

## Выводы

Приведенный расчет и практические наблюдения показывают, что оструктурирование плотных и вторично уплотненных почв путем рыхления является весьма важным и вместе с тем дешевым с экономической и технологической точек зрения агромелиоративным мероприятием.

Рыхление эффективно не только на мелиорируемых, но и на богарных землях, так как последние также интенсивно подвергаются техногенному воздействию.

1. Маммаев В. М., Першина О. Ф., Пунинский В. С. Первоочередные задачи в области технологии и механизации культуртехнических работ на современном этапе: Методы и технологии комплексной мелиорации и экосистемного водопользования: труды ВНИИГиМ. – М.: ВНИИГиМ, 2006. – С. 484–506.

2. Кизяев Б. М., Маммаев З. М. Культуртехнические мелиорации: технологии и машины. – М.: Ассоциация ЭкоСт, 2003. – 399 с.

3. Зеленин А. Н. Основы разрушения грунтов механическими способами. – М.: Машиностроение, 1968. – 375 с.

4. Хамза А. М. Технология рыхления вторично уплотненных почв мобильным агрегатом: дис. ... канд. техн. наук. – М.: ВНИИГиМ, 2001. – 121 с.

Материал поступил в редакцию 25.06.12.

*Маммаев Загиди Маммаевич, доктор технических наук, профессор, зав. лабораторией*

*Тел. 8 (499) 976-02-68*

*Першина Ольга Федоровна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник*

*Тел. 8 (499) 153-41-53, 8-916-479-56-78*

УДК 502/504:631.311.5

## Н. Н. ЕГОРОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Коломенский институт переподготовки и повышения квалификации руководящих кадров и специалистов»

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХКОНСОЛЬНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

*Приведен обзор и сравнительный анализ технико-экономических показателей дождевальных машин, осуществляющих полив из открытых оросителей. Дана оценка эффективности работы двухконсольных дождевальных агрегатов.*

*Двухконсольные дождевальные агрегаты, шланговые дождеватели, дальнеструйные агрегаты, открытые оросители, показатели качества дождя.*

*The survey and comparative analysis of technical and economic indices of the double-cantilever sprinklers producing watering from open irrigation systems are given in the article. There is given an efficiency assessment of double-cantilever sprinklers.*

*Double-cantilever sprinklers, hose irrigators, irrigation guns, open irrigators, indicators of sprinkling water.*

Для полива сельскохозяйственных культур, в первую очередь овощных, используют шланговые дождеватели, двухконсольные и дальнеструйные агрегаты. Применение переносных коротко- и среднеструйных установок (типа КИ-5, КИ-50, УДС-25, КДУ-55) на поливе овощей затруднено из-за трудоемкости их эксплуатации и значительной мате-

риалоемкости оборудования.

Во многих странах в орошаемом овощеводстве распространение получают полосовые шланговые дождеватели, обладающие рядом достоинств (рис. 1, 2). Это высокая степень автоматизации процесса полива, простота работы и настройки, хорошая адаптация к параметрам и конфигурации орошаемой

площади, высокая мобильность, возможность работы на сравнительно больших уклонах поверхности земли, высокая производительность труда при поливе [1]. Однако в России их использование ограничено из-за следующих основных недостатков: потребности в тракторах для их перемещения с позиции на позицию и необходимости высокого давления воды на входе.

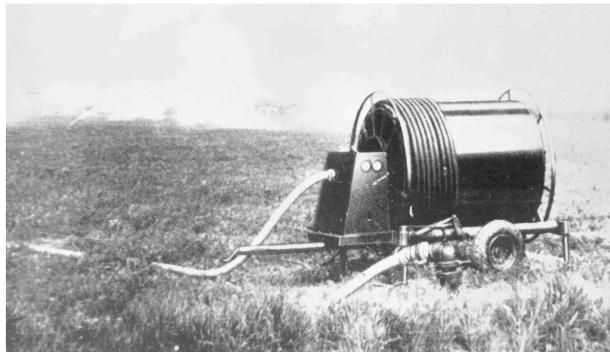


Рис. 1. Полосовой шланговый дождеватель Odra PZ-7528



Рис. 2. Шланговый дождевательный агрегат ДДС-30

Из консольных дождевателей следует отметить дождевательные агрегаты фронтального перемещения конструкции ВНИИМиТП (ВНПО «Радуга») ДНК-22 и с вращающейся фермой ДД-40 (рис. 3, 4). Агрегат ДНК-22, навешиваемый на шасси Т-16, производит полив в движении с забором воды из открытой или закрытой оросительной сети, а ДД-40 работает позиционно, перемещаясь от гидранта к гидранту с помощью трактора [2]. Эти дождеватели не нашли широкого распространения из-за недостаточной устойчивости и управляемости первого и из-за сложной конструкции и трудоемкости эксплуатации второго.

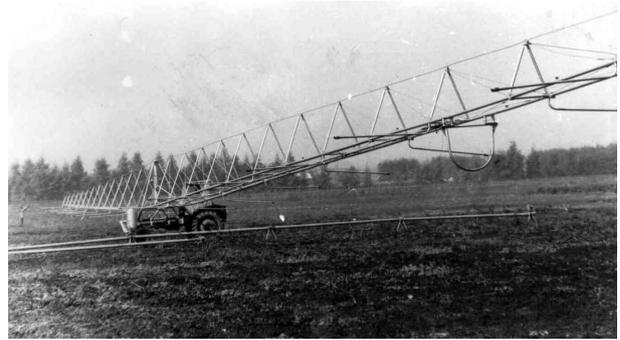


Рис. 3. Двухконсольный агрегат ДНК-22

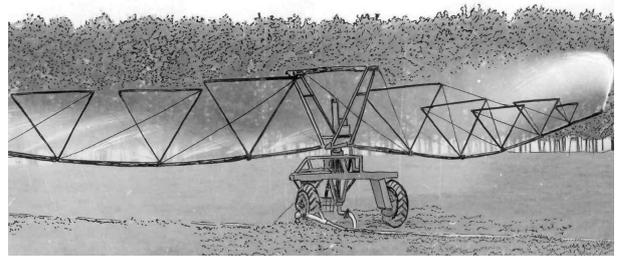


Рис. 4. Двухконсольный агрегат с вращающейся фермой ДД-40

Для полива сельскохозяйственных культур в основном используют двухконсольный дождевательный агрегат ДДА-МА, первоначальное серийное производство которого (модель ДДА-100МА) начато в 1957 году на Волгоградском, Ульяновском и Джамбульском заводах (рис. 5).

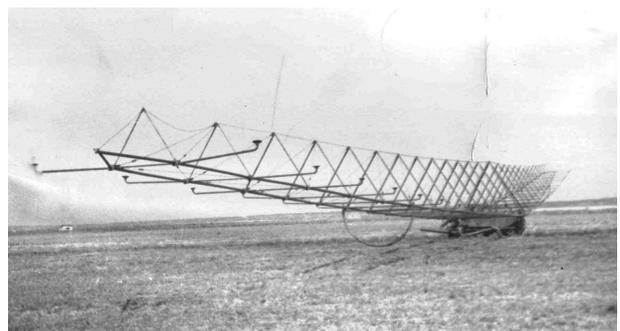


Рис. 5. Серийный дождевательный агрегат ДДА-100МА

Идея создания двухконсольного дождевательного агрегата типа ДДА принадлежит М. С. Яшину (1937), определившему первоначальный выпуск таких его модификаций, как ДДА-50 и ДДА-80. Модель агрегата ДДА-100МА серийно выпускалась на Херсонском комбайновом заводе уже в 60-е годы прошлого столетия.

Обоснованность внедрения агрегата ДДА-100МА и разработанной на его базе

модификации ДДА-100В целесообразно пояснить.

В связи с планировавшимся в начале 90-х годов прекращением выпуска Херсонским комбайновым заводом ДДА-100МА перед Россией встала проблема дальнейшего использования существующих оросительных систем с сетью временных открытых оросителей по мере выработки срока службы дождевальными агрегатами. Реконструкция этих систем с заменой временной сети на трубопроводную требовала значительных капитальных вложений и сроков. Поэтому рассматривалась возможность замены агрегатов ДДА-100МА другой поливной техникой. Так, Херсонским комбайновым заводом было предложено наладить выпуск дальнеструйного фронтального дождевателя ДФД-80, который может осуществлять полив в движении с забором воды из открытых оросителей, нарезанных, как и при поливе ДДА-100МА, через 120 м (рис. 6). Кроме того, там же на базе ДДА-МА разрабатывался дождевальный двухконсольный агрегат ДДА-145, отличающийся большей производительностью и шириной захвата (до 180 м).



Рис. 6. Дальнеструйный дождеватель ДДФ-80

Что касается другой техники, производящей полив из открытых временных оросителей, к которой относятся дальнеструйные навесные дождеватели ДДН-70, ДДН-100, ДДН-150, то из-за худшего качества дождя, высокой его интенсивности и низкой ветроустойчивости (допустимая скорость ветра при поливе 3 м/с), она значительно уступает качественным характеристикам двухконсольных агрегатов.

В таблице 1 приведены основные технико-эксплуатационные показатели указанных агрегатов и машин. Анализ показывает,

Таблица 1

Сравнительные показатели дождевальных агрегатов и машин

№ п/п	Показатель	Значение показателя			
		ДДА-100МА	ДДА-145	ДФД-80	ДДН-100
1	Расход воды, л/с	130	145	80	100
2	Напор, м	37	5	59	65
3	Ширина захвата, м	120	120...130	110...120	110...120
4	Удельная масса, кг/га	48	45,7	88,15	20
5	Средний диаметр капель дождя, мм	1,3	1,2	1,5...2,0	1,5...2,0
6	Допустимая скорость ветра, м/с	5...7	5...7	3...5	3...5
7	Коэффициент простоя по метеоусловиям	0,15	0,15	0,25	0,25
8	Интенсивность дождя, мм/мин	4,3	3,7	2,0...4,0	2,0...4,0
9	Коэффициент эффективного полива при скорости ветра менее 1 м/с	0,65	0,72	0,60	0,60
10	Обслуживающий персонал, чел.	2	2	2	2
11	Технология полива	В движении	В движении	В движении	Позиционно
12	КЗИ при поливе от открытых оросителей	0,96	0,96	0,96	0,96
13	Возможность переоборудования на поверхностный полив	Да	Да	Да	Нет
14	Возможность полива от гидрантов	Нет	Нет	Да	Да
15	Трудоемкость монтажа, ТО и ремонта, чел.-ч/га (при сезонной загрузке 960 ч)	1,54	1,54	1,34	1,16
16	Возможность многоцелевого использования	Внесение удобрений, создание микроклимата	Внесение удобрений, создание микроклимата	Внесение удобрений, внесение животноводческих стоков	Внесение минеральных удобрений, внесение животноводческих стоков
17	Требование к очистке воды	Среднее	Среднее	Низкое	Низкое
18	Коэффициент полезного действия орошения	0,85	0,85	0,84	0,84
19	Условия применения для полива высокостебельных культур	Ограниченные	Ограниченные	Неограниченные	Неограниченные
20	Потери воды на фильтрацию:				
	а) на почвах средней проницаемости;	14	14	15	14
	б) на почвах сильной проницаемости	18,5	18,2	21,5	18,5

что из приведенных двадцати технико-эксплуатационных показателей преимущество дальнеструйных машин наблюдается лишь на пяти позициях, включающих а) меньшую удельную массу, б) трудоемкость монтажа и ремонта, в) более низкие требования к качеству оросительной воды, г) возможность применения для полива высокостебельных культур, включая полив садов, д) возможность работы от гидрантов закрытой сети. По показателям 12 пунктов следует отдать предпочтение двухконсольным агрегатам. По остальным 5 пунктам показатели можно оценить как равноценные (пункты 10, 16) либо им затруднительно дать оценку – пункты 11, 20 [3].

Применение машин типа ДДА ограничено лишь за счет относительно малой высоты нижнего пояса фермы над землей (1,7 м), что затрудняет полив высокостебельных культур (кукурузы, подсолнечника и некоторых других) во второй половине вегетации и исключает орошение садов и виноградников. В то же время преимущество ДДА над дальнеструйными дождевателями

ДДН, ДФД оказывается бесспорным при поливе многолетних трав, картофеля, овощей, кормовых корнеплодов, зерновых колосовых и других низкостебельных культур.

Приведенный анализ показателей дождевальных агрегатов и машин позволяет дать в основном лишь качественную оценку их сравнительных преимуществ и недостатков, на основании которой трудно сделать окончательный вывод о применении машин в различных природно-хозяйственных условиях. В качестве методической основы для количественной оценки дождевальной техники принята «Единая методика оценки технического уровня продукции машиностроения» [4], в соответствии с которой определялись относительные показатели качества продукции  $q_{\text{икач}}$  по следующей зависимости:

$$q_{\text{икач}} = \frac{P_i}{P_6}$$

где  $P_i$  – абсолютное значение  $i$ -го показателя сравниваемой машины;  $P_6$  – то же для базовой машины.

В таблице 2 приведены результаты

Таблица 2  
Расчет обобщенных показателей технико-эксплуатационного уровня агрегатов, осуществляющих полив из открытых оросителей

Показатель	Коэффициент ве- сомости $K_B$	Марка машины								
		ДДА-100МА			ДДА-145			ДФФ-80		
		Значение показателя			Значение показателя			Значение показателя		
		Абсолют- ное $P_{16}$	Относи- тельное $q_{\text{икач}}$	С учетом $K_B$	Абсолют- ное $P_{16}$	Относи- тельное $q_{\text{икач}}$	С учетом $K_B$	Абсолют- ное $P_{16}$	Относи- тельное $q_{\text{икач}}$	С учетом $K_B$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Расход воды, л/с	0,1	130	1	0,1	145	1,12	0,11	80	0,61	0,06
Напор, м	0,15	37	1,0	0,15	35	1,06	0,159	50	0,74	0,11
Полезная мощ- ность двигателя, кг×м/с	0,05	4800	1,0	0,05	5070	1,06	0,053	4000	0,8	0,04
Коэффициент простоя по метео- условиям	0,10	0,15	1,0	0,1	0,15	1,0	0,1	0,20	0,75	0,075
Коэффициент фильтрации и сброса воды из оросителя (на почвах средней проницаемости)	0,2	0,14	1,0	0,2	0,14	1,0	0,2	0,15	0,93	0,186
Интенсивность дождя, мм/мин	0,05	4,3	1,0	0,05	3,7	1,16	0,06	20	0,215	0,004
Коэффициент эф- фективного полива при $v \leq 1$ м/с	0,15	0,65	1,0	0,15	0,72	1,10	0,16	0,60	0,925	0,14
Трудоемкость монтажа, техни- ческого обслужи- вания, ремонта в расчете на 1 сезон	0,10	1,56	1,0	0,1	1,55	1,0	0,1	1,46	1,03	0,107
Металлоемкость, кг/га	0,10	48	1,0	0,10	45,7	1,6	0,105	33,15	1,44	0,144
Обобщенный показатель ТЭУ агрегатов	–	–	10,0	1,00	–	10,55	1,049	–	8,20	0,86

количественной оценки сравнительного технико-эксплуатационного уровня дождевальных машин ДДА-100МА (принято за базу), ДДА-145 и дальнеструйного дождевателя ДФД-80 для условий, в которых применимы оба типа машин, т. е. на поливе низкостебельных культур [3].

В таблице 2 приведены значения коэффициентов весомости показателей, поскольку они оказывают различное влияние на процесс орошения. Сумма коэффициентов весомости равна 1,0. Максимальные коэффициенты весомости приняты для следующих показателей: напор, характеризующий энергоёмкость распределения воды по орошаемой площади; потери воды на фильтрацию и сброс из открытого оросителя; эффективность полива – характеристика равномерности распределения воды по орошаемой площади. Средние коэффициенты весомости приняты для следующих показателей: расход воды; простой по метеоусловиям; трудоёмкость монтажа и ремонта в расчёте на 1 сезон; металлоёмкость машин. Минимальные коэффициенты весомости приняты для оценки машин по следующим показателям: полезная мощность двигателя трактора ДТ-75М-ХС4, с которым агрегируются все три сравниваемые машины; максимальная интенсивность дождя.

Перемножая относительные показатели уровня машин на соответствующие коэффициенты весомости  $K_v$ , получаем приведенные показатели, более объективно оценивающие технико-эксплуатационные характеристики машин (см. табл. 2, графы 5, 8, 11).

Суммы значений в графах 5, 8, 11 представляют собой обобщенные показатели технико-эксплуатационного уровня дождевальных машин, показывающие, что дождеватель фронтальный, дальнеструйный ДФД значительно уступает по характеристикам двухконсольным агрегатам (на 14...19 %) и поэтому не может предназначаться для замены ДДА-100МА на действующих и вновь строящихся оросительных системах.

Что касается агрегата ДДА-145, то, как видно из данных табл. 2, он более надежен в эксплуатации по сравнению с базовым агрегатом, однако его преимущества проявляются при расстоянии между оросителями 130 м против 120 м на системах с ДДА-100МА. Поэтому применение агрегата ДДА-145 на системах, использующих агрегаты ДДА-100МА, требует реконструкции

распределительной сети из-за необходимости переустройства водовыпусков во временные оросители, что влечет значительные материальные и трудовые затраты.

#### Выводы

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о целесообразности применения при поливе сельскохозяйственных культур двухконсольных дождевальных агрегатов типа ДДА-100МА (ДДА-100В) или усовершенствованных их модификаций как на вновь строящихся системах, так и для замены отработавших срок службы машин на действующих системах. Выгодными аспектами консольного агрегата являются простота конструкции, высокая мобильность, хорошая сочетаемость с технологией по возделыванию сельскохозяйственных культур, в том числе овощных. Агрегат может выполнять работы на небольших участках в условиях арендного, индивидуального и крестьянского землепользования, так как требуются минимальные затраты на его освоение, и трактор между поливами может использоваться с другими сельскохозяйственными орудиями.

1. Киреев Н. Г., Киреева Н. В. Экономика и природная среда. – М.: Агорт, 1999. – 176 с.

2. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и установки поливные. Программа и методы испытаний: РД 10.11.3-89 к ОСТ 479. – М.: Госстандарт, Госагропром СССР, 1989. – 112 с.

3. Носенко В. Ф., Луцкий В. Р. Основные концепции в направлении работ по созданию и модернизации, в том числе с фермой из легких сплавов, дождевального двухконсольного агрегата ДДА в условиях Российской Федерации: технико-экономический доклад. – Коломна, 1992.

4. Ермаков Е. И. Концепция регулируемой агроэкосистемы как основы защищенного грунта ноосферного уровня: Овощеводство. Состояние. Проблемы. Перспективы: научные труды НИИО; под ред. С. С. Литвинова. – М.: РАСХН, ВНИИО, 2001. – Т. 1. – С. 62–66.

Материал поступил в редакцию 05.04.12.

*Егорова Наталья Николаевна, кандидат технических наук, доцент, ректор  
Тел. 8-906-792-92-64,8 (496) 617-02-13  
E-mail: info@kfmael.ru, nataliae@inbox.ru*