

Саидов И.И.

**ВОДОСБЕРЕГАЮЩИЕ СПОСОБЫ МАЛООБЪЕМНОГО ПОЛИВА  
КУЛЬТУРЫ ЛИМОНА В ТАДЖИКИСТАНЕ**

*I.I. Saidov*

**WATERSAVING MEANS LOW-CAPACITY WATERING CULTURE  
LEMON IN TAJIKISTAN**

УДК: 631.6

*В статье рассмотрены вопросы рационального использования водных ресурсов для полива культуры лимона. Проведены водно-балансовые расчеты для определения равномерности распределения влаги в почве.*

*In the article deals with issues of rational use of water resources for irrigation in the upper watershed. Conducted water-balance calculations to determine for definition of the distribution of soil moisture.*

Поскольку в Таджикистане выращивание лимона в открытом грунте полностью исключается, оно осуществляется в траншеях без искусственного обогрева, в которых тем не менее при правильной агротехнике можно получать высокие урожаи.

В траншеях (ширина - 7, глубина - 2, длина - 40-60 м) с трехрядной посадкой растений их размещают до 1400 с КЗИ = 0,64-0,69. В таких траншеях значительно удобнее ухаживать за растениями, применять малую механизацию для обработки почвы, обеспечивать лучший световой режим. Траншеи, стены которых выполнены в один кирпич на бетонном фундаменте или железобетонных плитах, комплектуются в блоки с общим коридором. Над траншеями устанавливают (через 1,5 м) фермы, на которые крепится металлическая сетка с двухсантиметровыми ячейками. На зиму поверх сетки натягивают полиэтиленовую пленку в два слоя. Такие укрытия гарантируют перезимовку лимона без обогрева не только на юге республики, но и в условиях Гиссарской долины.

Рассмотрим результаты проведенного исследования по способам орошения лимона на впервые построенном энергосберегающем траншейном лимонарии на Гиссарском полигона Минводхоза Таджикистана. Применение дорогостоящих полимерных материалов требует ежегодного укрытия теплицы, которое возможно только вручную. Поэтому были использованы щиты (масса каждого - не более 15 кг) из деревянных брусьев (40х60 мм), обтянутых полиэтиленовой пленкой, которая может служить 2-3 сезона. Рама щита должна быть уже пленки на 15-20 см, чтобы при установке щитов между ними не было зазоров. В вегетационный период - апрель-октябрь (ноябрь) - щиты снимаются, на зиму вновь устанавливаются.

Стоимость 1 га такого лимонария - 150-200 тыс. долл. США. Наблюдениями установлено, что даже при температуре воздуха 20-25°C температура в лимонариях не опускалась ниже -1°C, что свидетельствует о больших возможностях использования их в Гиссарской долине.

Особенностями выращивания культуры лимона являются небольшая глубина проникновения корней (0-60 см) и повышенная требовательность к увлажне-

нию почвы (влажность в корнеобитаемом слое должна быть не менее 0,7 НВ). Требуются частые поливы (до 30 и более за вегетацию) при межполивных периодах до 4-5 дней [2, 3].

Для определения равномерности распределения влаги в почве проведены водно-балансовые расчеты. Качество увлажнения почвы при различных способах полива оценивалось коэффициентом использования воды в расчетном слое (Крс).

$$K_{pc} = \frac{W_{p.c.}}{m},$$

$$K_{pc} = W_{p.c.}$$

где W<sub>p.c.</sub> - приращение влагозапасов в расчетном (0-60 см) слое;

m - поливная норма, л/дереву.

Для анализа площади питания распределения влаги по ширине площади питания пользовались осредненной эпюрой влажности в радиальном направлении ст. куста.

При формировании расчетного контура увлажнения учитывались водно-физические свойства почвы, характер распределения корневой системы и исходная влажность.

Внутрипочвенное орошение лимона проводилось при схеме посадки 2х2,3 м с использованием перфорированных гофрированных трубок диаметром 42 мм из полиэтилена высокой плотности (площадь точечной перфорации - 3,5 см<sup>2</sup>/м). Трубки были уложены на глубину 0,3-0,4 м на расстоянии 0,5 м от оси посадки по обе стороны от ряда растений. Длина трубок - 20 м с уклоном соответственно по трем секциям лимонария 0,02; 0,025 и 0,0232.

В зависимости от возраста лимона поливная норма колебалась от 250 до 550 м<sup>3</sup>/га. Исходя из условия оптимального увлажнения площади питания плодоносящего (4-х и более лет) лимона, глубина укладки составляет приблизительно половину расчетного слоя корневой системы культуры. Такое расположение внутрипочвенных увлажнителей хорошо зарекомендовало себя (с точки зрения технологии раздачи поливной воды) в условиях Таджикистана.

Однако по результатам исследований выявлено, что для лимона в возрасте от 1 до 3-х лет, когда корневая система до конца не сформирована и глубина расчетного слоя равна - 0,1-0,3 м, при большой требовательности к влаге (до 30 поливов за год и поддержании уровня предполивной влажности от 80 до 70% НВ) необходимо изменить технологию водоподачи. Имеются в виду параметры укладки увлажнителей, напор и расход воды, поливная норма, изменения пропускной способности трубок на отде-

льных участках, а также конструкции трубок (с одним - двумя экранами и без них).

Подбор расхода струи осуществляют, используя график на рис. 1. Зная возраст лимона, поливную

норму и продолжительность одного полива, можно определить расход струи в увлажнитель из гофрированной полиэтиленовой трубки с экраном из полиэтиленовой пленки.

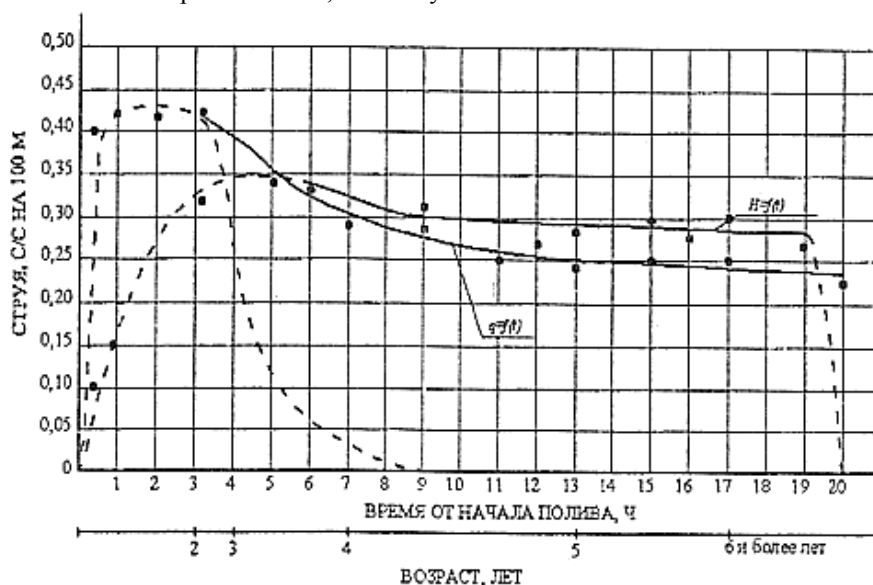


Рис. 1. Определение расхода струи установившегося напора при различной продолжительности полива внутривпочвенным орошением.

Опыт показал, что лимонов двух- и трехлетнего возраста (поливная норма - 200-300 м<sup>3</sup>/га) расход воды, поступающей в сеть, должен быть 0,004 л/с на 1 м длины увлажнителя; для четырехлетнего (400 м<sup>3</sup>/га), пятилетнего и более (500-600 м<sup>3</sup>/га) - соответственно 0,003 и 0,0025 л/с на 1 м увлажнителя. При этом происходят промачивания зоны преимущественно ниже полуметрового слоя, в связи с тем, что скорость передвижения влаги в верхние слои вдвое меньше, чем в нижние. Увлажнение верхних слоев достигается промачиванием почти 1,5-метрового слоя целом, что свидетельствует о нерациональном использовании влаги для культуры с неглубоким расположением основной массы корневой системы, в частности лимона.

Капельное орошение и подкрановое дождевание. Капельное орошение осуществлялось капельницами «Водполимер-3» водовыпускными трубками диаметром 4 мм с расходом 15-25 л/ч, установленными вертикально на поливных трубопроводах, продолженных вдоль каждого ряда. Подкрановое дождевание проводилось с помощью центробежно-винтовых насадок, в том числе Д-005 с расходом 15-25 л/ч. Насадки устанавливались аналогично капельницам поливного трубопровода. В результате стендовых исследований выявлены расходно-напорные характеристики (табл. 1) различных типов микронасадок, представленные уравнением

$$q = kN^x, \text{ л/с}, \quad (2)$$

где q, N - соответственно расход и напор микронасадки;

k, x - переходные коэффициенты.

$$R = \frac{N}{0,25 + 0,018 \sqrt{\frac{N}{dH}}} \quad (3)$$

Таблица 1

Определение рабочих напоров для различных насадок

Тип насадки		Переходные коэффициенты		Рабочие напоры, м
		k	X	
Капельница	Водполимер-3	0,0016	0,47	15
Микронасадка	F-1-2	0,0630	0,51	22
Микронасадка	F-1-5	0,0010	0,51	24
Микронасадка	Д-005	0,0012	0,51	18

По опытным данным определены коэффициенты в формуле Б.М. Лебедева для нахождения радиуса действия насадок Д-005:

- при установке микрождевателя вертикально вверх
- при установке микрождевателя на угольнике К-361

$$R = \frac{N}{0,12 + 0,00056 \sqrt{\frac{N}{dH}}} \quad (4)$$

где R - радиус действия насадки, м;

d<sub>н</sub> - диаметр выходного отверстия, м (d<sub>н</sub> = 1 мм);

N - напор в поливном трубопроводе, м (10 ≤ N ≤ 40м).

В зависимости от способа подключения насадки и напора в сети радиус R колеблется от 0,5 до 2 м.

Эффективность орошения при дождевании зависит от качества полива. Равномерность распределения слоя дождя по площади полива оценивается по методике испытаний дождевальных машин и установок. Получены следующие показатели эффективного полива для микрождевателя Д-005: при напорах 0,3 и 0,2 МПа, Кэф = 0,75 и 0,724 соответственно.

По экспериментальным данным уточнена зависимость скорости впитывания воды (K<sub>рс</sub>) в почву из борозды по формуле А.Н. Костякова

$$K_{\delta \dot{n}} = \frac{K_1}{t^a} = \frac{43,5}{t^{0,78}} \quad (5)$$

Объем воды V, (м<sup>3</sup>), фильтруемый почвой, определен с учетом поправки Л.Б. Бунетяна

$$v_t = W \frac{K_1 \Psi}{(1-a)(2-a)\Psi^n} \quad (6)$$

где t - время, ч; W = ПДх - площадь смоченной поверхности борозды, м<sup>2</sup>; Д - диаметр кольцевой борозды, м; х = 1,12√hн - 0,09 - смоченный периметр борозды (по С.М. Кривовязу), м; К<sub>1</sub> - коэффициент водопроницаемости почвы в первую единицу времени, см/ч; α - коэффициент затухания скорости впитывания, зависящей от типа почв (в нашем случае α = 0,78); hн = 3-5 см - глубина наполнения борозды.

Применительно к условиям траншейных лимонариев предлагается номограмма по определению параметров кольцевых борозд вокруг штамба в зависимости от возраста лимона, поливных и норм, продолжительности полива и расхода трубок - водовыпусков (рис. 2). Рекомендуются следующие элементы техники полива по бороздам плодоносящего лимона (по закольцованным бороздам):

q = 24,2 л/ч; t = 19,2 ч; Д = 1,2 м; hн = 3 см.

- Для определения дефицита влаги, а также сроков и норм полива в зависимости от показаний тензиометра при капельном орошении и подкрановом дождевании траншейного лимона на незаселенных почвах Центрального Таджикистана построена

номограмма (рис. 3). С целью более точного измерения влажности следует предусмотреть для площади разового полива (1,5-2 га) не менее четырех тензиометров.

- Экономический эффект от внедрения новой техники орошения лимонов в условиях Гиссарской долины по оценке стоимостной продукции при подкрановом дождевании составил 140000 долл. США, при капельном орошении - 12411 долл. США/га.

- Режим орошения лимона. Плодовые культуры по-разному реагируют на поддерживаемый режим влажности почвы. При перспективных способах орошения, как и при применении традиционных способов полива, влагозапасы в активной части почвогрунта колеблются в значительных пределах: верхний предел влажности почвы соответствует значению наименьшей влагоемкости (после полива или выпадения обильных осадков, покрывающих дефицит влаги), нижний - определенному допустимому порогу предполивной влажности, при котором обеспечиваются оптимальные условия для роста и развития, а также более полного проявления потенциальной продуктивности выращиваемой культуры (сорта):

$$ДВБ = W_n + E_k - P_k + \Phi \quad (7)$$

где W<sub>нв</sub> - активный влагозапас на начало вегетационного периода, мм; E<sub>к</sub> - суммарное водопотребление, мм; P<sub>к</sub> - осадки в площади увлажнения, мм; Φ - фильтрация за пределы корневой системы растения (для перспективных способов орошения Φ=0).

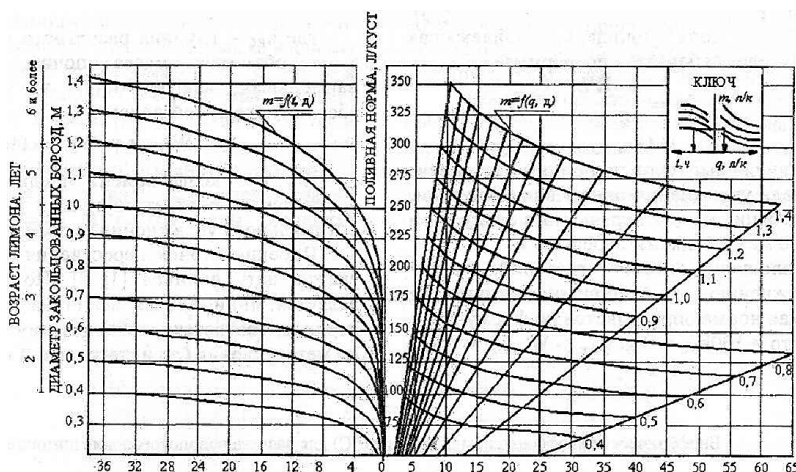


Рис. 2. Номограмма для определения элементов техники полива при локальном орошении лимона по закольцованным бороздам (hн = 3 см).

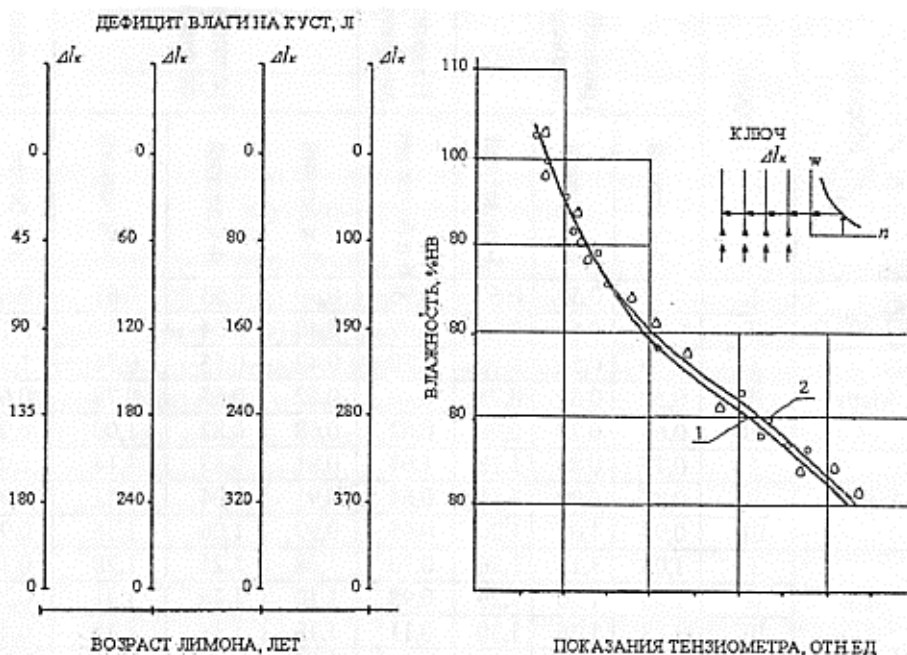


Рис. 3. Номограмма по определению дефицита влаги в почве с помощью тензиометров АМ-20-11 при орошении лимона различного возраста в траншейном лимонарии: 1 - кривая зависимости почвы от показаний тензиометра при подкрановом дождевании; 2 - то же, при капельном орошении.

Непрерывным условием применения любых способов и технических средств полива должно стать соблюдение его оптимальных норм и сроков. В некоторых случаях необходимо скорректировать сроки и нормы. Поливы должны проводиться согласно типовым технологическим картам, уточненным для местных условий [4, 5].

В условиях аридной зоны республики рациональные использовать методику расчета суммарного недопотребления  $E$  ( $m^3/ga$ ), основанную на его связи со среднесуточной температурой воздуха,

$$E = Kt \cdot \sum t_i \quad (8)$$

где  $Kt$  - расход влаги за период,  $m^3/ga$  на  $1^\circ C$  (биофизический коэффициент) по табл. 2;  $\sum t_i$  - сумма среднесуточных температур за тот же период,  $^\circ C$

Осадки  $P_k$  ( $m^3/ga$ ) в площади увлажнения определяются по формуле

$$P_k = 10 \cdot u_r, \quad (9)$$

где  $u$  - доля осадков, падающих под крону дерева на склоновых землях (в зависимости от уклона) - 0,1-0,3; - в условиях защищенного грунта в зависимости от типа теплицы;  $U = 0,6-0,8$ ;  $P$  - осадки, мм.

Для систем капельного орошения и подкранового дождевания

$$P_k = 10 \cdot YPFg, \quad (10)$$

где  $F$  - доля площади, подлежащая увлажнению, рассчитывается по формуле

$$Fg = \frac{n \cdot Wb}{a \cdot b}, \quad (11)$$

где  $n$  - число выпусков под одним растением;  $Wb$  - площадь увлажнения одним водовыпуском,  $m^2$ ;  $a$  - расстояние между деревьями в ряду,  $m$ ;  $b$  - расстояние между рядками деревьев,  $m$ .

Доля площади питания растений, подлежащая увлажнению, для защищенного грунта  $Fg =$ . Поливная норма определяется по формуле  $m$  нетто =  $100h_{RC} \cdot a \cdot Fg(W_{нн.в} - W_{нн.г.})$ ,  $m^3/ga$ , (12)

где  $h_{RC}$  - глубина расчетного слоя почвы,  $m$ ;  $a$  - объемная масса почвы,  $t/m^3$ ;  $W_{нн.в.}$  - наименьшая влагоемкость, в % от массы абсолютного сухой почвы.

$$W_{нн.в} = y W_{нн.г.}, \quad (13)$$

где  $y$  - коэффициент предполивной влажности почвы, соответствующий нижней границе оптимального увлажнения (в долях единицы).

Проекция точек пересечения на ось абсцисс укажут дату поливов [1, 4]. По графику определяется минимальная величина междуполивного периода, соответствующая самому напряженному по метеоусловия (до интегральной кривой).

Биофизические коэффициенты (К, м<sup>3</sup>/га на °С) для расчета водопотребления лимонов

Месяцы	Декады	Капельное орошение				Подкрановое дождевание			
		Граншейный лимонарий			Наземный лимонарий	Граншейный лимонарий			Наземный лимонарий
		3-х летний	4-х летний	5-ти летний		3-х летний	4-х летний	5-ти летний	
Февраль	I	0,39	0,50	0,60	0,96	0,40	0,53	0,61	0,08
	II	0,39	0,51	0,65	0,09	0,40	0,54	0,67	0,17
Март	I	0,40	0,52	0,70	1,20	0,42	0,55	0,74	1,38
	II	0,50	0,62	0,75	0,40	0,52	0,65	0,78	0,66
	III	0,65	0,78	0,98	0,62	0,68	0,82	1,00	0,92
Апрель	I	0,77	0,83	1,18	1,64	0,81	0,87	1,14	1,92
	II	0,87	0,99	1,15	0,64	0,91	1,04	1,21	0,93
	III	0,95	1,01	1,20	0,65	0,99	1,06	1,26	0,99
Май	I	1,03	1,15	1,26	0,70	1,08	1,21	1,28	0,12
	II	1,05	1,20	1,29	0,98	1,10	1,26	1,31	0,24
	III	1,13	1,25	1,30	0,11	1,18	1,31	1,35	0,43
Июнь	I	1,20	1,30	1,38	20,32	1,26	1,36	1,44	20,66
	II	1,25	1,41	1,52	20,51	1,31	1,48	1,60	2,086
	III	1,30	1,60	1,70	20,78	1,36	1,68	1,73	0,28
Июль	I	1,35	1,89	1,92	0,93	1,41	1,98	2,00	0,45
	II	1,45	1,92	2,15	0,25	1,52	2,02	2,20	0,56
	III	1,40	1,81	2,10	0,10	1,47	1,90	2,15	0,46
Август	I	1,38	1,71	1,80	30,05	1,44	1,80	1,84	3,035
	II	1,35	1,62	1,71	20,92	1,41	1,70	1,75	0,20
	III	1,35	1,60	1,68	0,78	1,41	1,68	1,71	0,02
Сентябрь	I	1,30	1,52	1,58	0,42	1,36	1,60	10,61	0,95
	II	1,25	1,50	1,55	20,30	1,31	1,58	10,58	0,90
	III	1,22	1,47	1,51	2,016	1,28	1,54	10,55	20,86
Октябрь	I	1,20	1,40	1,48	20,00	1,26	1,47	10,50	20,62
	II	1,15	1,31	1,41	10,95	1,20	1,38	10,43	20,54
	III	1,10	1,24	1,32	0,90	1,15	1,30	1,32	20,42
Ноябрь	I	1,05	1,18	1,30	0,58	1,10	1,24	1,31	0,81
	II	0,95	1,04	1,20	0,25	0,99	1,09	1,21	0,47

Продолжительность полива равна

$$T_n = \frac{m_{\text{NETTO}}}{\psi \cdot qb \cdot n^r}$$

где  $\psi$  - коэффициент использования воды;  $qb$  - расход водовыпусков, л/ч;  $n$  - количество водовыпусков на 1 га.

Ордината гидромодуля  $q_{\text{max}}$ , л/с, га рассчитывается по формуле

$$q_{\text{max}} = \frac{m_{\text{NETTO}}}{86,4 \cdot T^r}$$

где  $T$  - продолжительность минимальную межполивного периода (сут.).

Площадь одновременного полива определяется исходя из величины минимального межполивного периода по зависимости

$$F_{0,n} = \frac{F_{m,y}}{T}$$

где  $F_{m,y}$  - площадь модульного участка, га.

На основании анализа режимов орошения плодовых культур можно сделать вывод, что существующие формулы и способы расчетов могут дать приемлемые результаты только при использовании исходных данных, соответствующих конкретным условиям [2, 5].

Подготовку климатических параметров, необходимых для расчета режимов орошения, нужно проводить на репрезентативных метеостанциях, параметров по технике и технологии полива - в специальных передвижных лабораториях, оснащенных приборами для почвенных исследований и другой измерительной аппаратурой.

#### Литература:

1. Технология орошения и программирование урожая // Сб. науч. тр. ВНИИ гидротехники и мелиорации. -М., 1986. -243 с.
2. Капельное орошение «Мелиоративные системы и сооружения»: пособие к СНиП 2.06.03-85 / в/о «Союзпроект». -М., 1986. -С. 17-23, 88-91.

3. Ахмедов Г., Саидов И.И. Режимы и способы орошения культуры лимона // Тез. докл. Респуб. науч. конф. «Комплексные агротехнические и мелиоративные мероприятия для повышения плодородия почв Таджикистана». - Душанбе. -1982. -С.68-69.
4. Домуллоджанов Х.Д. Интегральные кривые суммарного водопотребления хлопчатника // Сельское хозяйство Таджикистана. -1982. -№3. -С.12-16.
5. Льгов Г.К. Орошаемое земледелие Северного Кавказа. -Орджоникидзе: Северо-Осетинское книжное изд-во, 1967. -327 с.

**Рецензент: д.т.н., профессор Курдюмова В.**

---