

Н. В. ДАНИЛЬЧЕНКО

ОАЗИСНОЕ
ОРОШЕНИЕ
ПОДЗЕМНЫМИ
ВОДАМИ

Н. В. ДАНИЛЬЧЕНКО

**ОАЗИСНОЕ
ОРОШЕНИЕ
ПОДЗЕМНЫМИ
ВОДАМИ**



МОСКВА «КОЛОС» 1983

ББК 40.62
Д18
УДК 631.67

Рецензенты: заслуженный мелиоратор РСФСР, кандидат технических наук В. Д. Бердышев (ВАСХНИЛ), кандидат сельскохозяйственных наук Р. А. Кван и кандидат сельскохозяйственных наук А. И. Околович (КазНИИВХ).

Данильченко Н. В.

Д 18 Оазисное орошение подземными водами. — М.: Колос, 1983. — 95 с., ил.

В книге показано народнохозяйственное значение оазисного орошения подземными водами в пустынях с целью укрепления кормовой базы общественного животноводства. Рассмотрены режимы орошения сельскохозяйственных культур, способы и техника полива. Дано описание схем и конструкций оросительных систем. Специальный раздел посвящен экономической эффективности и перспективам оазисного орошения в пустынях.

Для специалистов — гидротехников и мелиораторов.

Д $\frac{3802030100-198}{035(01)-83}$ 82—83

ББК 40.62
631.6

© Издательство «Колос», 1983

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основная часть пастбищных угодий Советского Союза приходится на долю пустынь и полупустынь, которые, например, в Казахской ССР занимают около 50% всей территории. В настоящее время пустыни используют преимущественно в качестве пастбищ для развития общественного животноводства и особенно овцеводства. Однако естественная продуктивность пустынных пастбищ даже в наиболее благоприятные по климатическим условиям годы не превышает 0,3...0,6 т грубого корма с 1 га.

Экстенсивное развитие общественного животноводства в республике обусловлено прежде всего тем, что основу кормовой базы здесь составляют естественные кормовые угодья с крайне низкой продуктивностью. Между тем в Казахстане имеется такой большой резерв производства кормов, как использование подземных вод. Орошение подземными водами позволит развить кормовую базу, повысить продуктивность животноводства и обеспечить планомерный прирост поголовья скота в республике. Этот резерв используется крайне слабо.

Наиболее крупные массивы песчаных пустынь находятся на юге Казахстана, в Кызыл-Ординской, Чимкентской, Джамбулской и Алма-Атинской областях.

Исторически сложившаяся здесь отгонно-кочевая форма содержания скота обусловила использование песчаных пустынь главным образом в качестве осенне-зимних пастбищ. В годы с теплыми и короткими зимами животноводческие хозяйства содержат здесь скот на подножном корме почти круглый год и получают дешевую продукцию от овцеводства.

Непрерывное повышение технической оснащенности в сфере общественного животноводства, улучшение материальной заинтересованности и быта чабанов позволяют передовым совхозам и колхозам даже в неблагоприятные по климатическим условиям годы добиваться увеличения общественного поголовья скота и успешно наращивать производство животноводческой продукции.

Однако увеличение поголовья приводит к повышению нагрузки на пустынные пастбища и снижает их естественную продуктивность. На юге Казахстана обеспеченность подножным кормом зимующих в пустынях овец к настоящему времени снизилась до 80, а местами до 50%. В этих условиях общественное животноводство требует новых форм содержания и дополнительных источников кормов.

Наряду с завозом на зимовья концентрированных кормов и сена, введением пастбищеоборотов, фитомелиорацией пастбищных угодий особого внимания заслуживает организация орошаемого кормопроизводства непосредственно на местах зимнего содержания скота и прежде всего на базе использования подземных вод.

Опытами научных учреждений и практикой передовых животноводческих хозяйств Узбекистана, Казахстана и других республик доказано, что в природно-климатических условиях песчаных пустынь можно выращивать при орошении высокие урожаи зернофуражных культур, кукурузы, сорго, суданской травы, люцерны, картофеля

и др. По данным Казахского НИИ водного хозяйства, на участках оазисного орошения в пустыне Мойынкум урожайность сена люцерны достигает 14 т/га (за 3...4 укоса), зеленой массы кукурузы — 50, зерна кукурузы — 6, сена суданской травы за 3 укоса — 12, картофеля — 15 т/га. Значит, при соблюдении необходимой агротехники в условиях пустыни можно получать 6...8 тыс. корм. ед. с каждого поливного гектара, то есть повысить с помощью орошения естественную продуктивность пастбищного гектара в 60...80 раз. Иными словами, один орошаемый гектар в пустыне может заменить 60...80 га естественных выпасов. При этом себестоимость одной кормовой единицы на участках оазисного орошения не превышает обычно 3...5 к., в то время как при доставке на зимние пастбища сена и концентратов автотранспортом корма обходятся значительно дороже.

Создание кормовой базы на основе оазисного орошения непосредственно в пустынях (в местах зимнего содержания скота) позволит вовлечь в сферу сельскохозяйственного производства не используемые в настоящее время значительные по масштабам водно-земельные ресурсы, повысить производительность труда и перейти к индустриализации общественного животноводства.

Развитие орошаемого кормопроизводства в пустынях Казахстана на базе подземных вод еще не получило сколько-нибудь широкого производственного значения.

Хотя эта работа выполнена в основном по материалам, полученным в природно-хозяйственных условиях Казахстана, тем не менее предложения и рекомендации могут быть использованы и в других зонах страны, где имеются подземные воды, пригодные для орошения сельскохозяйственных культур.

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПУСТЫНЬ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

В пределах Южного Казахстана выделяют три крупнейшие пустыни: Кызылкум, Мойынкум и Сарыесик-Атырау.

Пески Кызылкум расположены в южной части Кызыл-Ординской и Чимкентской областей и занимают площадь более 11 млн. га. Различия природных условий в пределах этих песков обусловлены тектоническими изменениями Туранской низменности — опусканием на севере и некоторым поднятием на юге. Абсолютные высоты с северо-запада на юго-восток повышаются с 20...30 до 300...400 м.

На севере, в древней дельтовой части Сырдарьи, пески характеризуются меридианной ориентацией гряд.

В центральной части площадью около 4 млн. га высокогрядовые пески сильно расчленены.

В южной, наиболее возвышенной части площадью 4,5 млн. га преобладают выположенные бугристые пески.

Пески Мойынкум общей площадью около 5,5 млн. га расположены севернее хребта Каратау и Киргизского Алатау и отделяются от них узкой полосой предгорных равнин. Юго-восточная часть имеет отметки 650...700 м, северо-западная — 100...110 м.

По рельефу пески Мойынкум представляют обширную древнеаллювиальную равнину террасовидного строения. В центральной и восточной частях широко распространены вытянутые межбарханные понижения, или чуроты. Возвышенная часть пустыни характеризуется бугристо-грядовой формой рельефа. Гряды и бугры достигают высоты 20...40 м.

Пески Сарыесик-Атырау имеют наиболее благоприятный рельеф. Золотые песчаные бугры и гряды по составу идентичны аллювиальным пескам основания, что указывает на их местное происхождение и длительную устойчивость.

В настоящее время пустыни Южного Казахстана используют в основном в качестве пастбищ для общественного скота, но на их территории почти повсеместно можно найти районы с благоприятным сочетанием рельефа, почвы и растительности, пригодные для сельскохозяйственного освоения с орошением с целью производства кормов.

Климат. По климатическим условиям песчаные массивы Южного Казахстана относятся к типу северных пустынь. Климат пустынь отличается очень жарким, продолжительным, крайне засушливым летом и сравнительно холодной зимой. Абсолютная годовая амплитуда температуры воздуха в отдельных районах достигает 85...90 °С. Среднегодовая температура воздуха 8...12 °С, средняя температура июля 26...28 °С, января минус 7...9 °С.

В сумме за год выпадает 100...160 мм осадков, а за период с температурой воздуха выше 10 °С — 60...80 мм, что явно недостаточно не только для ведения культурного земледелия, но и для вегетации дикорастущих трав и кустарников.

Сумма температур выше 10 °С достигает в пустынях 3 500...4 000 °С. Длительность безморозного периода составляет

160...190 сут. Заморозки обычно прекращаются в конце марта — начале апреля и возобновляются в октябре.

Снежный покров появляется в начале декабря и удерживается до середины февраля. Максимальная высота его 10...15 см. Однако в отдельные годы слой снега составляет 30...40 см или же его совсем не бывает.

Воздушные массы над пустынями отличаются высокой сухостью. В теплый период число дней с относительной влажностью воздуха 30% и ниже достигает 160...180 сут. В это время часто дуют суховейные ветры различной интенсивности. Число дней с суховеями составляет в среднем 120...130 сут.

Пустыни Южного Казахстана отличаются высокой инсоляцией в вегетационный период и повышенной испаряемостью.

В целом климатические условия северных пустынь достаточно благоприятны для круглогодичного содержания скота. Исключение составляют лишь отдельные периоды в зимнее время, когда по погодным условиям выпас скота затруднен или вообще невозможен. В среднем за зиму число таких невыпасных дней составляет 15...30, а в суровые зимы длительность невыпасного периода может достигать 60...90 сут.

В этой связи для сохранения численности и поддержания продуктивности животных необходимо располагать так называемыми страховыми запасами кормов. В незначительном количестве хозяйства завозят их на пустынные пастбища в виде сена и концентратов. В условиях бездорожья и удаленности животноводческих ферм это довольно дорогое мероприятие.

Разведанные непосредственно в пустынях запасы пресных и слабоминерализованных подземных вод могут быть использованы для решения этой проблемы на месте путем развития кормопроизводства на базе орошения.

Почва. Для песчаных почв пустынь Южного Казахстана характерны низкая водоудерживающая способность, невысокое содержание гумуса (0,1...0,3%), большая средняя плотность (1,5...1,6 г/см³), малая общая порозность, бесструктурность и отсутствие внутриагрегатных пор. Низкая влагоемкость и обильная водоотдача способствуют быстрому высыханию поверхностного слоя почвы, что осложняет здесь возделывание сельскохозяйственных культур.

К положительным свойствам песчаных и супесчаных пустынных сероземов можно отнести относительную простоту их обработки, аэрированность и отсутствие плотной поверхностной корки после осадков и поливов.

В межбарханных понижениях (чуротная зона) распространены такыровидные почвы и такыры. Они содержат несколько больше гумуса (0,3...1%) и сильно карбонатны с поверхности. На глубине 30...40 см содержится до 2...2,5% водно-растворимых солей. Освоение такыровидных почв связано с необходимостью проведения мелиоративных мероприятий по их рассолению и улучшению физических свойств (Н. Л. Морозов, В. Ф. Иванов).

В зависимости от глубины залегания грунтовых вод, степени их засоления и влияния на процессы почвообразования в чуротах встречаются бурые песчаные почвы, луговые с желто-буроватым рыхлым дерном, луговые карбонатно-солончаковатые, луговые темноцветные оглеенные и глеево-болотные карбонатные почвы.

О плодородии лугово-сероземных почв чуротной зоны Мойын-кума можно судить по данным таблицы 1.

1. Естественное плодородие лугово-сероземных почв пустыни Мойынкум

Горизонт, см	Гумус, %	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		общий, %	подвижный, мг на 100 г	общий, %	подвижный, мг на 100 г	обменный, мг на 100 г	водно-растворимый, мг на 100 г
0...10	0,77	0,068	5,37	0,082	2,82	103,5	21,5
10...30	0,63	0,057	4,36	0,075	2,80	81,0	20,0
30...50	0,40	0,042	3,53	0,060	1,25	117,5	45,0
50...80	0,32	0,033	2,74	0,049	0,36	148,0	45,0
80...100	0,31	0,029	2,73	0,039	0,20	139,5	24,0

Почвы Южного Казахстана пригодны для сельскохозяйственного использования и не могут служить причиной, сдерживающей здесь развитие орошаемого земледелия.

Растительность. Растительный покров пустынь Южного Казахстана сформировался под влиянием сухого и жаркого климата, частых суховейных ветров, а также специфических условий водообеспечения и минерального питания растений.

Для пустынь характерно наличие кустарников и полукустарников, в том числе саксаула, джузгуна, песчаной акации, белой полыни, эфедры и др. В травяном покрове преобладают пустынная осока и эфемера.

Сочетания растительных сообществ в пределах пустынь и их отдельных регионов часто носят локальный характер. Так, на пониженной части песков Кызылкум преобладают полынные и саксаульные с эфемерами, солянками и тугайными растениями.

На северной части в отличие от южной широко распространены солянки, изень и терескен. Такыровидные и солончаковые понижения между барханными песками покрыты бедной полынно-солянковой растительностью.

На центральной части на сильно расчлененных песках изреженно встречаются саксаул, джузгун и др. В понижениях преобладают осока, мятлик.

На возвышенной и древней части из кустарниковых доминируют белый саксаул и джузгун с густым покровом осоки пустынной, мятлика и различных видов эфемеров и эфемерондов.

Кормовые достоинства растительности Кызылкума по сезонам года показаны в таблице 2.

На песках Мойынкум растительный покров отличается более значительным разнообразием по составу в силу наличия вертикальной зональности и своеобразия гидрогеологических условий.

На возвышенной юго-восточной части пустыни широко распространены сообщества белой полыни и дикой ржи с примесями еркека. Урожайность разнотравно-злаковых полынных 0,5 т/га. Наиболее ценными в хозяйственном отношении являются джузгуновые и терескеновые группировки и растительность чуротных понижений, которые считаются наиболее ценными пастбищными

2. Продуктивность кызылкумских пастбищ

Часть пустыни Кызылкум	Площадь, тыс. га	Урожайность, т/га			
		весна	лето	осень	зима
Северная	2 773	0,08 ... 0,18	0,06 ... 0,17	0,12 ... 0,24	0,08 ... 0,18
Центральная	3 937	0,09 ... 0,16	0,08 ... 0,12	0,12 ... 0,15	0,08 ... 0,12
Южная	4 630	0,13 ... 0,25	0,08 ... 0,15	0,10 ... 0,20	0,01 ... 0,18

угодьями. Урожайность сена в чуротной зоне в благоприятные годы может достигать 1...1,2 т/га.

На центральной части Мойынкума с бугристыми песками растительность довольно однообразная и представлена главным образом джузгунами на фоне эфедры и дикой ржи. Запас кормов составляет около 0,3 т/га. Валовой запас сухой растительной массы достигает здесь в благоприятные годы 0,9 т/га. Однако кормовые ее достоинства понижены из-за наличия биюргунника и софоры, которые скотом не поедаются.

В весенний период наиболее ценными в кормовом отношении являются осока и мятлик, а летом — ковыль и еркек. К осени лучше других сохраняют кормовые качества полынь и эбелек.

Наибольшим содержанием протеина отличается весенняя растительность. По данным М. Кармановской, в 100 кг сухого сена, заготовленного в пустыне до середины мая, содержится 13 кг переваримого протеина и 95 корм. ед., в то время как в августовском сене остается всего 7,3 кг протеина и 42 корм. ед. В этой связи лучшее время для скармливания растительности и заготовки сена — весна. С наступлением летней жары кормовая ценность пустынной растительности резко снижается, в ней остается лишь клетчатка.

Естественная продуктивность пустынных пастбищ к зиме составляет не более 0,15...0,3 т/га сухого корма, то есть не более 50...60 корм. ед.

Урожайность пустынной растительности по годам и сезонам изменяется в широких пределах. Это необходимо учитывать при установлении природной кормоемкости пустынных пастбищ и разработке мероприятий по орошаемому кормопроизводству в пустынях. Так, урожайность кустарниково-эфемеровых кызылкумских пастбищ колеблется по годам от 0,12 до 0,53 т/га, а их поедаемость (качество) — от 57 до 26% (Н. Л. Морозов).

В пустынях за 10-летний период в среднем оказывается 4 года среднеурожайных и по 3 урожайных и неурожайных года (Н. Л. Морозов, В. Д. Иванов). В неурожайный год продуктивность пастбищ может снижаться до 20...50% от среднеурожайного, в зависимости от времени года и вида растительности. Причем отсутствует какая-либо закономерность в чередовании урожайных и неурожайных лет. Низкая урожайность может наблюдаться 2...3 года подряд.

Это необходимо учитывать при определении кормоемкости пустынных пастбищ. К тому же в осенне-зимнее время питательная ценность кустарниковой растительности снижается до 18...25 корм. ед., а сильные морозы и снежный покров резко ухуд-

шают условия выпаса овец. Так, в песках Мойынкум в неблагоприятные зимы продолжительность невыпасного периода достигает 30...70 сут, а максимальное число невыпасных дней — 90...100.

Наличие в течение зимы невыпасного периода свидетельствует о необходимости сочетания пастбищного и стойлового содержания скота. Опыт передовых хозяйств показывает, что для сохранения высокой продуктивности животных наиболее рентабельной является пастбищно-полустойловая форма их содержания, при которой половину суточной нормы овцы добывают на пастбище, а остальную часть рациона поедают в загоне.

При любой форме содержания скота на зимних пастбищах требуются дополнительные корма, источником которых могут служить как завозимые на зимовья сено и концентраты, так и местные корма, которые можно выращивать на орошаемых участках с использованием подземных вод.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ В ПУСТЫНЯХ

По данным Минводхоза СССР, в нашей стране орошается подземными водами около 2% общей орошаемой площади. В то же время имеются большие потенциальные возможности развития орошения подземными водами. Только в пределах Казахстана при общих запасах подземных вод 1480 м³/с возможная площадь орошения может составить около 2 млн. га, а благодаря ежегодно восполняемым 400 м³/с — 500 тыс. га.

По данным Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР, на территории Казахской ССР статические ресурсы пресных и слабоминерализованных подземных вод составляют 7500 млрд. м³ (2000 млрд. м³ грунтовых и 5500 млрд. м³ артезианских), а ежегодно восполняемые запасы достигают 1200 м³/с. Причем почти повсеместно (Кзыл-Ординская, Талды-Курганская, Алма-Атинская, Чимкентская, Джамбулская, Павлодарская, Восточно-Казахстанская и Актюбинская области) распространены пресные высокодебитные напорные воды. Перспективными районами для использования подземных вод являются Южный Казахстан, правобережье реки Иртыша в Павлодарской области, Алакульская и Зайсанская впадины, а также районы Арало-Каспийской низменности. В целом на территории Казахстана выявлено сейчас около 70 подземных артезианских бассейнов, основная часть которых расположена на пустынных и полупустынных пастбищных территориях и в том числе на песках Сарыесик-Атырау, Мойынкум и Кызылкум. Вековые запасы подземных вод оцениваются здесь миллиардами кубических метров.

В песках Мойынкума сосредоточено более 400 млрд. м³ грунтовых вод, залегающих на глубине от 1...2 до 40...50 м, и более 300 млрд. м³ артезианских вод с глубиной залегания 100...300 м в северной и 400...600 м в центральной части бассейна. Высокое гидростатическое давление почти повсеместно обеспечивает самоизлия артезианских вод с дебитом от 1...10 до 50...60 л/с, а в отдельных случаях и более 100 л/с.

В большинстве случаев грунтовые и особенно артезианские воды отличаются хорошим качеством и вполне пригодны для орошения сельскохозяйственных растений (табл. 3, 4).

3. Химический состав артезианских вод в песках Мойынкум и Кызылкум

Минерализация, г/л	Анионы, $\frac{\text{г/л}}{\% \text{ экв}}$			Катионы, $\frac{\text{г/л}}{\% \text{ экв}}$		
	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$

Западная часть Мойынкума (артезианская скважина № 132, совхоз им. Калинина)

0,365	$\frac{0,183}{30,1}$	$\frac{0,082}{10,7}$	$\frac{0,031}{9,2}$	$\frac{0,003}{1,8}$	$\frac{0,005}{5,2}$	$\frac{0,125}{43}$
-------	----------------------	----------------------	---------------------	---------------------	---------------------	--------------------

Центральная часть Мойынкума (скважина № 137)

0,870	$\frac{0,17}{10,5}$	$\frac{0,23}{17,5}$	$\frac{0,20}{22}$	$\frac{0,04}{9}$	$\frac{0,03}{8}$	$\frac{0,200}{33}$
-------	---------------------	---------------------	-------------------	------------------	------------------	--------------------

Пески Кызылкум

Артезианская скважина № 604, колхоз «Кыз-Багар»

0,300	$\frac{0,171}{30,0}$	$\frac{0,053}{11,5}$	$\frac{0,026}{8,5}$	$\frac{0,064}{28,0}$	$\frac{0,026}{19,4}$	$\frac{0,006}{2,5}$
-------	----------------------	----------------------	---------------------	----------------------	----------------------	---------------------

Скважина № 175

0,90	$\frac{0,268}{15,5}$	$\frac{0,245}{18,0}$	$\frac{0,17}{16,5}$	$\frac{0,168}{32,5}$	$\frac{0,068}{17,0}$	$\frac{0,046}{0,5}$
------	----------------------	----------------------	---------------------	----------------------	----------------------	---------------------

4. Запасы подземных вод пустынь Южного Казахстана, пригодные для сельскохозяйственного использования

Область	Вековые запасы (грунтовые/артезианские), млрд. м ³	Ежегодно возобновляемые запасы, м ³ /с	Общие эксплуатационные запасы (грунтовые/артезианские), м ³ /с	Суммарные запасы, м ³ /с
Джамбулская	497/137	46	117/23	140
Чимкентская	209/978	114	52/158	210
Кзыл-Ординская	81/919	22	37/156	193

Запасов подземных вод в Южном Казахстане вполне достаточно не только для обводнения пустынных пастбищных угодий, но и для орошения десятков и сотен тысяч гектаров. Причем стоимость использования грунтовых и артезианских вод, как правило, значительно ниже, чем поверхностных, так как их можно использовать непосредственно на месте добычи без затрат на переброску.

Кроме того, в пустынях сосредоточены огромные запасы минерализованных подземных и грунтовых вод, которые частично можно использовать для орошения кормовых культур. Степень пригодности минерализованных вод для орошения обуславливается как их общей минерализацией, так и химическим составом солей.

По данным Института пустынь АН ТССР и Почвенного института им. В. В. Докучаева ВАСХНИЛ, степень минерализации воды следует определять по сумме токсичных солей, так как в плотный остаток входят и безвредные соединения. В большинстве случаев сумма токсичных солей составляет около 70% плотного остатка.

При решении вопроса об использовании минерализованных вод для орошения основное внимание следует уделять оценке солеустойчивости предполагаемых для выращивания культур, а также механическим и водно-физическим свойствам почвы. Песчаные почвы пустынь с высокой фильтрационной способностью и большой порозностью (скважностью) обладают высокой солеотдачей, поэтому их можно орошать минерализованными водами. Почвы среднего и тяжелого механического состава долго поливать минерализованными водами нельзя, так как из-за низкой фильтрационной способности этих почв происходят быстрое соленакопление и глубокое засоление даже на фоне хорошего дренажа.

Рекомендуемые для выращивания в пустынных оазисах культуры могут быть отнесены к следующим группам по степени солеустойчивости (табл. 5): I — высокая (свекла, сорго, суданская трава, ячмень); II — средняя (кукуруза, овес, арбуз); III — слабая (люцерна, лук, капуста); IV — очень слабая (горох, томаты).

5. Допустимое засоление почв различного механического состава

Группа солеустойчивости растений	Легкие суглинки	Супеси	Пески
	Допустимая сумма токсичных солей, % к массе почвы		
I	0,30	0,20	0,12
II	0,20...0,25	0,12...0,15	0,08...0,10
III	0,10...0,15	0,06...0,10	0,04...0,06
IV	0,10	0,06	<0,04

В зарубежной практике для оценки пригодности минерализованных вод для орошения применяют показатель, характеризующий натриево-адсорбционное отношение:

$$SAR = Na^+ : \sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}},$$

где содержание Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} выражено в миллиграмм-эквивалентах в 1 л воды.

С учетом этого показателя Институт пустынь АН ТССР и Почвенный институт им. В. В. Докучаева предложили для практического пользования пятибалльную шкалу оценки качества и пригодности для орошения минерализованных вод (табл. 6).

Целесообразность использования подземных вод для сельскохозяйственных целей в каждом конкретном случае должна решаться технико-экономическими расчетами. Однако практика последних

6. Качественная оценка пригодности минерализованных вод для орошения

Баллы	Качество воды	SAR	Сумма токсичных солей, г/л	Целесообразность разбавления пресной водой, %
1	Очень хорошее	< 5	< 1	Нет
2	Хорошее	6 ... 10	2	>
3	Удовлетворительное	11 ... 15	4	40 ... 50
4	Малоудовлетворительное	16 ... 20	6	60 ... 70
5	Неудовлетворительное	> 20	> 6	> 70

лет показала, что в природно-хозяйственных условиях пустынь использование пресных и слабоминерализованных подземных вод для развития кормопроизводства оказывается более эффективным и выгодным, чем применение поверхностных вод.

АГРОТЕХНИКА КОРМОВЫХ КУЛЬТУР НА УЧАСТКАХ ОАЗИСНОГО ОРОШЕНИЯ

Состав культур и структура посевов. На участках оазисного орошения в пустынях возделывают преимущественно кормовые культуры, а овощные, картофель и другие — только для удовлетворения потребностей населения, занятого в отгонном животноводстве. При подборе кормовых культур следует учитывать их урожайность, устойчивость к неблагоприятным природным условиям, кормовую ценность, поедаемость и другие достоинства.

Для развития на пустынных пастбищах кормопроизводства с применением орошения можно рекомендовать посевы люцерны, кукурузы на зерно и зеленую массу, сорго на силос и сено, суданскую траву на сено, яровые и озимые посевы ячменя и ржи на зерно и сено, злаково-бобовые смеси на сено. Для сбалансирования кормов по переваримому протеину (белку) около 35...50% посевов по площади должно быть отведено бобовым многолетним травам и другим богатым белками культурам. Этим требованиям могут удовлетворять посевы со следующим долевым составом культур: ячмень и рожь на зерно и сено — 10...15%; кукуруза на зерно — 10...15%; кукуруза и сорго на силос и сено — 10...15%; люцерна на сено — 30...45%; вико-овсяные смеси, суданка на сено — 10...15%.

Структура посевов в каждом отдельном случае должна учитывать конкретные условия и организационно-хозяйственные требования к производству кормов, а также возможность получения двух урожаев в год.

Природные условия пустынь позволяют после уборки зерновых колосовых на сено или зерно провести пожнивные посевы кукурузы, суданки, сорго и благодаря этому получать с каждого гектара до 8 000...10 000 корм. ед.

В природных условиях пустынь при соблюдении высокого уровня агротехники с одного поливного гектара посевов можно получать до 10 000 корм. ед. и 0,4...0,8 т переваримого протеина (табл. 7).

7. Примерный выход кормов с одного поливного гектара с учетом основной и побочной продукции (по опытным данным КазНИИВХ, полученным на песках Мойынкум)

Культуры	Доля площади	Урожайность	Кормовые достоинства 1 т продукции		Валовой выход с 1 га	
			корм. ед., кг	перевари- мый про- теин, кг	корм. ед.	перевари- мого про- теина, т
Ячмень + + подпокровная люцерна	0,17	1,5...2,0 т/га зер- на + 2,0...2,0 т/га со- ломы + 2,0...2,5 т/га сена	1 210	81	2 150	0,15
			360	12	810	0,03
			490	116	1 100	0,26
					4 060	0,44
Люцерна прошлых лет	0,33	8...12 т/га сена	490	116	4 900	1,16
Яровые зер- новые + сорго на сено	0,17	1,5...2 т/га зер- на + 2...2,5 т/га со- ломы + 14...15 т/га сена	1 510	81	2 150	0,15
			360	12	810	0,03
			510	39	7 400	0,57
					10 360	0,74
Кукуруза на зерно	0,16	4...6 т/га зерна + + 7...8 т/га стеб- лей	1 340	78	6 700	0,39
			460	31	3 450	0,23
					10 150	0,62
Озимая рожь + судан- ская трава	0,17	5...6 т/га сена + + 8...10 т/га сена	490	540	2 400	0,30
			520	650	4 700	0,59
					7 100	0,85
В среднем с 1 га					7 000	0,89

Предпосевную обработку почвы на орошаемом участке следует проводить с учетом погодных условий, но

по возможности в более ранние сроки. Под культуры сплошного посева при поверхностном способе полива после завершения планировки поверхности поля нарезают полосы. Ширину полос обязательно принимают кратной габаритам посевных и уборочных машин.

Пустынные целинные серо-бурые, песчаные, супесчаные и легкосуглинистые почвы имеют очень высокую среднюю плотность. В связи с этим при их освоении для создания хорошего водного и воздушного режимов проводят грубое рыхление безотвальными орудиями (плуги-рыхлители, чизель-культиваторы) или плугами с почвоуглубителями. Глубина рыхления почвы не менее 35...40 см. Хорошие результаты дает вспашка плантажным плугом с одновременной глубокой заделкой навоза.

Вспашку отвальными плугами с предплужниками на обычную глубину можно применять на целине только на фоне глубокого рыхления почвы после заделки навоза и суперфосфата, а также при распашке люцерны.

Зяблевая вспашка в условиях пустыни дает положительный эффект только на уже освоенных и окультуренных полях, защищенных от воздействия ветров полезащитными насаждениями. На осваиваемых целинных землях осенняя вспашка, как правило, приводит к сильному иссушению и эрозии почвы.

Под культуры весеннего посева (сорго, суданка, кукуруза) зяблевая вспашка не оказывает положительного эффекта, так как естественная влага к этому времени испаряется и не удастся получить дружных всходов без предпосевного полива.

При ранневесеннем посеве на естественном фоне увлажнения почвы можно рекомендовать зяблевую вспашку на полях, имеющих хорошо развитые полезащитные насаждения, и весеннюю вспашку целинных земель, не имеющих полезащитных насаждений. Под культуры позднего весеннего посева вспашку проводят на фоне предпосевного полива.

Сроки и способы посева, нормы высева и глубина заделки семян. Обилие тепла и света в пустынях Южного Казахстана обеспечивает возможность проведения посева кормовых культур на орошаемых землях весной, летом и осенью. Большое внимание при этом должно уделяться глубине заделки семян, так как пахотный слой почвы, особенно на глубине заделки семян, быстро пересыхает. Поэтому семена рекомендуется заделывать

несколько глубже, чем это делается на обычных орошаемых почвах.

Люцерна наилучшие результаты дает при ранневесенних сроках посева (вторая-третья декады марта). При влажной прохладной весне посев может продолжаться до середины апреля. При более поздних сроках на естественном фоне увлажнения наблюдается изреженность всходов.

Способ посева люцерны увязывают с техникой орошения. Хорошие результаты получают при сплошном рядовом посеве зернотравяными или зерновыми сеялками. На полях, имеющих значительные уклоны (более 0,005), допустимы широкорядные посевы с шириной междурядий 45 см. При таком способе посева люцерну можно в дальнейшем поливать по бороздам.

При посеве люцерны сплошным способом норма высева на 1 га 16...20 кг, глубина заделки 3...5 см при посеве ранней весной и 4...7 см при посеве летом или осенью.

В год посева люцерны мероприятия по уходу должны быть направлены на получение дружных всходов. Уход за люцерной в последующие годы сводится к своевременным боронованиям, внесению удобрений, поливам и укосам. Весеннее боронование проводят до отрастания люцерны, а укосы — в начале цветения. Высота среза не должна превышать 4...6 см. Люцерну на сено скашивают тракторными сенокосилками КСП-2,1А и КС-2,1.

Кукурузу выращивают на зерно и силос и высевают как весной, так и летом. Весной пахотный слой почвы прогревается до 8...11°C к середине апреля. Этот период считается оптимальным сроком посева кукурузы.

Всходы ее выдерживают заморозки до -3°C , поэтому при необходимости возможны и более ранние сроки посева. Если же кукурузу высевают как пожнивную культуру на силос, то сроки ее посева зависят от времени созревания и уборки предшествующей культуры.

Для посева кукурузы применяют сеялки гнездового и рядового высева СЗТ-3,6 и СЗУ-3,6. На песчаных и супесчаных почвах ширина междурядий не должна превышать 50...70 см. Густота посевов на 1 га должна достигать 50...55 тыс. растений при возделывании на зерно и 70...80 тыс. на силос. Средняя норма высева семян кукурузы на зерно 25...30 кг/га, на силос 35...45 кг/га. Глубина заделки семян на легких почвах 6...8 см при

ранних сроках посева и 10...12 см при посеве в поздние весенние и летние сроки.

Кукурузу на силос лучше убирать при наступлении фазы молочной или молочно-восковой спелости зерна силосоуборочными комбайнами типа КС-2,6 или КСС-2,6.

Сорго и суданскую траву сеют весной и летом. Однако всходы этих кормовых культур чувствительны к заморозкам, поэтому самые ранние сроки их посева — середина апреля.

При посеве не позднее 10...15.04 дружные всходы сорго и суданки обычно обеспечиваются весенними осадками, при более позднем посеве необходим предпосевной полив.

Сорго на зеленый корм, сено или зерно высевают рядовым способом сеялками СЗТ-3,6 или СЗУ-3,6. Норма высева на зерно 10...12 кг/га, на зеленую массу 18...20 кг/га. Глубина заделки семян сорго при ранневесенних сроках посева 5...7 см, поздневесенних и летних 8...10 см. Дружные всходы сорго появляются, когда достаточно влажная почва прогреется до 10...12°C.

Сорго на силос убирают в фазе молочно-восковой спелости силосоуборочными комбайнами КС-2,6 и КСС-2,6.

Суданскую траву на сено или силос высевают сплошным рядовым способом зерновыми или зернотравяными сеялками СЗТ-3,6 или СЗУ-3,6 с междурядьями 15 см нормой высева 15...30 кг/га. На семена посев проводят широкорядно с междурядьями 60 см. Глубина заделки семян 4...6 см.

При уборке травы на сено или силос высота среза растений от поверхности почвы составляет 8...10 см. При более низком скашивании замедляется отрастание новых побегов и уменьшается урожайность следующего укоса.

Озимую рожь и ячмень высевают после освобождения поля от основной культуры. Лучший срок посева озимой ржи и озимого ячменя — вторая половина сентября. Если по каким-либо причинам нет возможности провести предпосевной полив, то срок посева отодвигают на конец октября — начало ноября.

Посев проводят зерновыми сеялками обычным рядовым, узкорядным или перекрестно-рядовым способами по предварительно подготовленным полосам (если предусматривают поверхностный способ полива).

Норма высева семян ржи 80...100 кг/га, ячменя 100...120 кг/га, глубина заделки семян 5...7 см.

Удобрения. Высокая водопроницаемость и низкая влагоемкость пустынных почв предъявляют особые требования к применению удобрений. Легкорастворимые нитратные формы азота на легких почвах могут выноситься с оросительной водой в нижние горизонты, что приводит к снижению их эффективности. Для повышения степени использования удобрений и уменьшения их потерь азотные удобрения следует вносить дробно перед посевом и в подкормки.

Фосфорные удобрения наиболее эффективны при послойном распределении их по почвенному профилю: под вспашку — вместе с навозом, перед посевом — под чизель и в виде подкормок вместе с азотными удобрениями.

Одним из источников органических удобрений в зоне пустынных пастбищ в начальный период развития оазисного орошения является овечий навоз, скопившийся около мест зимовок. Внесение овечьего навоза улучшает микробиологическую деятельность и физические свойства почвы, повышает содержание органического вещества, обогащает почву элементами питания растений и способствует более полному использованию минеральных удобрений. Хорошие результаты получают при глубокой и послойной заделке навоза в сочетании с минеральными удобрениями.

Опыты и практика позволяют дать некоторые рекомендации по применению удобрений в условиях песчаных почв пустынной зоны.

1. Наибольшая эффективность удобрений на бедных пустынных землях достигается совместным внесением навоза и минеральных туков, причем действие навоза, особенно при внесении в 2 слоя, заметно сказывается в последующие 3...4 года.

2. Органические удобрения следует вносить под основную вспашку. Заделка навоза на глубину 30 см и более обеспечивает существенную прибавку урожая сельскохозяйственных культур по сравнению с мелкой заделкой.

3. Минеральные удобрения более эффективны при их порционном внесении в вегетационный период. Фосфорные удобрения вносят вместе с навозом под основную вспашку в количестве 30...50 % годовой нормы. Осталь-

ную часть фосфорных удобрений вносят перед посевом и в подкормки. Азотные удобрения вносят перед посевом 20...30 %, одновременно с посевом 10...20 % и в подкормки в период вегетации 50...70 %.

4. В первый год освоения под однолетние культуры (сорго, кукуруза, суданка) вносят органические (овечий или другой навоз) и минеральные удобрения. При глубокой заделке навоза примерно одну треть фосфорных удобрений вносят вслед за вспашкой под чизель на глубину 8...12 см, а остальную часть минеральных удобрений — с посевом и в подкормки. Если органические удобрения заделывают обычной вспашкой, то одновременно запахивают от одной трети до половины годовой нормы фосфорных удобрений. Под озимые зерновые культуры (озимая рожь, ячмень), если их высевают по удобренному навозом предшественнику, достаточно внести только минеральные удобрения в виде подкормок. На второй и последующие годы освоения под очередную однолетнюю культуру целесообразно вносить навоз вместе с фосфорными удобрениями под основную вспашку, а азотные туки применять перед посевом, при посеве и в подкормки. На третий год освоения под однолетние культуры навоз вносят лишь в том случае, если его не применяли в предыдущем году. Под люцерну навоз вносят при посеве ее по целине (в первый год освоения) или если предшественники не удобрялись навозом.

При освоении целины хорошие результаты дают подкормки люцерны и злаково-бобовых травосмесей азотно-фосфорными удобрениями.

При длительном использовании люцерников и сенокосных угодий с третьего-четвертого года в весенний период их можно подкармливать навозом-сыпцом в смеси с суперфосфатом под боронование. После внесения таких удобрений эффективен полив.

При отсутствии или недостатке навоза можно использовать сидераты. В качестве сидеральных культур для песчаных и супесчаных почв можно рекомендовать смесь ячменя и вики. Посев этих культур проводят осенью, а измельчение и запахивание зеленой массы — весной, в апреле. Запахивать лучше на глубину 30...35 см двухъярусным плугом с предплужником.

Песчаные почвы пустынь нуждаются и в микроудобрениях, наиболее эффективны из них цинк (сернистый цинк) и медь (медный купорос).

8. Примерные годовые нормы удобрений (навоз, т/га;
минеральные удобрения, кг действующего вещества на 1 га)

Культуры	При освоении целины			По предшественнику		
	навоз	P ₂ O ₅	N	навоз	P ₂ O ₅	N
Люцерна в год посева	40	70	50	15	30	30
Люцерна последующих лет	15	90	65	10	30	30
Сорго и кукуруза на зеленый корм или сено	30	120	130	15	80	90
Суданка	40	40	60	20	70	90
Озимая рожь и озимый ячмень на сено	30	70	80	15	70	80
Полезащитные лесные полосы	40	60	30	20	15	15
Пастбищно-сенокосные травосмеси	40	60	50	—	40	40

В таблице 8 приведены дозы удобрений для кормовых культур на песчаных и супесчаных почвах пустынь.

Полезащитные насаждения. В пустынях летом часто дуют сильные ветры, которые иссушают поверхность почвы, выдувают и засыпают посевы. Кроме посевов, песчаная пыль повреждает и засыпает оросительную и поливную сеть. Поэтому полезащитные насаждения в условиях оазисного орошения предусматривают как важнейший элемент агромелиоративного комплекса.

Для участков оазисного орошения предпочтительнее ажурная конструкция лесных полос, обеспечивающая наибольшую дальность влияния. Поскольку в оазисах преобладают легковыдуваемые почвы, расстояние между основными полосами не должно превышать 400 м, а между вспомогательными (поперечными) полосами оно может быть увеличено до 600...800 м.

По границам орошаемого участка лучше закладывать семирядные или пятирядные полосы. Расстояние между рядами 3 м, между деревьями 1 м. Междурядья с целью предотвращения ветровой эрозии можно засевать люцерной или бобово-злаковыми смесями.

Подготовка почвы при посадке деревьев и кустарников в лесополосах такая же, как при посадке кормовых культур. Одновременно с вспашкой вносят овечий навоз 40...45 т/га и суперфосфат 0,2 т/га.

Перед поливом вносят азотные удобрения.

Лесные породы, которые рекомендуются для посадки в природных условиях пустынь, приведены в таблице 9.

9. Состав пород для полезащитных лесных полос
(Л. Н. Морозов)

Ряд	Основная порода	Заменяющие породы
1-й	Тамариск	Лох
2-й	»	»
3-й	Вяз перистоветвистый	Гледичия, акация
4-й	Акация	Гледичия
5-й	Вяз перистоветвистый	Гледичия, акация
6-й	Акация	Гледичия
7-й	Шелковица	Урюк (дичок)
1-й	Тамариск	Лох
2-й	»	»
3-й	Вяз перистоветвистый	Гледичия, акация
4-й	»	»
5-й	Шелковица	Урюк (дичок)
1-й	Тамариск	Лох
2-й	Вяз перистоветвистый	Гледичия, акация
3-й	»	»
4-й	Шелковица	Урюк (дичок)

Как показал опыт госплемзавода «Кенимех» Узбекской ССР, кроме посадки культурных лесных полос, надежной защитой от ветров может служить черный саксаул. Его следует высевать сплошным массивом шириной до 200 м вокруг всего орошаемого оазиса.

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И РЕЖИМЫ ОРОШЕНИЯ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В ПУСТЫНЕ

В зависимости от почвенно-мелиоративных и хозяйственных условий на участках оазисного орошения можно применять:

увлажнительный режим орошения, предусматривающий создание благоприятного водного режима в почве и приземном слое атмосферы, на участках с хорошим мелиоративным состоянием земель и устойчиво глубоким залеганием минерализованных грунтовых вод, то есть на землях с нормальным водно-солевым балансом;

увлажнительно-промывной режим орошения, который, кроме потребностей растений, предусматривает дополнительные затраты воды на поддержание благоприятного солевого режима в почве в результате создания нисходящего тока воды в активном слое почвы;

поливы специального назначения (влагозарядковые, освежительные, удобрительные и др.), необходимость которых обусловлена физиологическими свойствами растений, а также климатическими, почвенными, ирригационными и организационно-хозяйственными особенностями оазисного орошения в пустынях.

На стадии эксплуатации режим орошения растений в каждом отдельном случае должен учитывать почвенно-климатические и организационно-хозяйственные изменения, которые возникают при освоении участка оазисного орошения.

Для условий пустынного орошения эксплуатационные графики полива должны согласовываться с режимом работы водозабора. Согласованность режима водозабора и потребной подачи воды на орошение достигается изменением площади поливного участка, состава культур, комплекса ирригационных и агротехнических мероприятий.

Водопотребление орошаемых культур. В количественном выражении интенсивность и размеры суммарного водопотребления являются функцией длительности вегетационного периода растений, физиологических свойств орошаемой культуры, метеорологических условий внешней среды и уровня агротехники. При оптимальном водоснабжении водопотребление во времени меняется пропорционально темпам роста и развития растений, а также изменению термического режима внешней среды, то есть имеет место биоклиматический характер. Если весной суточный расход влаги в условиях пустынного орошения составляет 20...40 м³, то в летнее время при хорошо развитом растительном покрове он достигает 100...120 м³/га.

Суммарное водопотребление и его внутрисезонное распределение являются, как правило, основой для проектирования и эксплуатации оросительных систем в пустынных оазисах.

Наиболее надежный метод вычисления суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур — метод водного баланса, основанный на экспериментальном оп-

ределении прихода и расхода влаги в пределах выделенной площади.

Суммарные затраты воды на возделывание сельскохозяйственных культур в песках Мойынкум значительно выше, чем в районах предгорно-степного орошения. Если, например, в предгорьях Южного Казахстана для оптимального водообеспечения кукурузы за вегетацию достаточно 5...6 тыс. м³ воды на 1 га, то в песках Мойынкум необходимо 7...7,5 тыс. м³, то есть почти в 1,5 раза больше.

Иссушение почвы ниже 50% НВ приводит к значительному снижению урожайности кукурузы (табл. 10).

10. Суммарное водопотребление и урожайность кукурузы на орошаемых участках с глубокими грунтовыми водами (пески Мойынкум)

Порог предполивной влажности почвы, % НВ	Число поливов	Оросительная норма, м ³ /га	Осадки, м ³ /га	Использованная из почв влага, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
<i>Зерно</i>							
55	8	6 870	140	240	7 250	5,90	1 225
45	7	5 870	140	395	6 405	4,70	1 368
60	10	7 470	730	210	8 410	6,38	1 345
50	8	6 280	730	330	7 340	5,42	1 355
40	6	5 190	730	390	6 310	4,49	1 405
<i>Зеленая масса</i>							
55	7	6 390	140	215	6 745	40,90	166
45	6	5 470	140	410	5 920	33,60	176
60	8	6 070	730	160	6 960	39,10	178
50	7	5 320	730	290	6 340	33,50	189
40	5	4 460	730	305	5 495	28,40	193

Для получения с каждого гектара 5...6 т зерна или 35...40 т зеленой массы кукурузы требуется 7...7,5 тыс. и 6,5...7 тыс. м³ воды, при этом коэффициент водопотребления составляет соответственно 1 200...1 400 и 170...200 м³/т.

Максимальный расход воды (транспирация и испарение с поверхности почвы) наблюдается в фазу цветения и молочно-восковой спелости кукурузы, то есть в период наибольшего прироста надземной массы (табл. 11). Если за период от посева до выхода в трубку (за 45...50 сут) расходуется только 20...25%, то от начала цветения до молочно-восковой спелости (примерно за 30 сут) — уже 35...40% суммарного количества воды. В первом случае интенсивность суточного водопотребления составляет лишь 30...40 м³/га, во втором она достигает 80...100 м³/га, то есть увеличивается почти в 2,5 раза.

11. Внутрисезонное распределение суммарного водопотребления кукурузы

Фазы развития	Суммарное водопотребление		
	за сутки, м ³ /га	за период, м ³ /га	% суммар- ного
Посев — выход в трубку (45...50 сут)	30...40	1 700	20...25
Выход в трубку — цветение (30 сут)	50...80	1 950	20...25
Цветение — молочно-восковая спелость (30 сут)	80...100	2 700	35...40
Молочно-восковая — полная спелость (20...25 сут)	70...40	1 100	10...15
За вегетацию	55...60	7 450	100

Характер потребления воды сельскохозяйственными культурами в специфических условиях пустынного климата не имеет каких-либо отличий по сравнению с условиями предгорно-степного и дельтового орошения. Разница заключается лишь в количественных значениях.

Суммарное водопотребление кормовых культур при оазисном орошении применительно к конкретным метеорологическим и почвенно-мелиоративным условиям песков Мойынкум и оптимальному уровню водоснабжения растений показано в таблице 12.

В связи с тем что суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур значительно изменяется в пространстве и времени, дополнительно к экспериментальному методу его изучения желательно применять

12. Значения суммарного и удельного водопотребления кормовых культур при оазисном орошении

Культура	Порог предполивной влажности почвы, % НВ	Суммарное водопотребление, тыс. м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³	
			на 1 т	на 1 корм. ед
Кукуруза на зерно	50...55	7...7,5	1 300...1 400	1,0...1,1
Кукуруза на силос	50...55	6,5...7	180...200	0,7...0,8
Сорго на силос	45...50	6...6,5	160...200	0,65...0,75
Ячмень на зерно	50...55	4...4,5	1 300...1 400	1,0...1,1
Люцерна на сено	50...55	8,5...9	700...900	1,4...1,6
Суданская трава на сено	45...50	6...7	500...700	1,0...1,3
Кукуруза и сорго на силос (пожнивные)	50...55	4,5...5,5	150...180	0,6...0,8
Картофель	55...60	6,5...7,0	400...600	—
Арбузы	45...50	6...6,5	180...220	—

косвенные расчетные методы определения суммарного водопотребления.

Теоретическая основа расчетных методов разработана достаточно полно для различных природных условий и в том числе для условий пустынного климата. Установлено, что при оптимальном водоснабжении растений существует тесная количественная связь между испарением влаги сельскохозяйственным полем и энергетическими ресурсами атмосферы, которые оцениваются таким комплексным показателем, как испаряемость. На этой основе в нашей стране и за рубежом разработаны расчетные методы определения суммарного водопотребления и оросительных норм сельскохозяйственных культур.

Анализ основных расчетных методов, широко применяемых в аридных регионах, позволяет рекомендовать для песчаных пустынь Южного Казахстана методы Х. Л. Пенмана, Х. Блейни—В. Кридла и биоклиматический метод, основанный на использовании формулы Н. Н. Иванова.

Более предпочтительной является модифицированная формула Н. Н. Иванова, так как она базируется на простейших исходных данных, за которыми ведутся длительные наблюдения на всех метеорологических станциях.

Формула для расчета испаряемости по биоклиматическому методу имеет следующий вид:

$$E = k_t d f(U),$$

где k_t — энергетический фактор испарения, мм/мб; d — дефицит влажности воздуха, мб; $f(U)$ — функция, учитывающая влияние ветра.

Параметры d и $f(U)$ характеризуют аэродинамическую часть испарения.

Энергетический (температурный) фактор определяют по зависимости

$$k_t = 0,0061 (25 + t)^2 / l_a,$$

где t — температура воздуха, °C; l_a — упругость насыщенного пара, соответствующая этой температуре, мб.

Дефицит упругости насыщения при отсутствии данных метеорологических наблюдений рассчитывают по уравнению

$$d = l_a (1 - 0,01 a),$$

где a — относительная влажность воздуха, %.

Функцию, учитывающую влияние ветра, для условий аридного климата определяют по формуле

$$f(U) = 0,54 (1 + 0,26 U_2),$$

где U_2 — скорость ветра на высоте 2 м от поверхности земли, м/с.

Для перевода скорости ветра от флюгерной высоты к высоте 2 м рекомендуются следующие коэффициенты: для высоты $H_{\text{ф}} = 5$ м коэффициент $v = 0,85$, для $H_{\text{ф}} = 6$ м $v = 0,83$, для $H_{\text{ф}} = 7$ м $v = 0,81$, для $H_{\text{ф}} = 8$ м $v = 0,79$, для $H_{\text{ф}} = 9$ м $v = 0,78$, для $H_{\text{ф}} = 10$ м $v = 0,77$, для $H_{\text{ф}} = 11$ м $v = 0,76$, для $H_{\text{ф}} = 12$ м $v = 0,75$.

Зависимость энергетического фактора k_t от среднесуточной температуры воздуха за расчетный период приведена в таблице 13.

Расчетная формула для определения суточной испаряемости имеет вид:

$$E = \frac{0,0061 d (25 + t)^2}{l_a} (0,54 + 0,14 U_2),$$

где E — испаряемость за сутки, мм.

При определении суммарного водопотребления по этой формуле следует учитывать в расчетах коэффициенты,

13. Значения энергетического фактора k_t (мм/мб)
в зависимости от температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$)

Десятки градусов	Единицы градусов									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,61	0,62	0,62	0,62	0,63	0,62	0,62	0,61	0,61	0,60
10	0,60	0,60	0,59	0,58	0,57	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53
20	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,46	0,45	0,44
30	0,43	0,42	0,41	0,40	0,43	0,38	0,38	0,37	0,36	0,36

отображающие роль растений и микроклимата в расходовании воды орошаемым полем.

Суммарное водопотребление с учетом этих поправочных коэффициентов определяют по зависимости

$$E_v = E k_0 k_b,$$

где E_v — суммарное водопотребление культуры, мм; E — испаряемость, мм, k_0 — микроклиматический коэффициент; k_b — биологический коэффициент.

Микроклиматический коэффициент применяют в том случае, если для расчета водопотребления культур используют исходные данные, характеризующие климат неорошаемых пространств. В этом случае микроклиматический коэффициент учитывает возможное изменение метеорологического режима на оазисном участке под влиянием орошения (снижение температуры воздуха и скорости ветра, увеличение влажности воздуха).

В общем виде микроклиматический коэффициент представляет собой отношение испаряемостей на орошаемом участке и за его пределами.

$$k_0 = \frac{E_0}{E} = \frac{k_{t_0} d_0 f_0(U_2)}{k_t d f(U_2)},$$

где E_0 , E — испаряемость на орошаемом участке (по метеорологическим данным наблюдений на орошаемом поле) и на прилегающей территории, мм.

Как правило, температурный режим и влагопоглощающая способность приземного слоя воздуха, то есть потенциальная иссушающая способность приземной атмосферы, на орошаемом участке ниже, чем на неорошаемом, что и определяет снижение суммарного расхода влаги на испарение с почвы и транспирацию. Однако при небольших размерах участков оазисного орошения

(до 5...10 га) в результате использования адвективного тепла неорошаемых территорий суммарное водопотребление может оказаться больше испаряемости, то есть возможно проявление так называемого оазисного эффекта. Микроклиматический коэффициент в таком случае может быть больше единицы. При дальнейшем увеличении площади орошения испаряемость, а следовательно, и водопотребление растений уменьшается.

В песках Мойынкум на орошаемых участках размером до 5 га устойчивый микроклимат, как правило, не формируется. Затраты тепла на испарение достигают на небольших участках 105...120% радиационного баланса.

С увеличением площади участка роль орошения возрастает: микроклиматический коэффициент снижается до 0,95 при площади 6...10 га, до 0,90 при 30 га, до 0,85 при 60 га и до 0,80 при площади 200 га. От площади участка оазисного орошения существенно зависит оросительная норма. Так, оросительная норма люцерны в песках Мойынкум при площади участка 30 га составляет 8,1 тыс. м³/га. В то же время для участка площадью более 120 га она уменьшается до 7 тыс. м³/га, то есть на 12%, а для участка площадью 5...20 га увеличивается до 9,5 тыс. м³/га, то есть на 17%.

Приведенные выше микроклиматические коэффициенты характерны для квадратных (или близких к ним) форм орошаемых участков. При вытянутых формах участков микроклиматический эффект орошения снижается или его вообще может не быть.

Средняя ширина участка, в пределах которой микроклимат неустойчив и в значительной мере подвержен влиянию прилегающей территории, составляет при умеренном ветровом режиме и отсутствии лесополос примерно 50...80 м.

Соотношение площадей, на которых формируется и не формируется микроклимат в зависимости от формы орошаемого участка, то есть влияние краевого эффекта, показано в таблице 14.

При проектировании оазисного орошения необходимо учитывать как размер, так и форму участка и особенно их влияние на режимы орошения возделываемых культур.

При проектировании оазисного орошения микроклиматический коэффициент можно принимать по таблице 15.

14. Соотношение площадей, на которых формируется и не формируется микроклимат, % площади участка

Расчетные показатели	Площадь орошаемого участка, га								
	5	10	20	40	60	80	100	120	140
Квадратная форма участка:									
микроклимат формируется	25	45	60	72	78	80	81	82	84
не формируется	75	55	40	28	22	20	19	18	16
Прямоугольная форма участка с соотношением сторон 1:4:									
микроклимат формируется	0	30	56	61	69	73	76	78	80
не формируется	100	70	44	39	31	27	24	22	20

15. Микроклиматический коэффициент k_0

Размер участка оазисного орошения, га	Коэффициенты увлажнения k_y					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
10	0,90	0,91	0,93	0,95	0,96	0,97
100	0,83	0,87	0,90	0,92	0,94	0,95
1 000	0,78	0,84	0,87	0,90	0,92	0,94

Коэффициент k_y за расчетный период вычисляют по зависимости

$$k_y = (V_a + p) E^{-1},$$

где V_a — активная влага в почве на начало расчетного периода, мм; p и E — соответственно осадки и испаряемость за расчетный период, мм.

В целом за вегетацию суммарный расход воды оптимально орошаемым полем с хорошо развитым растительным покровом примерно равен испаряемости, и в условиях оазисного орошения различия обычно не превышают $\pm 5...20\%$. Однако в отдельные периоды вегетации и особенно в начале ее (от всходов до смыкания растительного покрова) расхождения могут достигать $20...40\%$, что объясняется влиянием на интенсивность расходования воды полем культуры и природных особенностей региона.

Коэффициент пропорциональности между суммарным водопотреблением и испаряемостью был назван А. М. Ал-

пательным биологическим. С учетом биологических коэффициентов суммарное водопотребление определяют по зависимости

$$E_v = E_0 k_b,$$

где E_v — суммарное водопотребление, мм; E_0 — испаряемость с учетом k_0 , мм; k_b — биологический коэффициент, представляющий собой отношение фактического водопотребления к испаряемости.

По культурам биологические коэффициенты в период вегетации имеют количественные различия, что свидетельствует о существовании индивидуальных особенностей в биологических ритмах роста и развития растений.

Биологические коэффициенты для некоторых культур применительно к оазисному орошению в песках Мойынкум приведены в таблице 16.

16. Биологический коэффициент кормовых культур при оазисном орошении

Культура	k_b за сезон	Сумма температур от всходов, °C					
		0 ... 200	200 ... 400	400 ... 600	600 ... 800	800 ... 1 000	1 000 ... 1 200
Кукуруза	0,80 ... 0,86	0,50	0,54	0,59	0,68	0,78	0,91
Сорго	0,74 ... 0,82	0,50	0,52	0,56	0,61	0,69	0,79
Суданская тра- ва	0,76 ... 0,85	0,50	0,53	0,60	0,73	0,92	1,06
Люцерна	0,82 ... 0,88	0,72	0,78	0,87	0,98	1,05	1,08
Картофель	0,75 ... 0,82	0,50	0,52	0,56	0,61	0,70	0,80

Продолжение

Культура	Сумма температур от всходов, °C								
	1 200 ... 1 400	1 400 ... 1 600	1 600 ... 1 800	1 800 ... 2 000	2 000 ... 2 200	2 200 ... 2 400	2 400 ... 2 600	2 600 ... 2 800	2 800 ... 3 000
Кукуруза	1,01	1,06	1,04	0,98	0,86	0,70	—	—	—
Сорго	0,92	1,00	1,04	0,65	0,70	0,79	0,89	0,99	1,02
Суданская тра- ва	0,68	0,74	0,93	1,02	0,68	0,75	0,90	0,98	1,02
Люцерна	0,70	0,76	0,91	1,03	1,06	0,68	0,74	0,90	1,02
Картофель	0,91	1,00	1,03	0,97	0,78	—	—	—	—

Для периода от посева до появления всходов коэффициент пропорциональности между испарением с поверхности песчаной почвы и испаряемостью в условиях пустынь Южного Казахстана может быть принят по таблице 17.

17. Значения диффузных коэффициентов K_d для периода от посева до массовых всходов растений

Относительное значение осадков, p/E_0	Частота выпадения осадков, P/T^{**}				
	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40
0,1	0,36	0,38	0,40	0,41	0,42
0,2	0,38	0,41	0,43	0,45	0,47
0,3	0,41	0,43	0,46	0,48	0,51
0,4	0,43	0,45	0,48	0,52	0,55
0,6	0,45	0,47	0,51	0,55	0,60

* p — осадки; E_0 — испаряемость.

** T — расчетный период, сут.; P — число дождливых дней за период.

Оросительная норма. При расчете оросительной нормы важно правильно оценить обеспеченность растений почвенной влагой, осадками и грунтовыми водами.

Оросительная норма определяется как разница между суммарным водопотреблением культуры и ее природной влагообеспеченностью и принимается равной суммарному дефициту водопотребления культуры за вегетационный период:

$$M = \Sigma \Delta E_v,$$

где M — оросительная норма нетто, мм; ΔE_v — дефицит водопотребления культуры за расчетный интервал (декаду, месяц, межфазный период и т. д.), мм.

Дефициты водопотребления за какой-либо расчетный период определяют по уравнению водного баланса орошаемого участка

$$\Delta E_v = E_v - (p + V_a + G) + Y,$$

где E_v — суммарное водопотребление за расчетный период, мм; p — выпавшие атмосферные осадки, мм; V_a — активные запасы влаги в расчетном слое почвы на начало периода, мм; G — капиллярное использование грунтовых вод, мм; Y — фильтрация влаги за пределы деятельного слоя почвы, мм.

На песчаных и супесчаных почвах пустынь Южного Казахстана запасы влаги к весне составляют 60...70% количества выпавших осенью и зимой осадков. Активные запасы влаги в метровом слое почвы, как правило, не превышают к началу вегетации 400...700 м³/га, что составляет не более 5...15% суммарной потребности орошаемых культур в воде.

Во всех природных зонах, в том числе и в пустынях, важным фактором обеспечения растений влагой и формирования урожая являются осадки. Большой практический интерес представляет количественная оценка осадков, особенно для почвенно-климатических условий пустынь.

Вегетационные осадки, в каком бы количестве они ни выпадали, всегда оказывают определенный эффект. Эффективность таких осадков проявляется в благоприятном изменении термических условий в приземном слое атмосферы и верхних горизонтах почвы (микроклиматический эффект), в физиологических изменениях в самих растениях (биологический эффект) и в изменении влажности в корнеобитаемом слое почвы (почвоувлажнительный эффект).

В зависимости от интенсивности и количества осадков они оказывают влияние на все факторы одновременно или же только на некоторые. Так, осадки менее 5 мм не обеспечивают почвоувлажнительного эффекта, но зато они благоприятно влияют на термический режим в приземном слое воздуха и физиологические процессы в растениях. Испаряясь с листьев и поверхности почвы, такие осадки увлажняют воздух, уменьшают его иссушающую способность, снижают расход влаги полем на испарение и транспирацию и тем самым способствуют сохранению имеющихся в почве запасов влаги (табл. 18).

В дождливую погоду резко улучшается обводненность растительных тканей и меняется состав воды в них, происходит уменьшение связанной и увеличение свободной воды в листьях, что приводит к улучшению ассимиляционных процессов в растениях.

Таким образом, в условиях засушливого и сухого климата при воднобалансовых расчетах следует учитывать все осадки вегетационного периода, в том числе и менее 5 мм в сутки.

Агротехническими приемами можно добиться высокой продуктивности использования любых осадков. Это

18. Показатели метеорологического режима орошаемого поля
в ясные и с небольшими дождями дни

Дата наблю- дений	Осад- ки, мм	Темпера- тура воз- духа, °C	Относи- тельная влажность воздуха, %	Дефицит влажности воздуха, мб	Темпера- тура почвы в слое 0...5 см, °C	Суммарное испаре- ние, мм
18.07	2,4	20,2	70	6,8	19,0	2,9
19.07	0,3	21,4	69	8,8	18,8	6,4
20.07	3,5	20,8	67	11,3	18,6	4,3
18...20.07	6,2	20,8	69	8,9	18,8	13,6
21.07	0	22,1	60	13,4	20,5	7,3
22.07	0	24,1	52	16,1	22,7	6,4
23.07	0	24,4	53	17,2	23,5	6,9
21...23.07	0	23,5	55	15,6	22,2	20,6
Разность	+6,2	-2,7	+14	-6,7	-3,4	-7,0

в равной мере относится и к использованию поливной воды, которая при воднобалансовых расчетах во всех случаях принимается равнозначной дождевой. Между тем в условиях жаркой и сухой погоды, характерной для пустынь, 1 мм слоя дождевой воды по воздействию на почву, растение и приземной слой воздуха, как правило, значительно эффективнее такого же количества поливной воды. Дело в том, что осадки появляются на поверхности поля после насыщения влагой всей толщи приземного слоя атмосферы, в то время как для создания равнозначных условий поливами, если это вообще возможно, требуется слой воды, значительно превышающий слой осадков. Чем напряженнее термический режим атмосферы в момент полива, тем существеннее разница между эффективностью поливной воды и осадками. Могут быть случаи (в период суховея), когда поливы вообще не в состоянии заменить осадки по своему воздействию на внешнюю среду.

Если известна влажность почвы к началу вегетации, то запас активной влаги определяют по формуле

$$V_a = W_n - W_0 = 10\gamma h (\beta_n - \beta_0),$$

где W_n — запас влаги в активном слое почвы на начало вегетации, мм; W_0 — критический запас влаги в том же слое почвы, соответствующий нижнему порогу допустимой влажности почвы β_0 , мм; γ — средняя плотность почвы, т/м³; h — мощность активного слоя почвы, м; β_n — влажность почвы в начале вегетации, % массы.

На фоне влагозарядки W_n можно принимать равным $W_{нв}$.

При отсутствии данных о влажности почвы в начале вегетации почвенные влагозапасы к этому моменту можно приближенно определить по количеству невегетационных осадков с учетом их накопления и сохранения в почве.

Коэффициент накопления и сохранения невегетационных осадков для зоны пустынь и полупустынь Казахстана ориентировочно равен 0,60...0,75.

При близких грунтовых водах (пресные или слабо-минерализованные) их использование растениями зависит от литологического строения зоны аэрации, вида растительности и глубины залегания грунтовых вод.

В целом за вегетацию размер капиллярного использования грунтовых вод определяется длительностью и теплоэнергетическими ресурсами вегетационного периода.

При определении роли грунтовых вод в водоснабжении растений наиболее правильным представляется такой метод их учета, когда количественно грунтовые воды оцениваются в долях от суммарного водопотребления.

Для различных групп культур существует оптимальная глубина залегания уровня грунтовых вод, соответствующая их максимальному потреблению. Подъем или понижение уровня грунтовых вод относительно оптимального положения ведет к снижению их использования (из-за ухудшения воздушного режима и затухания микробиологических процессов в активном слое почвы при подъеме и разрыве капиллярных связей при снижении). Для однолетних культур оптимальная глубина залегания уровня грунтовых вод составляет 0,5...0,7 м, а для многолетних трав и насаждений — 1,1...1,2 м.

Конкретно количество используемых грунтовых вод следует принимать по данным исследований. При их отсутствии приток влаги в деятельный слой почвы со стороны грунтовых вод вычисляют по зависимости

$$G = E_v k_r,$$

где G — используемые грунтовые воды за расчетный период, мм; E_v — суммарное водопотребление или суммарный расход воды орошаемым полем, мм; k_r — коэффициент использования грунтовых вод, представляющий долю от суммарного водопотребления.

Значения коэффициента использования грунтовых вод различными группами культур в зависимости от глубины залегания грунтовых вод на легких по механи-

ческому составу почвах приведены в таблице 19 (Д. М. Кац, Е. В. Чаповская, Д. А. Суюмбаев, П. В. Тищенко, М. В. Бабаев и др.).

19. Значения коэффициента использования грунтовых вод k_r

Агрофон	Глубина залегания грунтовых вод h_r , м				
	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Без растительности	0,45	0,25	—	—	—
Культуры с корневой системой: до 0,6 м	0,85	0,40	0,15	0,05	—
до 1 м	1,00	0,55	0,25	0,15	—
Многолетние травы и насаждения с корневой системой более 1 м	1,00	0,95	0,70	0,35	0,05

Нижним пределом использования грунтовых вод служит такое их положение, когда

$$H_{\phi} \geq h_a + h_k,$$

где H_{ϕ} — фактическая глубина залегания грунтовых вод; h_a — слой активного влагообмена; h_k — высота капиллярного поднятия.

Предельная высота капиллярного поднятия грунтовых вод в песчаных почвах Южного Казахстана достигает 40...80 см, а в супесчаных — 90...120 см.

Слой активного влагообмена на легких почвах при оптимальном орошении изменяется для большей части однолетних культур от 40 до 100 см, а для многолетних от 80 до 120 см.

Оросительные нормы основных кормовых культур для оазисного орошения в песках Мойынкум будут приведены в таблице 21.

Поливная норма. Норма разового полива зависит от глубины увлажнения и степени иссушения почвы перед поливом. Ее рассчитывают по формуле А. Н. Костякова:

$$m = 10\gamma h (\beta_{\text{лив}} - \beta_0),$$

где m — поливная норма, м³/га; γ — плотность расчетного слоя почвы, т/м³; $\beta_{\text{лив}}$ — влажность почвы, соответствующая наименьшей влагоемкости, в весовых %; h — глубина увлажнения, м; β_0 — предполивная влажность почвы, в весовых %.

Предполивная влажность, или нижний предел допустимого иссушения, зависит от водоудерживающей спо-

способности почвы и биологических особенностей орошаемой культуры. Для песчаных почв пустынь Южного Казахстана граница допустимого иссушения находится в пределах 45...50% НВ для мелкозернистых песков, 50...55% для пылеватых песков, 55...60% для супесей и 60...70% для легких суглинков.

Эффективность использования оросительной воды в пустынях зависит от глубины увлажнения почвы при поливах. При глубоком промачивании неизбежны фильтрационные потери воды и ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель, особенно при близком залегании минерализованных грунтовых вод. В то же время поливы малыми нормами приводят к увеличению числа поливов и перерасходу воды из-за дополнительных потерь на испарение с поверхности почвы, которые в момент полива и в первые послеполивные дни достигают в условиях пустынь 100 м³/га и более за сутки.

Характер иссушения почвы показывает, что при влажной почве испарение происходит преимущественно из верхних горизонтов. Потребление воды из нижних слоев начинается после иссушения верхних горизонтов.

Поливную норму обычно рассчитывают из условий равномерного увлажнения расчетного слоя почвы до состояния наименьшей влагоемкости (НВ). Фактически же при поливах верхние слои почвы насыщаются водой выше НВ, а нижние недоувлажняются. После полива избыточная вода под влиянием гравитационных сил постепенно перемещается вниз, а в верхних слоях остается лишь та ее часть, которая соответствует водоудерживающей способности почвы. Время перераспределения поливной воды на почвах легкого механического состава при расчетной глубине увлажнения от 0,6 до 1 м практически не превышает 1...1,5 сут.

Так как после прекращения полива происходит максимальное испарение воды с поля, то фактическая глубина увлажнения оказывается меньше расчетной. Поэтому для промачивания почвы на заданную глубину расчетная поливная норма должна быть несколько увеличена.

Поправочный коэффициент к расчетной поливной норме для условий оазисного орошения в пустынях при поливе дождеванием составляет весной 1,1...1,2, летом 1,2...1,4, осенью 1,15...1,2. При поверхностном способе

полива (по бороздам и полосам) он несколько ниже: весной и осенью 1,05...1,1, летом 1,1...1,15.

Поливная вода, которая задерживается в поверхностном слое почвы, расходуется преимущественно на испарение. Кроме того, из слоя толщиной 5...30 см часть воды используется растениями, а часть испаряется с поверхности почвы по капиллярам. Продуктивность использования воды из этого слоя значительно выше, чем из поверхностного, и в зависимости от фазы развития растений составляет 40...90%. И лишь поливная вода, проникающая на глубину 30 см и более, используется растениями с максимальной продуктивностью.

Исходя из этого, поливная норма в условиях оазисного орошения не должна быть меньше 300...400 м³/га. Полив меньшими нормами неэффективен из-за очень низкой продуктивности использования воды растениями.

Оптимальные размеры глубин увлажнения и поливных норм для почвенно-климатических условий пустынь приведены в таблице 20.

Приведенные поливные нормы рекомендуются для песчаных и супесчаных почв с устойчиво глубоким залеганием грунтовых вод. При близких грунтовых водах поливная норма должна учитывать глубину залегания и степень их минерализации.

Сроки проведения поливов. Наиболее важным показателем поливного режима являются сроки проведения поливов, которые зависят от биологических особенностей культуры, водоудерживающей способности почвы и интенсивности потребления воды орошаемым полем.

В практике орошения сроки полива назначают по внешним признакам растений (изменение цвета листьев и стеблей, увядание и опускание листьев и т. д.), их физиологическим показателям (концентрация клеточного сока, сосущая сила, осмотическое давление и др.), по влажности почвы в корнеобитаемом слое или же по схемам, в которых сроки поливов приурочены к фазам развития растений.

Наиболее простым и доступным является первый метод. Однако в природно-климатических условиях пустынь он совершенно непригоден. В условиях жаркого и сухого климата пустынь листья часто теряют тургор (вянут) и меняют окраску при достаточных запасах влаги в почве, то есть сигналы о водном голодании поступают со стороны растений преждевременно. Кроме

20. Оптимальные поливные нормы для культур оазисного орошения в пустынях

Культуры и фазы развития	Глубина увлажнения, м	Поливная норма, м ³ /га
Зерновые колосовые:		
кущение — колошение	0,6...0,8	500...700
колошение — молочно-восковая спелость	0,8...1,0	700...800
Кукуруза, сорго:		
до выметывания метелок	0,6...0,9	600...700
выметывание метелок — молочно-восковая спелость	0,9...1,1	700...900
Травы однолетние и многолетние первого года:		
кущение	0,6...0,7	500...600
бутонизация — цветение	0,7...1,0	600...800
цветение — после укоса	1,0...1,2	800...900
Многолетние травы прошлых лет в течение вегетации	1,0...1,2	800...900
Картофель:		
всходы — начало цветения	0,5...0,6	400...500
цветение — отмирание ботвы	0,6...0,8	500...700
Овощные (капуста, томаты, огурцы, лук):		
всходы (высадка — цветение)	0,3...0,5	300...400
цветение — начало созревания	0,5...0,6	400...500
начало созревания — съемная спелость	0,6...0,7	500...600

того, этому методу присущ субъективизм, связанный с квалификацией и навыками поливальщика. Проверка этого метода в условиях песков Мойынкум показала, что он не может гарантировать получение устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на участках оазисного орошения.

Не оправдал себя в условиях пустынь и физиологический метод оценки водообеспеченности растений. В напряженных термических условиях пустынь физиологические показатели растений зависят в основном не от влажности почвы, а от состояния приземного слоя атмосферы и характеризуют прежде всего обводненность растительных тканей на данный момент. Поэтому физиологические показатели можно использовать с целью оценки микроклимата орошаемого поля и путей его регулирования в интересах сельскохозяйственных растений.

Определение сроков поливов по влажности почвы является для оазисного орошения в пустынях наиболее

надежным методом. Контроль влажности позволяет своевременно регулировать запасы влаги в корнеобитаемом слое почвы и судить о водообеспеченности растений. Сроки поливов в этом случае приурочивают к моменту приближения почвенных влагозапасов к критическим значениям, зависящим от водно-физических свойств почвы и биологических особенностей растений.

На стадии эксплуатации участков оазисного орошения влажность почвы можно контролировать расчетным методом, который существенно сокращает объем и трудоемкость работ, сопутствующих инструментальным методам ее определения.

Для случая, когда влажность находится в оптимальных границах, то есть не опускается ниже критической, водный баланс почвенного слоя за какой-либо расчетный период выражается уравнением

$$W_k = W_n + p + \Delta W + G - E_v,$$

где W_k — почвенные влагозапасы на конец периода, мм; W_n — запасы влаги в начале периода, мм; p — выпавшие за этот период осадки, мм; ΔW — прибавка влагозапасов в результате приращения почвенного слоя, мм; G — капиллярное использование грунтовых вод, мм; E_v — суммарное испарение (водопотребление) за период, мм.

Водопотребление за расчетный период определяют по формуле

$$E_v = E k_0 k_5 = \frac{0,0061 T (25 + t)^2 d k_0 k_5}{l_a} (0,54 + 0,14 U_2),$$

где E_v — водопотребление, мм; k_0 , k_5 — микроклиматический и биологический коэффициенты, соответствующие этому периоду; T — число суток в расчетном периоде; t — температура воздуха за период, °C; l_a — упругость насыщенного пара, соответствующая этой температуре, мб; d — дефицит упругости насыщения, мб; U_2 — средняя за период скорость ветра на высоте 2 м, м/с.

Влажность почвы на конец расчетного периода в этом случае вычисляют по уравнению

$$\beta_k = \beta_n + \frac{p + \Delta W + G - E_v}{A},$$

где A — показатель, характеризующий водно-физические свойства почвы, $A = 10 \gamma h$; γ — средняя плотность почвы, т/м³; h — расчетный слой почвы, м.

Если по организационно-хозяйственным или другим причинам влажность почвы на орошаемом участке опу-

стилась ниже критической, то суммарный расход влаги (водопотребление) находят по зависимости

$$E'_v = E_v v = E_v \frac{\beta_n + \beta_k}{2\beta_0},$$

где E'_v — водопотребление при оптимальной влажности почвы, мм; v — поправочный коэффициент, учитывающий уменьшение суммарного испарения при недостаточной влажности почвы; β_n , β_k — влажность почвы соответственно в начале и конце расчетного периода, %; β_0 — критическая влажность почвы, %.

Запасы влаги в почве на конец расчетного периода определяют в этом случае по уравнению

$$W_k = W_n + p + \Delta W + G - E_v \frac{W_k + W_n}{2W_0},$$

где W_0 — влагозапасы, соответствующие критической влажности почвы (допустимому порогу иссушения), мм.

Влажность почвы при этом в конце периода может быть определена по зависимости

$$\beta_k = \beta_n + \frac{p + \Delta W + G}{A} - E_v \frac{\beta_k + \beta_n}{2\beta_0 A}$$

или

$$\beta_k = \frac{\beta_n (2\beta_0 A - E_v) + 2\beta_0 (p + \Delta W + G)}{2\beta_0 A + E_v}.$$

Обозначения в этих зависимостях прежние.

Приведенные зависимости можно применять не только для контроля влажности почвы, но и для прогнозирования и оперативной корректировки эксплуатационных режимов орошения, то есть корректировки поливных норм и сроков полива. При этом межполивной интервал, то есть время между двумя смежными поливами, устанавливают по уравнению

$$n = (m + p + \Delta V_a) / E_{v_0},$$

где m — поливная норма, мм; ΔV_a — ожидаемая прибавка активных почвенных влагозапасов в результате приращения слоя активного влагообмена, мм; p — прогнозные осадки, мм; E_{v_0} — прогнозное водопотребление на предстоящий период, мм/сут.

Если в рассматриваемый период растения могут использовать грунтовые воды, то продолжительность межполивного периода увеличивается:

$$n = (m + p + \Delta V_a) / E_{v_0} (1 - k_r),$$

где k_r — коэффициент использования грунтовых вод (см. табл. 18).

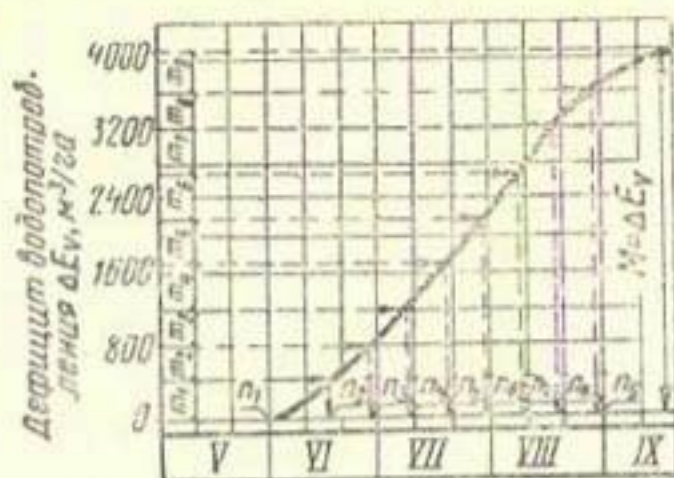


Рис. 1. Графоаналитический расчет режима орошения сельскохоз-зяйственных культур:

m — поливная норма, $\text{м}^3/\text{га}$; n — меж-поливной период; M — оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$.

способ определения сроков полива и межполивных периодов с использованием интегральной кривой сезонного нарастания дефицита водопотребления (рис. 1). При этом поливную норму для первого и последующих поливов принимают по таблице 19 или же рассчитывают известным способом с учетом фазы развития орошаемой культуры.

Режимы орошения кормовых культур. Сельскохозяйственные культуры в силу своих биологических особенностей по-разному реагируют на условия водоснабжения. Однако максимальная урожайность всех культур обеспечивается, как правило, при непрерывном удовлетворении растений в воде на протяжении всего периода их роста и развития. В условиях пустынь и полупустынь необходимый для культурных растений водный режим может быть достигнут только поливами, число которых в зависимости от сроков и продолжительности вегетации может изменяться от 5 до 12 и более. На песчаных и супесчаных почвах пустынь к началу вегетации верхние горизонты почвы, как правило, оказываются обезвоженными. В связи с этим на участках оазисного орошения обязательным агротехническим приемом является проведение влагозарядковых, предпосевных, приживочных и других поливов специального назначения. Для культур с глубокой корневой системой (люцерна, суданка, кукуруза) норму влагозарядкового полива доводят до 800...1000, а для остальных можно ограничиться 600...800 $\text{м}^3/\text{га}$. Приживочные и предвсхо-

В условиях пустынь достаточно надежное водоснабжение растений обеспечивается режимом поливов по типовым схемам. Для разработки таких схем необходимы сведения о динамике суммарного водопотребления при оптимальном водообеспечении растений, а также данные о размерах поливных норм. Кроме того, для их разработки можно использовать графоаналитический спо-

довые поливы лучше проводить дождеванием нормой 200...400 м³/га.

Сроки проведения вегетационных поливов и размеры поливных норм при оазисном орошении в песках Мойынкум при глубоком залегании грунтовых вод приведены в таблице 21.

21. Поливной режим сельскохозяйственных культур при оазисном орошении в песках Мойынкум

Культура	Оросительная норма, тыс. м ³ /га	Поливная норма, м ³ /га	Число поливов
Кукуруза на зерно	6,5...7	500...900	8...10
Кукуруза на силос	5,5...6,5	500...900	7...9
Сорго на силос	5...6	500...800	7...8
Суданка на сено	5,5...6,5	600...900	7...8
Люцерна на сено	7...8	800...1 000	8...10
Яровой ячмень	3...3,5	700...800	3...4
Кукуруза и сорго пожнивные	4...5,5	600...800	5...6
Картофель	6...6,5	500...700	9...10

Продолжение

Культура	Межполивной период, сут	Оросительный период	
		начало	конец
Кукуруза на зерно	10...16	26...31.05	01...06.09
Кукуруза на силос	10...16	26...31.05	20...26.08
Сорго на силос	12...16	01...05.06	26...31.08
Суданка на сено	12...18	26...30.05	05...10.09
Люцерна на сено	12...20	21...26.04	05...10.09
Яровой ячмень	12...18	26...30.04	06...10.06
Кукуруза и сорго пожнивные	10...16	21...26.06	06...10.09
Картофель	10...14	21...25.05	26...31.08

Кукуруза для поддержания оптимальной влажности почвы на протяжении всей вегетации нуждается в 8...10 поливах оросительной нормой 6,5...7,5 тыс. м³/га. Межполивные периоды при поверхностном способе полива изменяются от 10 до 15 сут. Оптимальный режим орошения кукурузы (оросительная норма 7 тыс. м³/га) при поливе по бороздам на фоне влагозарядки

(табл. 22) в комплексе с высокой агротехникой обеспечивает получение с каждого гектара 5...6 т зерна и не менее 40 т зеленой массы кукурузы, что в пересчете на корма составляет 7...9 тыс. корм. ед.

22. Режим орошения кукурузы

Номер полива	Средняя дата полива	Поливная норма, м ³ /га	Межполивной период, сут
01-й	16.04	900	Влагозарядковый
1-й	01.06	600	15
2-й	16.06	700	15
3-й	30.06	800	12
4-й	12.07	800	11
5-й	23.07	900	10
6-й	02.08	900	9
7-й	11.08	900	10
8-й	21.08	800	11
9-й	01.09	600	

Примечание. 01 означает предпахотный полив. При уборке кукурузы на силос 8-й и 9-й поливы можно не проводить.

В зависимости от урожая в песках Мойынкум затраты воды на производство 1 т зерна составляют 1 200...1 400 м³, а 1 т зеленой массы — 180...220 м³. Расход воды на 100 корм. ед. достигает в первом случае 100...105 м³, во втором — 75...90 м³.

Люцерна 2-го и 3-го года пользования для обеспечения 4...5 укосов и получения высокого урожая сена за вегетационный период при поверхностном способе нуждается в 8...10 поливах оросительной нормой 7...8 тыс. м³/га.

Ввиду различного потребления воды растениями на протяжении вегетации поливы между укосами распределяются неодинаково (табл. 23). Под первый укос, который проводят обычно в III декаде мая, дают 2 полива, а под остальные, чередующиеся примерно через 30...35 сут, — по 2...3. К послеукосным поливам приступают сразу после уборки сена с поливных участков.

Приведенный в таблице 22 режим орошения (оросительная норма 7,8 тыс. м³/га) в сочетании с удобрениями позволяет с каждого гектара получать более 10 т сухого высококачественного сена люцерны с содержанием 5...6 тыс. корм. ед. и 1,4...1,5 т белка. Удельные затраты

23. Режим орошения люцерны прошлых лет

Номер полива	Средняя дата полива	Поливная норма, м ³ /га	Межполивной период, сут	Примерные даты укосов
1-й	21.04	800	24	Первый — 25...30.05
2-й	15.05	800	20	
3-й	04.06	900	18	
4-й	22.06	900	16	
5-й	08.07	900	14	Второй — 01...05.07
6-й	22.07	900	14	Третий — 01...03.08
7-й	05.08	900	14	Четвертый — 01...02.09
8-й	19.08	900	14	
9-й	04.09	800	17	

воды при этом составляют 700...800 м³ на 1 т сена, или 1,4...1,6 м³ на одну кормовую единицу.

Суданская трава для обеспечения оптимального водного режима в течение вегетации требует 7...8 вегетационных поливов нормой по 700...900 м³/га с межполивными периодами 14...18 сут.

В связи с поздними сроками посева суданки и отсутствием необходимых к моменту посева запасов влаги в почве обязателен влагозарядковый полив. Норму его можно доводить до 1 000 м³/га, так как суданка развивает глубокую корневую систему и может использовать влагу из метрового слоя почвы. Под первый укос дают не менее 3 поливов, а под каждый последующий 2: сразу же после уборки сена со скошенной площади и за 8...12 сут перед очередным укосом. Ориентировочные сроки проведения поливов суданской травы при 3 укосах приведены в таблице 24.

24. Поливной режим суданской травы

Номер полива	Средняя дата полива	Поливная норма, м ³ /га	Межполивной период, сут	Примерные сроки укосов
01-й	10.04	1 000		Первый — 04...07.07 Второй — 05...07.08 Третий — 06...08.09
1-й	26.05	700	17	
2-й	12.06	800	15	
3-й	27.06	800	15	
4-й	12.04	900	14	
5-й	26.07	900	16	
6-й	11.08	900	14	
7-й	25.08	900		

Суданская трава очень отзывчива на поливы в условиях пустынного климата и при оптимальном режиме орошения дает урожайность сухого сена до 15 т/га, или 6...7 тыс. корм. ед. с каждого гектара. Удельные затраты воды на 1 т сухого сена составляют 500...700 м³, а на одну кормовую единицу — 1...1,3 м³.

Картофель в случае подсушек и перегрева почвы вырождается. Для получения урожайности не ниже 10...15 т/га на песчаных почвах необходимо поддерживать влажность в корнеобитаемом слое не ниже 55 % НВ, а в период суховеев выше 60...65 % НВ. Мочковая корневая система картофеля располагается в поверхностном слое почвы (до глубины 60...80 см), в связи с чем плохо используется влага нижних горизонтов.

Чтобы обеспечить водой картофель весенней посадки без нарушения условий роста и развития, его следует поливать за вегетацию 8...9 раз нормой 500...700 м³/га (оросительная норма 5 700 м³/га) с интервалами 10...14 сут (табл. 25).

25. Режим орошения картофеля

Номер полива	Средняя дата полива	Поливная норма, м ³ /га	Межполивной период, сут
Влагозаряд- ковый	16.04	800	
1-й	21.05	500	18
2-й	08.06	600	14
3-й	22.06	600	13
4-й	05.07	600	12
5-й	17.07	700	10
6-й	27.07	700	10
7-й	06.08	700	10
8-й	16.08	700	12
9-й	28.08	600	

Фактический коэффициент водопотребления картофеля составляет 500...600 м³ на 1 т клубней. Если повысить урожайность картофеля до 20...25 т/га путем селекции и улучшения агротехники (подбор сортов, удобрение, изменение сроков посадки и т. д.), то удельные затраты воды на получение 1 т клубней можно снизить до 350...400 м³/га.

Пожнивные культуры (при посеве ячменя в качестве покровной культуры) поливают 3...4. раза нормой 600...900 м³/га. Оросительная норма при этом составляет 2,5...3,5 тыс. м³/га, а межполивные периоды — 12...20 сут.

Для обеспечения дружных всходов пожнивных культур (кукуруза и сорго) сразу после уборки ячменя проводят предпахотный полив нормой 800 м³/га. В последующем с интервалами 12...14 сут пожнивные посевы рекомендуется поливать 4...5 раз нормой 700...900 м³/га каждый (табл. 26).

26. Поливной режим основной культуры — ярового ячменя и пожнивных — кукурузы и сорго

Культура	Номер полива	Средняя дата полива	Поливная норма, м ³ /га	Межполивной период, сут	Относительная норма, м ³ /га
Ячмень	1-й	21.04	700		
	2-й	11.05	800		0
	3-й	26.05	800	20	
	4-й	06.06	900	15	3 100
Кукуруза и сорго				11	
	01-й	21.06	800		
	1-й	16.07	700	26	
	2-й	01.08	800	16	
	3-й	14.08	800	14	800*
	4-й	26.08	900	12	
	5-й	06.09	800	11	4 000

* В числителе показана невегетационная оросительная норма, в знаменателе — вегетационная.

Коэффициент водопотребления ярового ячменя 1 300...1 400 м³ на 1 т зерна, а пожнивных культур и сорго 140...180 м³ на 1 т зеленой массы. Затраты воды на 1 корм. ед. в первом случае (с учетом зерна и соломы) составляют 1...1,1 м³, во втором — 0,6...0,8 м³.

Травосмесь на орошаемых пастбищах состоит из нескольких видов злаковых и бобовых растений, отличающихся по биологическим особенностям роста и развития, а также по характеру формирования и мощности корневой системы. Чтобы удовлетворить в максимальной степени водой злаковые травы с маломощной корневой системой и бобовые с более глубокой и мощной корневой системой, следует применять разные поливные нормы. После стравливания они должны быть больше (в допустимых пределах), а перед стравливанием — меньше.

Орошение пастбищ проводят на основе принятой цикличности стравливания с учетом поливного режима трав и технико-эксплуатационных возможностей принятой дождевально-поливной техники.

При оптимальных водном и питательном режимах периодичность стравливания составляет 20...26 сут на пастбище с молодой растительностью, 24...30 сут с травами среднего возраста и 30...35 сут на пастбище с продолжительным использованием трав. Поэтому сроки поливов, полученные расчетным путем для пастбищных трав, приходится увязывать с ритмами созревания пастбищных трав и их стравливания. В почвенно-климатических условиях пустынь Южного Казахстана культурные пастбища следует поливать не позднее 2...4 сут после стравливания и за 2...4 сут перед стравливанием. Выпас скота на пастбище допустим только при наличии хорошо сформировавшейся дернины. Во всех остальных случаях орошаемое угодье можно использовать только как сенокос.

Суммарное водопотребление пастбищного угодья в пустынях Южного Казахстана составляет 8,5...9,5 тыс. м³/га при продолжительности вегетации трав 200...220 сут, а оросительная норма — 7,5...8,5 тыс. м³/га. Как правило, под первое стравливание (число циклов стравливаний может достигать 7...8) требуется не более 1...2 поливов, а под остальные — не менее 2...3 нормой 500...700 м³/га. Влажность почвы в корнеобитаемом слое не должна опускаться ниже 50...55% на песчаных и 55...60% на супесчаных почвах. Расчетный слой промачивания на пастбищах не должен быть меньше 40...50 см весной и 60...80 см в середине вегетации.

СПОСОБЫ И ТЕХНИКА ПОЛИВА В УСЛОВИЯХ ПУСТЫНЬ

Оценка и выбор способа полива. В пустынях можно применять как поверхностные способы полива, так и дождевание.

Каждый из этих способов по-разному влияет на почву, растение, климат и в неодинаковой степени удовлетворяет агробиологическим, техническим и организационно-хозяйственным требованиям сельскохозяйственного производства в пустыне, то есть требованиям обеспечения оптимального водного режима растений с наимень-

шими потерями воды, затратами труда и средств на их проведение.

Несмотря на высокую водопроницаемость песчаных и супесчаных почв, при оазисном орошении можно с успехом применять поверхностные способы полива — по бороздам и полосам. Качество поливов и продуктивность использования поливной воды при этом всецело зависят от степени спланированности поверхности почвы, правильности подбора длин борозд и полос в сочетании с размерами поливных струй и продолжительностью полива. Оптимальные соотношения элементов техники полива обеспечивают высокую равномерность увлажнения почвы с минимальными потерями воды на поверхностный и глубинный сбросы.

Исходя из технических возможностей нарезки борозд и послеполивных обработок посевов, расстояние между бороздами на песчаных и супесчаных почвах должно составлять 60...70 см. При более широких междурядьях на песчаных почвах не всегда происходит смыкание контуров увлажнения, что отрицательно сказывается на водообеспечении растений.

Необходимая равномерность увлажнения песчаных почв достигается при поливах по тупым бороздам при малых уклонах поверхности и поливах переменной струей при средних и больших уклонах.

Узкорядные культуры и культуры сплошного посева (зерновые колосовые, травы и др.) целесообразно поливать по полосам. Полосы нарезают перед посевом или же одновременно с ним. Ширина полосы должна быть кратной ширине одного прохода сеялки.

По способу подачи применяют поливы с верхним и боковым пуском воды в полосу.

Для проведения влагозарядки и промывки земель целесообразно применять полив затоплением. Расстояние между продольными и поперечными валиками чеков зависит как от уклонов и качества планировки поверхности, так и от размера поливного тока. Чеки могут быть с самостоятельным и последовательным заполнением и опорожнением. Для легких почв размеры чеков не должны превышать 0,1...0,2 га.

Дождеванием достигается высокая равномерность распределения воды по площади. Особенно эффективно дождевание при проведении освежительных, приживочных и вызывных поливов, не требующих больших полив-

ных норм, а также в комбинации с поверхностными поливами. Полив дождеванием применяют как для пропашных, так и для культур сплошного посева.

Выбор способа полива зависит от таких природных факторов, как водные и физические свойства почвы, уклон и качество планировки поверхности, глубина залегания и степень минерализации грунтовых вод, погодные условия, техническая оснащенность системы и т. д. Так, с точки зрения равномерности увлажнения почвы и обеспечения полива заданной поливной нормой без потерь воды на фильтрацию наиболее перспективно дождевание.

При оценке и выборе способа полива следует иметь в виду, что поливы по бороздам и полосам не требуют сложного оборудования, арматуры и высокой квалификации поливальщиков, а дождевание является наиболее механизированным способом, позволяющим равномерно распределять воду по полю в широком диапазоне поливных норм и более эффективно бороться с атмосферными засухами.

Сравнительное изучение поверхностных способов полива и дождевания показало, что орошение дождеванием обеспечивает на песчаных почвах равномерное распределение воды по поверхности поля и глубине почвы в любом диапазоне поливной нормы. В условиях жаркого и очень сухого климата пустынь почвоувлажнительный эффект дождевания составляет лишь 65...75 % при поливе в дневное время и 85...90 % в ночное. Остальная часть воды испаряется в воздухе в момент полива, а также с поверхности листьев и почвы сразу же после его прекращения. Потери воды на испарение в момент дождевания достигают днем 0,1...0,15 мм/мин. Это объясняется не только огромной влагопоглощающей способностью сухого и нагретого воздуха, но и частичным сносом мелких капель дождя (водяной пыли) за пределы орошаемых участков, которые, как правило, имеют небольшие размеры. При интенсивности дождя 0,6...1 мм/мин в условиях пустынь потери воды на испарение в воздухе достигают 10 % общей водоподачи при поливе в утренние и вечерние часы и 15...20 % в дневное время. В первые 6...8 ч после прекращения полива на испарение с поверхности почвы и транспирацию растений дополнительно расходуется еще до 10...15 % днем и 5...10 % поданной нормы утром и вечером.

В условиях песчаных почв пустынь для уменьшения потерь воды на испарение целесообразно увеличить интенсивность дождя до 1,5...2 мм/мин. Кроме того, это сократит продолжительность полива и повысит производительность дождевальных машин.

При поверхностных поливах в отличие от дождевания вода поступает на поверхность почвы слоем и впитывается гравитационным путем. В этом случае имеются лишь потери на испарение с водной поверхности в момент проведения полива и с поверхности почвы после его прекращения. Испарение с почвы при поливе по бороздам обычно несколько ниже, чем при дождевании, так как гребни борозд часто остаются сухими. Поэтому почвоувлажнительный эффект поверхностных поливов выше по сравнению с дождеванием примерно на 15...20 % (на значение потерь воды на испарение). Однако при поливе по бороздам и полосам на песчаных и супесчаных почвах неизбежны фильтрационные потери воды непосредственно на поле, которые даже при высококачественном их проведении достигают 10...15 %.

Сопоставление непроизводительных потерь воды при орошении дождеванием и поливе по бороздам и полосам свидетельствует о примерной их равнозначности, если оценивать эти способы только с точки зрения затрат воды на орошение сельскохозяйственных растений.

В условиях пустынь влияние поливов на изменение метеорологического режима и формирование микроклимата зависит от площади орошаемого участка. В дневное время относительная влажность воздуха на орошаемом поле у поверхности почвы на 20...30 %, а на высоте 200 см на 10...15 % выше, чем в прилегающей пустыне. Температура воздуха при орошении понижается на 2...6 °С в приземном слое и на 2...3 °С на высоте 200 см. Ночью микроклиматические различия на орошаемых участках и на неорошаемой территории сглаживаются.

При дождевании микроклимат более благоприятен для растений только в момент его проведения и в течение нескольких часов после прекращения. В дальнейшем вследствие турбулентных процессов в атмосфере микроклимат на обоих участках практически выравнивается.

Таким образом, и с точки зрения формирования микроклимата на небольших участках оазисного орошения в пустынях дождевание не имеет существенного преимущества перед поверхностными способами полива.

Что же касается биологического эффекта рассматриваемых способов орошения, то рост растений, их развитие и формирование урожая здесь связаны в первую очередь с водным и питательным режимом и почти не зависят от способов внесения воды в почву.

Кроме рассмотренных факторов, на выбор способа полива влияют рельеф орошаемых участков, геологическая обстановка, мелиоративное состояние и организационно-хозяйственные условия.

Если природные условия орошаемого участка (рельеф, мелиоративное состояние и т. д.) одинаково благоприятны для применения дождевания и поверхностных поливов, то при проектировании орошения параметры оросительной системы целесообразно устанавливать с учетом взаимозаменяемости этих способов полива или совместного их применения.

Особенности поверхностных поливов на песчаных и супесчаных почвах. Отличительной особенностью поверхностных поливов в почвенно-климатических условиях песчаных пустынь является то, что рациональное соотношение элементов техники полива обеспечивается только при сравнительно небольших длинах борозд и полос.

Для выбора оптимальных значений элементов техники полива по бороздам и полосам, отвечающим агропочвенным и организационно-хозяйственным требованиям, важно знать их предельные значения для данных почвенно-рельефных условий.

Элементы техники по бороздам включают размер и форму поперечного сечения борозды, ее длину, размер поливной струи и продолжительность полива. Предельные или максимальные размеры удельных поливных струй и длин поливных борозд при малых уклонах определяются их поперечным сечением и пропускной способностью, а при больших уклонах — устойчивостью дна и откосов борозд размыву.

Предельные значения поливных струй и длину борозд для песчаных и супесчаных почв с установившейся скоростью впитывания 1,5...2 мм/мин, изменяющиеся в зависимости от уклонов орошаемого поля, приведены в таблице 27.

Для предупреждения водной эрозии, возникающей при повышенной скорости движения потока в борозде на участках с большими уклонами, поливную струю не-

27. Предельные значения поливных струй и длин борозд
в зависимости от уклонов

Уклон	Поливная струя, л/с	Длина борозд, м
0,001...0,003	1,00...1,20	70...90
0,003...0,005	0,80...0,65	90...100
0,005...0,01	0,65...0,50	85...90
0,01...0,02	0,50...0,25	60...70

обходимо уменьшать. С уменьшением поливной струи становится короче и длина поливной борозды. Предельной считается такая длина борозды, на которой полностью впитывается максимальная поливная струя.

Характер увлажнения почвы по длине борозд показывает, что при поливе предельными струями нормой добегаания промачивание песчаных и супесчаных почв происходит очень неравномерно. Коэффициент равномерности увлажнения (отношение количества впитавшейся воды в конце борозды к впитавшемуся объему в голове) при этом не превышает 0,2...0,4, в то время как для обеспечения высококачественного полива он должен быть не менее 0,7...0,8. Поэтому для повышения равномерности увлажнения почвы по длине борозды поливы надо проводить переменной струей.

При поливе переменной струей без сброса воды сначала в борозду подается предельная или близкая к ней поливная струя, а после того как она достигает конца борозды, ее уменьшают в голове на размер установившегося сброса, то есть измененная поливная струя представляет собой разницу между первоначальной и сбросной струями.

Соотношение норм добегаания и доувлажнения при поливе переменной струей, а также времени добегаания и дополнительной подачи воды при различных поливных нормах на песчаных почвах приведено в таблице 28.

При оптимальном сочетании элементов техники полива расход первоначальной поливной струи не превышает максимально возможного, а поливная норма, поданная за время добегаания струи до конца борозды, составляет не менее 0,5...0,7 заданной (табл. 29).

Элементы техники полива по полосам включают длину и ширину полосы, удельный расход воды (в л/с на

28. Характеристика полива по бороздам переменной струей

Показатели	$l=50$ м										$l=75$ м									
	при уклонах																			
	0,001	0,003	0,005	0,01	0,001	0,003	0,005	0,01	0,001	0,003	0,005	0,01	0,001	0,003	0,005	0,01	0,001	0,003	0,005	0,01
Первоначальная струя, л/с	1,0	0,80	0,65	0,50	1,0	0,80	0,65	0,50	1,0	0,80	0,65	0,50	1,0	0,80	0,65	0,50	1,0	0,80	0,65	0,50
Время добегания струи, мин	26	22	21	19	65	55	54	54	65	55	54	54	65	55	54	44	65	55	54	44
Измененная струя, л/с	0,70	0,60	0,40	0,35	0,90	0,75	0,60	0,50	0,90	0,75	0,60	0,50	0,90	0,75	0,60	0,45	0,90	0,75	0,60	0,45
Норма добегания, м ³ /га	450	300	220	160	740	500	400	300	740	500	400	300	740	500	400	250	740	500	400	250
Поливная норма 800 м ³ /га																				
Норма доувлажнения, м ³ /га	350	500	580	640	60	300	400	550	60	300	400	550	60	300	400	550	60	300	400	550
Время подачи измененной струи, мин	29	49	83	107	6	35	58	107	6	35	58	107	6	35	58	107	6	35	58	107
Общее время полива, мин	55	71	104	126	71	90	112	151	71	90	112	151	71	90	112	151	71	90	112	151
Поливная норма 600 м ³ /га																				
Норма доувлажнения, м ³ /га	150	300	370	490	—	100	200	350	—	100	200	350	—	100	200	350	—	100	200	350
Время подачи измененной струи, мин	13	29	55	73	—	12	29	68	—	12	29	68	—	12	29	68	—	12	29	68
Общее время полива, мин	39	54	76	92	65	67	83	112	65	67	83	112	65	67	83	112	65	67	83	112
Поливная норма 500 м ³ /га																				
Норма доувлажнения, м ³ /га	50	200	270	340	—	—	100	250	—	—	100	250	—	—	100	250	—	—	100	250
Время подачи измененной струи, мин	40	19	40	37	—	—	14	49	—	—	14	49	—	—	14	49	—	—	14	49
Общее время полива, мин	30	41	61	76	65	55	68	93	65	55	68	93	65	55	68	93	65	55	68	93

29. Оптимальные элементы техники полива по бороздам на песчаных и супесчаных почвах

Уклон	Длина борозды, м	Поливная струя, л/с		Продолжительность полива (ч) при поливной норме		
		постоянная	переменная	800 м ³ /га	600 м ³ /га	500 м ³ /га

Супеси и пески с водопроницаемостью за первый час 20...25 см и установившейся скоростью впитывания 10...15 см/ч

0,001	55...65	0,90	1,0/0,8	1,0...1,2	0,6...0,8	0,5...0,6
0,003	70...80	0,75	0,8/0,7	1,3...1,7	1,0...1,3	0,8...1,0
0,005	70...75	0,60	0,65/0,55	1,7...2,0	1,3...1,4	1,1...1,3
0,01	60...65	0,45	0,5/0,4	2,3...2,5	1,8...2,0	1,4...1,5
0,02	50...55	0,35	0,4/0,3	2,4...2,8	1,9...2,9	1,5...1,8

Примечание. Практически КПД техники полива в зависимости от спланированности поля, поливной нормы и уклона поверхности изменяется от 0,7 до 0,9, поэтому фактическая продолжительность полива обычно больше.

1 м погонной ширины полосы), продолжительность полива. Культуры сплошного посева (люцерна, зернофуражные и др.) можно поливать напуском по полосам с верхним и боковым пуском воды. Полив с верхним пуском воды на полосы применяют чаще всего при малых уклонах и хорошей спланированности поля. При поливе по полосам можно выделить два случая: полив со сбросом, когда основное количество воды впитывается в почву в момент ее продвижения по полосе, а некоторая часть в период доувлажнения почвы сбрасывается в конце полосы; полив без сброса, когда вся вода, поступающая на полосу, впитывается в почву. Наиболее экономное расходование воды обеспечивает второй способ полива.

Применительно к песчаным и супесчаным почвам оптимальные и предельные значения удельного расхода воды и длины полосы в зависимости от уклона приведены в таблице 30.

Для конкретных условий элементы техники полива уточняют проведением пробных поливов.

Пробные поливы на конкретном орошаемом участке позволяют максимально приблизить фактические поливные нормы к оптимальным путем подбора соответствующих соотношений поливной струи, длины борозды (или

30. Предельные и оптимальные значения удельных расходов воды и длин поливных полос

Уклон	Удельный расход на 1 м погонной ширины полосы, л/с		Длина полосы, м	
	оптимальный	предельный	оптимальная	предельная
0,001	6,0	6,5	70...80	90
0,003	5,5	6,0	90...100	120
0,005	4,5	5,0	90...95	100
0,01	3,5	4,0	70...80	90
0,02	2,5	3,0	60...65	80

полосы) и продолжительности полива. Пробные поливы проводят в следующем порядке.

Предположим, что на участке с уклоном 0,003 надо провести полив кукурузы нормой 800 м³/га при длине борозды 70 м и ширине междурядий 0,7 м. Требуется уточнить размер поливной струи и продолжительность подачи воды в борозды при поливе переменной струей.

Для этого перед началом полива на участке выбирают 3 борозды и в них подают поливные струи, близкие к предельным для данного уклона (согласно табл. 27). Если, например, предельная поливная струя равна 0,8 л/с, то в борозды подают расходы 0,8, 0,7 и 0,6 л/с. По продолжительности добегаания поливной струи до конца борозды вычисляют норму добегаания. Например, струя 0,8 л/с добежала до конца борозды за 40 мин, струя 0,7 л/с — за 70 мин и 0,6 л/с — за 120 мин. Норма добегаания при ширине междурядий $b=0,7$ м за это время для струи 0,8 л/с составит:

$$m = \frac{60 q_{\text{отд}} t_{\text{доб}}}{l_{\text{б}} b} = \frac{60 \cdot 0,8 \cdot 40}{70 \cdot 0,7} = 40 \text{ л/м}^2, \text{ или } 400 \text{ м}^3/\text{га};$$

для струи 0,7 л/с — 60 л/м², или 600 м³/га, для струи 0,6 л/с — 90 л/м², или 900 м³/га.

По результатам проверки выбор останавливают на той струе, при которой норма добегаания составляет примерно 2/3 заданной поливной нормы. В рассмотренном случае можно остановиться на струе 0,7 л/с.

При поливе переменной струей ее размер в голове уменьшают на значение установившегося сброса, который замеряют на песчаных почвах через 0,1...0,2 ч после добегаания струи до конца борозды. При этом продол-

жительность полива складывается из времени добегания и времени доувлажнения.

Допустим, что надо провести полив переменной струей нормой 600 м³/га при длине борозды 70 м, ширине междурядий 0,7 м и уклоне 0,003. Пробными поливами установлено, что измененная струя составляет 0,6 л/с, а первоначальная (рекомендованная) — 0,8 л/с. Продолжительность добегания первоначальной струи до конца борозды составляет 40 мин, а норма добегания равна:

$$m = \frac{0,8 \cdot 40 \cdot 60}{70 \cdot 0,7} = 40 \text{ л/м}^2, \text{ или } 400 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Тогда норма доувлажнения будет равна 200 м³/га.

Для доувлажнения почвы измененной струей 0,6 л/с потребуется дополнительно время, равное:

$$\Delta t = \frac{200 \cdot 0,7 \cdot 70}{0,6 \cdot 60} = 27 \text{ мин.}$$

Общая продолжительность полива $t = 40 + 27 = 67$ мин.

Кроме проверки поливных струй и продолжительности полива, пробными поливами можно уточнять и длины борозд.

Подготовка участков оазисного орошения к поверхностным поливам. Для высококачественного проведения поливов с высокой производительностью труда и экономным использованием воды на легких почвах пустынь необходима хорошая планировка орошаемых площадей. Кроме того, на спланированных участках складываются более благоприятные условия для посева и заделки семян, использования влаги и удобрений, что в конечном счете приводит к получению более высокого урожая по сравнению с неспланированными участками.

Планировка поверхности рельефа делится на капитальную и текущую. Капитальную планировку проводят в период строительства. Удельные объемы ее в зависимости от сложности рельефа составляют 400...1 800 м³/га. Текущую планировку, или поверхностное выравнивание, выполняют ежегодно с целью разравнивания разъемных борозд и свальных гребней и, как правило, на свободных от многолетних насаждений землях. Объем текущей планировки обычно не превышает 150...300 м³/га.

Лучшие результаты по предпосевному выравниванию полей достигаются на песчаных почвах длиннобазовыми планировщиками типа П-4 или П-2,8А.

Если неровности рельефа не превышают 10...15 см, то наряду с длиннобазовыми планировщиками для выравнивания полей можно использовать простые прицепные орудия. Преимущества этих прицепных планировочных орудий заключаются в том, что они просты по устройству, могут быть изготовлены в мастерских хозяйств и доступны для применения на участках небольших размеров.

Число проходов планировщика по одному следу зависит от размера срезки и протяженности неровностей. В любом случае последний проход делают обязательно в направлении полива.

На песчаных и супесчаных почвах все работы, связанные с рыхлением и обработкой почвы, строго увязывают с влажностью пахотного слоя и проводят их ранней весной или же на фоне искусственного увлажнения. Это требование обусловливается тем, что легкие по механическому составу почвы пустынь в значительной мере подвержены ветровой эрозии.

Нарезка временной оросительной сети при поверхностных способах полива на песчаных почвах крайне нецелесообразна. Во временной оросительной сети теряется основная часть поливной воды, которая в пустынях представляет большую ценность. Поэтому следует стремиться к полной замене выводных борозд и временных оросителей поливными трубопроводами. Однако на практике применение временной оросительной сети может оказаться неизбежным. В этом случае к временным оросителям и выводным бороздам предъявляют следующие требования: командование над поливаемой площадью; пропуск расчетного расхода и соблюдение оптимальных расстояний между ними.

На хорошо спланированных участках временную оросительную сеть лучше размещать по одной из двух широко применяемых в практике схем: продольной, когда направление временных оросителей совпадает с направлением полива (направлением борозд и полос), и поперечной, когда полосы и борозды нарезают нормально к временным оросителям (рис. 2). При нарезке поливной сети соблюдают следующую последовательность: при продольной схеме — поливные борозды (полосы), выводные борозды, временные оросители; при поперечной схеме — поливные борозды (полосы), временные оросители (без выводных борозд).

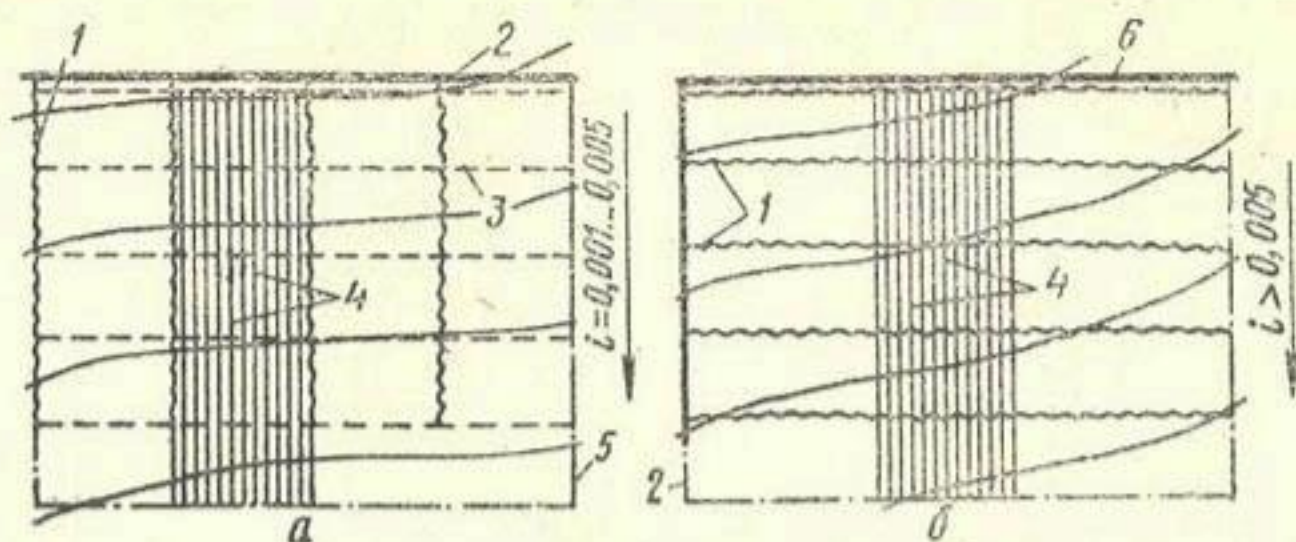


Рис. 2. Схемы расположения временной оросительной сети:
 а, б — продольная и поперечная схемы; 1 — временный ороситель; 2 — участковый распределитель; 3 — выводные борозды; 4 — поливные полосы или борозды; 5 — граница поливного участка; 6 — распределитель.

Для нарезки временной оросительной сети можно рекомендовать каналокопатели КЗУ-0,3 и КБН-0,35А. Пропускная способность каналов, нарезаемых этими механизмами, достигает 60 л/с. Такая пропускная способность достаточна для нормальной организации водораспределения и проведения полива при мелкоплощадном орошении. При необходимости нарезки временных оросителей на расход более 60 л/с можно использовать каналокопатель.

Поливные борозды и полосы нарезают в направлении общего уклона поверхности орошаемого участка. Для нарезки борозд используют культиваторы-окучники и культиваторы-растениепитатели (КОН-2,8ПМ и др.), а для нарезки полос — полосообразователи (ПДП-3,6, ПМП-3,6).

Специальные устройства и арматура для распределения воды по бороздам и полосам хорошо себя зарекомендовали при проведении вегетационных поливов. С этой целью целесообразно применять поливные трубопроводы, которые подключают к гидрантам стационарной или сезонно-стационарной оросительной сети и укладывают на поле перпендикулярно к поливным бороздам. При укладке трубопровода поливные отверстия размещают напротив дна борозд.

Из поливных трубопроводов в условиях пустынь лучшие эксплуатационные показатели имеют гибкие шланги из капроновой ткани с полиизобутиленовым покрытием (мелиоративная ткань). Такие трубопроводы меньше под-

вергаются воздействию высоких температур, обладают небольшой массой.

Для подбора диаметра и длины поливного шланга необходимо знать его расчетный расход, поливную струю в борозды, ширину междурядий, уклон и допустимую скорость движения воды в трубопроводе.

Расчетный расход поливного шланга определяют по уравнению

$$Q_p = l_{\text{тр}} q_0 / b,$$

где Q_p — расчетный расход в голове поливного шланга, л/с; $l_{\text{тр}}$ — длина трубопровода, м; b — ширина междурядий, м; q_0 — поливная струя, подаваемая в борозду, л/с.

Наиболее сложным и важным в этом уравнении является установление рабочей длины поливного шланга.

В связи с тем что на песчаных и супесчаных почвах поливные струи сравнительно большие (0,5...1 л/с), а расходы водоисточников (скважин) ограничены, рабочая длина поливных шлангов оказывается незначительной — 20...50 м. Поэтому целесообразно применять шланги с регулируемыми отверстиями, обеспечивающими по-секционный водооборот по их длине. Длину рабочей секции определяют в этом случае по зависимости

$$l_c = Q_p b / q_0,$$

где l_c — длина рабочей секции, м; q_0 — расход поливного отверстия, принимаемый равным расходу поливной борозды, л/с.

Диаметр шланга предварительно находят по формуле

$$D = 1,13 \sqrt{Q_p / v_{\text{тр}}},$$

где $v_{\text{тр}}$ — скорость в трубопроводе, м/с.

Окончательно диаметр поливного шланга определяют сопоставлением полученного по расчету со стандартными диаметрами выпускаемых шлангов (100, 150, 250 и 300 мм). Исходя из равномерности распределения воды по длине шланга, максимальная скорость движения воды в нем не должна превышать 1,5...2 м/с. При поливе светлой водой (из скважин) минимальную (независимую) скорость можно не определять.

Диаметры поливных отверстий при короткой длине поливных шлангов принимают одинаковыми и вычисляют по формуле

$$d_0 = \sqrt{\frac{q_0}{3,47 \mu \sqrt{h_t}}},$$

где μ — коэффициент расхода отверстия; h_1 — действующий пьезометрический напор, м.

Расход поливного отверстия принимают равным расчетной поливной струе в борозды (см. табл. 28). Значение коэффициента расхода для гибкого поливного шланга в зависимости от скорости воды в нем составляет: при $v_{тр}=0$ $\mu=0,74$, при $v_{тр}=0,5$ м/с $\mu=0,72$, при $v_{тр}=1$ м/с $\mu=0,69$, при $v_{тр}=1,5$ м/с $\mu=0,66$ и при $v_{тр}=2$ м/с $\mu=0,63$.

Действующий пьезометрический напор в конце поливного шланга не должен быть меньше 1,5 его диаметра, а средний напор над отверстиями — $3D$. Поливной шланг из мелиоративной ткани хорошо работает при обеспечении в нем рабочего напора около 1 м (при диаметрах шлангов 150...200 мм).

Гибкие поливные трубопроводы можно перемещать с позиции на позицию вручную или же при помощи намоточного устройства, навешиваемого на пропашные тракторы или самоходные шасси.

Кроме гибких поливных шлангов, для распределения воды по бороздам и полосам можно применять и быстросборные жесткие передвижные трубопроводы.

Передвижные гибкие шланги и жесткие поливные трубопроводы позволяют почти полностью устранить непроизводительные потери воды во временной оросительной сети, но не исключают трудоемкости полива. Существенно сокращает затраты ручного труда и автоматизирует распределение воды по бороздам и полосам применение стационарного перфорированного подпочвенного трубопровода.

Сущность распределения воды по бороздам и полосам с помощью перфорированного подпочвенного трубопровода состоит в том, что под пахотным горизонтом (на глубине 30...40 см от поверхности земли) перпендикулярно к бороздам или полосам укладывают трубопровод из жесткого материала (металл, асбестоцемент, полиэтилен). По длине трубопровода в соответствии с шириной междурядий орошаемых культур делают отверстия, диаметры которых устанавливают гидравлическим расчетом. Один конец поливного трубопровода присоединяют с помощью задвижки к распределительному трубопроводу, а другой оборудуют заглушкой или дроссельной задвижкой (для промывки трубопровода).

Для включения поливного трубопровода в работу достаточно в его голове открыть задвижку. Вода, поступающая в поливной трубопровод из распределительного под напором 4...6 м, через отверстия и слой засыпки пробивается на поверхность почвы и равномерно распределяется по бороздам. Работа поливальщика сводится при этом к манипулированию задвижками и наблюдению за водовыпускными отверстиями, а распределение воды по бороздам происходит автоматически.

Наблюдения за работой подпочвенных поливных трубопроводов (закрытых ок-арыков) на песчаных и супесчаных почвах пустынь показали их высокую надежность. Качество поливов (равномерность увлажнения по глубине и длине борозды) всецело зависит от оптимизации сочетаний элементов техники полива, размеров поливных отверстий и рабочего напора в поливном трубопроводе. Диаметр поливного отверстия, как известно из предыдущих расчетов, зависит от давления в трубопроводе и расхода, который должен подаваться в борозды.

Диаметр поливного отверстия можно рассчитать по уравнению

$$d_0 = \sqrt{\frac{q_0}{3,47 \mu_{з.о} \sqrt{H - h_з}}},$$

где $\mu_{з.о}$ — коэффициент расхода затопленного отверстия (табл. 31); H — манометрический напор в трубопроводе, м; $h_з$ — слой засыпки над отверстиями, м.

31. Показатели работы подпочвенного поливного трубопровода на участке в песках Мойынкум

Напор H , м	$h_з$, м	q_0 , л/с	Q_p , л/с	$v_{тр}$, м/с	d_0 , мм	v_0 , м/с	$H/h_з$	$\mu_{з.о}$
1,0	0,37	0,20	5,0	0,41	9,5	2,8	2,7	0,80
3,5	0,37	0,45	11,3	0,92	9,5	6,4	9,5	0,81
5,0	0,37	0,56	14,1	1,15	9,5	8,0	13,5	0,83
8,0	0,37	0,75	18,7	1,54	9,5	10,6	21,6	0,86

На основе экспериментальных данных построены графические зависимости (рис. 3, 4), пользуясь которыми можно определить коэффициенты расхода и диаметры поливных отверстий для трубопровода из полиэтилена. Лучший режим работы такого трубопровода обеспечи-

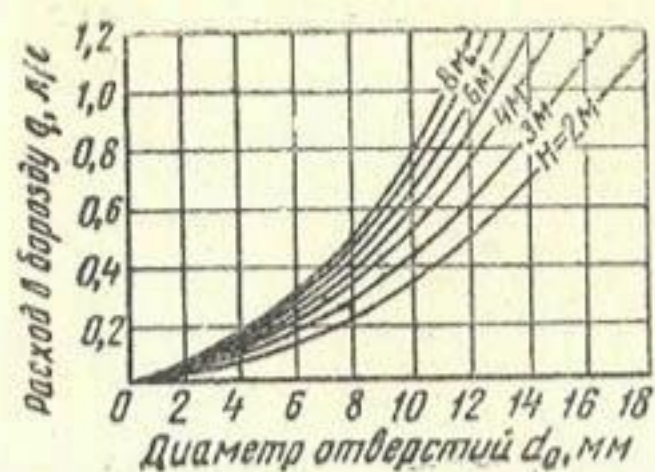


Рис. 3. Кривые зависимости диаметра отверстий от размера поливной струи и напора в поливном трубопроводе.



Рис. 4. Кривая зависимости $\mu_{3.0} = f(H/h_{c.3})$.

вается при поддержании в нем напора 4...6 м и скорости 1,5...2 м/с.

При работе перфорированного подпочвенного трубопровода на песчаных и супесчаных почвах воронки размыва над поливными отверстиями стабилизируются уже после первых 1...2 поливов и не превышают 35...40 см в диаметре и 15...16 см по глубине. При этом над отверстиями формируются естественные фильтры из крупных фракций песка, которые во взвешенном состоянии гасят выходную скорость воды, предотвращают размыв воронки и одновременно предупреждают попадание мелких фракций в трубопровод через отверстия. Это обстоятельство имеет существенное значение при использовании подпочвенных поливных трубопроводов на песчаных и супесчаных почвах.

Основной недостаток применения таких трубопроводов в орошаемых оазисах заключается в том, что при незначительных дебитах водозаборных устройств (скважины, колодцы) рабочая длина трубопровода оказывается небольшой. А так как поливные борозды на легких почвах значительно короче, чем на почвах тяжелого механического состава, то возникает необходимость в строительстве загущенной сети распределительных трубопроводов, что ведет к удорожанию оросительных систем.

Для увеличения расстояния между распределительными трубопроводами и удешевления оросительных систем диаметры поливных отверстий целесообразно делать на половину расхода поливной струи, а полив

осуществлять с поочередным попарным их объединением в одну борозду или же обеспечить посекционный водооборот по длине поливного трубопровода.

Применительно к природным и организационно-хозяйственным условиям оазисного орошения в пустынях Южного Казахстана на базе использования подземных вод рекомендуются следующие серийно выпускаемые дождевальные машины и установки: ДМ «Фрегат», ДКШ-64 «Волжанка», ДДА-100М, ДДН-70, ДДН-100, ДШ-25/300, КИ-50.

Производительность поливной техники. Для проектирования оазисного орошения и правильной организации полива возделываемых культур в природных условиях пустынь Южного Казахстана важно знать технико-эксплуатационные возможности поливных машин и установок и в том числе их часовую, сменную и сезонную производительность. Производительность дождевальных машин и установок обуславливает размер орошаемого участка, рабочий расход насосной станции, технологические схемы машинного полива и т. д.

Часовую производительность дождевальной машины или установки определяют по зависимости

$$\omega_r = 3,6Q/m\beta,$$

где ω_r — производительность за 1 ч чистого времени работы, га; Q — расход дождевальной машины (установки), л/с; m — поливная норма, м³/га; β — коэффициент, учитывающий потери воды на испарение при дождевании или на поверхностный и глубинный сброс при поливе по полосам, бороздам и затоплением.

Сменную производительность вычисляют по уравнению

$$\omega_{см} = 3,6Qt\kappa_{см}/m\beta,$$

где t — продолжительность смены, ч; $\kappa_{см}$ — коэффициент использования рабочего времени смены.

Коэффициент использования рабочего времени смены учитывает затраты времени на смену позиций, техническое обслуживание, устранение возникающих в процессе полива неполадок (отказы) и т. д. В производственных условиях он зависит от поливной нормы, принятой технологии использования машины и ее технико-эксплуатационных параметров.

Опыт эксплуатации и производственный хронометраж рабочего времени смены показывают, что в зависи-

мости от режима орошения, принятой технологии работы машины, подготовленности участка к поливу и квалификации операторов-поливальщиков коэффициент использования времени смены колеблется в следующих пределах: ДДА-100М — 0,62...0,86; ДДН-70 — 0,70...0,85; «Волжанка» — 0,76...0,90; «Фрегат» — 0,78...0,92; КИ-50 — 0,56...0,86.

Более высокие значения $\kappa_{см}$ соответствуют рациональным технологическим схемам работы машин и большим поливным нормам. Так, коэффициент использования рабочего времени смены «Волжанки» при поливной норме 400 м³/га составляет 0,8, а при норме 800 м³/га увеличивается до 0,9.

При круглосуточном использовании машин на поливе их суточную производительность (площадь полива за сутки) определяют по уравнению

$$\omega_{сут} = 86,4 Q \kappa_{сут} / m \beta,$$

где $\kappa_{сут}$ — коэффициент использования времени суток.

$$\kappa_{сут} = n / \kappa_{см} \tau / 24;$$

n — число рабочих смен в сутки; t — продолжительность смены, ч; τ — коэффициент, учитывающий возможные потери рабочего времени по не зависящим от машины причинам.

$$\tau = 1 / (1 + \Sigma f) = 1 / (1 + f_{н.с} + f_{о.с} + f_{м} + f_{орг} + f_{б});$$

Σf — сумма возможных потерь времени из-за отказов на насосной станции $f_{н.с.}$, оросительной сети и сооружений $f_{о.с.}$, по метеорологическим условиям (из-за высоких скоростей ветра) $f_{м}$, по организационно-хозяйственным причинам $f_{орг}$, на перебазировки машин $f_{б}$.

Для определения сезонной нагрузки на машину применяют следующие зависимости:

$$\Omega_{сез} = Q \kappa_{сут} \tau / q_p \beta$$

или

$$\Omega_{сез} = 86,4 Q \kappa_{сут} T \tau / m \beta,$$

где $\Omega_{сез}$ — сезонная нагрузка на машину, га; Q — рабочий расход машины, л/с; q_p — расчетная ордината гидромодуля в критический период водопотребления орошаемой культуры, л/(с·га); T — межполивной интервал в критический период водопотребления, сут.

Анализ производственного опыта надежности работы насосных станций, оросительной сети, арматуры и сооружений на системах-аналогах, а также метеорологических условий в зоне пустынь Южного Казахстана и организационно-хозяйственной обстановки на участках

оазисного орошения показал, что коэффициент τ для различных машин изменяется от 0,85 до 0,90.

Сезонная нагрузка на машину, или закрепляемая за машиной сезонная площадь обслуживания, зависит в основном от рабочего расхода машины, технологических потерь воды на поле в момент полива, коэффициента использования времени и интенсивности потребления оросительной воды возделываемыми культурами.

При поливе дождеванием потери воды на поле зависят от интенсивности ее испарения. Для одиночно работающей дождевальной машины потери воды на испарение определяют по формуле

$$\sigma = 0,71td(1 + 0,21u_2)/l_a,$$

где σ — потери на испарение, % водоподачи через дождевальные аппараты; t — температура воздуха в момент дождевания, °C; l_a — упругость насыщенного пара, соответствующая этой температуре, мб; d — дефицит упругости насыщения (дефицит влажности воздуха), мб; u_2 — скорость ветра на высоте 2 м от поверхности земли, м/с.

Коэффициент β , учитывающий потери воды на испарение при дождевании, вычисляют по формуле $\beta = 1 + 0,01\sigma$.

В климатических условиях пустынь Южного Казахстана в период пикового спроса сельскохозяйственных культур на воду, обычно совпадающий с периодом наибольших температур и сухости воздуха, среднесуточные потери воды при дождевании составляют 18...22%, то есть коэффициент β при этом равен 1,18...1,22. Дифференцированные значения потерь воды на испарение можно определить с помощью номограммы (рис. 5).

При групповой работе машин потери воды на испарение несколько снижаются за счет формирования более устойчивого микроклимата на орошаемом участке. Соотношения потерь воды на испарение днем и ночью в условиях пустынного климата выражаются следующими зависимостями:

$$\begin{aligned}\beta_d &= (1 + 0,014\sigma_0); \\ \beta_n &= (1 + 0,006\sigma_0),\end{aligned}$$

где β_d , β_n — коэффициенты потерь воды на испарение соответственно в дневное и ночное время; σ_0 — среднесуточные потери воды на испарение, %.

На стадии проектирования сезонную нагрузку на дождевальные и поливные машины рассчитывают по

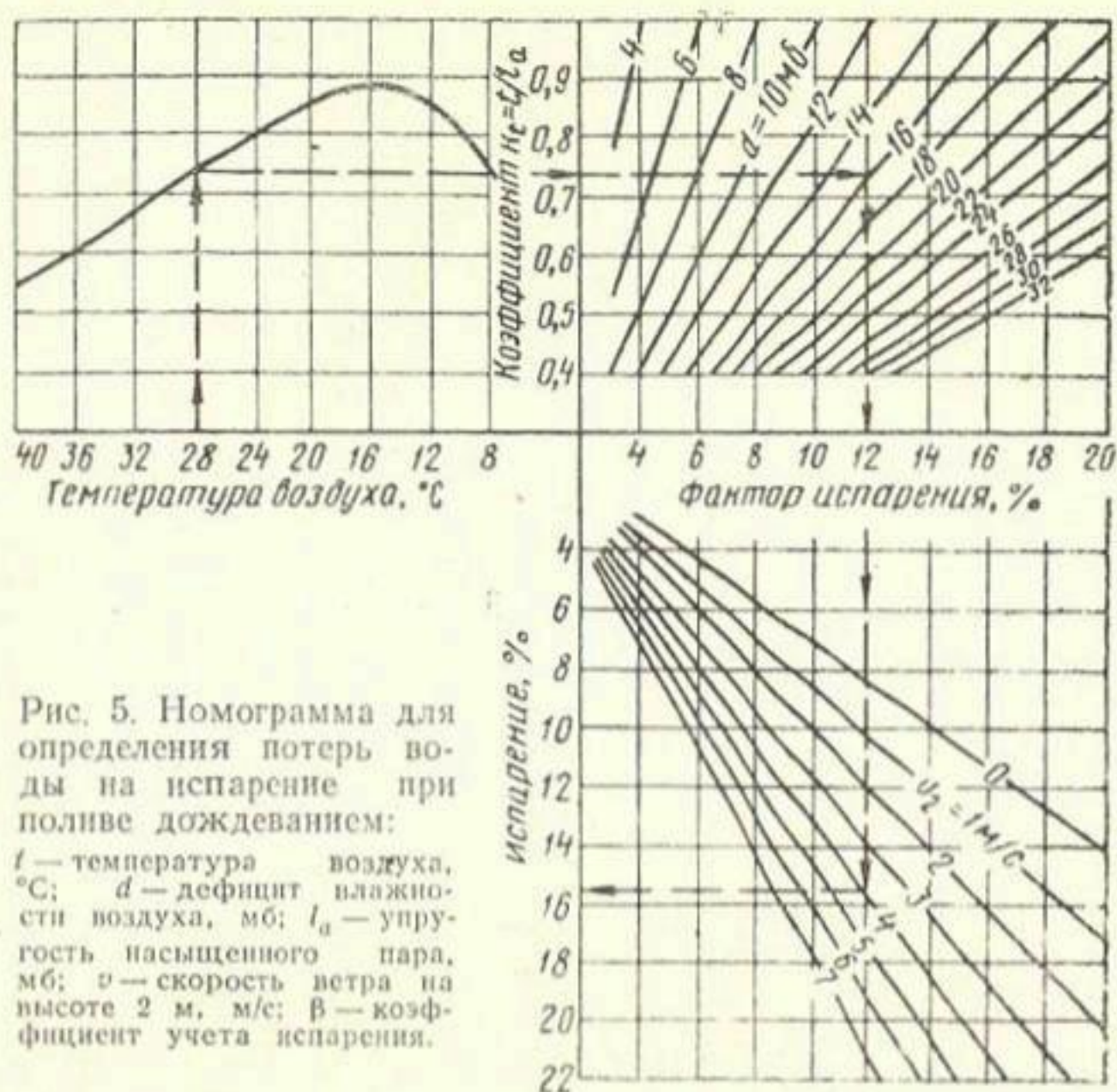


Рис. 5. Номограмма для определения потерь воды на испарение при поливе дождеванием:

t — температура воздуха, °C; d — дефицит влажности воздуха, мб; t_a — упругость насыщенного пара, мб; v — скорость ветра на высоте 2 м, м/с; β — коэффициент учета испарения.

соответствующим формулам. Ориентировочно сезонную нагрузку можно определить исходя из того, что для оптимального водоснабжения орошаемых растений в условиях пустынных оазисов на каждый гектар машинного полива требуется расход 1,4...1,6 л/с, иначе говоря, одним литром расхода машины можно обеспечить 0,6...0,7 га орошаемой площади.

Исходя из этого, сезонная нагрузка в климатических условиях пустынь Южного Казахстана на дождевальную машину ДДА-100МА ориентировочно составляет 70...80 га, на «Волжанку» — 40...45 га, ДДН-70 — 35...40 га, ДШ-25/300 — 15...18 га, КИ-50 — 25...30 га. Для ДМ «Фрегат» сезонная нагрузка должна быть кратной площади захвата с одной позиции. Поэтому при выборе модели ДМ «Фрегат» для применения в пустынях задача заключается в том, чтобы расход машины выбранной модели соответствовал (был достаточным) обслуживаемой с позиции площади.

Эксплуатационные режимы орошения и графики полива составляют с учетом сменной выработки поливной техники (табл. 32).

32. Норматив сменной производительности поливной техники в условиях пустынь при 7-часовой рабочей смене, га

Дождевальные и поливные машины	Поливная норма, м ³ /га					
	300	400	500	600	800	1 000
ДМ «Фрегат»:						
ДМУ-А 199-28	1,6	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5
ДМУ-А 229-32	1,9	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6
ДМУ-А 253-38	2,2	1,7	1,3	1,1	0,8	0,7
ДМУ-А 283-45	2,6	2,0	1,6	1,3	1,0	0,8
ДМУ-А 308-55	3,2	2,4	1,9	1,6	1,2	1,0
ДМУ-А 337-70	4,1	3,1	2,5	2,1	1,6	1,2
ДМУ-Б 379-75	4,4	3,3	2,6	2,2	1,7	1,3
ДМ 394-80	4,7	3,5	2,8	2,4	1,8	1,4
ДМ 427-90	5,3	4,0	3,2	2,6	2,0	1,6
ДМ 454-100	5,9	4,4	3,5	2,9	2,2	1,8
ДКШ-64 «Волжанка»:						
64-800	3,2	2,6	2,1	1,8	1,4	1,1
56-700	2,9	2,3	1,9	1,6	1,2	1,0
48-600	2,6	2,0	1,6	1,4	1,1	0,8
40-500	2,2	1,7	1,4	1,2	0,9	0,7
32-400	1,9	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6
24-300	1,5	1,1	0,9	0,7	0,6	0,4
ДДА-100МА	6,1	4,8	3,9	3,3	2,6	2,1
ДДН-100	5,2	4,0	3,3	2,8	2,1	1,7
ДДН-70	3,2	2,5	2,1	1,8	1,4	1,1
ППА-165У	5,0	4,2	3,6	2,5	2,1	1,8

Производительность поливных машин определяют по тем же уравнениям, что и дождевальных, но вместо потерь воды на испарение учитывают возможные потери оросительной воды непосредственно на поле на глубинную фильтрацию и поверхностный сброс.

При близком залегании пресных или слабоминерализованных грунтовых вод сезонная производительность машин и установок будет значительно выше.

При известной производительности дождевальной машины (установки) потребность в технике для полива участка оазисного орошения может быть установлена по зависимости

$$N = F / \Omega_{\text{сез}},$$

где N — максимальное число одновременно работающих на участке машин (в период пикового спроса на воду); F — площадь орошаемого участка, га; $\Omega_{\text{сез}}$ — сезонная нагрузка на машину, га.

Головной расход для орошаемого участка определяют по выражению

$$Q_{\text{г.с}} = N Q_{\text{м}} / \eta,$$

где $Q_{\text{г.с}}$ — головной расход оросительной системы, л/с; $Q_{\text{м}}$ — расход машины, л/с; η — КПД оросительной сети.

При организации территории орошаемого участка его площадь, необходимое число дождевальных машин и расходы насосных станций должны быть взаимоувязаны.

СХЕМЫ И КОНСТРУКЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПУСТЫНЬ

Выбор размера орошаемого участка и места для устройства водозабора. При организации оазисного орошения очень важно правильно определить размер орошаемого участка, так как пока еще неясно, по какому пути следует развивать оазисное орошение в пустынях: создавать рассредоточенные мелкие орошаемые участки или же сосредоточенно осваивать под орошение большие площади.

В первом случае благоприятно решается вопрос отбора и эксплуатации подземных вод, отпадает необходимость в развозе кормов, кроме того, можно закреплять зимние пастбища за овцеводческими бригадами, внедрять пастбищеобороты, улучшать бытовые условия максимально возможному числу животноводческих бригад.

В то же время строительство мелких участков приведет к увеличению капитальных вложений, удорожанию стоимости сельскохозяйственных работ при выращивании кормов (снижается эффективность применения высокопроизводительной техники) и в конечном счете к повышению себестоимости кормов.

С точки зрения уменьшения капитальных вложений, механизации работ по выращиванию и заготовке кормов, повышения эффективности использования поливной и сельскохозяйственной техники выгоднее иметь орошаемые участки больших размеров. Но в этом случае потребуется развозить корма и появятся дополнительные транспортные расходы. Так, при перевозке на 150 км

стоимость кормов удваивается. Кроме того, создание больших участков сосредоточенного орошения усложняет отбор и эксплуатацию подземных вод и приводит к повышению стоимости водозаборных сооружений.

Таким образом, выбор размера орошаемого участка имеет большое практическое значение как в организации орошаемого кормопроизводства, так и в дальнейшем использовании пустынных пастбищ для развития общественного животноводства.

Поэтому в каждом отдельном случае размер участка обосновывают технико-экономическими расчетами с учетом численности скота, естественной кормоемкости пастбищ, дебита водоисточника, наличия пригодных косвоемных земель, потребности в страховых кормах, себестоимости производства орошаемых кормов, стоимости их перевозки и т. д.

Расчеты, выполненные применительно к природно-хозяйственным условиям западной части песков Мойын-кум, показывают, что для получения кормов с низкой себестоимостью и минимальными издержками на их развоз, а также для улучшения культурно-бытовых условий людей, занятых в сфере отгонного животноводства, наиболее близким к оптимальному является участок оазисного орошения площадью 120...150 га. С изменением отгонно-пастбищной формы содержания общественного скота, а также организационно-хозяйственной структуры и взаимоотношений между овцеводческими бригадами и фермами внутри хозяйства или между животноводческими хозяйствами размер участка может быть различным.

Так, если производством страховых запасов кормов и их реализацией в хозяйстве будет заниматься самостоятельно каждая укрупненная овцеводческая бригада, то площадь орошаемого участка можно принять равной 40...60 га.

Если проблема страхового кормопроизводства в пределах хозяйства будет решаться самостоятельно каждой животноводческой фермой на уровне специально создаваемой растениеводческой бригады (кормоцеха), то в зависимости от численности скота на ферме площадь орошаемого участка не должна быть менее 120...150 га.

В масштабе всего хозяйства производством кормов может заниматься и специальное растениеводческое от-

деление. Тогда площадь орошения может достигать 400...600 га. Однако и в этом случае орошаемые участки целесообразно размещать локально, площадью 120...150 га.

Такой же принцип размещения орошаемых участков может быть использован, если проблемой страхового кормопроизводства в пустынной зоне занимается специализированное хозяйство, созданное для обслуживания группы животноводческих хозяйств. В этом случае следует учитывать также принцип реализации кормов и взаимоотношения между хозяйствами.

Место для строительства водозабора выбирают на основе совместной оценки организационно-хозяйственных и гидрогеологических условий региона.

В хорошо изученных районах для выбора места для водозабора можно ограничиться анализом отчетной документации и визуальной оценкой территории специалистами-гидрогеологами. В других случаях для выбора местоположения водозабора необходимо проводить изыскательские работы. В этом случае необходимо учитывать следующие требования: водозабор должен как можно ближе располагаться к орошаемому участку (месту использования воды); подземные воды должны быть достаточными по количеству для орошения и хорошими по качеству; затраты на строительство водозабора и доставку воды к потребителю должны быть минимальными.

Виды водозаборов. Для отбора подземных вод в пустынях Южного Казахстана применяют вертикальные и горизонтальные водозаборы.

Вертикальные водозаборы (с помощью скважин и шахтных колодцев) целесообразны для эксплуатации глубоких безнапорных и напорных водоносных горизонтов. Вертикальным водозабором возможна как раздельная, так и этажная эксплуатация водоносных горизонтов, от которых зависит плановое размещение скважин и колодцев. При групповом водозаборе из одного водоносного пласта скважины размещают на расстоянии, исключающем их взаимное влияние, обуславливающее уменьшение расхода. Взаимодействие скважин обычно тем сильнее, чем меньше между ними расстояние. Поэтому их размещают на расстоянии не менее двух радиусов влияния, что, в свою очередь, зависит от заполнителя водоносного пласта, коэффициента фильтрации,

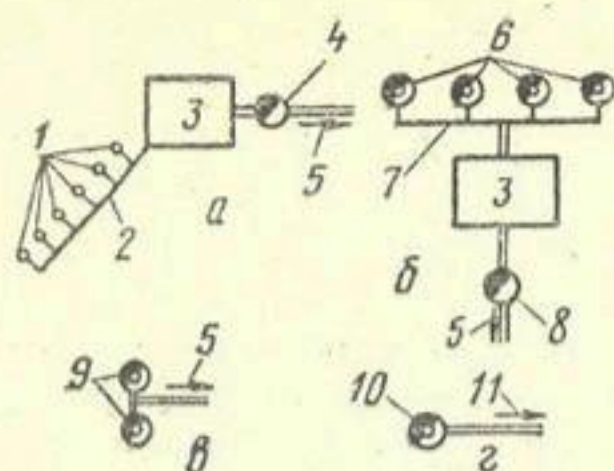


Рис. 6. Схемы подачи подземной воды в оросительную сеть с помощью вертикального водозабора: 1 — самоизливающиеся артезианские скважины; 2 — самотечный сборный трубопровод; 3 — резервуар; 4, 8 — насосные станции II подъема; 5 — головная часть оросительной сети; 6 — скважины с насосным оборудованием; 7 — нагнетательный трубопровод; 9 — скважины с насосами на разных горизонтах; 10 — высокодебитная скважина с насосом; 11 — подача воды к машине.

дебита водозабора и т. д. При этажной эксплуатации независимых водоносных горизонтов расстояние между скважинами не играет существенной роли.

Горизонтальные водозаборы чаще всего представляют собой траншейные и галерейные устройства (при глубине залегания грунтовых вод 2...6 м).

Некоторые из возможных схем устройства горизонтального и вертикального водозаборов показаны на рисунках 6, 7, а их технико-экономические показатели приведены в таблице 33.

Оросительную способность водозаборного устройства (площадь, которую можно обеспечить поливом) определяют по уравнению

$$F = Q_{\text{в}} \kappa_{\text{в}} \kappa_{\text{т}} \eta / q_{\text{р}} \beta,$$

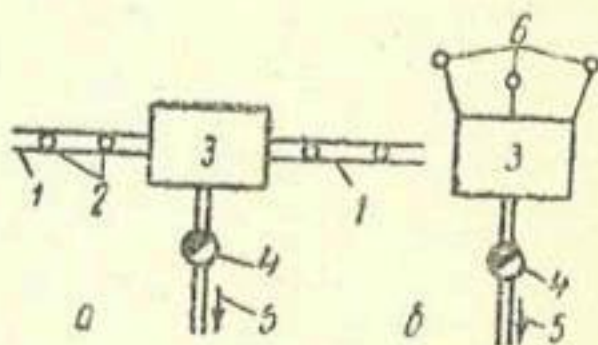
где $Q_{\text{в}}$ — расход водозаборного сооружения, л/с; $q_{\text{р}}$ — расчетная ордината гидромодуля, л/(с·га); $\kappa_{\text{в}}$ — коэффициент использования времени работы водозабора; $\kappa_{\text{т}}$ — коэффициент использования времени работы поливной техники; β — коэффициент потерь воды на поле в процессе полива; η — КПД оросительной сети.

По приведенной зависимости можно найти площадь орошаемого участка при известном дебите водозаборного сооружения. Если задана площадь орошаемого участка, то необходимый расход водозабора рассчитывают по уравнению

$$Q_{\text{в}} = F q_{\text{р}} \beta / \kappa_{\text{в}} \kappa_{\text{т}} \eta.$$

Рис. 7. Схемы каптажа грунтовых вод с помощью горизонтального водозабора:

1 — водосборная траншея; 2 — смотровые колодцы; 3 — сборный колодец (резервуар); 4 — насосная станция; 5 — головная часть оросительной сети; 6 — каптажные колодцы.



33. Техничко-экономические показатели устройства водозабора для оазисного орошения

Глубина скважины. Способ бурения	Водоносные отложения	Стоимость проходки 1 м скважины, р.	Тип водоподъема. Избыточный напор, м	Тип фильтра	Себестоимость подъема 1 м ³ воды, к.
----------------------------------	----------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	-------------	---

Западно-Мойынкумский артезианский бассейн (область распространения палеогеновых комплексов)

250...350 м. Р	Птз	100 ... 120	Сиз. 25	Щ, БФ	0,7...1,1
180...250 м. Р	Птз	70 ... 95	НС. 8...25	Щ, БФ	1,0...1,8
120...200 м. Р	Птз	45 ... 75	НС. 2...8	СОпг	1,5...2,1
50...120 м. КУ	Птмз	40 ... 80	НС. 0...2	СОпг	1,2...1,8

Восточно-Мойынкумский бассейн (область распространения четвертичных и неогеновых комплексов)

20...60 м. КУ	Прз	40 ... 50	НС. 0...1	КОг	0,9...1,5
150...250 м. Р	Птз	60 ... 80	НС. 0...2	СОпг	1,3...2,0
30...60 м. КУ	Прз	40 ... 50	НС. 0	КОг	0,9...1,5
150...200 м. Р	Птз	45 ... 75	НС. 0...1	СОпг	1,3...2,0

Примечания: 1. Способ бурения: Р — роторное; КУ — канатно-ударное.

2. Водоносные отложения: П — пески; тз — тонкозернистые; мз — мелкозернистые; рз — разнотернистые.

3. Тип водоподъема: Сиз — самоизливающиеся скважины; НС — насосный водоподъем.

4. Тип фильтра: Щ — щелевой; БФ — бесфильтровый; С — сетчатый; Ог — обсыпка гравийная; пг — песчано-гравийная; К — каркасные.

Для орошения можно применять пресную и слабо-минерализованную воду. На участках с хорошей естественной дренированностью территории допускается следующее содержание солей в воде (по плотному остатку): для тяжелых по механическому составу почв — менее или равно 1 г/л; для средних — менее или равно 1,5...2 г/л; для легких (песчаных и гравелистых) — до 2...3 г/л.

Наибольшую опасность для растений представляют соли хлористого и сернокислого натрия (NaCl и Na₂SO₄). Содержание NaCl в оросительной воде не должно превышать 1 г/л, а Na₂SO₄ — 0,5 г/л.

Для орошения не рекомендуется применять холодную воду, которая может вызвать депрессию в росте и развитии растений. Температура воды не должна быть ниже 10...12 °С. Если же она имеет более низкую температуру, то ее прогревают в надземных резервуарах (водохранилищах).

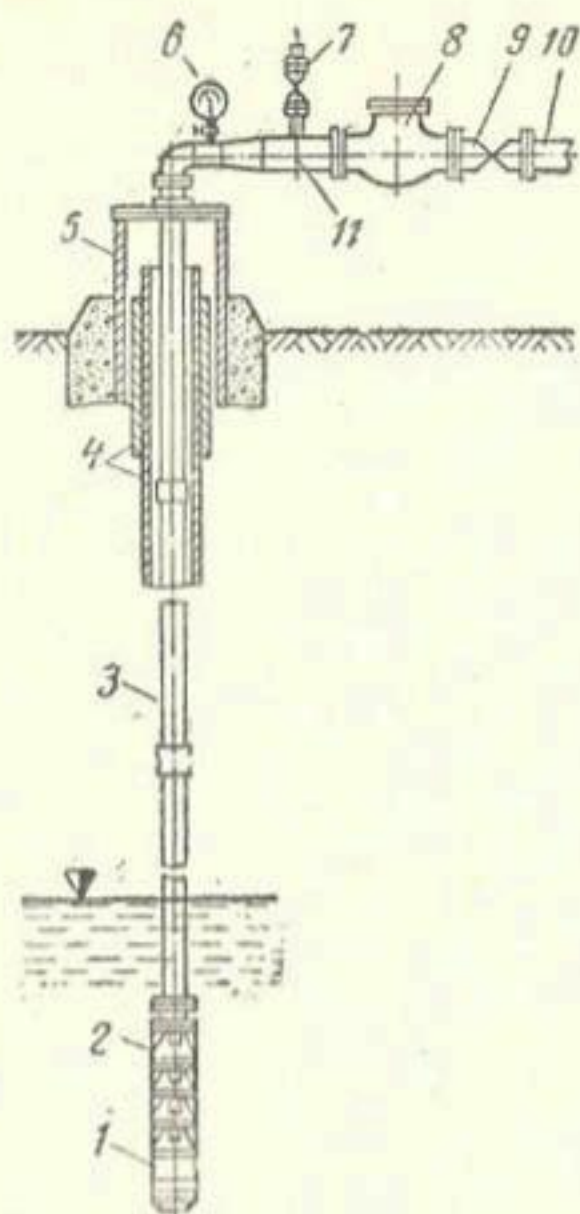


Рис. 8. Схема оборудования скважины насосом и арматурой:

1 — электродвигатель; 2 — насос; 3 — водоподъемные трубы; 4 — обсадные трубы скважины; 5 — герметизированный оголовок скважины; 6 — манометр; 7 — сбросной трубопровод; 8 — обратный клапан; 9 — задвижка; 10 — напорный трубопровод; 11 — кран отбора проб.

При машинном подъеме воды из скважин используют соответствующие артезианские и погружные насосы (табл. 34).

Схемы оборудования скважины с машинным водоподъемом и самоизливом приведены на рисунках 8 и 9, а с надземным павильоном над скважиной — на рисунке 10.

Требования к схемам и конструкциям оросительных систем. Применительно к природно-хозяйственным условиям пустынного орошения оросительные системы должны отвечать следующим требованиям: подавать воду по транспортирующей и распределительной сети с минимальными потерями на испарение и фильтрацию; предусматривать механизацию полива и ухода за культурами; учитывать возможность применения перспективных способов полива и применения высокопроизводительной поливной техники; распределять воду по полям с наименьшими за-

тратами труда; быть достаточно простыми и экономичными в эксплуатации. Этим требованиям в наибольшей степени отвечают системы с закрытой оросительной сетью.

Открытая сеть в условиях пустынь приводит к большим потерям воды на испарение и фильтрацию, а также связана с эксплуатационными трудностями. Замена каналов в естественном грунте лотковой сетью сокращает непроизводительные потери воды, но не устраняет, например, заноса лотков песком, помех для механизации работ на поле и т. д. Кроме того, завозить лотки и опо-

34. Краткая характеристика погружных (с погружным электродвигателем) и артезианских насосов для подъема воды из глубоких скважин

Марка насоса	Подача		Напор, м	Мощность электродвигателя, кВт	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Гарантийный срок службы, мес	Ресурс до первого капитального ремонта, ч	Внутренний диаметр обсадной колонны, мм	Масса, кг
	л/с	м³/ч								
Погружные электронасосы										
2ЭЦВ6-16-75	4,5	16	75	5,5	2 850	65	12	12 500	142	100
2ЭЦВ8-16-140	4,5	16	140	11	3 000	65	12	12 500	186	291
ЭЦВ8-25-100	7,0	25	100	11	3 000	66	12	12 500	186	160
ЭЦВ8-25-150	7,0	25	150	16	2 850	66	12	12 500	186	220
ЭЦВ8-40-65	11,0	40	65	11	3 000	68,5	9	—	186	207
ЭЦВ8-40-165	11,0	40	165	32	3 000	68,5	9	—	186	374
ЭЦВ10-63-110	17,5	63	110	32	2 920	70	9	—	234	358
ЭЦВ10-120-60	33,5	120	60	32	2 920	71	12	12 500	230	491
ЭЦВ12-160-65	44,5	160	65	45	2 920	72	12	12 500	281	355
ЭЦВ12-160-100	44,5	160	100	65	2 925	72	12	12 500	281	400
ЭЦВ12-210-25	58,5	210	25	22	2 925	74	12	12 500	281	250
ЭЦВ12-210-85	58,5	210	85	65	3 000	75	9	—	281	580
ЭЦВ12-255-30М	71,0	255	30	32	2 920	73	12	12 500	281	540
ЭЦВ12-375-30	104	375	30	45	2 920	76	12	12 500	281	365
УЭЦВ16-375-175К	104	375	175	250	3 000	73	12	10 000	358	6 317
ЭЦВ6-16-75	4,5	16	75	5,5	3 000	64	12	3 000	136	185
ЭЦВ6-16-110	4,5	16	110	8,0	3 000	64	12	3 000	136	205
Артезианские насосы										
АТН10-1×4	19,5	70	30	13	1 500	63	9	—	238	1 962
АТН10-1×6	19,5	70	45	22	1 500	63	9	—	238	2 323
АТН10-1×8	19,5	70	60	30	1 500	63	9	—	238	3 542
АТН10-1×11	19,5	70	80	40	1 500	63	9	—	238	4 495
АТН10-1×13	19,5	70	100	40	1 500	63	9	—	238	5 409
АТН14-1×4	55,5	200	60	75	1 500	65	9	—	340	6 441
АТН14-1×6	55,5	200	100	100	1 500	65	12	—	340	9 662

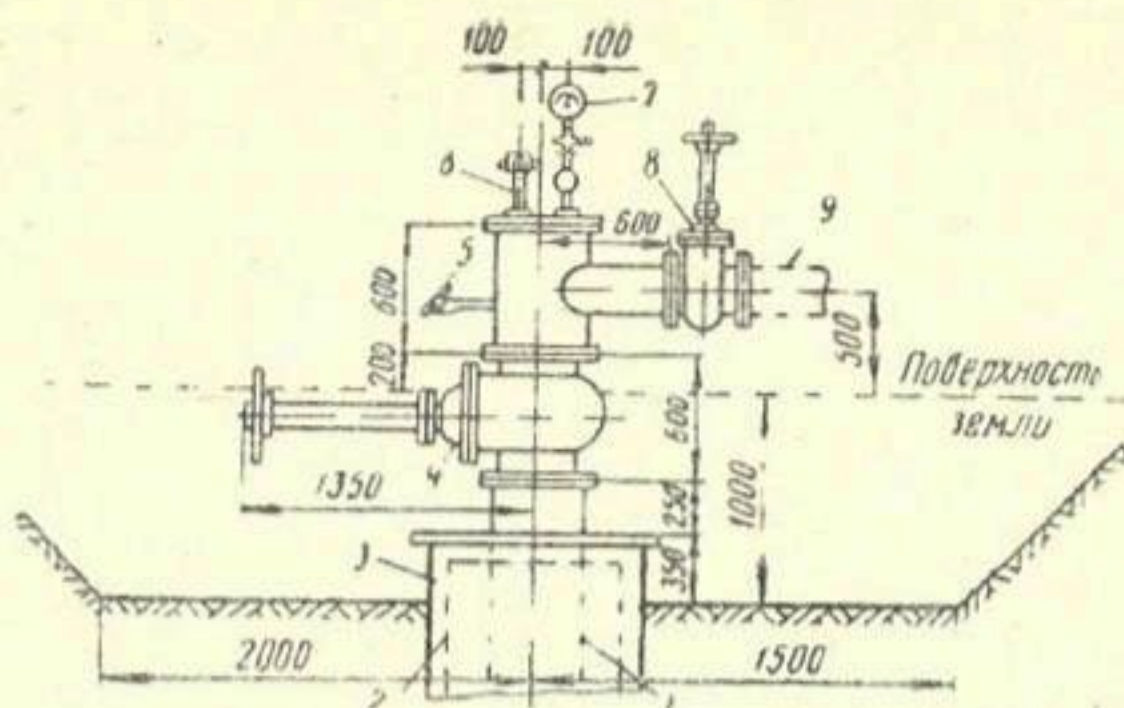


Рис. 9. Схема оборудования устья скважины с самоизливом из них:

1 — эксплуатационная колонна труб; 2 — кондуктор; 3 — оголовок скважины; 4, 8 — задвижки; 5 — кран; 6 — патрубок с заглушенной муфтой под специальный манометр для измерения напора; 7 — манометр общего назначения; 9 — напорный трубопровод.

ры на большие расстояния в условиях бездорожья с сохранением их заводского качества довольно трудно.

Строительство систем с закрытой оросительной сетью в условиях пустынь — менее сложная техническая задача. Кроме асбестоцементных, чугунных и металлических трубопроводов, можно использовать и полиэтиленовые.

Системы с закрытой оросительной сетью для участков оазисного орошения могут быть стационарными, полустационарными и передвижными. Стационарные оросительные системы оправдывают себя только в условиях надежного и водообильного источника орошения, то есть в районах с высокодебитными подземными водами. В тех случаях, когда запасы подземных вод и их дебиты незначительны или неизвестны, лучше применять полустационарные или передвижные (мобильные) системы, которые снижают опасность замораживания капитальных вложений в их строительство, так как при снижении дебита скважины такая система может быть демонтирована и перебазирована в другое место.

Возможные схемы компоновки стационарных и передвижных оросительных систем для участков оазисного орошения показаны на рисунке 11.

Системы с закрытой оросительной сетью могут быть самонапорными и с машинным подъемом воды. На са-

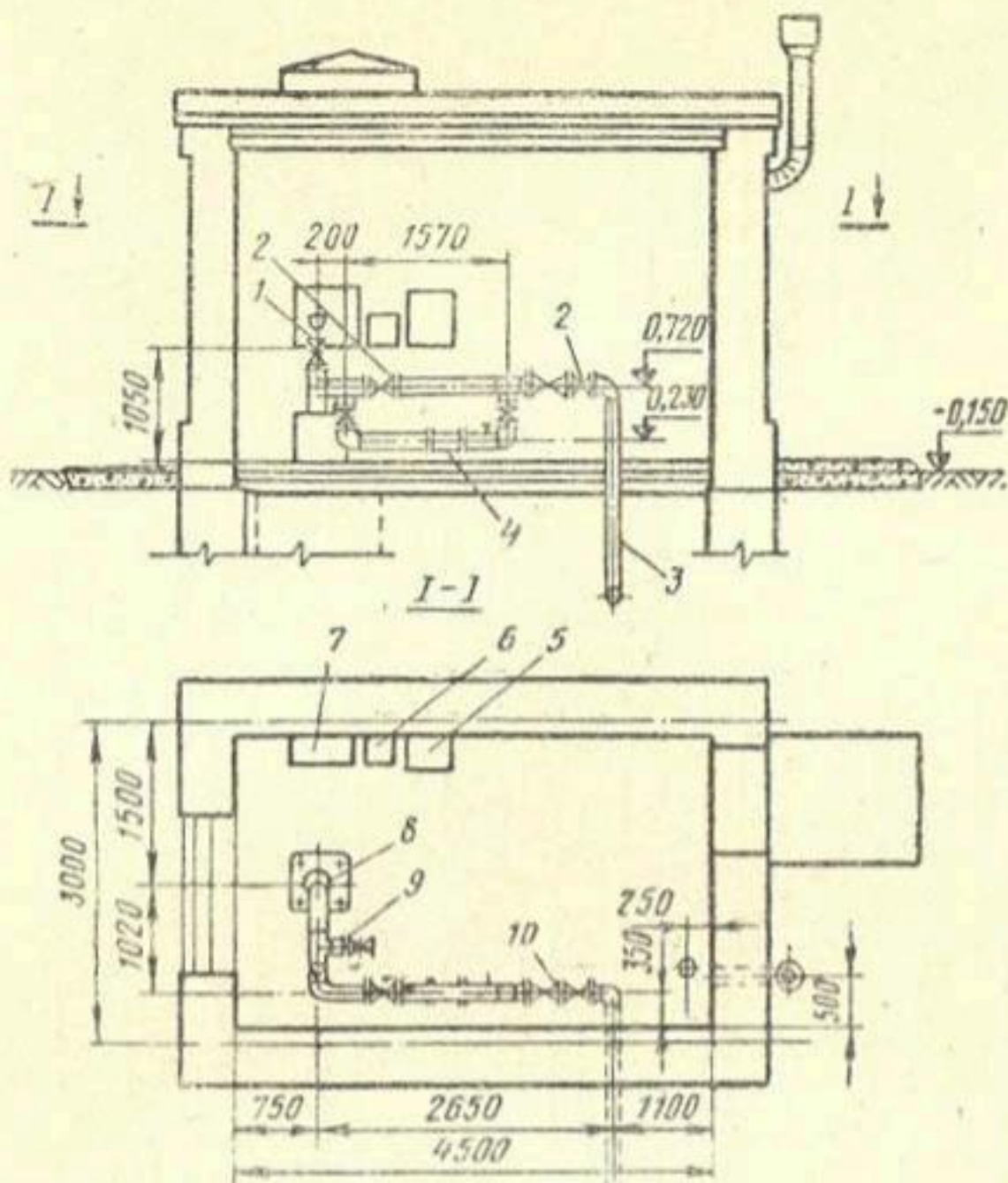


Рис. 10. Схема надземного павильона над скважиной:

1 — вантуз; 2 — задвижки; 3 — напорный трубопровод; 4 — водомер; 5, 6, 7 — станции управления и щиты электрооборудования; 8 — оголовок скважины; 9 — холостой сброс; 10 — обратный клапан.

монапорных системах используют свободный напор скважины. Трубопроводы (стационарная или передвижная сеть) подключают в этом случае непосредственно к самоизливающейся скважине. При машинном водоподъеме трубопроводную сеть подключают к резервуару.

Необходимый для работы системы напор в сети обеспечивается за счет командования уровня воды в резервуаре и геодезического уклона местности или же насосами.

Для полного и рационального использования расхода скважин (самоизливающих или с принудительным водоподъемом) целесообразно устраивать регулирующие емкости, которые одновременно позволяют увязать совместную работу скважин, насосных станций и поливной

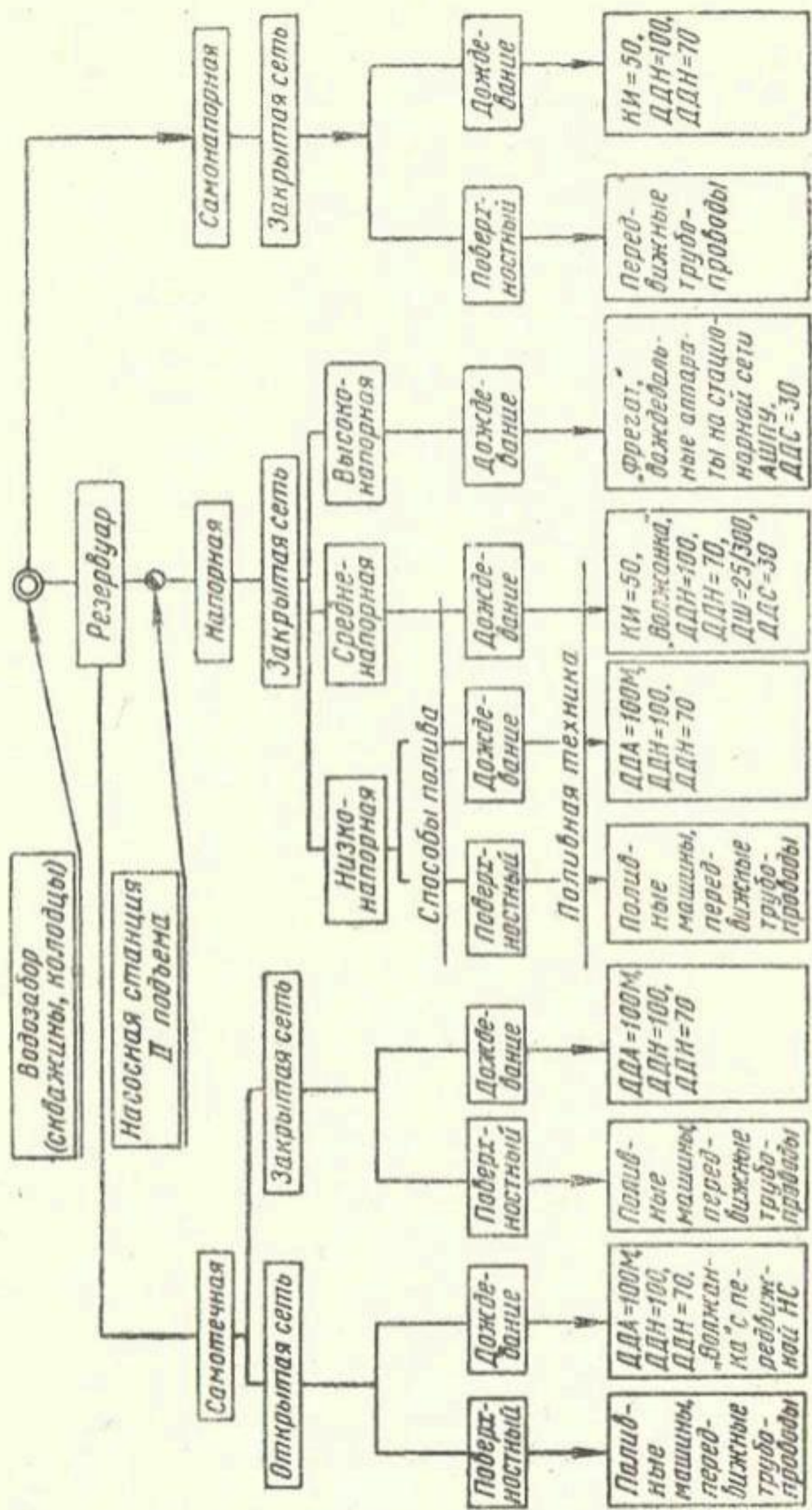


Рис. 11. Схемы оросительных систем для участков оазисного орошения.

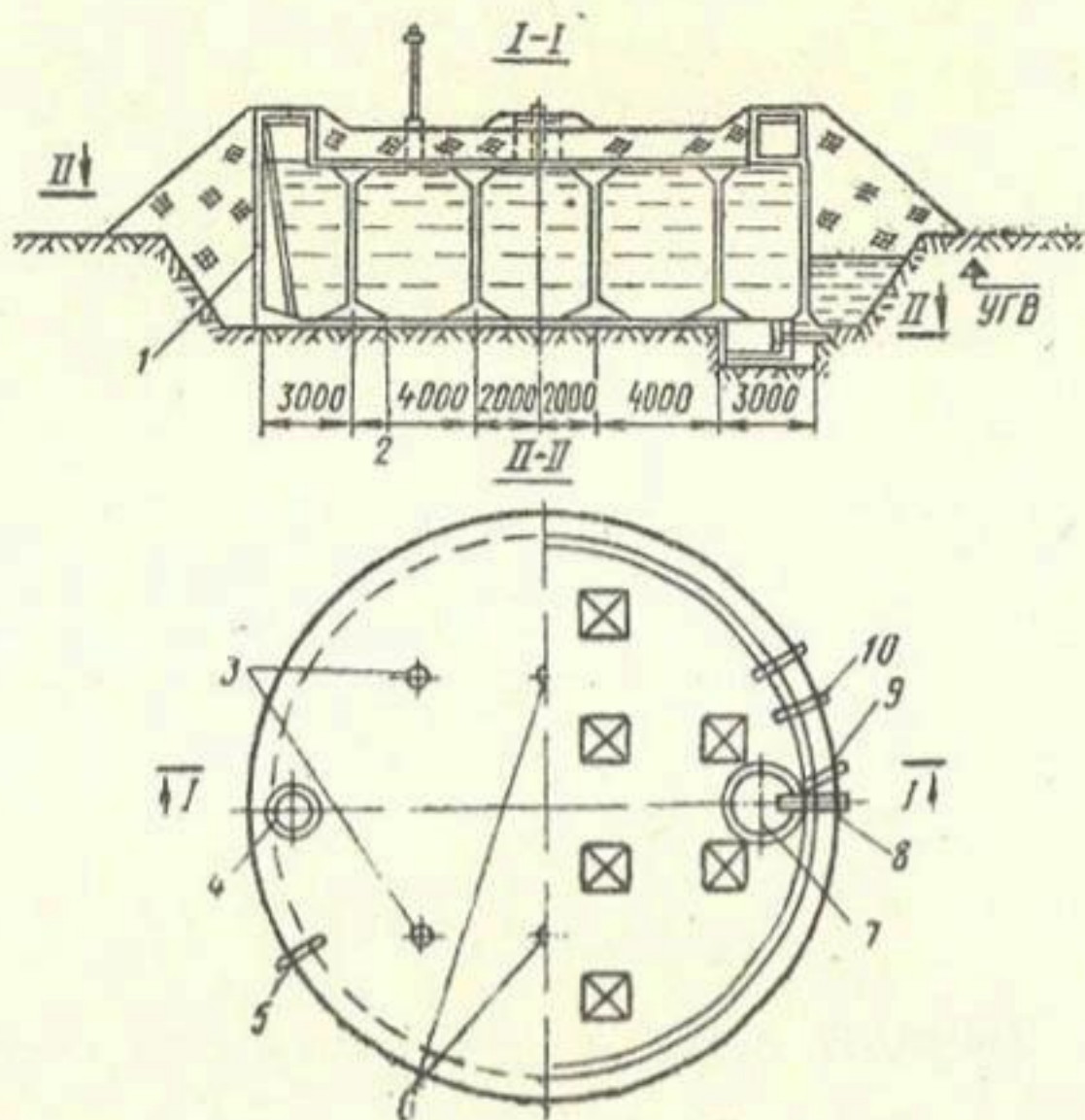


Рис. 12. Резервуары для воды железобетонные, металлические цилиндрические:

1 — монолитная стенка; 2 — монолитное днище; 3 — вентиляционные колонки; 4 — люк-лаз; 5 — подающая труба; 6 — световые люки; 7 — приямок; 8 — отводящая труба; 9 — грязевая труба; 10 — переливная труба.

техники. Благодаря строительству резервуаров увеличивается поливной ток, повышается производительность труда на поливе и эффективность использования воды.

По конструкции резервуары могут быть круглыми (рис. 12) и прямоугольными (рис. 13). Краткая характеристика типовых железобетонных резервуаров, пригодных для условий пустынь, приведена в таблицах 35, 36.

По стоимости самыми дорогими являются резервуары из железобетона, а самыми дешевыми — резервуары в естественном грунте с экранами из полиэтиленовой пленки (рис. 14). В каждом конкретном случае строительный материал выбирают путем технико-экономического обоснования.

Легкие почвы пустынь обуславливают загущенность сети стационарных трубопроводов и высокую стоимость

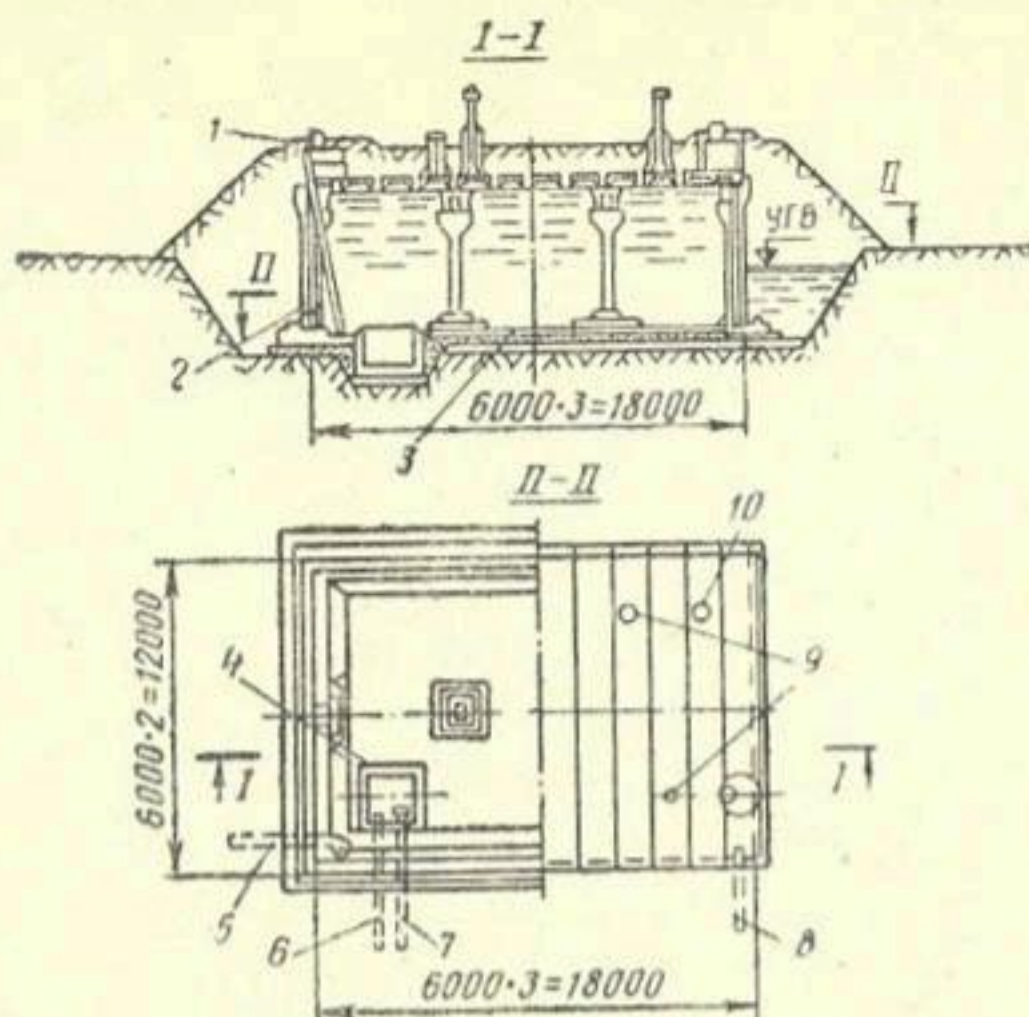


Рис. 13. Резервуары для воды железобетонные прямоугольные заглубленные:

1 — люк-лаз; 2 — сборная стенка; 3 — монолитное днище; 4 — приямок; 5 — переливная труба; 6 — грязевая труба; 7 — отводящая труба; 8 — подающая труба; 9 — вентиляционные колонки; 10 — световой люк.

строительства оросительных систем. Значительную долю составляют затраты на устройство резервуаров.

Ориентировочная стоимость оросительных систем для оазисного орошения в пустынях Южного Казахстана 1,5...2 тыс. р/га.

Затраты на строительство оросительной системы «Чукурак» в Каракалпакской АССР с площадью нетто



Рис. 14. Строительная стоимость резервуаров из различных материалов:

1 — круглые железобетонные; 2 — насыпные с экраном из железобетона; 3 — насыпные с экраном из глины; 4 — насыпные с экраном из полиэтиленовой пленки.

35. Краткая характеристика резервуаров железобетонных
монолитных цилиндрических резервуаров для воды

Объем резервуара. Типовой проект	Расход материалов				Затраты рабочего времени (сут) на возведение	
	цемента, т	стали, т		железобетона, м³	резервуара	1 м³ полез- ного объема
		всего	в том числе арматурной			
150 м³. № 901-4-10	4,2	4,34	3,18	28,6	206,9	1,23
500 м³. № 901-4-15	4,2	9,7	7,9	64,3	366,7	0,71
1 000 м³. № 901-4-16	7,2	18,84	15,82	136,3	737,3	0,64
2 000 м³. № 901-4-17	11,0	28,66	25,64	323,2	1 229,4	0,60

36. Краткая характеристика резервуаров железобетонных,
прямоугольных, заглубленных, из сборных унифицированных
конструкций заводского изготовления

Объем резервуара. Типовой проект	Расход материалов на 1 м³ объема резервуара			Оборудование
	железобетона, м³		арматур- ной стали, кг	
	всего	в том числе монолит- ного		
250 м³. № 4-18-841	0,248	0,1100	29,41	Трубы, каме- ры без уровня воды, регуля- тор сигнализа- ции, люки-ла- зы, лестница- стремянка и др.
500 м³. № 4-18-842	0,207	0,1010	24,95	То же
1 000 м³. № 4-18-850	0,172	0,0910	20,39	»
2 000 м³. № 4-18-851	0,138	0,0676	18,06	»
3 000 м³. № 4-18-852	0,132		17,50	»
6 000 м³. № 4-18-853	0,118		16,10	»

285,5 га составили 1 534 р., из которых на устройство оросительной сети затрачено 746, на сооружение водозабора 488, на планировку и полевые защитные лесные полосы 300 р/га (Н. Л. Морозов).

Стоимость водозабора на системах «Кызылкесек», «Мубарек» в одноименном госплемсовхозе на площади

300 га, «Камысты» на площади 25 га и на других, построенных в песках Кызылкум, составила 400...600 р/га. Эти системы запроектированы и построены на самоизливающихся артезианских скважинах с дебитом от 20...25 до 30...40 л/с.

Стоимость передвижных оросительных систем из разборных трубопроводов (без учета стоимости водозабора) несколько ниже стационарных и составляет 700...950 р/га. Разборные трубопроводы укладывают на поверхности земли. Вода из трубопроводов может подаваться в поливные шланги, открытые оросители, дождевальные машины и установки. В каждом конкретном случае поливное оборудование выбирают в зависимости от почвенного покрова, рельефа, размера и формы орошаемого участка, расчетного расхода водоисточника и т. д.

В полустационарных системах передвижное поливное оборудование подключают к гидрантам стационарных напорных трубопроводов.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОАЗИСНОГО ОРОШЕНИЯ В ЧУРОТНОЙ ЗОНЕ ПУСТЫНЬ

В центральной части песков Мойынкум более 75 тыс. га земель занимают межбарханные понижения (чуроты) с близким залеганием пресных и слабоминерализованных грунтовых вод. Чуроты являются зоной разгрузки грунтовых потоков, формирующихся в предгорьях Джунгарского Алатау и горного хребта Каратау.

Как правило, площадь локальных межбарханных понижений составляет несколько десятков или сотен гектаров, но иногда их размеры достигают тысячи гектаров и более.

Чуроты с лугово-болотными и лугово-сероземными почвами являются наиболее продуктивными кормовыми угодьями в песках Мойынкум и используются преимущественно как естественные сенокосы.

По рельефу и почвенным условиям чуротная зона наиболее перспективна для возделывания многолетних и однолетних трав и в первую очередь люцерны и суданской травы. Уже в год посева люцерны при оптимальном орошении дает 2,5...3 т отличного сена с 1 га. В по-

следующие годы урожайность возрастает до 10,1...12,8 т/га (табл. 37).

37. Урожайность сухого сена люцерны, т/га

Возраст люцерны	Глубина грунтовых вод, м	Урожайность, т/га	
		без орошения	при орошении
Люцерна в год посева	1,2...1,9	—	1,7
Люцерна 2-го года	1,1...1,8	3,5...4,0	8,0...13,6
Люцерна 3-го года	0,9...1,6	8,0...8,5	10,1...12,8
Люцерна 4-го года*	0,9...1,4	4,0...4,5	—

* Для люцерны 4-го года жизни показана урожайность первого укоса, в последующие укосы ее не учитывали.

На участках с близким залеганием грунтовых вод оптимальный режим орошения люцерны необходимо поддерживать только в год посева. Это обеспечивает хорошие всходы и приживаемость люцерны на песчаных почвах и формирование мощной корневой системы. В последующие годы потребность люцерны в воде, особенно в первую половину лета, почти полностью обеспечивается грунтовыми водами и люцерна без полива дает до 8,5 т сена с 1 га.

Выявленная особенность позволяет при освоении чурот значительно повысить эффективность использования оросительной воды и производительность дождевальной техники, а также снизить капитальные вложения в строительство оросительных систем. Достигается это поэтапным освоением орошаемого участка при незначительном расходе водозаборного сооружения (скважины или группы скважин).

Примерная схема организации территории и последовательность освоения орошаемого участка в чуротной зоне с применением для полива дождевальной машины «Волжанка» приведены на рисунке 15. В первый год освоения площадь орошаемого участка определяют по расходу водозаборного устройства с учетом сезонной нагрузки (производительности) дождевальной машины, принимаемой согласно режиму орошения люцерны первого года. На следующий год рядом с первым участком осваивают второй. Люцерна второго года (на первом

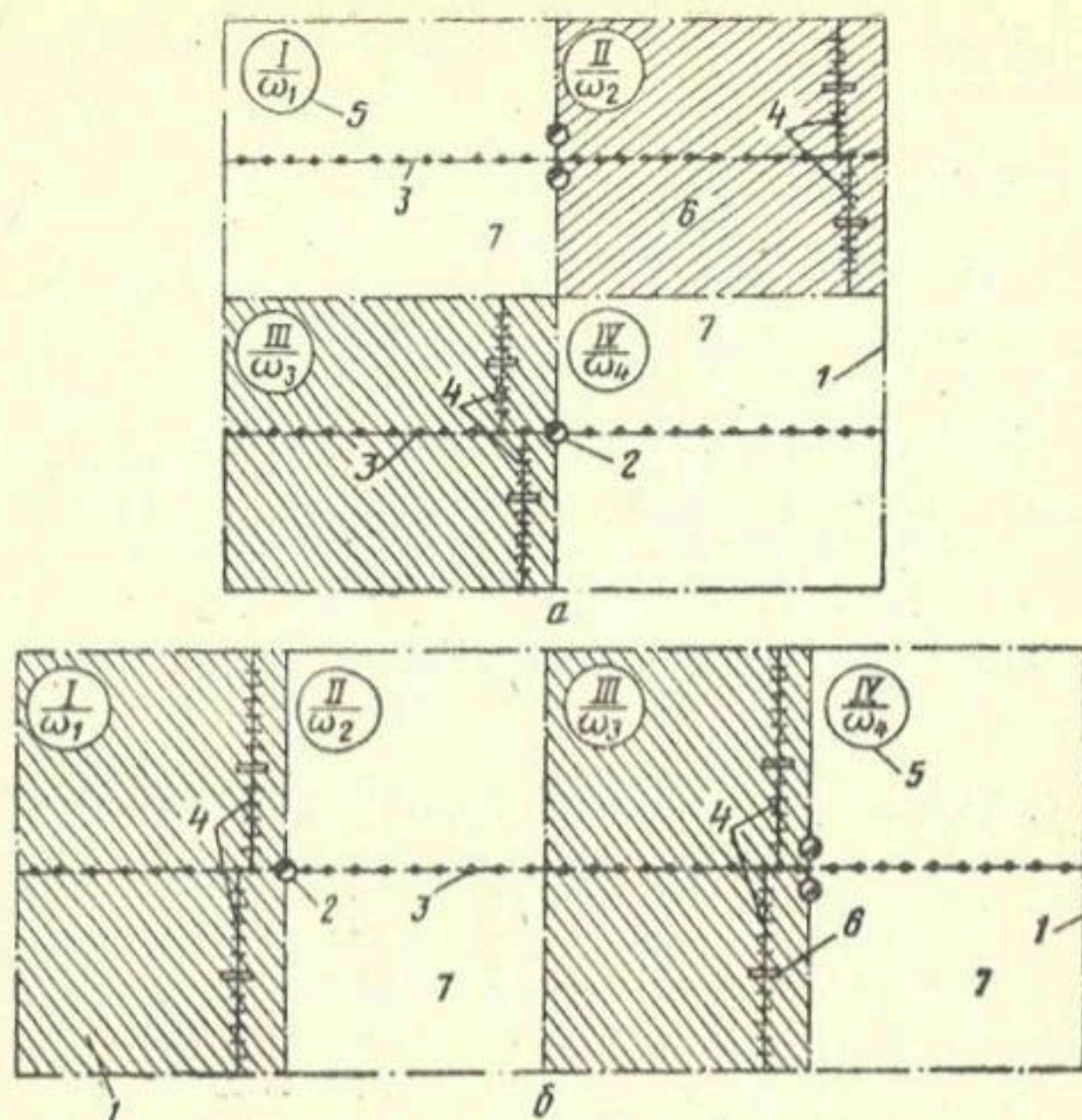


Рис. 15. Схемы забора и подачи воды в оросительную сеть для полива сенокосно-пастбищного угодья дождевальными машинами «Волжанка»:

1 — граница поливного участка; 2 — насосы артезианские погружные для подъема воды из скважин с одного или двух горизонтов; 3 — подземный поливной трубопровод; 4 — дождевальная машина «Волжанка»; 5 — номер и площадь участка; 6 — основной поливной участок; 7 — запасной поливной участок.

участке) развивается в это время преимущественно благодаря использованию грунтовых вод. Таких участков около каждой скважины в зависимости от глубины залегания и динамики колебания уровня грунтовых вод может быть 2 или 3. В последующие годы на люцерниках второго и последующих лет жизни проводят только увлажнительно-промывные поливы по 2...4 за сезон на каждом участке. Суммарная площадь сезонного обслуживания одной дождевальной машиной возрастает в 1,5...2 раза.

Поэтапное освоение земель оазисного орошения в песках Мойынкум позволяет получать высокие урожаи

люцерны с минимальными удельными затратами оросительной воды, повышать сезонную нагрузку на дождевальную машину в 2...3 раза, увеличивать продуктивность чуротных угодий в 10...20 раз и тем самым существенно повышать их кормоемкость, уменьшать капитальные вложения в строительство оросительных систем, снижать эксплуатационные издержки и поднимать экономическую эффективность возделывания кормов при орошении непосредственно на зимних пастбищах.

Рентабельность производства люцерны и суданской травы в чуротной зоне песков Мойынкум показана в таблице 38.

38. Рентабельность производства кормовых культур в чуротной зоне песков Мойынкум

Глубина залегания грунтовых вод, м	Порог пред- ельной влажности, % НВ	Оросительная норма, м ³ /га	Урожайность сена, т/га	Затраты оро- сительной воды, м ³ /т	Себестои- мость, р/т	Уровень рен- табельности, %
<i>Люцерна в год посева</i>						
1,7 ... 2,2	40 ... 45	2 900	0,96	3 020	48,4	—
	50 ... 55	3 200	1,81	1 770	27,4	9,5
	60 ... 65	3 800	2,86	1 330	16,0	89,0
<i>Люцерна прошлых лет</i>						
1,5 ... 1,9	Без полива	0	3,50	0	24,9	20,5
	40 ... 45	3 900	7,90	4 94	28,1	6,8
	50 ... 66	4 400	10,95	4 02	22,6	32,5
	60 ... 65	5 400	13,67	3 95	23,7	25,1
1,0 ... 1,5	Без полива	0	8,53	0	11,1	170,0
	50 ... 55	1 500	11,18	1 34	14,0	103,0
	60 ... 65	1 900	12,80	1 48	14,3	112,0
	70 ... 75	2 300	12,87	1 79	15,0	103,6
<i>Суданская трава</i>						
1,7 ... 2,2	40 ... 45	3 300	8,39	3 93	32,4	23,4
	50 ... 55	3 800	9,59	3 96	23,3	28,3
	60 ... 65	4 200	10,83	3 88	23,6	27,9
1,1 ... 1,6	40 ... 45	0	7,65	0	12,8	135,0
	50 ... 55	1 500	12,13	1 24	12,9	132,5
	60 ... 65	2 050	13,61	1 51	12,5	140,0
	70 ... 75	2 450	15,34	1 60	13,1	128,9

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ, МЕХАНИЧЕСКИЕ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ПУСТЫНИ

В комплексе приемов сельскохозяйственного освоения песчаных почв важное место отводится повышению их плодородия. Для практики необходимы сведения об изменениях средней плотности, порозности, наименьшей влагоемкости, скорости впитывания, коэффициента фильтрации, механического состава, гигроскопичности, содержания валовых и подвижных форм азота, фосфора, калия, гумуса и микроэлементов, которые происходят в почве под влиянием обработки, орошения, удобрений и применения других мероприятий.

Характерная особенность механического состава почв пустыни Мойынкум — высокое содержание песка (85...90 %) с фракциями диаметром 0,25...0,05 мм. Механический состав пахотного горизонта и в зоне корнеобитания растений под влиянием орошения изменяется незначительно. По-видимому, только при длительном использовании песчаных почв в результате биохимических процессов, связанных с разложением удобрений и корневых остатков, могут произойти качественные и количественные изменения почвы, в том числе механического состава в сторону увеличения мелких, илисто-пылевых, гумированных частиц.

Плотность песчаных почв пустыни Мойынкум колеблется по горизонтам от 1,34 до 1,75 г/см³. Под влиянием трехлетнего освоения средняя плотность почвы в пахотном слое 0...30 см и в корнеобитаемой зоне несколько уменьшилась. Однако, как и в случае с механическим составом, для объективной оценки количественных изменений плотности под влиянием орошения необходимы более длительные наблюдения.

Наиболее заметно изменилась порозность песчаных почв. Если до освоения она находилась в пределах 43,4...35,9 %, то под влиянием хозяйственного использования достигла 46,2...37,9 %, что обусловило некоторое улучшение водного, воздушного и питательного режимов почвы.

Песчаные почвы пустыни Мойынкум обладают малой водоудерживающей способностью, несколько увеличивающейся с глубиной. Если в слое 0...10 см наименьшая влагоемкость составляет в среднем 8,2 %, то в слое

40...80 см она достигает 9,4 % массы, то есть чем больше глинистых частиц в слое, тем выше его влагоемкость. В процессе хозяйственного использования влагоемкость пахотного горизонта несколько увеличилась. Так, за 3 года освоения в слое 0...30 см она повысилась с 8,2 до 8,7 % массы.

Под влиянием хозяйственного освоения скорость впитывания воды пахотным горизонтом несколько уменьшается. Так, за 3 года освоения впитывание в начальный период снизилось с 20...25 до 15...20 мм/мин, а установившаяся скорость впитывания — с 2 до 1,5 мм/мин. Уменьшение скорости впитывания песчаных и супесчаных почв происходит за счет разложения органических удобрений и корневых остатков, а также гумирования пахотного горизонта.

Песчаные почвы пустыни Мойынкум характеризуются солончаковыми разновидностями с плотным остатком 0,8...1 % (начиная с глубины 60 см) без морфологически выраженных солевых скоплений по профилю. Преобладают хлоридно-сульфатные (хлоридов содержится от 0,003 до 0,024 %, а сульфатов — от 0,009 до 0,57 %) соли с максимальным содержанием за пределами метрового слоя. Орошение оказывает положительное влияние на рассоление нижних горизонтов почвы. К концу третьего года освоения произошло полное опреснение метрового слоя (плотный остаток уменьшился до 0,47...0,08 %), а растворенные соли были вынесены на глубину до 300 см. Вместе с тем содержание малоподвижных сульфатных солей увеличилось в слое 0...50 см с 0,004...0,009 до 0,021...0,031 %, а в нижних слоях уменьшилось с 0,052...0,574 до 0,026...0,21 %. Содержание хлоридов сократилось в почве с 0,003...0,24 до 0,001...0,005 %. Некоторое увеличение солей в верхних горизонтах (с 0,052...0,072 до 0,078...0,095 %) не может служить причиной утверждения сезонного характера соленакопления.

Необходимым условием получения высоких урожаев на песчаных почвах пустынь является не только орошение, но и обеспечение органическими и минеральными удобрениями. Удобрения влияют не только на урожай, но и на изменение валовых и подвижных запасов питательных элементов в корнеобитаемом слое почвы.

На песчаных почвах пустынь в слое 0...30 см гумуса содержится от 0,1 до 0,4 %, а в нижних горизонтах — менее 0,1 %. Благодаря удобрениям и разложению кор-

невых остатков содержание гумуса в почвах при орошении резко увеличивается.

Если до освоения в песчаных почвах в слое 0...30 см в пересчете на 1 га содержалось 6,7 т гумуса, то в конце первого года освоения количество гумуса в том же слое почвы увеличилось до 9...13, а через 3 года достигло 31...33 т/га.

Под влиянием орошения, удобрений и агротехнических мероприятий плодородие песчаных и супесчаных сероземов непрерывно повышается.

Песчаные почвы в слое 0...20 см содержат азота 20 мг, фосфора 9,6 мг и калия 90 мг в 1 кг. После 3 лет освоения количество азота в том же слое почвы увеличилось до 33 мг, фосфора — до 29 мг и калия — до 108 мг в 1 кг почвы. В то же время на староорошаемых землях гидролизуемого азота содержится от 80 до 150 мг, фосфора — до 50...70 мг и обменного калия — от 150 до 1 000 мг в 1 кг почвы. Песчаные почвы пустынь очень слабо обеспечены питательными элементами и постоянно нуждаются в удобрениях.

Характерная особенность пустынных почв — пестрота механического состава, незначительное содержание гумуса и микроэлементов, низкая влагоемкость, малая водоудерживающая способность и высокая водоотдача. Песчаные и супесчаные почвы отличаются бесструктурностью, слабым от соляной кислоты вскипанием с поверхности и по глубине и отсутствием комплексности почвенного покрова. Сельскохозяйственное освоение приводит к заметным изменениям водно-физических, химических и особенно агрохимических свойств песчаных и супесчаных почв.

Орошение в комплексе с удобрениями (органические и минеральные) и агротехническими мероприятиями оказывает заметное влияние на макро-и микроагрегатный состав почвы. При бороздковом поливе повышаются водопрочность микроагрегатов и пористость почвы (в корнеобитаемом слое на 2...6%).

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОАЗИСНОГО ОРОШЕНИЯ В ПУСТЫНЯХ

Капитальные вложения в строительство оросительных систем в условиях пустынных пастбищ составляют

0,7...2 тыс. р/га, в зависимости от конструкции системы, способа орошения и применяемой поливной техники.

Если на орошаемую площадь отнести также затраты на сельскохозяйственное освоение, то общие капитальные вложения на каждый гектар оазисного орошения возрастут примерно до 1,5...3 тыс. р.

Несмотря на значительные капитальные вложения, оазисное орошение весьма эффективно и перспективно для развития общественного животноводства на пустынных пастбищах Южного Казахстана. Орошение в комплексе с другими агротехническими мероприятиями позволяет получить с каждого гектара до 6...8 тыс. корм. ед., то есть повысить естественную продуктивность пустынных угодий более чем в 80 раз. При этом себестоимость одной кормовой единицы не превышает 4...5 к., в то время как стоимость завезенных на фермы концентратов и грубых кормов составляет 7...10 к., или в 1,5...2 раза дороже (табл. 39). Дополнительная продукция, получаемая благодаря проведению мелиоративных мероприятий, исчисляется 90...95 %.

Кормами, получаемыми с 1 га, можно в течение месяца обеспечить 200...250 голов или 80...85 голов овец в течение зимы. Техничко-экономические показатели оазисного орошения могут быть охарактеризованы следующими данными: капитальные вложения — 1,5...3 тыс. р/га, из них устройство водозабора (скважины, колодцы) 300...900 р/га; ирригационное строительство — 600...1 200 р/га, сельскохозяйственное освоение — 600...900 р/га; эксплуатационные годовые издержки — 100...150 р/га; сельскохозяйственные издержки — 60...150 р/га; валовой выход кормов — 6...8 тыс. корм. ед.; себестоимость валовой продукции — 250...350 р/га, кормовой единицы — 3,6...5,0 к.; себестоимость подачи 1 м³ воды на орошение 2...3,5 к.; примерный срок окупаемости капитальных вложений только на орошение — 3...4 года, с учетом сельскохозяйственного освоения — 5...7 лет.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОАЗИСНОГО ОРОШЕНИЯ

Грядовые песчаные пустыни Кызылкум, Мойынкум, Сарыесик-Атырау с межбарханными впадинами благоприятны для зимнего содержания скота прежде всего

39. Себестоимость производства кормов на участках оазисного орошения в западной части песков Мойнкум

Культура	Урожайность, т/га корм. ед.	Удельные затраты воды, м ³		Издержки производства кормов, р/га			Себестоимость	
		на 1 т	на 1 корм. ед.	сельско- хозяйст- венные	иррига- ционные	суммар- ные	1 т. р.	1 корм. ед., к
Кукуруза: на зерно	5...6	1 300...1 400	1,0...1,1	135,6	145,0	280,6	51	3,8
	6 700...8 050							
на силос	35...40	180...220	0,7...0,8	126,4	140,0	266,4	7,1	3,0
	7 900...9 600							
Люцерна на сено	10...12	700...800	1,4...1,6	108,5	150,0	253,5	23	4,4
	4 800...5 760							
Зерновые колосо- вые (озимая рожь) на сено	5...6	500...600	0,9...1,0	60,5	100,0	160,5	23	4,1
	3 400...4 500							
Суданская трава на сено	9...11	500...600	0,9...1,0	55,5	144,5	235,0	24	4,5
	4 600...5 700							

малоснежным покровом, наличием обильной кустарниковой растительности, естественными природными укрытиями от ветра.

В годы с теплыми и короткими зимами животноводческие хозяйства содержат скот на подножном корме почти круглый год и получают благодаря этому самую дешевую овцеводческую продукцию.

Однако в связи с тем что численность общественного поголовья овец непрерывно растет, а методы содержания скота остаются почти неизменными, нагрузка на пустынные пастбища увеличивается, естественная продуктивность их снижается. Это, в свою очередь, вынуждает животноводческие хозяйства завозить на зимние пастбища не только страховые (на период снегопадов и больших морозов), но и дополнительные запасы кормов для подкармливания скота в течение всей зимы.

Удаленность зимних выпасов от хозяйственных центров и бездорожье обуславливают большие транспортные издержки по завозу кормов, что приводит к повышению себестоимости животноводческой продукции (концентраты и сено приходится часто доставлять за десятки, а иногда и сотни километров). Но даже и в этом случае не всегда удается избежать потерь скота в зимний период.

В последние годы на пустынных пастбищах Южного Казахстана резко проявляется диспропорция между растущей численностью скота и кормоемкостью пустынных пастбищ. Обеспеченность подножным кормом зимующих в пустынях овец к настоящему времени снизилась до 50...80 %.

В этой связи наряду с завозом на зимовье концентрированных кормов и сена, введением пастбищеоборотов, фитомелиорацией пастбищных угодий следует обратить серьезное внимание на организацию производства кормов непосредственно на местах зимнего содержания скота и прежде всего на базе использования подземных вод, разведанные запасы которых исчисляются, по данным АН КазССР, для пустынь Южного Казахстана сотнями миллиардов кубических метров.

Опытами научных учреждений и практикой передовых животноводческих хозяйств доказано, что в природно-климатических условиях пустынь можно выращивать при орошении подземными водами достаточно высокие урожаи зернофуражных культур, кукурузы, сорго, су-

данской травы, люцерны, картофеля и других сельскохозяйственных растений.

На пустынных пастбищах Кызылкума на участках артезианского орошения урожай кукурузы на зеленый корм достигает 40...60 т/га, люцерны — 10...15 т/га, а озимой ржи и ячменя на сено — 7,5...8 га (Н. Л. Морозов, В. Ф. Иванов). На пастбищах песчаной пустыни Мойынкум при поверхностных способах полива и дождевании урожайность сухого сена люцерны достигала 14 т/га (за 3...4 укоса), кукурузы на зеленую массу — 40...50 т/га, а на зерно — 5...6 т/га, сена суданской травы за 3 укоса — 8,5—12 т/га и картофеля — 15 т/га.

При соблюдении необходимой агротехники в природных условиях пустынь можно смело ориентироваться на получение 6...8 тыс. корм. ед. с каждого поливного гектара.

Количественный и качественный анализ гидрогеологических и рельефно-почвенных особенностей, оценка кормовых достоинств пастбищных угодий и преимущества сложившейся организационно-хозяйственной системы их использования показывают, что только в пустыне Кызылкум (в пределах Кызыл-Ординской области) имеется более 150 тыс. га земель с хорошими для оазисного орошения почвенно-мелиоративными и гидрогеологическими условиями. Эти земли находятся преимущественно на западе и юго-западе пустыни, в Казалинском и Кармакчинском районах.

Подземные воды здесь хорошего качества (с минерализацией менее 1 г на 1 л) и залегают на глубине 100...200 м, реже 300 м от поверхности земли. В большинстве случаев они находятся под высоким, гидростатическим давлением с напором самоизлива 10...25 м и удельным дебитом около 1 л/с.

Почвы представлены серо-бурыми и светлыми сероземами, не требующими каких-либо сложных агротехнических мероприятий при сельскохозяйственном использовании.

На пастбищах Джалагашского, Теренозекского и Кармакчинского районов насчитывается около 950 тыс. га земель с благоприятными гидрогеологическими и почвенными условиями. Подземные воды залегают здесь несколько глубже, но по качеству вполне пригодны для орошения сельскохозяйственных культур. Почвы в основном такыровидные и полого-бугристые песчаные,

требующие планировочных работ и повышенных доз удобрений.

В северо-западных и северных районах Кызылкума сосредоточено около 1,6 млн. га земель с удовлетворительными для выборочного размещения орошаемых участков условиями. Подземные воды залегают здесь на глубине более 400...500 м от поверхности, статические уровни их изменяются от 10 до —10 м, удельный дебит, как правило, не превышает 0,5...0,6 л/с. Почвы такыровидные солончаковые и луговые солонцеватые, требующие проведения специального комплекса агромелиоративных мероприятий (дренаж, промывки, гипсование и т. д.).

На остальной части пустынных пастбищ, занимающих 4,9 млн. га, или 53% общей площади Кызылкума, почвенно-гидрогеологические условия для развития оазисного орошения плохие и очень плохие. Сюда относятся вся центральная часть пустыни Кызылкум и приаральские пески. Создавать орошаемые участки здесь можно только в случае крайней нужды.

Большие возможности для развития производства кормов при орошении имеются и в песчаной пустыне Мойынкум на территории Чимкентской и Джамбулской областей. Только в пределах первой и второй террас пересыхающего русла р. Таласа, пересекающей Мойынкум с юго-востока на северо-запад, имеется около 165 тыс. га (табл. 40) земель с хорошими для развития орошаемого земледелия условиями (Свердловский и Таласский районы). Кроме того, на второй и частично на третьей надпойменных террасах древних рек Чу и Таласа размещено 240 тыс. га земель с благоприятными условиями для выборочного размещения участков оазисного орошения (преимущественно на территории Свердловского, Таласского, Сарысуского, Мойынкумского, Чуйского и Луговского районов). Остальная часть пустыни Мойынкум (примерно 3 млн. га) почти непригодна для сельскохозяйственного освоения главным образом из-за плохих почв и рельефа.

Таким образом, только в Джамбулской и Кызыл-Ординской областях из 15 млн. га пустынных пастбищ более 300 тыс. га земель имеют хорошие почвенно-мелиоративные и гидрогеологические условия и около 1,2 млн. га — благоприятные для развития орошаемого земледелия условия.

40. Оценка пригодности пастбищных угодий пустынь Кызылкум и Мойынкум для развития оазисного орошения

Гидрогеологические районы и их характеристики	Площадь района, га		Почвенно-мелиоративные условия сельскохозяйственного пользования							
			хорошие		благоприятные		удовлетворительные		плохие	
	тыс. га	%	тыс. га	% площади	тыс. га	% площади	тыс. га	% площади	тыс. га	% площади
Кызылкум:										
хорошие условия для использования подземных вод	920	10,5	40	4,4	60	6,5	40	4,4	780	84,9
благоприятные условия	2 700	30,9	50	1,8	285	10,5	260	9,6	1 880	68,0
удовлетворительные условия	3 460	39,5	620	18,0	265	7,7	430	12,5	1 880	54,5
Мойынкум:										
благоприятные гидрогеологические условия	1 517	36,7	165	10,9	53	3,5	120	7,9	1 179	77,7
удовлетворительные условия	2 616	63,3	189	7,2	369	14,1	456	17,4	1 602	61,3

Анализ рельефных, почвенно-мелиоративных, гидрогеологических, агроклиматических и организационно-хозяйственных условий показывает, что в пустынях Кызылкум и Мойынкум из 300 тыс. га хороших земель можно уже в ближайшие годы освоить 20...25%, а из 1,2 млн. га земель с благоприятными условиями под орошаемые пастбища можно выборочно использовать не менее 10...15%, что в сумме составит 150...200 тыс. га.

Для обеспечения этой площади водой ежегодно потребуется около 1...1,5 млрд. м³. По данным У. М. Ахмедсафина, эксплуатационные запасы напорных вод оцениваются 240 м³/с в Кызылкуме (Кзыл-Ординская область) и 65 м³/с в Мойынкуме. Кроме того, для нужд

орошаемого земледелия рекомендуется использовать и безнапорные грунтовые воды, запасы которых на территории Мойынкума исчисляются, по данным АН КазССР, сотнями миллиардов кубических метров.

Таким образом, создание на пустынных пастбищах Кызылкума и Мойынкума орошаемых участков для производства кормов (участков оазисного орошения) в необходимых для планового развития общественного животноводства масштабах — вполне реальная и практически осуществимая задача.

Продукцией с каждого поливного гектара можно застраховать от бескормицы зимой до 150...200 голов овец, если использовать корма только в невыпасной период (морозы, снегопады и метели), который длится на юге Казахстана в среднем 25...30 сут. Если корма использовать еще и как подкормочный фонд (при полупастбищном содержании скота), то даже в самые неблагоприятные по климатическим условиям годы один поливной гектар может обеспечить в течение зимы 65...70 голов овец.

Освоение под орошаемые пастбища 100 тыс. га угодий, что по наличию водных и земельных ресурсов вполне реальная задача, позволит полностью привести кормовую базу овцеводства в соответствие с плановой численностью скота и обеспечит гарантированное кормление около 10 млн. голов овец.

Оазисное орошение позволяет создать прочную базу гарантированного производства страховых кормов и предотвратить потери скота в неблагоприятные по климатическим условиям зимы. Кроме того, благодаря оазисному орошению более рационально используются водные и земельные ресурсы с одновременным улучшением культурно-бытовых условий.

Создание в оазисах благоприятного быта позволит закрепить за овцеводческими бригадами зимовья и упорядочить кочевой образ жизни чабанов, разграничить производственные обязанности между членами бригад, поднять культуру труда животноводов до уровня других отраслей сельскохозяйственного производства.

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

- Алпатов А. М. Влагообороты в природе и их преобразования. — Л.: Гидрометеониздат, 1969, 328 с.
- Артезианские бассейны Южного Казахстана/У. М. Ахмедсафин, М. Ш. Батабергенова, М. Х. Джабаров и др. — Алма-Ата: Наука, 1968, 196 с.
- Анисимов В. А., Зюликов Г. М. Проектирование и строительство закрытых оросительных систем с механизацией полива. — М., 1969, 99 с.
- Винникова Н. В., Полонский А. М., Данильченко Н. В. Механизация и техника полива с.-х. культур. Альбом-справочник. — М.: Россельхозиздат, 1976, 156 с.
- Данильченко Н. В., Попыкин А. П. Временные технические указания по расчету поливных режимов с.-х. культур в условиях Казахстана. — Алма-Ата: Казгипроводхоз, 1972, 51 с.
- Данильченко Н. В. Расчет поливных режимов с.-х. культур. Справочник гидротехника. — Алма-Ата: Кайнар, 1972, с. 32...73.
- Литвиненко В. С. Использование подземных вод для орошения в странах аридного климата. — М., 1975, 63 с.
- Мезенцев В. С. Определение оросительных норм по климатическим данным. — Гидротехника и мелиорация, 1976, № 11, с. 54...61.
- Петров М. П. Пустыни земного шара. — Л.: Наука, 1973, 189 с.
- Плотников Н. И. Ресурсы подземных вод СССР. — Водные ресурсы, 1973, № 1, с. 140...151.
- Подземные воды пастбищных территорий Казахстана/У. М. Ахмедсафин, М. Х. Джабаров, З. Т. Дубровина и др. — Алма-Ата: Наука, 1969, 302 с.
- Справочник по механизации орошения. — М.: Колос, 1979, 302 с.
- Справочник по сельскохозяйственному водоснабжению. — М.: Колос, 1980, 285 с.
- Справочник гидротехника. — Алма-Ата: Кайнар, 1972, 238 с.
- Техника орошения культурных пастбищ/А. Н. Корягин, Н. В. Данильченко, В. П. Жидовинов и др. — М.: Колос, 1973, 150 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
Природные условия и хозяйственное значение пустынь Южного Казахстана	5
Возможности использования подземных вод для орошения в пустынях	9
Агротехника кормовых культур на участках оа- зисного орошения	12
Водопотребление и режимы орошения кормовых культур в пустыне	20
Способы и техника полива в условиях пустынь	46
Схемы и конструкции оросительных систем для пустынь	67
Особенности организации оазисного орошения в чуротной зоне пустынь	80
Влияние орошения на водно-физические, механи- ческие и агрохимические свойства почв пустыни	84
Экономическая эффективность оазисного ороше- ния в пустынях	86
Перспективы развития оазисного орошения . .	87
<i>Указатель литературы</i>	94