

УДК 631.674:634.11

ОРОШЕНИЕ МОБИЛЬНОЙ КАПЕЛЬНИЦЕЙ

Козыкеева А.Т.

Казахский национальный аграрный университет, Алматы

Жатканбаева А.О.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Тараз

Алдиярова А.Е.

Казахский национальный аграрный университет, Алматы

Введение. При разработке технологии и режимов капельного орошения основополагающим моментом является изучение формирующихся контуров увлажнения, которые зависят от влагопроводности почвы и интенсивности водоподачи, которые нередко приводят к специфическим почвенным эффектам, имеющих важное практическое значение.

При капельном орошении вода поступает в почву в форме капель, впитываясь в почву, она становится составной частью последней и далее передвигается по законам, общим для всех способов полива. Вода, поступающая из капельницы под действием капиллярных сил, проходит определённое расстояние, при этом создаётся постоянная зона увлажнения почвы, величина и конфигурация которых зависят от почвы, интенсивности водоподачи и поливной нормы. Остаётся не ясным, насколько изменяется контур увлажнения при различных интенсивностях водоподачи и поливных нормах, как распределяется влага в почве после полива, которые связаны, прежде всего, с оптимизацией капельного способа полива.

Результаты исследования. На основе систематизации и системного анализа конструкций и конструктивных решений определены достоинства, надёжность и существующие недостатки капельной системы используемых для орошения сельскохозяйственных культур в различных природно-климатических зонах [3], которые показали возможность разработки безнапорной системы капельного орошения (БСКО) с мобильной водоподачей [4].

Капельница состоит из штуцера (1), соединённого одним концом с поливным трубопроводом (2), а другим концом с мягкой и упругой резиновой трубкой (3), крышки (4), имеющей конусообразный выступ (5), располагающейся внутри резиновой трубки (3) и отверстия (6), контргайки (7), прокладки (8) (рисунок 1).

При исследованиях контуров увлажнения, формирующихся в почвогрунтовой толще (пространстве) при капельном орошении, разными специалистами рассматриваются различные факторы влияния на их геометрические и «водораспределительные» характеристики. Среди таких факторов в известных публикациях упоминаются: регулируемые факторы, определяющие собственно капельный полив (расход или производительность капельницы – q_k , л/час), продолжительность водоподачи (полива) или «капания» – t_{bn} , час), поливную норму – « m_n », измеряемую в мм, м³/га, л/м², л/растение); физико-механические и водно-физические характеристики почвогрунтов (плотность, пористость (скважность), наименьшая влагоёмкость – W_{H6}), начальная (дополивная) влажность почвы (вид грунтов по гранулометрическому составу с данными по процентному содержанию в них глинистых частиц размером менее 0,01 мм) – β_H), измеряемая по фактическому состоянию (в долях НВ) (таблица 1) [1].

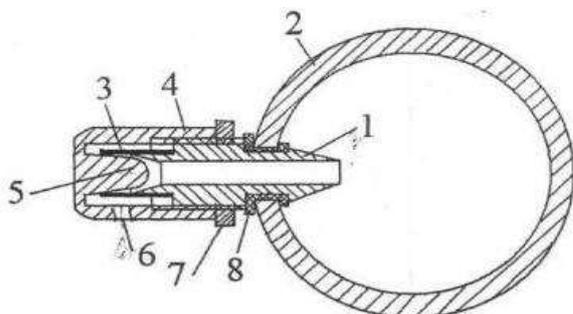


Рисунок 1. Капельница (1-штуцер; 2-поливной трубопровод; 3-резиновая трубка; 4-крышка; 5-конусообразный выступ; 6-отверстия; 7- контргайка; 8- прокладка)

В связи с использованием в качестве фактора влияния поливной нормы отметим, что её величина определяется соотношением $m_n = q_k / t_{bn}$, то есть зависит от производительности (расхода) капельницы (q_k) и продолжительности водоподачи (t_{bn}). При этом значения q_k и t_{bn} могут изменяться в значительных диапазонах (q_k – в пределах от 1 л/час до 12 и даже 20 л/час, а t_{bn} может изменяться от (1–2) часов до 12 и даже 24 часов).

Таблица 1

Формирование и динамика контура увлажнения в зависимости от величины поливной нормы при капельном поливе

Предполивная влажность почвы, % НВ	Параметры контура увлажнения					
	Время после полива, сут	Высота контура (H), м	Ширина контура (L), м	Площадь контура (S), м ²	$K_{эф}$	$K_{эф}^{cp}$
Поливная норма 220 м ³ /га						
60	0	1.23	0.63	0.70	1.90	1.84
	0.5	1.36	0.71	0.88	1.82	
	1	1.44	0.82	1.04	1.70	
	3	0.83	0.44	0.33	1.87	
	5	0.39	0.19	0.06	1.93	
Поливная норма 120 м ³ /га						
80	0	0.69	0.36	0.22	1.85	1.77
	0.5	0.87	0.49	0.39	1.73	
	1	1.00	0.60	0.55	1.63	
	3	0.45	0.22	0.10	1.86	
	5	0.25	0.12	0.03	1.77	

При этом из-за временного фактора (продолжительности водоподачи – t_{bn}) к концу капельного полива можно зафиксировать разные линейные, площадные и объёмные размеры единичного контура увлажнения почвы.

Для оценки параметров контуров увлажнения при различных поливных нормах можно использовать коэффициент эффективности ($K_{эф}$), который характеризует оптимальность распределения влаги при капельном поливе. Коэффициент эффективности ($K_{эф}$) оценивает равномерность горизонтального распределения влаги относительно вертикального, то есть отношение высоты контура увлажнения к ширине, который определяется по формуле [5]:

$$K_{эф} = H / L,$$

где H - вертикальный диаметр (высота) контура увлажнения, м; L - горизонтальный диаметр (ширина) контура увлажнения, м.

Как видно из таблицы 1, коэффициент эффективности распределения влаги показал, что $K_{эф}$ увеличивается в течение первых суток после проведения полива, затем наблюдается его уменьшение для всех исследуемых поливных норм.

Таким образом, при большой интенсивности водоподачи в капельном поливе контуры увлажнения почвы имеют одинаковые эллиптические параболоиды [2]:

$$V = 0.5 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot H,$$

где H - высота, м; R - радиус вращения, м (рисунок 1а).

При малой интенсивности водоподдачи в капельном орошении контуры увлажнения почвы имеют эллипсоидную форму, имеющий следующий вид [6]:

$$V = 11 \cdot \pi \cdot H \cdot R / 3,$$

где H – расчетная глубина увлажняемого слоя почвы, считая от поверхности земли, м; R – наибольший радиус увлажнения почвогрунта, м (рисунок 1б).

Влагоемкость любого пористого тела (W , м³) во многом зависит от плотности пористого тела (d , т/м³) и наименьшей влагоемкости ($\beta_{нв}$), выраженных в процентах от сухой массы, то есть $W = V \cdot d \cdot \beta_{нв}$. На основе такого предположения сформирована классическая формула А.Н.Костякова для определения поливной нормы [7]:

$$m = 100 \cdot H \cdot d \cdot (\beta_{нв} - \beta_{пн}),$$

где $\beta_{нв}$ и $\beta_{пн}$ – наименьшая и предполивная влагоемкости расчетного слоя, %; H – глубина расчетного слоя почвы, м; d – плотность расчетного слоя почвы, т/м³; m – поливная норма, м³/га.

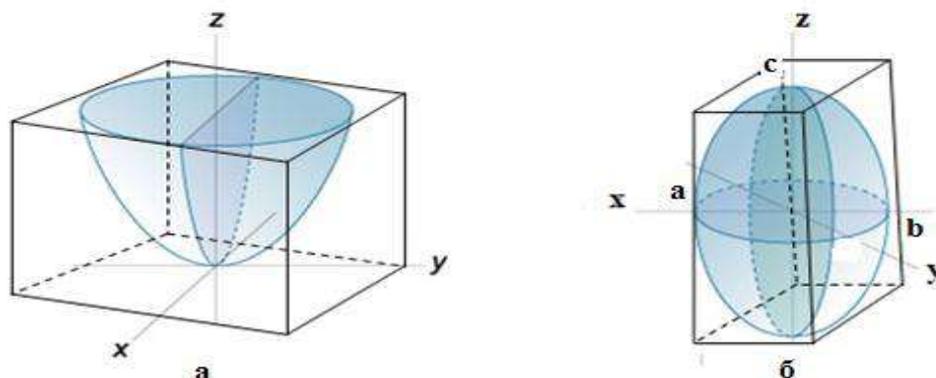


Рисунок 1. Схематическое изображение ожидаемого контура увлажнения почвы при капельном орошении (а- с большой интенсивностью водоподдачи; б- с малой интенсивностью водоподдачи)

Для одиночного растения (контура) расчетная поливная норма будет принимать следующий вид [5]:

$$m = 10 \cdot F \cdot H \cdot d \cdot (\beta_{нв} - \beta_{пн}),$$

где F – площадь питания растения, м².

Значение поливной нормы при капельном орошении с учетом формы контура увлажнения определяют следующим образом:

- при малой интенсивности водоподдачи, где контуры увлажнения почвы имеют эллипсоидные формы:

$$m = 0.115 \cdot H \cdot R \cdot d \cdot (\beta_{нв} - \beta_{пн});$$

- при большой интенсивности водоподдачи, где контуры увлажнения почвы имеют одинаковые эллиптические параболидные формы:

$$m = 1.57 \cdot H \cdot R^2 \cdot d \cdot (\beta_{нв} - \beta_{пн}).$$

При этом, как видно из рисунка 3, экономия воды при капельном орошении в сравнение с поверхностным поливом, можно определить следующим образом:

- при малой интенсивности водоподачи, где контуры увлажнения почвы имеют эллипсовидные формы:

$$\Delta m = (100 - 0.115 \cdot R) \cdot [H \cdot d \cdot (\beta_{нв} - \beta_{nn})];$$

- при большой интенсивности водоподачи, где контуры увлажнения почвы имеют одинаковой эллиптические параболоидные формы:

$$\Delta m = (100 - 1.57 \cdot R^2) \cdot [H \cdot d \cdot (\beta_{нв} - \beta_{nn})].$$

Высоту эллиптической параболоиды и эллипсоиды (H) можно определить по формуле [8]:

$$H = [(\beta_{нв} - \beta_i) / (\beta_{нв} - \beta_0)] \cdot [(V_0 - K_{\phi}) / K_b] \cdot [1 - \exp(-K_b \cdot t)] + K_{\phi} \cdot t,$$

где K_{ϕ} - коэффициент фильтрации почвы при полном насыщении; β_i - начальная влажность почвы; $\beta_{нв}$ - наименьшая влажность почвы; β_0 - содержание связанной влаги в единице объема почвы, принимаемое равным максимальной молекулярной влагоемкости; V_0 - скорость впитывания в конце первого часа; K_b - коэффициент, зависящий от свойства и влажности почвы; t - время впитывания воды в почву.

Радиус эллиптической параболоиды и эллипсовидной (R) можно определить по формуле [8]:

$$R = [(\beta_{нв} - \beta_i) / (\beta_{нв} - \beta_0)] \cdot [(V_0 - K_{\phi}) / K_b] \cdot [1 - \exp(-K_b \cdot t)].$$

При этом количество капельницы (n), расположенной в одном гектаре поливного участка, можно определить по формуле:

$$n = 10000 / (b_p \cdot l_k),$$

где b_p - расстояние между капельницами, м; l_k - расстояние между рядками, м.

Тогда, поливная норма, рассчитанная на один гектар поливного участка, при капельном орошении определяется по следующей формуле:

- при малой интенсивности водоподачи, где контуры увлажнения почвы имеют эллипсовидные формы:

$$m = 0.115 \cdot H \cdot R \cdot d \cdot (\beta_{нв} - \beta_{nn}) \cdot n;$$

- при большой интенсивности водоподачи, где контуры увлажнения почвы имеют одинаковые эллиптические параболоидные формы:

$$m = 1.57 \cdot H \cdot R^2 \cdot d \cdot (\beta_{нв} - \beta_{nn}) \cdot n.$$

Таким образом, ресурсосберегающие технологии и технические средства капельного орошения с методологическим обеспечением для определения режима орошения позволит обеспечить экономное и рациональное использование водных ресурсов в орошаемом земледелии, создать оптимальное условие для роста и развития сельскохозяйственных культур в сравнении с традиционным способом полива по бороздам.

Литература

1. Зубаиров О.З., Таттибаев А.А., Жатканбаева А.О., Таттибаев Х.А. Капельница // Предварительный патент № 20097.- 2008.- 3 с.
2. Обумахов Д.Л. Линейные параметры контуров увлажнения при капельном поливе // Научный журнал КубГАУ, 2014.- № 100(06).- С. 1-13.
3. Зубаиров О.З., Жатканбаева А.О. Исследования контура увлажнения и режима орошения почвы при капельном орошении // Водное хозяйство Казахстана, 2006. - №1(9).- С.9-12
4. Жатканбаева А.О. Исследование режима орошения томата при капельном способе полива в условиях Жамбылской области // Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства в России / Мелиорация, рекультивация и охрана земель. – Москва, 2015.- часть 1.- С.402-407.
5. Козыкеева А.Т., Жатканбаева А.О. Системы капельного орошения для орошения сельскохозяйственных культур на предгорных зонах с небольшим поверхностным перепадом // Материалы Международного научного форума / Проблемы управления водными и земельными ресурсами.- Москва, 2015.-часть 2.- С.3-12.
6. Козыкеева А.Т., Жатканбаева А.О. Системы капельного орошения для предгорных зон с небольшим поверхностным перепадом воды // Мелиорация и водное хозяйство, 2016.- №1.- С.37-40.
7. Ахмедов А.Д., Галиуллина Е.Ю. Контурные увлажнения почвы при капельном орошении // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. - № 3(270). – С. 183-188.
8. Мелихова Е.В. Математическое моделирование и оптимизация режима орошения корнеплодов на светло-каштановых почвах Волгоградской области //
9. Костяков А.Н. Основы мелиорации.- М.: Сельхозгиз, 1960.-622 с.
10. Козыкеева А.Т., Абдикеримов С.А., Жатканбаева А.О. Капельная система для орошения сельскохозяйственных культур в аридной зоне Казахстана // Труды международной научно-практической конференции: «Ауезовские чтения-13: «Нұрлы жол» стратегический шаг на пути индустриально-инновационного и социально-экономического развития страны».- Шымкент, 2015.- С. 144-149.
11. Данильченко Н.В. Оазисное орошение подземными водами.- М.:Колос, 1983.-95 с.

УДК 635.657:631.5

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ДИВЕРСИФИКАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА РИСОСЕЮЩИХ
ХОЗЯЙСТВ ПРИБАЛХАШЬЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СОЦИАЛЬНОГО И ЭКОЛОГО-
МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТАВА РЕГИОНА**

Койгельдина А.Е.

Государственный университет имени Шакарима, Семей

Жүсіп М., Нургасенов Т.Н.

Казахский национальный аграрный университет, Алматы

В настоящее время в рисосеющих регионах Казахстана сложилась неблагоприятная, а в некоторых районах критическая эколого-мелиоративная обстановка. Это связано с широким развитием процессов вторичного засоления, агротехногенного загрязнения почв и грунтовых вод, большим объемом возвратных вод, ухудшением качества оросительной воды.

В условиях Акдалинского массива рисосеяния в настоящее время многие земли выведены из сельскохозяйственного оборота, переведены в разряд малопродуктивных, так как в свое время не были оценены экологические последствия освоения земель под рисоводства. Причем площадь и степень деградации данных земель под рисоводства. Причем площадь и степень деградации