территориях, состоит из лотковой сети с КПД 0.86 (02.1 Уз; 02.29 Уз).

Дренажная сеть состоит из закрытых дрен (полевые дрены) различных конструкций (для установления их эффективности) и открытых коллекторов. Коллекторная сеть открытого типа находится в запущенном состоянии и не в силах обеспечить необходимый отвод грунтовых вод, хотя удельная длина достигла 30-35 м/га.

Глубина коллекторов межхозяйственного назначения изменяется в пределах 2.5 - 3.5 м, внутривозделанных дрен и собирателей - 1.8 - 2.0 м и редко доходит до 2.5 м.

На пилотных участках с целью апробации различных материалов труб и фильтров для закрытого дренажа, были изучены различные варианты конструктивных элементов:

асбоцементные пескобетонные и керамические трубы фабрично-заводских стандартов с фильтрами из песка и щебня (02.20 Уз; 02.8 Уз);

пластмассовые гофрированные трубы с использованием гравийно-песчаной смеси, (02.8 Уз; 02.29 Уз; 02.1 Уз) с фильтром из нетканного искусственного материала с дополнительной песчаной обсыпкой из местного песка;

гончарные и бетонные трубы (02.1 Уз) с круговой песчаной обсыпкой. Диаметры труб 125, 200 мм (02.1 Уз), 300 мм (02.8 Уз). Глубина первичных дрен 1.5 - 2 - 3 м (02.20 Уз), 1.8 м (02.29 Уз), 1.3 - 1.6 м (02.1 Уз), 2.1 - 2.7 м (02.8 Уз). Междреннее расстояние 400 м (02.8 Уз) 150 - 300 м (02.20 Уз), 100 м (02.29 Уз), 40-60 м (02.1 Уз).

### 2.1.3. Режим орошения, водоподачи и формирование дренажного стока.

Анализ представленных материалов исследований показывает, что формирование дренажного стока во времени, качественные и количественные его характеристики зависят от природных, инженерно-мелиоративных и агро-мелиоративных условий территории пилотных проектов.

К природным условиям относятся: литологический разрез, мощность и водопроницаемость покровных мелкоземов, первичная засоленность почвогрунтов и

минерализация грунтовых вод, условия питания, напорность подземных вод и др.

К инженерно-мелиоративным - конструкции дренажа, размещение в плане, правильная эксплуатация всех элементов дренажной сети, организация своевременного отвода и использования собираемой воды.

К агро-мелиоративным относятся - своевременное и качественное проведение планировок и промывок, режим орошения и водоподачи, система обработки севооборотов, внесения удобрений и др.

Оценка факторов определяет принадлежность территорий участков к той или иной зоне дренирования и дает возможность дифференцированно установить количественные и качественные характеристики дренажного стока. При прочих равных условиях дренажный сток зависит от режима орошения с/х культур и водоподачи на промывные поливы (приложение 4.1).

Режим орошения и водоподачи на пилотных участках принят идентичным с хозяйствами, где расположены участки. Специальных режимов орошения не практиковалось и в хозяйственную деятельность не вмешивались, поэтому величина водоподачи колебалась в больших пределах в зависимости от организационно-хозяйственных условий и водообеспеченности территорий. Водоподача, осредненная по зонам дренирования, изменялась в пределах 6.5 - 13.6 тыс.м<sup>3</sup>/га на хлопковом севообороте и 21-33 тыс. м<sup>3</sup>/га - на рисовом (табл. 2.1).

Таблица 2.1

**ОСРЕДНЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЕЛИОРАТИВНОГО РЕЖИМА НА ПИЛОТНЫХ УЧАСТКАХ  
ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА.**

Показатели мелиоративного режима		Пределы изменения показателей по зонам дренирования					
		Бассейн р. Амударьи			Бассейн р. Сырдарьи		
		Верховья р. Амударьи	Бухара-Каршинская	Низовья р. Амударьи	Ферганская	Голодностепская	Низовья р. Сырдарьи
1	2	3	4	5	6	7	
Водоподача тыс.м <sup>3</sup> /год		8.8 - 9.4	9.1 - 9.9	10.4 - 13.6 (20.2-33.6)	6.4 - 9.3	6.9 - 9.9 (21.0 - 27.5)	- (17.0 - 25.0)
Дренажный сток тыс.м <sup>3</sup> /год		1.9 - 3.0	1.5 - 4.1	5.4 - 7.4 (6.3 - 13.5)	2.6 - 3.6	1.7 - 2.7 (2.5 - 8.9)	- (2.1 - 7.3)
Д/В		0.29 - 0.32	0.19 - 0.23	0.37 - 0.48 (0.29 - 0.47)	0.32 - 0.43	0.25 - 0.29	- (0.12 - 0.32)
Минерализация дренажного стока г/л		4.96-7.77	1.9-21.4	4.13-13.7 (1.4 - 6.9)	4.5 - 13.6	9.6 - 23.4 (6.6 - 15.5)	- (2.2 - 3.2)
Минерализация грунтовых вод, г/л	Исходная	8.0 - 17.67	23.0 - 25.0	8.17 - 14.17 (8.4 - 27.3)	5.66-19.0	13.25 - 32.5 ((22.2 - 32.0)	- (4.4)
	Конечная	3.16 - 12.0	2.4 - 8.33	3.77 - 4.28 (6.3 - 9.5)	4.76 - 8.8	7.66 - 11.0 (3.5 - 6.5)	- (2.3)
Минерализация дренажного стока, г/л	Исходная	7.5	12.67	8.03 -	8.16	18.0 -	- -
	Конечная	4.97	7.25	5.6 (5.15)	3.8	9.5 -	- -

Примечание: Цифры в скобках относятся к рисовым системам.

В зависимости от водоподачи дренажный сток колебался в пределах 1.5 - 7.4 тыс. м<sup>3</sup>/га на хлопковом и 2.5 - 13.5 тыс.м<sup>3</sup>/га - на рисовом севообороте.

Изменение качества (минерализации) и количества дренажного стока, изменение минерализации грунтовых вод в первом приближении характеризуется величиной доли дренажного стока в объеме водоподачи, т.е. отношением Д/В. Чем больше эта величина, тем интенсивнее идет снижение минерализации грунтовых вод, рассоление дренажного стока и вынос солей из активного слоя водосолеобмена.

Изменение величины отношения Д/В на пилотных участках и соответствующие ей показатели мелиоративного режима приведены в приложении 3.

Отношение Д/В изменяется в больших пределах от 0.11 - 0.20 до 0.5 - 0.6 в зависимости от освоенности территорий, наличия и типа дренажа, гидрогеолого-мелиоративных и водохозяйственных условий участков. Относительно большие величины 0.4 - 0.6 наблюдаются на участках, где подземные воды имеют напорность (Ферганская и Чуйская долины). На этих территориях дренажный сток формируется не только из фильтрационного питания грунтовых вод, но и притоков подземных вод со стороны и из нижних водоносных горизонтов.

В зонах дренирования низовьев Амударьи величина этого показателя также больше (0.41 - 0.57) чем в других зонах, несмотря на отсутствие напорности в подземных водах. Но это объясняется большим объемом водоподачи из-за повышенного засоления почв и плохой техники полива (полив затоплением на малонаклонных территориях). Этот показатель несколько меньше на рисовых системах за счет большой оросительной нормы риса и постоянного сброса с рисовых полей, обеспечивающего проточность воды в чеках.

При осреднении величина этого отношения по зонам дренирования (табл. 2.1.) несколько сглаживается, но тенденция изменения по природно-хозяйственным зонам сохраняется.

#### 2.1.4. Изменение минерализации дренажного стока.

Минерализация дренажного стока является одним из основных показателей оценки мелиоративного состояния земель, по изменениям которой оценивается интенсивность рассоления почв и процесс (объем) выносимых солей за пределы территории, кроме того он определяет объем при вносе солей в речной сток.

Изменения минерализации дренажного стока зависят от минерализации грунтовых вод, солевого профиля почвогрунтов и объема проводимых мелиоративных мероприятий (режим орошения с/х культур, промывные поливы, работа дренажа и почвенно-мелиоративные условия орошаемых земель).

При принятом режиме орошения и агротехнических мероприятий на фоне закрытого дренажа минерализация грунтовых вод значительно уменьшилась повсеместно. За 4 - 10 лет эксплуатации закрытого дренажа минерализация

уменьшилась в 2-3 раза в зависимости от исходного ее уровня. Причем, интенсивное опреснение происходило в первые 2-5 лет эксплуатации, а в последующие годы изменение происходило медленнее (табл. 2.1.) и минерализация практически снизилась до хозяйственно-приемлемого уровня ( 4-8 г/л). Анализ осредненных данных по зонам дренирования показывает, что дренажный сток также опреснился. За период исследований минерализация дренажного стока уменьшилась в 1.5 - 2.0 раза в зависимости от исходной ее величины (рис. 2.1.) Более детальные характеристики в разрезе пилотных проектов, расположенных в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи, приведены в приложении 3.

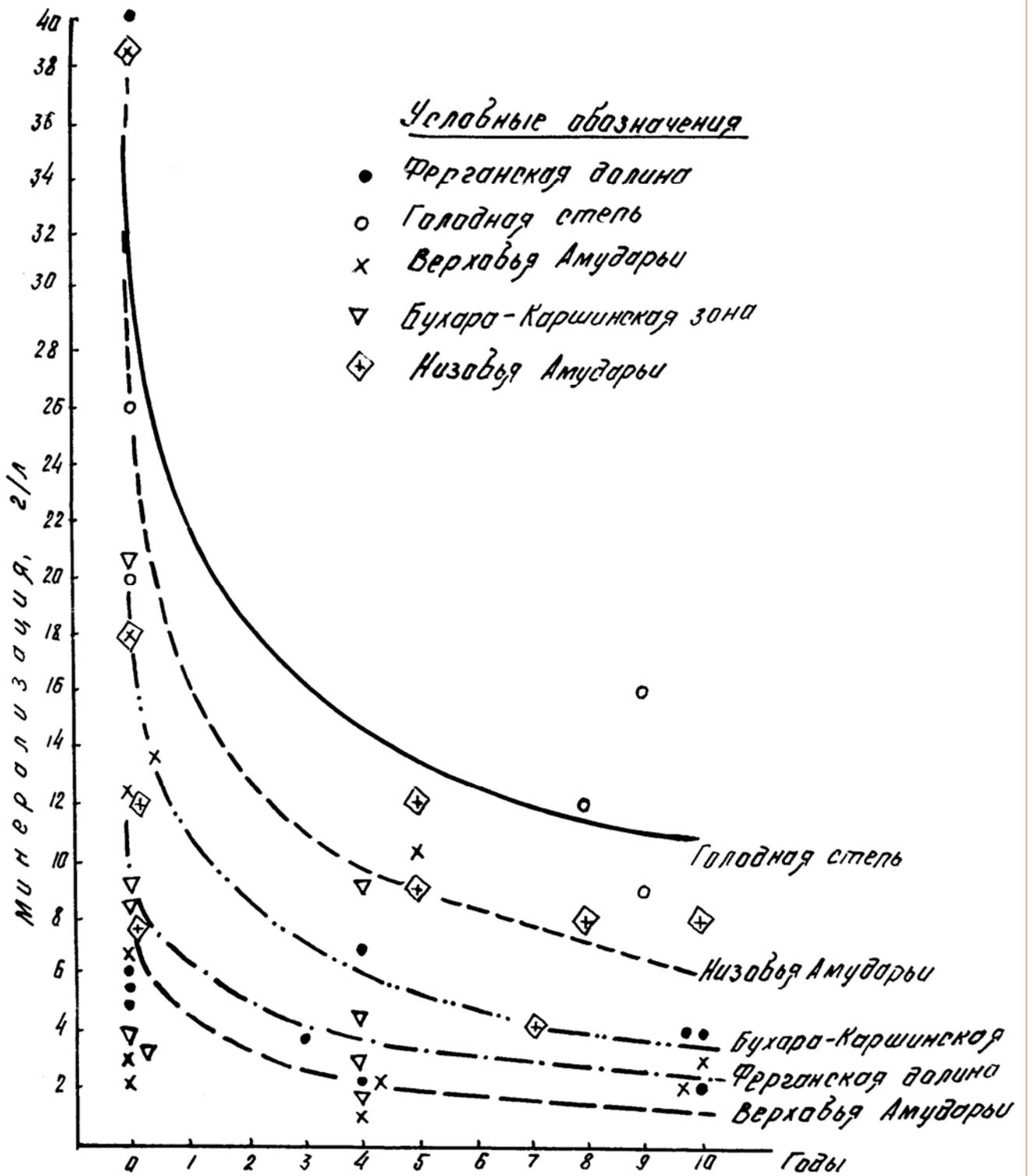


Рис. 2.1. Изменение минерализации дренажного стока по зонам дренирования.

по данным пилотных участков

На наиболее детально и продолжительно изученных объектах, таких как Ферганская область (участок хозяйства Ниязова) за 10 лет грунтовые воды опреснились с 9.03 до 4.85, в том числе по хлору с 0.245 до 0.075 г/л, дренажные воды - с 6.11 до 4.017 в том числе по хлору с 0.167 до 0.07 г/л.

На участке Бувайдинского района (02.7. Уз) грунтовые воды за 10 лет опреснились с 5-38 до 5-10 г/л, а дренажные воды - с 5.5-10 до 2-4 г/л.

В Хорезмской области (02.20 Уз) за 3.5 года работы дренажа минерализация грунтовых вод снизилась с 8.8 до 3.5 г/л.

В Голодной степи на участках совхоза №6 (02.35 Уз) южная часть совхоза в первом опытно-производственном участке площадью 60.0 га за 9 лет грунтовые воды опреснились с 20-45 до 15-19 г/л, дренажные воды - с 44.8 до 16.1 г/л. Центральная часть совхоза на втором опытно-производственном участке площадью 150 га за 9 лет грунтовые воды опреснились с 25-30 до 11-11.2, дренажные воды с 26 до 9.1 г/л. Северная часть совхоза на третьем опытном участке (площадью 200 га) за 8 лет грунтовые воды опреснились с 25-30 до 12-16 г/л, дренажные воды - с 19.8 до 12.1 г/л.

В Бухарской области (02.25 Уз) минерализация дренажного стока за 4 года уменьшилась на сильно-засоленных почвах с 20.0 - 52.02 г/л до 9.4-8.5 г/л; на менее засоленных почвах - с 9.4 - 8.5 г/л до 2.5 - 4.0 г/л. Площади грунтовых вод с минерализацией до 5 г/л увеличились более чем в 3 раза, с 23 до 76 га, площади с минерализацией более 20 г/л уменьшились более чем в 2.7 раза, с 127 до 48 га.

2.1.5. Влияние дренажа на водно-солевой режим почвогрунтов зоны аэрации и зоны насыщения.

Формирование водно-солевого режима почво-грунтов зависит от природно-хозяйственных условий объекта, отличающихся по регионам и работы дренажа, который создает условия для осуществления промывного режима орошения.

### **Ферганская зона.**

На участке закрытого дренажа (02.7 Уз) на фоне удовлетворительной работы дренажа (среднегодовой дренажный модуль - 0.16 - 0.21 л/сек га) и хозяйственного режима (оросительная норма 8480 - 11500 м<sup>3</sup>/га) происходит рассоление почв зоны аэрации. Так в 1978 году (начало исследования) почти половина земель (45 из 97 га) были сильно засолены; 32.3 га - средне-засоленные, 10 га - солончаки. К 1986 году на ОПУ 67.2 га земель перешли в незасоленные, 19.2 га - в слабо-засоленные, а 25.4 га сохранились средне-засоленными.

На промытых почвах поддержание солевого режима или дальнейшее рассоление проводится эксплуатационными промывными и влагозарядковыми поливами.

Проведенные многовариантные опыты (02.23 Уз) в Центральной Фергане по различным технологическим схемам (промывки по полям и бороздам) и промывной нормой 1500-2500 м<sup>3</sup>/га показали, что вымыв солей из метрового слоя составляет от 16.4 до 30 % от исходного содержания солей. Количество хлор-иона после промывных поливов на всех вариантах опыта в метровом слое не превышает 0.004 - 0.007 % (ниже ПДК), что обеспечивает получение полноценных всходов хлопчатника. Однако за вегетационный период (1986, 1987, 1988 годы) несмотря на то, что по вариантам опыта были проведены поливы с оросительной нормой от 2870 до 3865 м<sup>3</sup>/га, идет медленная реставрация засоления.

Установлено, что для условий Центральной Ферганы с относительно близким залеганием уровня грунтовых вод (1.5 - 2.2 м) дальнейшего рассоления слабозасоленных почв можно достичь путем проведения влагозарядковых поливов, эксплуатационных промывок нормой 1.5 - 2.5 тыс. м<sup>3</sup>/га и проведения не менее 3-4 вегетационных поливов с оросительной нормой 3.5 - 4 тыс. м<sup>3</sup>/га. Лучшими сроками проведения влагозарядковых поливов является март, а эксплуатационных промывок - январь и февраль.

Три пилотные проекта (02.1 Тадж.; 02.2 Тадж.; 02.3 Тадж.) Таджикистана расположены в Исфара-Лякканской долине, являющейся частью Ферганской долины.

Основной целью проектов являлось установление гидрогеологических параметров и причин ухудшения мелиоративного состояния земель, разработка мелиоративных мероприятий и установление эффективности различных типов (горизонтальный, вертикальный и комбинированный) дренажа и их конструкций. Эффективность дренажа рассматривалась с точки зрения перехвата подземного потока и понижения уровня грунтовых вод. Вопросы солевого режима в представленных проектах практически не освещались.

В идентичных природных и геолого-литологических условиях Чуйской долины на фоне орошения дождеванием (02.3 Кырг.) при отсутствии (в первые два года) или незначительной величине (164-585 м<sup>3</sup>/га последние три года) промывного режима орошения, засоленность почвогрунтов по горизонтам 0-100, 100-200 см, 200-300 см существенно не изменилась. Так, за этот период содержание токсичных солей в слое 0-100 см колебалось от 0.135 до 0.228 % мсп т.е. при поддержании влажности почвы не превышающей ППВ, тенденции к рассолению или засолению не наблюдалось, содержание токсичных солей к осени пятого года исследований в горизонте 100-200 см равнялось 0,185 % мсп, в горизонтах 200-300 см - 0.212 % мсп и в горизонте 300-350 см - 0.204 % мсп. Аналогичная тенденция солевого режима наблюдается на другом участке (02.2. Кырг), где также практиковался полив дождеванием. Видимо, основным условием рассоления на фоне работы дренажа является наличие достаточной величины промывного режима орошения.

### **Голодностепская зона.**

В Голодной степи по результатам исследований, проведенных в 1969- 1970 гг. на вновь осваиваемых землях совхоза № 6 (02.27 Уз) по изменению солевого режима почв прослеживается два периода: с 1961 по 1966 гг. наблюдалось интенсивное накопление запасов минерализованных (20...50 г/л) грунтовых вод (исходное положение 3...5 м - 1540, 5 ...10 м - 6450 и более 10 м - 3922 га). Они к концу периода поднялись и залежали: 1...2 м - 2650; 2...3 м - 4804; 3...5 - 4273 и 5-10 м - 185 га.

Вследствие этого 2650 га ранее незасоленных земель выпало из севооборота по причине сильного засоления и 4675 га имели среднюю степень засоления.

С 1967 по 1972 г увеличение мощности КДС с 35.8 до 73.0 м/га обеспечило условия для создания нисходящих рассоленных токов поливной воды, что в комплексе с другими мероприятиями (промывной режим орошения, капитальные и эксплуатационные промывки и планировка земель и т.д.) отразилось на солевом режиме почв.

Солевой режим почвогрунтов складывался благоприятным. Так, в 1966 г. по хлор-иону метровая толща почвогрунтов южной части совхоза была засолена до 0.427, 100-200 см - 0.273, 0-300 см - 0.36 % мсп. В 1972 г. содержание хлор-иона значительно уменьшилось и, соответственно составило 0.032, 0.033 и 0.034 % мсп. В центральной и северной частях совхоза, если к 1966 г. содержание хлор-иона в исследуемой трехметровой толще почвогрунтов колебалось от 0.032 до 0.06 % мсп, то в 1972 г. оно уменьшилось до 0.028...0.042 % от мсп. В площадном отношении в 1966 г. средне- и сильнозасоленные земли (слой 0-100 см) составлял 52%, а в 1972 г. они уменьшились до 24.6 % за счет увеличения незасоленных и слабозасоленных земель (75.4%).

Влияние закрытого дренажа на характер формирования солевого режима почвогрунтов в процессе полива в междурье и по глубине почв изучалось на 3-х репрезентативных участках, расположенных в южной, центральной и северной частях совхоза в (02.35 Уз). В процессе вегетационных поливов происходило перераспределение солей в нижние горизонты почвогрунтов с восстановлением их, но в меньших объемах, после прекращения поливов и вегетационного периода. В междурье не отмечается четкой закономерности рассоления. В общем содержании солей (изменения составили 5...7%) и по содержанию легкоподвижного хлор-иона наблюдается наибольшее его содержание (0.04...0.075 %) в придренной зоне (6...10 м от оси дрены) в то время, как по остальной зоне междурья - 0.02...0.04 %.

Рассоление почв при возделывании риса на фоне закрытого и открытого дренажей в Шардарьинском районе (02.6 Каз.): в 1971-1976 годах годовой объем дренажного стока составил 5.3 - 7.3 тыс. м<sup>3</sup>/га при водоподаче 19.7 - 22.9 тыс.м<sup>3</sup>/га.

На ОПУ после одного года возделывания риса удалось рассолить почвогрунты и перевести их из категории сильнозасоленных в слабозасоленные. Начальные запасы солей в почвогрунтах зоны аэрации ОПУ составляли 379.2 т/га, в грунтовых водах - 310.5 т/га.

После одного года возделывания риса запасы солей в зоне аэрации уменьшились до 231.2 т/га, на участке ОГД и до 213 т/га на участке ЗГД, а после пяти лет эксплуатации ОПУ соответственно до 145.8 и 124.8 т/га. Содержание солей в грунтовых водах за этот же период увеличилось до 388.6 т/га на участке ОГД и до 374 т/га на участке ЗГД. Это свидетельствует об еще одном преимуществе закрытого дренажа перед открытыми.

Бытует мнение, что если засоление почвы исходно рассолить путем усиленной промывки и промывного режима орошения, то в последующем можно снизить водопотребление за счет отказа от промывного режима орошения и промывки и тем самым можно сэкономить оросительную воду. Такой опыт проведен на ОПУ в Бугунском районе Южно-Казахстанской области (02.2 Каз). Испытывался промывной и расчетный режим орошения для различных исходных глубин рассоления почв (0.5 - 0.7; 1.0-1.1; 1.5-1.6 и 2.5-3.0). Анализ результатов исследований показывает, что на засоленных землях, с высокой минерализацией грунтовых вод, на неизбежное применение промывного режима орошения для опреснения почвогрунтов. Без промывного режима орошения происходит соленакопление даже при глубине исходного рассоления 2.5 - 3.0 м (табл. 2.2).

Но величину промывной доли можно корректировать в сторону уменьшения путем замены профилактических промывок на влагозарядковые поливы.

### **Верховья р. Амударьи.**

Зона дренирования Верховьев р. Амударьи представлена пилотными проектами (02.4 Тадж.); 02.6 Тадж. и 02.7 Тадж.), где изучались параметры дренажа (02.6 Тадж.), промывка засоленных почв с использованием осадков на фоне горизонтального дренажа без орошения (02.4 Тадж.) и инфильтрационное питание зоны аэрации и грунтовых вод.

Таблица 2.2

**ДИНАМИКА РАССОЛЕНИЯ (ЗАСОЛЕНИЯ) ПРИ ПРОМЫВНОМ И РАСЧЕТНОМ РЕЖИМЕ  
ОРОШЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ИСХОДНЫХ ГЛУБИНАХ РАССОЛЕНИЯ.**

Исходная глубина рассоления, м (до 0.3 % плотного остатка)	Промывной режим орошения, вынос солей				Расчетный режим орошения, вынос солей			
	первый год, т/га		через три года		первый год, т/га		через три года	
	0-100 см	зона аэрации 0 - 300 см	0 - 100 см	зона аэрации 0 - 300 см	0 - 100 см	зона аэрации 0 - 300 см	0 - 100 см	зона аэрации 0 - 300 см
0.6 - 0.7	9.11	12-15	20-25	30-40	-	-	-	-
1.0 - 1.1	5-7	8-12	10-13	20-25	+(7..10)	+(10..15)	+(15..12)	+(25..30)
1.5 - 1.6	3-5	5-8	6-9	10-15	+(5..7)	+(7..10)	+(10-15)	+(15..20)
2.5-3.0	-	-	6-8	10-13	-	-	+(8..10)	+(10..15)

Примечание: Промывной режим орошения  $\frac{B + O}{\Sigma И} = 1,1..1,3$

Расчетный режим орошения  $\frac{B + O}{\Sigma И} = 0.9-1.0$

Солевой режим изучен на проекте 02.04 Тажд., где получены положительные результаты по освоению засоленных почв без капитальных промывок. Суть опыта заключается в том, что с помощью дренажа создается свободная емкость в грунте. Глубина грунтовых вод до 3.5 м и значительная сумма осадков 550-650 мм зимне-весеннего периода обеспечивает глубокую (2.5 - 3.0 м) инфильтрацию ультрапресных вод, способных обеспечить интенсивную промывку корнеобитаемого слоя почв до уровня слабо- и средnezасоленных почв при исходном содержании солей до 1.5 - 2.0 % за один период увлажнения. За два года работы дренажа в отсутствие орошения, площадь незасоленных и слабозасоленных земель составила 45-47 % от общей площади. Рассолительный процесс наиболее интенсивно протекает в слое 0-50 см за 3-4 года работы дренажа вынос солей из слоя 0-50 см составил 70-90 %, из загипсованного горизонта 75-100 см - 44-57 %, из слоя 100-150 см - 60-70 %, из нижнего слоя 150-200 см - 25-30 % при исходном засолении 1.0 - 2.0 % от веса почвы. Дальнейшее рассоление почв осуществляется уже промывным режимом орошения на фоне дренажа. Естественно, применимость такого опыта ограничивается наличием относительно больших объемов осадков в осенне-зимний период, присущим верховьям рек Сырдарья и Амударья.

### **Бухара-Каршинская.**

Изучение водно-солевого режима на фоне горизонтального дренажа в Бухара-Каршинской зоне дренирования проведено на пилотных участках 02.25 Уз, 02.28 Уз, 02.10 Уз. Натурные исследования по управлению водно-солевым режимом почв на засоленных пустынных и лугово-пустынных почвах, сформированных на аллювиальной дельте реки Зерафшан на фоне неглубокого заложения закрытых дрен, проводились на ОПУ (02.25 Уз) в Алатском районе Бухарской области в 1980 - 1994 гг. По механическому составу почв, литологии, засоленности и минерализации грунтовых вод ОПУ разделяются на два подучастка:

Первый подучасток - преобладают тяжелосуглинистые и среднесуглинистые почвы с  $K_f = 0.2 - 0.3$  м/сут, земли, в основном, средне- и сильнозасоленные, минерализация грунтовых вод от 4 до 60 г/л, глубина дрен 2.4 - 2.6 м с междренним расстоянием 80-150 м;

Второй участок, в основном, представлен легкосуглинистыми песчаными и суглинистыми почвами с  $K_f = 0.5 - 3.0$  м/сут, земли слабо- и незасоленные с минерализацией грунтовых вод от 2 до 15 г/л, глубина дрен 2.2 - 2.4 м с междренным расстоянием 300-400 м.

На участках применялся хозяйственный режим орошения с оросительной нормой 8.0 - 10.2 тыс.м<sup>3</sup>/га, а дренажный сток составил 1.6 - 2.4 тыс.м<sup>3</sup>/га и был

обеспечен промывной режим орошения.

Анализ материалов четырехлетних исследований по регулированию водно-солевого режима позволили установить, что принятые параметры дренажа и промывной режим орошения обеспечивают устойчивое рассоление почв, зоны аэрации и верхнего слоя грунтовых вод.

При соотношении Д/В равном 0.19 - 0.23, площади средне- и сильнозасоленных почв сократились в 3.5 раза, солончаки исчезли вообще, вынос солей с сильнозасоленных земель (подучастков) составил за четыре года 274 т/га, на подучастке 2, менее засоленном, темпы выноса солей меньше, однако и они составляют в среднем 27.7 т/га в год. Рассоление почвогрунтов происходило интенсивно в первые 3 года создания промывного режима на фоне дренажа и промывки. За этот период сильнозасоленные почвогрунты перешли в слабозасоленные и незасоленные категории.

Улучшение управления водно-солевым режимом почв на больших территориях изучался в Каршинской степи (02.28 Уз). Для этого на территории I очереди освоения Каршинской степи был выделен балансовый контур площадью 145000 га, внутри контура в различных геофильтрационных условиях выделены типовые хозяйства, где заложены участки, на которых проводились детальные наблюдения за передвижением влаги, солей, режима орошения и т.д. Анализ результатов натурных исследований позволил установить, что интенсивное освоение вызвало быстрый подъем уровней грунтовых вод, достигавший 5-7 м/год. До начала освоения 85 % земель имели глубину залегания УГВ более 5 м, глубины залегания УГВ 1-2 м отсутствовали.

За период наблюдений площади с глубиной залегания более 5 м практически исчезли, преобладающими стали площади с глубиной залегания 1-2, 2-3 м. Знаки напорного питания и его величины практически не изменились, составляя  $\pm 200 - 700 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Освоение земель под орошение вызвало существенное уменьшение засоленных земель при увеличении незасоленных с 28220 га до 58434 тыс. Рассоление почв по площади неравномерно: на аллювиальной равнине с двухслойным строением почвогрунтов и невысоким содержанием солей по глубине, в основном, произошло рассоление почв, в зоне с огромными запасами солей на большую глубину засоление почв даже усилилось (с/х 9, 10, 11): солевой максимум переместился к поверхности (45 - 100 т/га), размещаясь в первом метре от поверхности земли (89.6 - 162.4 т/га). Несмотря на то, что среднегодовой уровень грунтовых вод составляет 2.83 м при минерализации более 20 г/л земли с/х 11 остались средне- и сильнозасоленными.

Совершенствование критериев оценки доступности почвенной влаги, обеспечивающее достоверное управление водно-солевым режимом засоленных и подверженных засолению почв, изучено в совхозе 11 Каршинской степи (02.10 Уз). Исследования заключались в постановке полевых исследований водного и солевого режима, капиллярно-сорбционным потенциалом почвенной влаги, минерализацией почвенных растворов и грунтовых вод. С этой целью на территории хозяйств были

заложены 2 опытно-производственных участка площадью 25 га, на которых проводились регулярные режимные наблюдения.

Получены фактические материалы по динамике влажности при поливах и в межполивные периоды, а также капиллярно-сорбционному и осмотическому давлению почвенного раствора. Полученные результаты имеют теоретическое и практическое значение. Расчеты суммарного потенциала почвенной влаги показывают, что в течение всего периода наблюдений в легкодоступной форме они находятся в корнеобитаемом слое лишь в короткие моменты во время поливов. В течение трех-десяти дней влага в средне-доступном состоянии сохраняется на глубине 25-75 см, а затем, по мере иссушения, переходит в категорию труднодоступной и недоступной для растений. Фактически, межполивные периоды, составляющие от 20 до 30 дней, являются завышенными. Межполивные периоды при освоении подобных земель должны быть уменьшены до 10, максимум до 15 дней. Практикуемые нормы поливов (800 - 2300 м<sup>3</sup>/га) при годовой оросительной норме вегетационного периода 4000 - 5000 м<sup>3</sup>/га являются недостаточными.

Сопоставление величин капиллярно-сорбционного потенциала с величиной осмотического потенциала показывают, что преобладающее значение имеет осмотический потенциал.

По мере опреснения земель вегетационными поливами, составляющие суммарного потенциала становятся равнозначными.

### **Низовья р. Амударьи.**

Зона дренирования низовьев Амударьи имеет свои природные, экологические и водохозяйственные особенности.

Динамика водно-солевого режима на орошаемых участках с систематическим дренажем (закрытым) разных глубин, междренних расстояний и конструктивных деталей изучена на пилотном участке 02.20 Уз (Янгиарыкский район Хорезмской области).

Литология участка представлена многослойной толщей четвертичного периода (1.5 - 2.5 м) мелкоземистых, суглинистых и глинистых почв, имеющих  $K_f = 0.14 - 40$  м/сут. Содержание воднорастворимых солей, в среднем по участку, в пахотном слое - 2.8 % от массы почвы, а по хлор-иону - 1.0 %. Почвы относятся к категории сильного засоления и солончакам.

На фоне закрытого горизонтального дренажа удалось создать высокий темп рассоления почвогрунтов при промывках и промывном режиме орошения. По данным солевой съемки за 4 года работы закрытого дренажа из общего содержания солей в метровом слое порядка 232 т/га вынесены 180 т/га. При этом первый год - около 108 т/га, второй - 30 т/га. В то же время, темп рассоления по иону хлора был очень высоким и после первого года достигнут допустимый предел солесодержания; активная зона

водо-солеобмена, величина которой для условий двух и многослойных отложений с незначительной мощностью (1.5 - 2.5 м), в которую врезаются крупные каналы, изменяется в пределах 35-50 м; зона влияния закрытого дренажа распространяется до 250-300 м за его пределами и до 35 - 50 м по вертикали, создавая восходящий приток воды и солей снизу при отсутствии полива на участке. При этом из общего объема солей, выносимых с участка, 55 - 65 % приходится на нижележащие горизонты, что очень важно при выборе параметров дренажа и проектировании мелиоративных систем. Главным результатом научных исследований по участку является сокращение годовой нормы водопотребления поля (брутто) до 17-18 тыс. м<sup>3</sup>/га, против 23 - 25 тыс. м<sup>3</sup>/га при КПД - 0.56. Сокращение годовой нормы водопотребления достигалось за счет отказа от грузных эксплуатационных промывок нормой до 7.0 тыс. м<sup>3</sup>/га и замена ее на влагозарядковый полив.

Формирование водно-солевого режима на фоне различных конструкций дренажа (02.1 Уз) изучено в колхозе им. А.Навои в Хивинском районе в 1986 - 1990 гг. в течение 5 лет. Площадь ОПУ составляет 214 га и занимает пониженную часть рельефа (озерно-болотные отложения). Земли засолены в различной степени от 0.2 до 5.20 % по плотному остатку, 0.02...0.78% по хлору и 0.104...2.47 по сульфатам. Тип засоления изменяется от сульфатного до хлоридно-сульфатного. Водно-физические свойства почвогрунтов на ОПУ имеют пеструю слоистость - от плавунных, аллювиальных песков и легких супесей до тяжелых суглинков и реже глин. Коэффициент фильтрации покровного слоя 0.3...0.6 л/сут.

В результате работы закрытого дренажа уровень грунтовых вод (УГВ) поддерживался в пределах 1.0...2.0 м (весной и в вегетационный период). С начала сентября УГВ постепенно снижается и достигает в ноябре-декабре месяце 2.5...3.5 м (перед промывкой).

Оросительная норма за вегетацию изменялась в пределах 3800 до 4500 м<sup>3</sup>/га и промывная норма от 2800 до 4500 м<sup>3</sup>/га. За период наблюдений площадь средне- и сильнозасоленных земель уменьшилась на 17-25 %, а площадь слабо- и незасоленных земель увеличилась в 2.5 - 3.5 раза при осуществлении промывок на фоне работающего дренажа с коэффициентом рассоления в 1987 году 1.37...1.88, в 1988 - 1.33...1.88, в 1989 году - 1.36...2.58. Анализ динамики режима влажности корнеобитаемого слоя показывает, что через 12-15 суток влажность снижается до пределов ниже 0.7 ППВ, через 30 суток (без полива) до 0.35...0.4 ППВ, а при подпертом режиме грунтовых вод дренажем интенсивность снижения влажности несколько ниже и не опускается даже через 30 суток ниже 0.6 ППВ (предельно-полевая влажность).

Повышение дренированности засоленных земель низовьев р. Амударьи путем строительства горизонтального дренажа сопряжено с ограничением глубины заложения дрен, обусловленным малыми уклонами территории и слабой фильтрационной устойчивостью откосов коллекторов, сложенных плавунно-аллювиальными грунтами. Влияние глубины дренажа на формирование водно-солевого режима было изучено в

Хивинском районе Хорезмской области (02.29 Уз) .

При оросительной норме 3700..4600 м<sup>3</sup>/га (вегетационный период)и промывной норме 3600...4470 м<sup>3</sup>/га, а также дренажном стоке (среднее за 3 года) 3700...5000 м<sup>3</sup>/га , происходило медленное рассоление почв.

За период наблюдений площадь средне- и сильнозасоленных земель уменьшилась на 18 %, площадь слабо- и незасоленных земель увеличилась в 2.5 раза. Темпы выноса солей за год составляют от 7.8 до 12.9 т/га при начальных запасах солей 144.2 т/га. Анализ внутригодового солевого режима показывает, что максимум засоления относится к первой декаде июля, что наносит ущерб урожайности сельхозкультур. Несмотря на высокий дренажный сток на участке наблюдается очень медленный процесс рассоления земель, причиной такого положения является очень слабый промывной режим орошения, в отдельные годы - даже непромывной.

Так, оросительная норма плюс осадки составили в 1993 г. 7300 м<sup>3</sup>/га, а суммарное испарение 8520 м<sup>3</sup>/га. Во внутригодовом разрезе непромывной режим орошения наблюдается в вегетацию, только в период промывок формируется промывной режим.

Расчеты показывают, что промывной режим орошения может быть создан, если не затягивать первый полив по сравнению с фактической потребностью на две-три недели, создавая тем самым формирование пика соленакпления к началу бутонизации хлопчатника.

Динамика водно-солевого режима при орошении и освоении на крупных орошаемых массивах, при существующих водохозяйственных, гидрогеолого-мелиоративных условиях низовьев Амударьи (респ. Каракалпакстан) за 1970 по 1996 гг. представлена в проекте 02.2 Уз. Рассматриваемая зона составляет 500 тыс.га. Основное направление хозяйств хлопководческо-рисово-животноводческое.

Широкомасштабное освоение земель под развитие хлопководческих и рисоводческих комплексов в республике было начато в 1970 году при низком техническом уровне оросительно-дренажных систем (КПД составил - 0.58); характерных для каналов с земляными руслами и открытых горизонтальных дрен и коллекторов, подверженных частому заилению, зарастанию и оплыванию откосов в процессе их эксплуатации. В этих условиях за период с 1970 по 1990 г. в республике общая орошаемая площадь утроилась, достигнув более 500 тыс в 1990 г. против 160-180 тыс га в исходном состоянии, при росте коэффициента использования земель с 0.35 до 0.45-0.50. Водозабор за этот период вырос с 4830 млн.м<sup>3</sup> в год в 1968 г. до 11000 - 12443 млн.м<sup>3</sup> в год в 1980 - 1984 г.г.

В соответствии с водозабором изменялся объем водоотведения, который составлял 680 млн.м<sup>3</sup> в год в 1968 г. и 2931 млн.м<sup>3</sup> в год в 1984 году. При этом самая высокая удельная водоподача приходится на 1970 - 1980 гг., когда ее величина изменялась в пределах 33-36 тыс.м<sup>3</sup>/га для осредненного орошаемого гектара под хлопково-рисоводческий комплекс. Удельный объем дренажного стока составил 5.5 -

8.2 тыс. м<sup>3</sup>/га и, начиная с 1983-1984 гг. после введения лимитированного водопользования наблюдается резкое снижение как общего объема водозабора и водоотведения, так и их удельных величин. В период с 1985 г. по настоящее время удельная водоподача на осредненный гектар не превышает 14-16 тыс.м<sup>3</sup>/га. При этом в 1970-1982 гг. на долю зимне-весенних промывок приходилось 8-10 тыс.м<sup>3</sup>/га (5-6 тыс. м<sup>3</sup>/га нетто).

При таком режиме водоподачи на орошаемых землях республики, особенно в северной зоне, складывался неустойчивый водно-солевой режим почв: в начальный период широкомасштабного освоения до 1975 г. при неудовлетворительной работе дренажа и отсутствии естественной дренированности, на орошаемых землях наблюдался медленный подъем уровня грунтовых вод. Скорость подъема в зависимости от КЗИ изменялась в пределах 0.3...0.5 м в год. С 1976 г. УГВ повсеместно стабилизировались на глубине 1.6 - 2.0 м в вегетацию и до 1.0 м - в зимне-весенний период. При этом на неорошаемых землях УГВ залегал несколько ниже; до 1975-76 гг. минерализация грунтовых вод на орошаемых землях повышалась за счет выноса солей из зоны аэрации, а затем постепенно снижалась до уровня 3-5 г/л. Начиная с 1980 г., минерализация грунтовых вод стабилизировалась в пределах 3-5 г/л. При этом минерализация дренажного стока была несколько ниже чем грунтовых вод и изменялась в многолетнем разрезе от 2.5 до 4.2 г/л.

Солевой режим почв складывался, в зависимости от водного режима также неустойчиво по типу сезонного накопления солей в почвенном слое.

В период зимне-весенних грузных промывок (5-6 тыс.м<sup>3</sup>/га нетто)соли из почвенного слоя вытеснялись вглубь в грунтовые воды и на неорошаемые перелог, а в конце вегетации наблюдалась реставрация засоления.

сумма солей весной

Коэффициент сезонного накопления ( ----- ) изменялась в пределах  
сумма солей осенью

0.75-0.9 г ; только на отдельных участках, обеспеченных удовлетворительной дренированностью протекало рассоление почв.

Таким образом, одним из основных условий рассоления почв является повышение искусственной дренированности территории путем строительства совершенных типов дренажа и обеспечения промывного режима орошения. Для условий низовьев Амударьи ( Каракалпакстан ) наиболее приемлемым является закрытый горизонтальный дренаж, детальные исследования которого были проведены в колхозе Халкабад Кегейлийского района (02.8 Уз) на площади 160 га. Строительство закрытого дренажа различной конструкции дало возможность:

оперативно управлять водными режимами почвогрунтов на территории опытного участка;

создать необходимую (проектную) дренированность территории 0.12 - 0.18 л/сек га против 0.17-0.27 по региону и понижение уровня грунтовых вод до оптимальных

величин;

обеспечить высокую скорость снижения уровня грунтовых вод после проведения промывных и вегетационных поливов; скорость снижения уровня грунтовых вод в зоне влияния дрен достигла 20-25 см/сут, тогда как на соседних слабодренированных территориях она составила 5-7 см/сут;

управлять темпами рассоления верхнего слоя почвогрунтов путем создания промывного режима орошения и промывки засоленных земель на опытном участке, где построен закрытый горизонтальный дренаж, на освоенных участках оросительная норма хлопчатника колеблется от 2500 до 3500 м<sup>3</sup>/га. На неосвоенных территориях был посеян рис, при этом оросительная норма риса колеблется от 22.0 до 25.0 тыс.м<sup>3</sup>/га. Норма промывных поливов составляла от 3.0 до 7.0 тыс.м<sup>3</sup>/га. Общий объем водозабора на опытном участке (без риса) колеблется от 5.5 до 10.5 тыс.м<sup>3</sup>/год против 14-16 тыс.м<sup>3</sup>/га по региону. Такой режим орошения и промывок земель на фоне закрытого дренажа создал благоприятные условия для рассоления верхнего слоя почв.

За период работы дренажа с 1985 до 1995 г. площади сильнозасоленных земель снизились с 81 га (67.5 % от общей площади) до 18.2 га (14.6 %). Также наблюдалось значительное увеличение площади незасоленных земель и за этот период она с 0 увеличилась до 26.3 га. При этом площади слабозасоленных земель остались без изменения, а площади средnezасоленных земель увеличились в 2.5 раза, от 24.0 (20%) до 65.6 га или на 52.3 % от общей площади.

Низовья р. Амударьи являются основной зоной рисосеяния в Центральной Азии.

Рассоление почв при возделывании риса на засоленных землях на фоне дренажа изучено на ОПУ, расположенном в Чимбайском (02.16 Уз) и Тахтакупырском (02.26 Уз.) районах республики Каракалпакстан.

За период орошения на рисовые поля в зависимости от сроков эксплуатации системы подано от 24.3 до 38.9 тыс. м<sup>3</sup>/га (02.16 Уз) и 21.3 - 28.0 тыс.м<sup>3</sup>/га (02.26 Уз). Максимальный гидромодуль подачи воды в период первоначального затопления чеков доходит до 7-14 л/сек (02.16 Уз), минимальный - до 0.5 - 1.0 л/сек/га.

Дренажем за период вегетации риса отводится 9.4 до 17.3 тыс.м<sup>3</sup>.

При орошении, независимо от исходного содержания солей происходит интенсивный процесс рассоления почвогрунтов. На участке 02.16 Уз при исходном содержании солей в слое 0-40 см - 2.66 % по плотному остатку и 0.99 % хлор-иону за период орошения риса оно уменьшилось до 0.69 и 0.03 % соответственно. После четырех лет орошения риса содержание солей в толще 0-3 м составило 0.23 - 0.42 % по плотному остатку и 0.02 - 0.07 по хлор-иону.

На другом участке (02.26 Уз) также за четыре года орошения риса, по сравнению с исходными (332.3 т/га), снизилось до 58.2 т/га, т.е. уменьшилось почти в 6 раз, а содержание хлора - в 8-9 раз (при исходном до 1%). Это показывает эффективность возделывания риса как культуры-освоителя при освоении сильнозасоленных почв.

#### 2.1.6. Формирование общего и частных водно-солевых балансов орошаемых земель на фоне дренажа.

Одним из основных показателей работы дренажа является усиление рассоления почв путем воздействия на изменение статей водно-солевого баланса орошаемых земель. В зависимости от количественных показателей соотношения статей балансов (структура) определяется интенсивность выноса солей из почвогрунтов. В то же время структура балансов во многом определяется природно-хозяйственными условиями объектов мелиорации (таблица 2.3).

#### **Ферганская зона.**

За период исследований на ОПУ 02.7 Уз. складывался отрицательный водный баланс. Отношение водоподдачи вместе с осадками к суммарному испарению

( $B:\sum T_p$ ) составляло 1.1 - 1.43 в годовом разрезе. В расходной части баланса превалировало суммарное испарение: 8920 м<sup>3</sup>/га (892 мм) в год (среднее за период 1978-1986 гг.). Второе место занимает дренажный сток - 5690 м<sup>3</sup>/га. При этом солевой баланс складывался также отрицательным.

Таблица 2.3

**СТРУКТУРА ВОДНО-СОЛЕВОГО БАЛАНСА НА ОПЫТНО-ПИЛОТНЫХ УЧАСТКАХ ЗАКРЫТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА ПО II НАПРАВЛЕНИЮ.**

Зона дренирования	Код ОПУ	Почвенно-климатическая зона	Гидрометеорологический район	Элементы водного баланса тыс.м <sup>3</sup> /га				Элементы солевого баланса		Баланс солей ± т/га	Рассоление почв т/га	
				Сумма приходных статей	в т.ч. водоподача	Сумма расходных статей	Дренажный сток	Приход солей	Вынос солей		метрово-го слоя	зоны аэрации
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Бассейн Сырдарьи</b>												
<b>Ферганская а</b>	02.7 Уз	Ц-II-A	V	16.2-18.6	11.5-14.0	16.4-18.5	5.1-6.1	23.0	42	-19.0	108	-
	02.1 Тадж.	Ц-II-B	VIII	-	-	-	-	39.7	19.6	+16.1	-	-
	02.2 Тадж.	Ц-II-B	IV,V	29.8-39.6	9.8-14.0	29.8-39.6	16.7-26.8	не засоленные почвы				
	02.5 Кырг.	Ц-II-B	IV	8.12-41.6	7.6-40.9	8.12-41.6	1.84-7.61	4.7-24.0	20.1-89	-(15.4-65)	69-279	-
	02.2 Кырг.	Ц-II-B	IV	4.11-10.19	1.1-3.25	4.11-10.19	0.09-16.5	60.4-75.2	54.4-73	+6..(+2.2)	-	-
<b>Голодностепская</b>	02.3 Кырг.	Ц-II-B	IV	8.59-11.81	5.02-7.59	8.59-11.81	1.41-1.71	16.2-20.9	16.2-20.9	0	-	9
	02.35 Уз	Ц-II-B	IV,V	7.8-13.6	4.5-10.92	7.9-12.8	0.12-2.7	5.4-22.1	4.7-54	+0.7..(-31.4)	-	до 57
	02.27 Уз	Ц-II-B	VI	9.07-17.3	6.8-9.0	2.38-15.31	1.3-2.97	9.6-27.8	15.7-51.6	-6.1..(-23.8)	191	-
	02.12 Уз	Ц-II-B	IV,V	-	4.6	-	1.2	5.1	13.5	-8.4	-	-
	02.2 Каз.	С-II-A <sub>1</sub>	IV	-	8.4	-	4.0	-	-	-(8..10)	-10	-
Низовье Сырдарьи	02.4 Каз.	С-II-A <sub>1</sub>	V	-	10.2	-	2.8	4.0	18	-14	-107	-110
		Ц-I-A:										
		ЗГД	VI	21.3-28.3	19.7-22.9	21.3-28.4	5.3-7.1	20.6-27.6	30.9-75.3	-(10.3..47.7)	97.14	124
	ОГД	Vi	19.8-28.3	17.5-25.2	23-28.0	2.1-3.0	20-24.4	27.7-68.0	-(7.7..43.6)	88.80 (за 2 года)	145 (за 5 лет)	
<b>Бассейн Амударьи</b>												
Верховья Амударьи	02.4 Тадж.	Ю-I-Г	VI	11.5	7.13	11.2	1.66	5.02	5.16	-0.6	14.9	-
	02.6 Тадж.	Ю-I-Г	VII	-	-	-	15.2	-	-	-	-	-
	02.5 Тадж.	Ю-I-Г	VI	-	12.5	-	4.1-10.7	не засоленные почвы				
	02.7 Тадж.	Ю-II-B	V	-	8.8-25.3	-	2.8-7.3	-	-	-	-(18..34)	30

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Бухара-Каршинская</b>	02.25 Уз	Ц-II-A	IV-V	10.1	9.7	10.9	2.01	9.35	35.86	-26.5	-	50-270
	02.05 Уз	Ю-I-Г	VI	-	4.5-5.0	-	-	-	-	-	-	-
	02.28 Уз	Ю-I-Б	VI	-	13.4-28.3	-	3.7-3.8	-	-	-	-	-
	02.1 Турк.	Ю-I-A	IV	12.7	8.0	12.5-13.5	4.5	8.8	14.4	-5.6	-	8-10
	02.2 Турк.	Ю-I-A	IV	14.7	11.4	13.9	5.04	13.2	26.1	-12.9	-	8.0
Низовья Амударьи	02.29 Уз	Ц-I-A:	VII	8.85-11.6	7.4-8.72	12.2-14.1	3.7-5.0	6.5-8.6	12.9-17.5	-6.4...(-8.9)	-	-
	02.1 Уз	Ц-I-A:	VII	10.9	8.9	10.1	2.3	86.9	71.4	-15.5	-	-
	02.20 Уз	Ц-I-A:	VI	26.7	13.6	26.4	15.0	31.3	60.3	-29.0	42.0	-
	02.8 Уз	С-II-A	IV-V	-	3.5-10.5	-	2.6-5.6	-	-	-	-	-
	02.2 Уз	С-II-A	V	27.8-38.4	21.3-28.0	16.6-39.3	6.8-26.4	19-23	29-39	-(10...16)	274	-
	02.26 Уз	С-II-A	V	-	14.9-33.8	-	2.1-6.7	13.2-41.7	8.8-25.3	+(4.4...16.4)	-	-

В зоне аэрации ежегодный вынос солей составлял в среднем (за 1978-1986 гг.) 20 т/га. Величина нисходящего тока оросительной воды в годовом разрезе доходит до 2850 м<sup>3</sup>/га. Общий солевой баланс показывает, что при суммарном поступлении на ОПУ около 20-25 т/га, ежегодный вынос составляет 37-58 т/га, а разность между поступлением и выносом около 17-20 т/га, что указывает на промывной режим орошения по типу медленно рассоляющего. Вследствие этого почвогрунты на ОПУ за период исследования значительно рассолились (см. гл. 2.1.5.).

Главным образом при работе закрытого дренажа и поддержании оптимального мелиоративного режима удалось снизить долю промывного режима с 1.43 до 1.05-1.10, что позволяет снизить годовую норму водопотребления на 10-15 %.

### **Голодностепская зона.**

Формирование элементов водно-солевого баланса и его динамики в процессе освоения изучался на новоосваиваемых землях Голодной степи в совхозе №6 (02.27 Уз) в 1961 - 1972 гг. Анализ общего водного и солевого баланса показывает, что в 1964 ... 1967 г.г. он складывался положительным - происходил подъем уровня грунтовых вод на 0.4...1.6 м и накопление солей 2...6.8 т/га в год. С 1968 года водный и солевой баланс формируется отрицательным - ежегодный спад уровня грунтовых вод на 0.12...0.18 м и снижение запасов солей на 18.2 - 4.2 т/га. Всего за период исследований с территории совхоза отведено водорастворимых солей - 101.9 т/га.

На 3<sup>х</sup> репрезентативных участках (02.35 Уз) совхоза удалось сформировать отрицательный водно-солевой баланс, вынос солей составил 8.3-34.7 т/га в год. Анализ динамики содержания солей в трехметровой толще почвогрунтов показывает, что в 1965...1968 гг. происходило соленакопление на втором ОПУ - 32.5 и третьем - 34.4 т/га. В 1969...1972 гг. отмечается снижение запасов солей соответственно на 57.7 и 34.2 т/га. В 1969...1972 гг. отмечается снижение запасов солей соответственно на 57.7 и 34.2 т/га. Аналогичное отмечается и по данным водно-солевого баланса второго ОПУ, где в эти же годы отмечался незначительный приток солей( 0.25) и их отток (44.5 т/га). На третьем ОПУ, где вследствие относительно глубокого залегания уровня грунтовых вод (ниже заложения дрен) в 1964...1966 гг. отмечался отток солей. В 1967 г. при подъеме грунтовых вод выше заложения закрытых дрен, техническое состояние которых (протяженность 20...40 %) было неудовлетворительным, отмечалось накопление солей в объеме 5.9 т/га. В последующие годы, после ремонта закрытых дрен, отток солей составил 89.1 т/га.

Процесс ирригационно-хозяйственного освоения земель нового орошения был детально изучен в совхозе № 3А Голодной степи (02.14 Уз) в 1976-1983 гг. В среднем по хозяйству на промывки и рис поступало 25-30 тыс.м<sup>3</sup>/га брутто, на орошение хлопчатника - 9-10 тыс.м<sup>3</sup>/га. Проводились промывки на фоне риса с водоподачей 19.7 -

17.3 тыс.м<sup>3</sup>/га. Дренажный модуль, в среднем по хозяйству, находился в пределах 0.19 - 0.20 л/сек. С гектара отводится от 12 до 30 % от водоподачи. За период исследования на фоне работы закрытых дрен и промывного режима орошения и промывки через рис (1976-1981 гг.) солевой баланс складывался отрицательным.

Солевой баланс за 1976-1981 гг.:

внесено с оросительной водой	- 95.3 т/га
запасы в слое 0-1 м до освоения	- 393.4 т/га
запасы в слое 0-1 м на конец периода освоения	- 228.8 т/га
удалено за пределы слоя 0-1 м	- 259.9 т/га
запасы в слое 1-2 м до освоения	- 247.4 т/га
то же на конец периода наблюдений	- 220.1 т/га
удалено за пределы слоя 1-2 м	- 287.2 т/га
удалено с дренажным стоком	- 274.3 т/га

Таким образом, в процессе сельскохозяйственного освоения рассматриваемой территории сложился отрицательный солевой баланс и это выразилось в создании благоприятного мелиоративного режима и в устойчивом поддержании на большей части территории уровня грунтовых вод на глубине 2-3 м в течение вегетации. Кроме того, снизилась площадь сильнозасоленных почв (в верхнем метровом слое) - с 72.5 % (до начала освоения) до 7.3 % (1981 г.).

### **Низовье р. Сырдарья.**

Формирование водно-солевого баланса на рисовых посевах на фоне открытого и закрытого дренажа (в сравнении) изучены в Шардаринском районе Южно-Казахстанской области в 1971-1976 гг. (02.06.Каз.). Сравнительный анализ водных балансов опытных участков показывает, что дренажный сток открытых горизонтальных дрен (ОГД) по годам исследований изменился от 2960 до 2070 м<sup>3</sup>/га (9.1 - 11.6 % от суммы статей расхода части балансов), тогда как дренажный сток закрытых дрен (ЗГД) варьировал в диапазоне 5330-7100 м<sup>3</sup>/га (25.8-30.5 %) (таблица 2.8.).

Другие статьи расходной части составляли: суммарное испарение - 12690-13630 м<sup>3</sup>/га на участке ОГД и 11750-13880 м<sup>3</sup>/га на участке ЗГД, отток грунтовых вод, соответственно, 3520-9800 м<sup>3</sup>/га и 1340-7300 м<sup>3</sup>/га. Водоподача, составлявшая 89-95 % приходной части балансов изменялась от 25170 м<sup>3</sup>/га до 17710 м<sup>3</sup>/га в варианте ОГД и от 25070 до 19000 м<sup>3</sup>/га в варианте ЗГД.

На участках создан отрицательный солевой баланс. Поступление солей с оросительной водой на ОПУ ОГД и ЗГД составляло соответственно 20.0 - 24.6 и 20.6 - 27.6 т/га, а вынос солей с дренажными водами - 10.4 - 18.4 и 24.7 - 36.1 т/га и оттоком грунтовых вод - 17.3 - 49.6 и 6.2 - 39.2 т/га. При этом урожаи риса на ОПУ ЗГД

составляли 50-60 ц/га, ОПУ ОГД - 41-46 ц/га.

### **Бухара-Каршинская зона.**

Формирование водно-солевого баланса на крупных массивах орошения в Бухара-Каршинской зоне дренирования изучено в новоосваиваемых совхозах Каршинской степи (02.28' Уз) в 1975-1979 гг.

Приходными статьями водного баланса является водоподача плюс осадки, а расходными - дренажный сток и суммарное испарение с орошаемых земель (таблица 2.3).

За период наблюдений водоподача колебалась в пределах от 17000 м<sup>3</sup>/га до 22700 м<sup>3</sup>/га при общей неравномерности водоподачи по хозяйствам и определенной тенденции к снижению во времени. В балансовых хозяйствах как в абсолютных так и удельных значениях, водоподача в с/х 3 уменьшилась с 22500 м<sup>3</sup>/га до 17170 м<sup>3</sup>/га, а в с/х 14 с 28300 до 13400 м<sup>3</sup>/га. Тем не менее фактическая водоподача превышает срочные оросительные нормы, что и обуславливает интенсивный подъем УГВ, превышающий прогнозные расчеты.

Режим водопотребления не соответствует фактической водоподаче как по оросительной норме, так и по ее внутригодовому распределению, за счет совмещения влагозарядки с промывными поливами и существенным увеличением водоподачи в конце вегетационного периода, кроме того, на практике количество поливов уменьшено; при одновременном увеличении поливных норм, фактические нормы промывок не дифференцированы в зависимости от мехсостава почв и степени засоления. В дальнейшем суммарное испарение с начала освоения и увеличения площади орошения уменьшилось за вегетационный период с 10250 до 8070 м<sup>3</sup>/га. Дренажный сток на территории, где произошел подъем уровня грунтовых вод, достигнув определенной стабилизации, составил 3700-4800 м<sup>3</sup>/га при средних значениях 2500-2700 м<sup>3</sup>/га. Вынос солей с дренажным стоком может превышать 86-100 т/га, минимальный вынос солей (2-12 т/га) наблюдался в хозяйствах, где уровень грунтовых вод не достиг глубины заложения дрен. Наблюдения показывают, что дренажный сток, принимаемый коллекторами, в 10 раз превышает дренажный сток первичных дрен; это вызвано, с одной стороны, тем, что в условиях увалистого рельефа и двухслойного строения водоприемная способность коллекторов значительно превышает водоприемную способность дрен; с другой, значительную его часть составляют сбросные воды, составляющие иногда 50% (коллектора Дагут, ЮК, БК и т.д) от водоподачи. Водносолевые балансы опытных хозяйств ключевых участков показывают, что на аллювиальной равнине, представленной двухслойной толщей и небольшими запасами солей ниже уровня ГВ, создаются достаточные темпы рассоления зоны аэрации и грунтовых вод при созданном соотношении между водоподачей и дренажным стоком - 0.34, несмотря на недостроенный и частично не

работающий дренаж. Для зоны с огромными запасами солей ниже уровня грунтовых вод, обуславливающими высокую минерализацию грунтовых вод, не удалось создать устойчивого рассоления зоны аэрации и грунтовых вод даже при дренажном стоке 4220 м<sup>3</sup>/га (с/х 9 1977) и средневегетационном УГВ - 2.4 м. Причем дренаж в этом случае выносит огромное количество солей за год (с/х 9 - 59.7 т/га, с/х 10 - 51.46 т/га и т.д.) . Прогнозные водно-солевые расчеты показывают, что при высоких солезапасах ниже уровня грунтовых вод и сохранении наблюдаемого размера вододачи необходимо поддерживать средневегетационный уровень грунтовых вод в интервалах 2.6 - 2.7 м.

### **Низовье р. Амударьи.**

Структура водно-солевого баланса зоны дренирования низовьев р. Амударьи имеет свои особенности. Рассоление или поддержание засоления почв на хозяйственно-приемлемом уровне достигается за счет огромного объема вододачи, связанной с недостаточной дренированностью территории и низким техническим уровнем оросительной и дренажной системы. Структура баланса может быть изменена в части снижения общего объема вододачи за счет повышения дренированности путем строительства совершенных типов дренажа, в частности, закрытого горизонтального дренажа. Закрытый горизонтальный дренаж в Янгиарыкском районе Хорезмской области (02.20 Уз) на площади 303.7 га расположен среди орошаемых земель крупного хозяйства и окружен со всех сторон постоянно действующими каналами, что создает большой внешний приток и нагрузку на дренаж. Глубина первичных дрен 1.5 - 2.0 - 3.0 м, междреннее расстояние 150-300 м, удельная протяженность - 30 м/га. Эксплуатация такого дренажа дала возможность создать на орошаемых землях высокую дренированность. Годовой объем дренажного стока изменялся по годам от 14.4 до 15.6 тыс. м<sup>3</sup>/га при общем водопоступлении 22.3 и 26.2 тыс. м<sup>3</sup>/га. Из общего объема водоотведения внешний приток составлял 29.5 %. В соответствии с этим на участке формировался отрицательный водно-солевой баланс. Вынос солей по балансу составлял 34 т/га в первый год, 29.2 т/га - во второй и 12.4 т/га - в третий. За 4 года работы дренажа на фоне промывного режима орошения солесодержание в слое 0-100 см уменьшилось в 4.3 раза по сумме солей и в 14.8 раза по иону хлора. Главным результатом научных исследований на участке является сокращение нормы водопотребления поля брутто до 17-18 тыс. м<sup>3</sup>/га против 23-25 по существующему в те годы КПД систем порядка 0.56.

На других участках (02.1 Уз, 02.29 Уз) водно-солевой баланс зоны аэрации также складывался отрицательным. Дренажный сток значительно увеличился по сравнению с открытым, составлял за вегетацию 1178 м<sup>3</sup>/га, в период промывок - 660 м<sup>3</sup>/га, следовательно дренажный модуль достигал 0.361 л/с.га. Однако темпы рассоления были значительно меньшими, что связано с недостаточным промывным режимом (0.94-1.07)

Водно-солевой баланс на крупных орошаемых массивах зависит от водохозяйственных условий (освоенности территории, технического состояния оросительной и дренажной систем, состава культур и др.), что видно по материалам орошаемой территории Каракалпакстана (02.21 Уз) площадью 500 тыс.га. за 1970 - 1990 гг. в процессе широкомасштабного освоения земель. Водно-солевой баланс на крупных орошаемых массивах формировался по типу прогрессирующего накопления запасов солей. До 1986-87 гг. темп накопления солей варьировал в пределах 7.3-25.7 т/га. Интенсивное накопление солей наблюдалось больше всего на перелогах. Основным источником поступления солей является привнос их с оросительной водой, величина которого зависела от водности года.

Максимальная величина поступления солей с оросительной водой приходится на 1976-1980 гг. (40-42 т/га) при их отводе по КДС 25-29.6 т/га. Солевой баланс зоны аэрации формируется в соответствии с водным по типу сезонного накопления в почвенном слое и на перелогах. В то же время, начиная с 1985-86 гг., водно-солевой баланс орошаемой территории формировался по типу выноса солей (2-5 т/га), хотя в балансе зоны аэрации процесс не изменился. В площадном отношении орошаемые земли представлены в основном засоленными почвами. На долю средне- и сильнозасоленных почв приходится порядка 55-62 %. В условиях республики Каракалпакстан, где оросительно-дренажная система обладает низким техническим уровнем, коэффициент промывного режима орошения, по данным балансовых исследований, изменяется в пределах 0.44 - 0.6 против 1.25-1.4 по Хорезмской области.

Продуктивность почв (урожайность) и оросительной воды крайне неустойчиво - низкий, особенно в северной зоне. Высокая урожайность хлопка (до 27-31 ц/га) и риса (до 47 ц/га) приходится на годы высокой водообеспеченности (1978-1981 гг.), а низкие (18-22 ц/га по хлопку) и (32-35 ц/га по рису) на 1993 - 1996 гг. с низкой водообеспеченностью. Отсюда в республике Каракалпакстан самые высокие удельные затраты воды на выращивание урожая, достигающие 800-900 м<sup>3</sup>/ц против 250-400 м<sup>3</sup>/ц в других районах Узбекистана.

На опытных участках, где обеспечены проектные величины дренажного модуля (02.8 Уз) и достаточный промывной режим орошения на фоне закрытого горизонтального дренажа различных конструкций, наблюдается интенсивный процесс рассоления почв и вынос солей за пределы орошаемых земель. За период исследований с 1985 по 1995 гг. величина выноса солей за пределы ОПУ увеличилась в 6 раз, водоподача на участки значительно снижена.

Анализ структуры водно-солевого баланса представленных пилотных проектов (таблица 2.3.) показывает, что основной составляющей приходной части баланса является водоподача, от величины которой зависят темпы рассоления почв. В расходной части основным рассоляющим элементом является дренажный сток.

Основным условием рассоления почв является промывка и промывной режим орошения на фоне достаточной дренированности, обеспечивающей искусственный

дренаж. Промывной режим достигается , в основном,

$$B + O$$

водоподачей за счет ее увеличения ( ----- ).

$$I + Tr$$

Коэффициент промывного режима на участках колеблется от 0.9 до 1.5; чем больше коэффициент, тем интенсивнее вынос солей. Роль дренажа в этом случае сводится к своевременному отводу грунтовых вод и, вместе с ней, солей (рис.2.2). Характер изменения зависимости выноса солей от коэффициента промывного режима по зонам дренирования резких отличий не имеет. Отрицательный солевой баланс наблюдается начиная с коэффициента =1.0 практически во всех зонах после первого этапа рассоления почв, что очень важно при назначении нормы водопотребления на засоленных землях. Повышенные коэффициенты 1.3-1.5 дают ощутимое увеличение выноса солей с территории только в период первого этапа рассоления почв при исходном высоком засолении и минерализации грунтовых вод, а более высокие (более 1.5) характеризуют процесс рассоления почв при промывных или рисовых оросительных системах.

Анализ первичных материалов показывает, что после опреснения грунтовых вод (до 5-7 г/л) возможно снизить долю промывного режима до 1.05 - 1.1, а на опресненных грунтовых водах (3-5 гр/л) и даже до 1.0-1.05, что дает возможность снизить годовую норму водопотребления на 10-15 %.

Д

Одним из обобщающих показателей солевого баланса является отношение -----,

В

которое во многом определяет интенсивность выноса или накопления солей.

Д

Нами была сделана попытка установить связь между отношением ----- и

В

выносом солей при различных типах дренажа, построенного в различных гидрогеолого-мелиоративных условиях (рис. 2.3). Обобщенные данные показывают, что нулевой вынос наблюдается при отношении 0.10-0.12 при горизонтальном дренаже и 0.22 - при вертикальном дренаже; последний помимо инфильтрационных вод откачивает подземные напорные воды. Интенсивный вынос солей происходит, начиная с 0.2 и 0.3, соответственно, по типам дренажа, оптимальная величина которого определяется для конкретных условий технико-экономическими расчетами.

Величина отношения Д/В значительно отличается по зонам дренирования и колеблется от 0.2 до 0.6. Осредненная величина по Ферганской зоне составила 0.32-0.43; Голодностепской - 0.25-0.29; Верховьем Амударьи - 0.29-0.32; Бухара-Каршинской зоне - 0.19-0.23, по низовью Амударьи - 0.37-0.48 (приложение 4).

Необходимо отметить, что более высокие величины отношения наблюдаются на

территориях, где подземные воды имеют напорность (Ферганская зона) и огромная водоподача связана с хозяйственной деятельностью (Низовье Амударьи).

Вынос солей зависит от дальности и глубины влияния закрытых дрен на формирование нисходящих токов оросительной воды.

В зависимости от глубины расположения слабопроницаемых глинистых прослоек и глубины дренажа, дальность активного влияния составляет 50-150 м при глубине дрен 2.5 - 3.5 м, хотя влияние дрен зафиксировано на расстоянии 250-300 м.

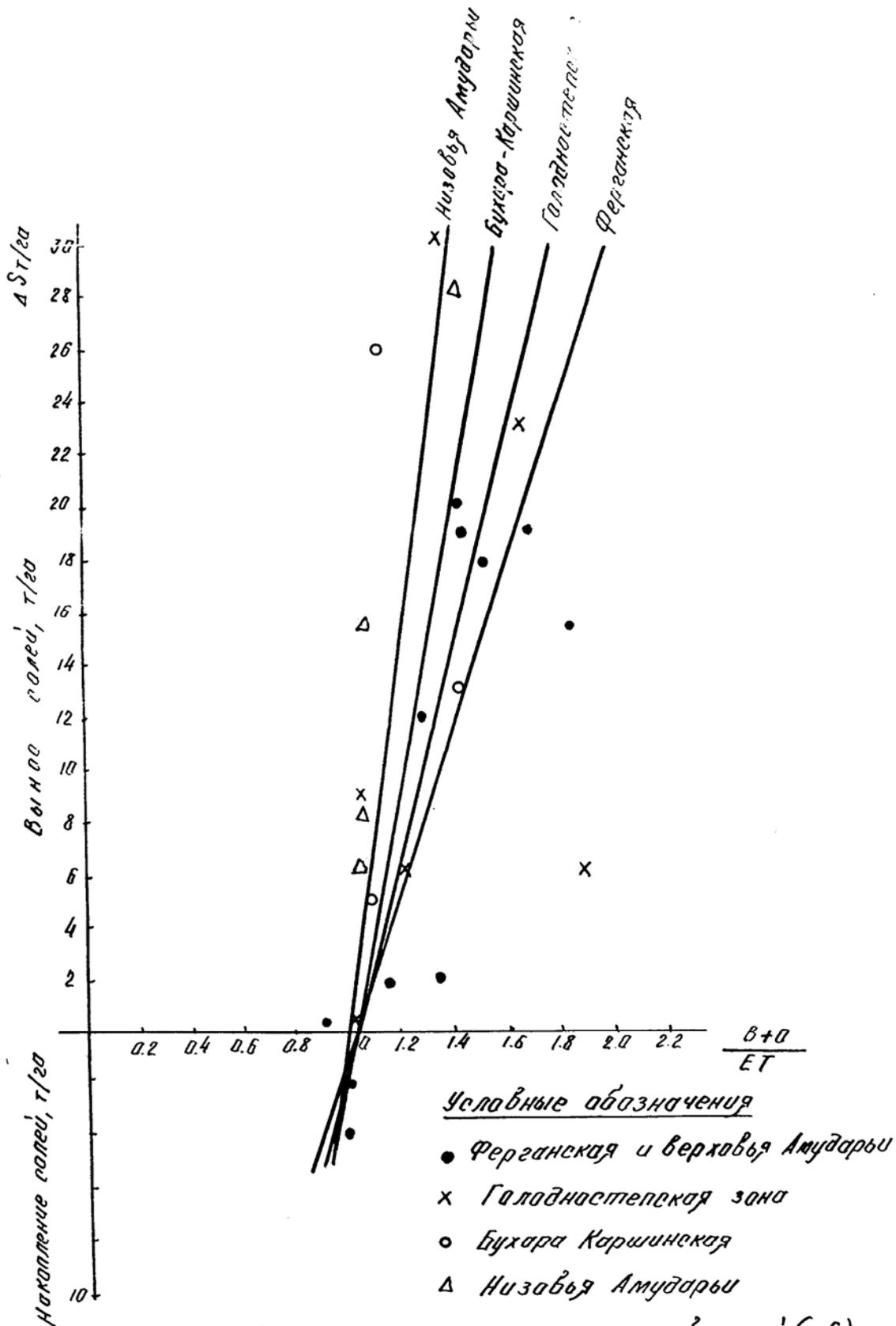


Рис. 2.2. Зависимость изменения запасов солей ( $\pm S$ ) на пилатных участках закрытого дренажа от отношения водоподдачи к суммарному испарению  $\left\langle \frac{B+D}{ET} \right\rangle$

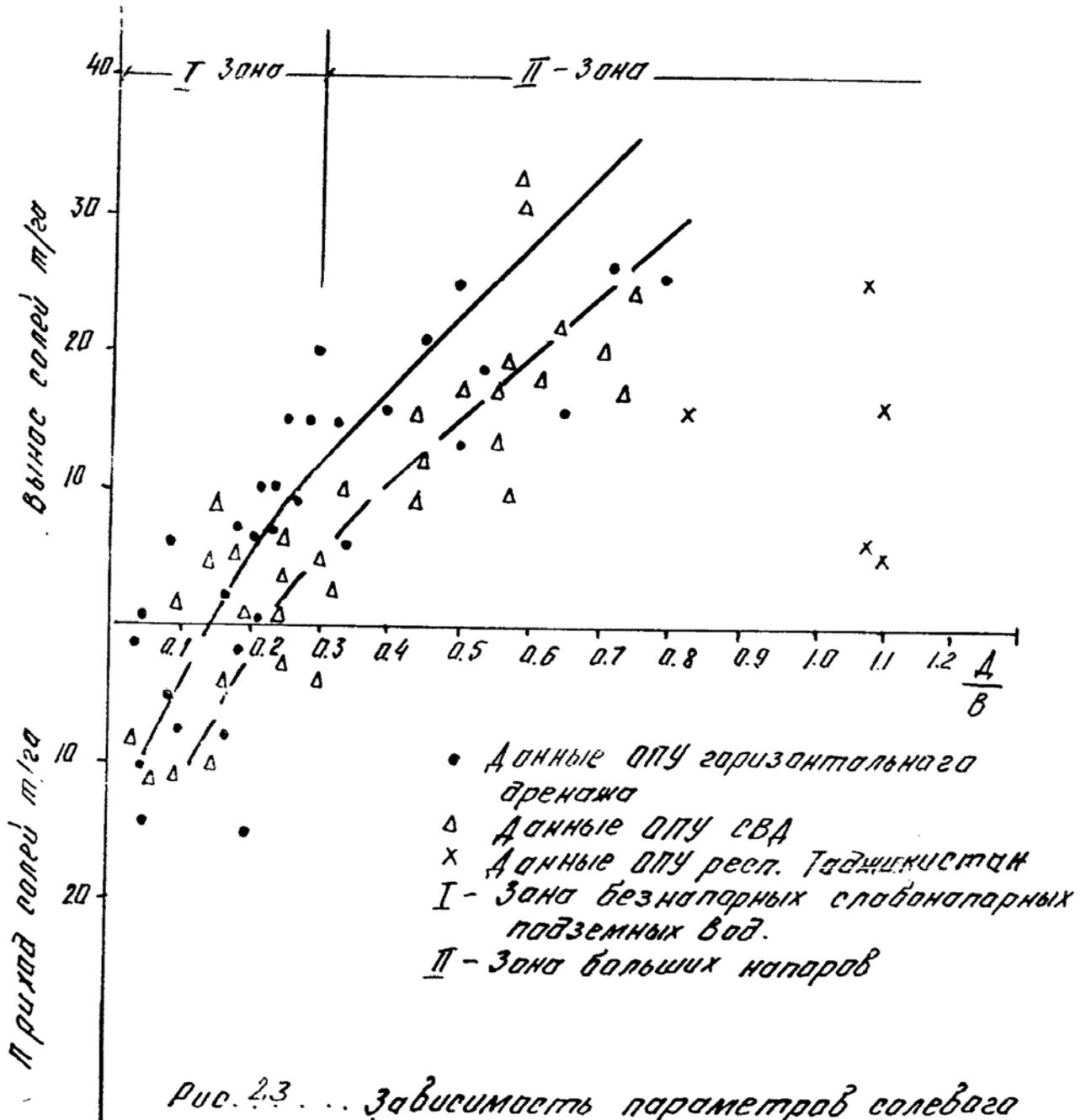


Рис. 2.3. ... Зависимость параметров солевого баланса от отношения дренажного стока к водоподачи. (по данным ОПУ II - направления)

Установлена глубина активного водообмена и солеобмена. На пилотных участках, которые оборудованы контрольно-измерительными установками (глубокими пьезометрами), эта величина составила: 18...20 м (02.35 Уз) при глубине дрен 2.8-3.5 м и рабочем напоре 0.2-0.8 м (Голодная степь), 5...10 м (02.25 Уз) при глубине 2.4 - 2.95 м и рабочем напоре 0.3-0.8 м (Бухарский оазис), +20-30 м (02.1 Турк; 02.2 Турк.) 35...50 м (02.20 Уз) при глубине дрен 2-3 м и рабочем напоре 0.5 - 1.0 м, местами - 1.5 м (Хорезмский оазис), 8...12 м (02.7 Уз) при глубине дрен 2.5-3.0 м и рабочем напоре 0.5-1.0 м (Ферганская область).

В период полива и промывок зона восходящего притока уменьшается почти вдвое, тем самым уменьшается объем притока воды и солей из нижнего горизонта. Четкой зависимости глубины водосолеобмена от строительной глубины дрен не прослеживается. Видимо это зависит от геолого-литологических и гидрогеологических (напорность подземных вод) условий района и от действующего напора на дренах. Однако обработка результатов наблюдений с целью определения глубины водосолеобмена при различных действующих напорах над дренами отсутствует, точнее, не составлялись гидродинамические сетки при различных величинах рабочей нагрузки на дренаж.

При работе закрытых дрен на ОПУ создается требуемая дренированность (проектный дренажный модуль) территории не только на хлопково-люцерновом севообороте, но и при возделывании риса. Дренажный сток, осредненный по зонам, изменялся в пределах: в Верховьях Амударьи - 0.98-8.77; Бухара-Каршинской зоне - 2.4-3.8, а Низовьях Амударьи - 4.1-7.6 тыс. м<sup>3</sup>/га по бассейну Амударьи; в Ферганской зоне - 2.51 - 5.05 ; в Голодностепской зоне - 1.24 - 5.78 тыс. м<sup>3</sup>/га (в бассейне р. Сырдарьи).

Обеспечивается высокая скорость снижения уровня грунтовых вод после эксплуатационных промывок и вегетационных поливов, которая достигает 10 см/сут. На рисовых системах этот показатель еще больше - 10-20 см/сут. Это очень важно для обеспечения осушения полей для своевременного проведения уборки урожая риса. Достигается возможность регулирования уровня грунтовых вод в значительных пределах от 1.5 до 3.0 , что обеспечивает водно-солевой режим почвогрунтов для нормального роста и развития сельхозкультур.

#### 2.2.7. Основные выводы и рекомендации.

В странах Центральной Азии, начиная с 1960 года, шло интенсивное освоение новых и улучшение мелиоративного состояния староорошаемых земель с помощью совершенных типов дренажа ( закрытого горизонтального и вертикального) . Многие аспекты проектирования и строительства не были в те годы известны, прежде всего применимость различных типов дренажа в тех или иных гидрогеологических зонах, мелиоративная эффективность, конструктивные особенности, материалы труб и

фильтров и др. Для апробирования различных типов и конструкций дренажа в различных геолого-литологических, почвенно-гидрогеолого-мелиоративных условиях были построены опытно- производственные участки с тем, что бы корректировать проектные решения для крупных массивов орошения и освоения.

Состав вопросов изучаемых на пилотных участках, был определен, исходя из существующих проблем проектирования, строительства и эксплуатации конкретных объектов или зон.

Исследованиями были охвачены следующие основные вопросы:

- уточнение геолого-литологических, гидрогеолого-мелиоративных и почвенных параметров, заложенных в проекты;
- обоснование необходимости детальных почвенно-гидрогеологических изысканий при проектировании совершенных систем дренажа;
- технология строительства, работоспособность различных конструктивных элементов (труб, фильтров, сооружений на дренах) и уточнение основных параметров дренажа (глубина заложения, междреннее расстояние и др.);
- уточнение режима орошения и промывок, заложенных в проект;
- режим грунтовых вод и пьезометрических напоров в естественных условиях (до строительства системы дренажа);
- динамика уровней грунтовых вод и пьезометрических напоров в зоне влияния дренажа (установка гидродинамических схем работы дренажа);
- динамика влажности почвогрунтов в зоне аэрации в процессе промывок и вегетационных поливов;
- дренажные расходы, стоки и динамика дренажных модулей;
- техническое состояние коллекторно-дренажной сети;
- режим минерализации и химический состав оросительных, дренажных и грунтовых вод;
- структура водного баланса и солевого режима почвогрунтов;
- рассоляющее действие горизонтального дренажа под влиянием вегетационных поливов и промывок;
- техничко-экономические показатели закрытого дренажа;
- возможность переноса экспериментальных данных на большие территории и др.

Однако не на всех пилотных участках были проведены исследования в полном составе. В зависимости от наличия оборудования, материальных и финансовых ресурсов, задача исследований ограничивалась отдельными узкими вопросами, что затрудняет общие выводы и предложения. Обширный экспериментальный материал исследований накоплен только на ОПУ в колхозе Ниязова Алтыарыкского района Ферганской области (1960-1973 гг.), колхоз “Правда” Янги-Арыкского района Хорезмской области (1966-1973 гг.), колхоз Ф.Ходжаева Алатского района Бухарской области (1989-1994 гг.) и на территории крупного совхоза № 6 в Новой зоне орошения Голодной степи (1967-1972 гг.), состоящем из трех участков. Эти участки

одновременно являются репрезентативными для соответствующих регионов. Результаты исследований этих участков легли в основу разработки рекомендации по регулированию водно-солевых режимов почв и установлению эффективности закрытого дренажа и его параметров для крупных массивов орошения (приложение 5).

Основные выводы и рекомендации по исследованиям на ОПУ сводятся к следующему:

закрытый горизонтальный дренаж, где позволяют природно-хозяйственные, геолого-литологические, гидрогеолого-мелиоративные и почвенные условия, дает наибольший мелиоративный эффект, по сравнению с другими типами дренажа (вертикальный и комбинированный). Областью применения этого вида дренажа является, в первую очередь, территория, где покровный мелкозем имеет наибольшую мощность с труднопроницаемыми слоями и низким коэффициентом фильтрации; грунтовые воды не имеют подпитывания со стороны и из нижних слоев; распределение солей равномерно по всему профилю покровного мелкозема или увеличивается вглубь по профилю;

строительство системы закрытого горизонтального дренажа оказало существенное влияние на культуру водопользования - сброс поливной воды с полей орошения практически отсутствует. Значительно сократилась водоподача на орошение поля за счет замены эксплуатационных промывок влагозарядковыми поливами (или сниженной норме) и сокращения промывной доли оросительной нормы за счет повышения дренированности территорий.

Сопоставление фактической водоподачи, наблюдаемой на пилотных участках с осреднением по областям Центрально-азиатских республик показали, что внедрение совершенных типов дренажа, в том числе закрытого горизонтального, дает значительную экономию оросительной воды (приложение 6). Удельная водоподача, приведенная к границе поля, сокращается от 1.0 до 6.0 тыс. м<sup>3</sup>/га при существующих водохозяйственных условиях. Однако, в отдельных областях (Сырдарьинская, Джизакская, Южно-Казахстанская и др.) экономия воды отсутствует. Это объясняется тем, что из-за дефицита водных ресурсов подается значительно меньше необходимого объема для поддержания водно-солевого режима почво-грунтов.

создается благоприятное мелиоративное состояние земель. На фоне работы закрытого горизонтального дренажа удалось сформировать отрицательный водно-солевой баланс, обеспечивающий интенсивный вынос солей (табл.2.3). Происходит рассоление почв. За первые 3-4 года работы дренажа на фоне промывки и промывного режима орошения практически повсеместно исчезли сильно-засоленные почвы и солончаки. Земли перешли в слабозасоленную и незасоленную категории.

в зависимости от исходного засоления почво-грунтов, объемов водоподачи и водоотведения вынос солей колеблется в больших пределах. На первом этапе рассоления почв при исходном высоком засолении, особенно в течении первых 2-3<sup>x</sup> лет, интенсивность выноса очень высокая, а затем значительно затухает. Вынос

солей из зоны аэрации за год колеблется от 10.0 до 110 т/га, а удельные затраты воды на вынос 1 тн. солей от 90 до 1080 т/м<sup>3</sup> (таблица 2.4) . Осредненные величины затрат воды на вынос 1 тн. солей по зонам дренирования составляют:

по Ферганской зоне	531-688 м <sup>3</sup>
по Голодностепской	243-286 м <sup>3</sup>
Верховье Амударьи	487-900 м <sup>3</sup>
Бухара-Каршинская	172-328 м <sup>3</sup>
Низовье Амударьи	478-659 м <sup>3</sup>

на фоне работы закрытого горизонтального дренажа происходит опреснение грунтовых и дренажных вод. Интенсивность опреснения в первые 3-4 года очень высокая, практически в два раза уменьшается минерализация грунтовых вод от исходной ее величины. В последующие годы интенсивность опреснения снижается (рис. 2.2). Необходимо отметить, что на новоосваиваемых засоленных землях в процессе освоения наблюдается некоторый рост минерализации грунтовых вод за счет вымывания солей из зоны аэрации. Продолжительность мелиоративного периода составляет от 3-4 (Хорезмская область) до 6-8 (Голодная степь) лет.

доказана технико-экономическая целесообразность строительства закрытого дренажа как при реконструкции дренажных систем староорошаемых, так и при освоении новых засоленных земель. Размеры годового экономического эффекта составляют от 400 до 670 руб/га. Установлены предельные затраты на 1 км длины дрен для различных природно-хозяйственных условий и технологий строительства.

основной составляющей экономического эффекта является повышение урожайности сельхозкультур. Повышение урожайности происходит за счет улучшения мелиоративного состояния, прежде всего за счет рассоления почвогрунтов. На фоне закрытого дренажа удалось получить стабильную урожайность хлопчатника в пределах 25-30 ц/га при исходной - 10-15 ц/га. Установлена возможность получения дополнительной продукции за счет освоения наддренных полос, освоения которых

Таблица 2.4

## УДЕЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ ВОДЫ НА ВЫНОС 1 тн СОЛЕЙ НА ФОНЕ ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА

Зона дренирования	Код проекта	Продолжительность наблюдений, лет	Водоподача (годовая), тыс.м <sup>3</sup> /га	Дренажный сток, тыс.м <sup>3</sup> /га	Вынос солей, т/га из зоны аэрации	Удельные затраты воды на вынос 1 т. солей из зоны аэрации	Примечание (источник информации)
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Бассейн р. Сырдарьи</b>							
<b>Ферганская</b>	02.7' Уз						
	02.7 Уз	9	11.18-14.2	5.1-6.1	20.0	559-710	Солевой баланс
	02.3 Кырг	5	5.02-7.59	1.41-1.71	7.5-10.04	670-750	-''-
	02.9 Кырг.	7	3.29-5.45	1.7	9.2	365-605	-''-
<b>Среднее по зоне</b>						<b>531-688</b>	
<b>Голодностепская</b>	02.35 Уз	7	4.5-10.92	0.12-2.68			
	Юж.часть	-''-	-''-	-''-		105-140	Солевая съемка (по расчетам автора исследований)
	Центр.часть	-''-	-''-	-''-		122-144	
	Север.часть	-''-	-''-	-''-		135-160	
	02.27 Уз	4	6.8-9.0	1.3-2.97	21.65	314-415	солевой баланс
	02.2 Каз	3	8.1-8.6	4.0	15.0	560	солевая съемка
	02.4 Каз	3	10.2	2.8	110	92	солевая съемка
	02.6 Каз	3	19-25	5.8	50.8	374-492	солевая съемка (рисовая система)
<b>Среднее по зоне</b>						<b>243-286</b>	
<b>Бассейн р. Амударьи</b>							
<b>Верховья Амударьи</b>	02.7 Тадж.	5	8.8-25.3	2.8-7.3	30-40	251-722	Вынос дренадем
	02.6 Тадж	4	10.2-15.0	13.8-15.2	14.1	723-1078	Солевая съемка
<b>Среднее по зоне</b>						<b>487-900</b>	
<b>Бухара-Каршинская</b>	02-25 Уз	4	9.7	2.01	27.7-68.5	141-350	Солевая съемка
	02.2 Турк	10	1.14	5.04		230-330	расчет автора
	02.28' Уз	4	13.4-28.3	3.7-3.8	86-100	144-304	Солевой баланс
<b>Среднее по зоне</b>						<b>172-328</b>	

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Низовье Амударьи</b>	02.29 Уз	4	7.4-8.72	3.7-5.0	15.0	493-581	Солевой баланс
	02.1 Уз	5	8.9	2.3	11.05	809	Солевой баланс
	02.20 Уз	4	22.3-26.2	14.4-15.6	25.1	495-582	Солевая съемка
	02.8 Уз	10	5.5-10.5	0.075-2.66	13.4	410-783	Дренажный сток
	02.26 Уз	4	14.9-33.8	2.1-6.7	68.5	217.5-493	Солевая съемка (рис)
	02.16 Уз	2	24.3-38.9	9.4-17.3	54.7	444-711	Баланс солей (рис)
<b>Среднее по зоне</b>						<b>478-659</b>	

определяется через 2-4 года после строительства дрен в зависимости от технологии строительства. Увеличение орошаемых площадей за счет освоения наддренных полос составляет 3-5 %. Таким образом, срок окупаемости капитальных вложений при внедрении закрытого дренажа составляет от 3-4 (Хорезмская область) до 6-8 лет (Голодная степь).

дальность активного влияния закрытых дрен на формирование инфильтрационных токов оросительной воды имеет очень важное значение для установления параметров дренажа. Рекомендуемая глубина активного водо-солеобмена составляет по:

Ферганской зоне - 15-20 м

Голодностепской - 25-30 м

Бухара-Каршинской - 20-25 м

Низовью р. Амударьи - 30-40 м .

Однако эта величина должна быть откорректирована в зависимости от действующего напора на дренах которая зависит от проектной глубины грунтовых вод. Рекомендуемая глубина грунтовых вод по Ферганской зоне составляет 1.5-2 м против критической глубины 2.0-2.2 м; по Голодностепской зоне - 2.4 - 2.8 против 2.4-2.5 м; по Бухара-Каршинской зоне -

1.6 - 1.75 против 2.0 - 2.2 м (Бухарская часть) и 2.0-2.5 м (Каршинская степь) и Низовья Амударьи - 1.8-2.0 против 2.0-2.8 м.

Однако окончательная глубина грунтовых вод и соответствующая ей глубина дренажа устанавливаются в соответствие с природно-хозяйственными (рельеф, состав культур, обеспеченность водоприемником и др.) условиями и технико-экономическими соображениями.

основным условием рассоления почв является промывка и промывной режим орошения на фоне достаточной дренированности.

Рекомендуемая величина отношения дренажного стока к водоподаче (Д/В), при которой протекает эффективный процесс рассоления по зонам дренирования, можно считать:

для Ферганской зоны дренирования - 0.3 - 0.4;

Голодностепской зоны - 0.25-0.3;

Верховья Амударьи - 0.3 - 0.35;

Бухара-Каршинской - 0.20 - 0.25;

Низовья Амударьи - 0.3 - 0.4

Коэффициент промывного режима во многом определяет объем водоподачи для поддержания водно-солевого режима засоленных почв, величина которой, установленная ранее 1963, года составляет 1.25-1.3.

Многолетние исследования на опытно пилотных участках позволили уточнить эту величину и рекомендовать в зависимости от минерализации грунтовых вод. Для всех зон дренирования после опреснения грунтовых вод до 5.0 - 7.0 г/л возможно

снизить долю промывного режима до 1.05 - 1.1, а на опресненных грунтовых водах с минерализацией 3-5 г/л - до 1.0 - 1.05, что дает возможность снизить годовую норму водопотребления на 10-15 %.

В маловодные годы временно на 1-2 года можно снизить до 0.9-0.95, но с последующей компенсацией в многоводные годы.