

УДК 631.674.5:631.347.3

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДОЖДЕВАНИЯ ПРИ ПОЛИВЕ МАШИНОЙ BAUER «RAINSTAR T-61»

В.И. ЖЕЛЯЗКО, В.М. ЛУКАШЕВИЧ

Ключевые слова: дождевание, радиус полива, орошаемая площадь, коэффициент эффективного полива.

Keywords: quality of sprinkling irrigation, average radius, surface irrigation, the coefficient of effective irrigation.

Установлено, что при дождевании машиной Bauer «Rainstar T-61» основными способами повышения качества полива и уменьшения влияния ветра на равномерность распределения дождя являются полив по сектору и уменьшение диаметра дождевальной насадки.

Found that by sprinkling machine Bauer «Rainstar T-61» basic ways to improve the quality and reduce the influence of irrigation on the distribution uniformity of wind rain are watering the sector and reducing the diameter of the sprinkler nozzle.

Дождевание является одним из наиболее эффективных способов полива сельскохозяйственных культур. Оно позволяет довольно точно выдерживать разные нормы полива, равномерно и на необходимую глубину увлажнять почву, не ухудшая её структуры. При этом улучшаются микроклимат орошаемого участка, жизнедеятельность почвенных микроорганизмов. Дождевание можно применять там, где другие способы затруднены: на участках со склонами и невыровненным микрорельефом, с лёгкими супесчаными почва-

ми, неглубоким залеганием грунтовых вод [1, 2].

В Республике Беларусь для полива сельскохозяйственных культур всё шире используются мобильные барабанно-шланговые дождевальные машины (БШДУ). Уже освоено собственное серийное производство шланговых дождевальных машин (ДМ) УД-2500 (выпущено более 60 ДМ). Кроме того, некоторые хозяйства закупают импортную дождевальную технику [1, 3]. Вместе с тем до настоящего времени не определена применимость БШДУ для условий нашей республики, что в конечном счёте снижает эффективность орошения этими ДМ. В связи с этим целью наших исследований было изучение способов повышения качества дождевания мобильной установкой Bauer «Rainstar T-61».

Одним из основных показателей качества искусственного дождевания является равномерное распределение дождя по площади полива, которое определяется не только конструктивными особенностями ДМ, но и метеоусловиями и характеризуется коэффициентом эффективного полива. Опыты кафедры мелиорации БГСХА свидетельствуют, что для обеспечения равномерного полива скорость ветра не должна превышать следующих примерных значений: для среднеструйных машин 3...5 м/с, дальнеструйных – 2...3 м/с [4 – 7]. Однако сведений по изучению влияния ветра и его допустимых значений на качество дождевания машиной Bauer «Rainstar T-61», которая оснащена дальнеструйным аппаратом SR-140, в литературе не установлено. Заметим, что этим аппаратом можно проводить поливы как по кругу, так и по сектору. Диаметр

дождевальных насадок аппарата – 22 и 24 мм.

Наши исследования проведены на опытном орошаемом поле УО БГСХА «Тушково-1» (Горецкий район Могилёвской области) в 2012 – 2013 гг. Опыты выполнены в соответствии с методическими указаниями [8 – 10]. Характеристики давления на оросительной сети снимали с манометра. Продолжительность каждого опыта – 60 мин. Скорость ветра определяли через каждые 10 мин ручным анеморумбометром. Значения радиуса полива и площади захвата дождя определяли непосредственно в полевых условиях, а дальше графически по изогиям – значения средней интенсивности.

Как известно, эффективность дождевания определяется отношением политой площади к общей площади участка. Равномерность распределения дождя по орошаемой площади характеризуется коэффициентами эффективного $K_{э,п}$, недостаточного $K_{нед,п}$ и избыточного $K_{изб,п}$ поливов. Эффективно политая площадь – это площадь, политая с интенсивностью, равной среднеарифметической, с отклонением, допускаемым агротехническими требованиями – $\pm 25\%$ [11, 12]. Согласно этим требованиям, коэффициент эффективного полива должен быть более 0,7.

Результаты опытов показали, что при поливах по кругу наиболее благоприятные условия для дождевания дальнеструйным аппаратом SR-140 создаются при скорости ветра 0...1 м/с (табл. 1). При этом форма орошаемой площади близка к кругу. Поскольку дождевание малыми нормами проводят практически ежедневно, то, учитывая влияние краевого эффекта, можно считать, что при скорости ветра до 1 м/с увлажняется практически вся поливная площадь ($K_{э,п} = 0,8$). Средняя площадь захвата дальнеструйного

Желязко Владимир Иосифович, д-р с.-х. наук, доцент, декан мелиоративно-строительного факультета;
Лукашевич Виктор Михайлович, аспирант кафедры мелиорации и водного хозяйства (УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»).

Таблица 1. Значения дальности полёта струи, средней площади захвата дождём и эффективности дождевания при поливе по кругу в зависимости от скорости ветра

Средняя скорость ветра, м/с	Дальность полёта струи, м				Средний радиус полёта струи, м	Средняя площадь захвата, м ²	$K_{нед.п}$	$K_{изб.п}$	$K_{э.п}$
	против ветра	по ветру	перпендикулярно ветру						
			справа	слева					
0...1	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	4160	0,17	0,03	0,80
1,4	34,9	38,1	37,8	33,2	36	4069	0,10	0,15	0,75
3,3	26	45	25,3	29,7	31,5	3116	0,10	0,20	0,70
5,5	24,4	47	24,5	24,1	30	2826	0,27	0,18	0,55

Примечание. Диаметр насадки – 24 мм, напор – 40...50 м.

Таблица 2. Значения радиуса полёта струи, средней площади захвата дождём и эффективности дождевания при поливе по сектору в зависимости от скорости ветра

Средняя скорость ветра, м/с	Дальность полёта струи, м				Средний радиус полёта струи, м	Средняя площадь захвата, м ²	$K_{нед.п}$	$K_{изб.п}$	$K_{э.п}$
	против ветра	по ветру	перпендикулярно ветру						
			справа	слева					
<i>Диаметр насадки 22 мм</i>									
0...1	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	1956			
2	–	36	34	34	34,5	1869	0,02	0,19	0,79
3	–	37	27	34	32,5	1675	0,13	0,11	0,76
5	–	40	24,5	31	31,5	1591	0,17	0,17	0,66
<i>Диаметр насадки 24 мм</i>									
0...1	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	2080	0,17	0,03	0,80
3	27,0	38,9	33,1	–	33,0	1710	0,10	0,16	0,74
4	–	40,5	25,0	33,5	33,0	1710	0,10	0,20	0,70
7	–	47,5	22,5	25,0	31,5	1558	0,29	0,17	0,54

Примечание. Диаметр насадки – 22 и 24 мм, напор – 40...50 мм.

Таблица 3. Уравнения связи показателей равномерного полива по сектору дождевальным аппаратом SR-140 в зависимости от скорости ветра

Показатели	Уравнения	Коэф-фициент корре-ляции	Коэф-фициент детер-минации	Пределы применения	
				показатели	скорость ветра, м/с
<i>Диаметр насадки 22 мм</i>					
Радиус полива	$R_s = 35,75e^{-0,026v}$	0,96	0,91	31,5...35,3 м	
Площадь полива	$P = 1999,8e^{-0,047v}$	0,95	0,91	1591...1956 м ²	
Коэффициент эффективного полива	$K_{эф.п} = 0,90e^{-0,061v}$	0,99	0,98	0,66...0,79	
<i>Диаметр насадки 24 мм</i>					
Радиус полива	$R_s = 36,38e^{-0,023v}$	0,95	0,90	31,5...36,4 м	
Площадь полива	$P = 2078e^{-0,045v}$	0,95	0,90	1558...2080 м ²	
Коэффициент эффективного полива	$K_{эф.п} = 0,84e^{-0,057v}$	0,96	0,92	0,54...0,80	

Примечание. R_s – средний радиус полива, м; P – средняя площадь захвата, м²; $K_{э.п}$ – коэффициент эффективного полива при дождевании аппаратом SR-140 при напоре 40...50 м; v – средняя скорость ветра, м/с; e – основание натурального логарифма.

аппарата составляет 4160 м², средняя дальность полёта струи – 36,4 м.

При скорости ветра 1,4 м/с $K_{э.п}$ снижается до 0,75. Средняя площадь захвата и средний радиус по-

лива при этой скорости уменьшаются незначительно. Характер увлажнения существенно изменяется при увеличении скорости ветра до 3,3 м/с. При этом $K_{э.п} = 0,7$, средняя

площадь захвата и радиус полива уменьшаются соответственно на 25 % и 13,5 %.

С увеличением скорости ветра до 5,5 м/с зона увлажнения по форме становится близкой к неправильно-му эллипсу. Дальность полёта струи по ветру возрастает до 47 м, против ветра – уменьшается до 24,4 м (средний радиус 30 м). При этой скорости $K_{э.п} = 0,55$, что значительно ниже необходимого. Общая площадь увлажняемого контура при этом уменьшится на 33 %, а неэффективно политая увеличивается ($K_{нед.п} = 0,27$).

При поливе по сектору поливаемая площадь значительно уменьшается, однако равномерность распределения искусственного дождя при этом возрастает (табл. 2). Анализ данных таблицы показывает, что средний радиус полива, площадь захвата и $K_{э.п}$ меняют свои значения в зависимости от диаметра дождевальной насадки. Так, при скорости ветра 0...1 м/с и насадке 24 мм радиус и площадь захвата составляют 36,4 м и 2080 м², что на 1,1 м и 124 м² больше, чем для насадки 22 мм.

Из сравнения данных, приведённых в таблицах 1 и 2, следует, что средний радиус полёта струи при поливе по сектору уменьшается до 31,5 м при скорости ветра 7 м/с, а при поливе по кругу он имел такое же значение при скорости ветра 3,3 м/с. Это говорит о том, что способ полива по сектору является более ветроустойчивым.

Если сравнивать $K_{э.п}$ при разных способах дождевания (по кругу или по сектору), то сразу заметно, что коэффициенты при одинаковых условиях выше при поливе по сектору. Так, $K_{э.п}$ соответствует агротехническим требованиям при скорости ветра до 4 м/с, а при поливе по кругу – 3,3 м/с (диаметр сопла 24 мм). Неэффективно и избыточно политые площади составляют соответственно 10 % и 20 % увлажняемого контура. Установлено также, что $K_{э.п}$ увеличивается при уменьшении диаметра дождевальной насадки.

Обработка опытных данных методом регрессионного анализа и обобщение литературных данных позволили получить уравнения для определения зависимости радиуса полива, средней площади захвата и коэффициента эффективного полива от скорости ветра (табл. 3).

Полученные уравнения характеризуются высоким коэффициентом корреляции – 0,95...0,96, индексом детерминации – 0,90...0,98; критерий существенности на 5 %-м уровне значимости составляет 5,27 при теоретическом – 3,18. Уравнения применимы при следующих условиях: напор на оросительной сети – 40...50 м; диаметр дождевальной насадки – 22 и 24 мм; аппарат работает по сектору; скорость ветра – 0...7 м/с.

Таким образом, анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что равномерность полива определяется не только ветровым режимом района орошения, но также способом полива (по кругу или по сектору) и диаметром дождевальной насадки.

Выводы

1. В результате исследований мобильной БШДУ Bauer «Rainstar T-61» установлено, что при поливе по кругу дальнеструйным аппаратом SR-140 наилучшая равномерность распределения слоя осадков наблюдается при скорости ветра 0...1 м/с; коэффициент эффективного полива $K_{э,л} = 0,8$; контур увлажнения представляет круг с радиусом 36,4 м; средняя площадь поливаемого участка – 4160 м².

2. Полив аппаратом SR-140 эффективен при скорости ветра, не превышающей 3,3 м/с. При этой скорости $K_{э,л}$ соответствует агротехническим требованиям и равен 0,7.

3. При дождевании машиной Bauer «Rainstar T-61» основными способами повышения качества полива и уменьшения влияния ветра на равномерность распределения искусственного дождя являются: изменение способа полива на полив по сектору и уменьшение диаметра дождевальной насадки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Снипич Ю. Ф. Совершенствование технических средств орошения дождеванием. – Новочеркасск: ООО «Геликон», 2007. – 110 с.
2. Справочник по механизации орошения / Под ред. Б.Г. Штепы. – М.: Колос, 1979. – 303 с.
3. Агроэкологический мониторинг дождевальной техники на учебно-опытном комплексе «Тушково-1» Горьковского района: Отчёт о НИР. – Горки: УО БГСХА, 2010. – С. 6 – 22.
4. Анженков А.С., Райлян Г.А. Влияние ветра на качество дождевания животноводческими стоками // Мелиорация. – 2011. – № 2 (66). – С. 34 – 38.
5. Желязко В.И. Дождевание многолетних трав стоками свиноводческих комплексов: Дис. ... канд. техн. наук. – Горки, 1987. – 138 с.
6. Лихацевич А.П., Голченко М.Г., Михайлов Г.И. Сельскохозяйственные мелиорации: Учеб. для студ. высш. учеб. завед. по спец. «Мелиорация и водное хозяйство» / Под ред. А. П. Лихацевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 464 с.
7. Невдах В. И. Повышение качества дождевания культурных пастбищ на

минеральных почвах Белоруссии: Дис. ... канд. техн. наук. – Горки, 1986. – 226 с.

8. Основы природообустройства и защиты окружающей среды / Сост. С. П. Ильин, Ю. И. Сухарев. – М.: МГУП, 2008. – 58 с.

9. Методические указания по расчёту мелиоративных и энергетических показателей разбрызгивающих устройств / Сост. С. П. Ильин, И. С. Сильченков. – М.: МГУП, 2006. – 24 с.

10. Оборудование сельскохозяйственное оросительное. Аппараты дождевальные вращающиеся. Часть 1. Требования к конструкции и эксплуатационным характеристикам: ГОСТ ИСО 7749-1-2004. Введ. 01.01.2008. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2004. – 24 с.

11. Определение качества дождя при работе дождевальных аппаратов, установок и машин: Рекомендации. – Ставрополь, 1973. – 22 с.

12. Оросительные системы: ТКП 45-3.04-178-2009(02250). Введ. 29.12.2009 г. № 441. – Минск: Минстройархитектура, 2010. – 70 с.