

## Технологии и средства механизации

УДК 502/504 : 631.347.3

**П. И. КУЗНЕЦОВ**

Государственное научное учреждение

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия Россельхозакадемии

### **К ВОПРОСУ МОДЕРНИЗАЦИИ МНОГООПОРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ**

*Рассматривается динамика развития поливной техники на орошаемых полях России за период 1985 – 2009 годов. Установлены высокие технико-эксплуатационные показатели дождевальными машин кругового действия. Разработаны и предлагаются конструктивные решения полива углов полей квадратной или прямоугольной формы.*

*Орошаемое земледелие, дождевальные машины, концевой дождевальный аппарат, радиус орошаемого круга, дальность полета струи, равномерность полива.*

*There is considered a dynamics of sprinkling machines development on the irrigated fields of Russia for the period of 1985 – 2009 years. High technical-operational indicators of rotation sprinklers are established. Structural decisions are developed and proposed for sprinkling field angles of a square and rectangular form.*

*Irrigated farming, sprinkling machines, end water sprinkler, radius of the irrigated circle, distance range of spray, evenness of spraying.*

В большинстве стран с развитым орошаемым земледелием основным способом полива является дождевание. К примеру, в США около 40 % орошаемых земель поливается дождевальными машинами, из которых около 50 % – широкозахватные. В России перевод орошения на дождевание был научно обоснованным и практически осуществленным инновационным достижением мелиоративной отрасли. Крупные орошаемые массивы юга Европейской России, Восточно-Сибирского и Западно-Сибирского регионов поливались широкозахватными дождевальными машинами «Фрегат», «Кубань», «Волжанка», «Днепр». В целом по России дождевание применялось на 3,6 млн га, или 70 % орошаемых площадей. В 1990 году на полях эксплуатировалось 79 249 единиц дождевальных машин, в том числе 50 580 – широкозахватных (рис. 1).

Заводами сельскохозяйственного машиностроения было обеспечено производство, а подразделениями Министерства мелиорации и водного хозяйства Российской Федерации монтаж и эксплуатация дождевальных машин в следующем объеме: 20 366 – «Фрегат», 26 160 – «Волжанка», 3 065 – «Днепр» и 969 – «Кубань». Эти цифры свидетельствуют об огромном успехе в механизации и автоматизации поливов, достигнутом за очень ограниченный срок.

За 19 лет (1990–2009) площадь орошаемых земель сократилась до 4 млн 245, 8 тыс. га (на 31 %), в засушливых регионах юга России (Северо-Кавказский и Поволжский регионы) – с 3,82 до 2,75 млн га (на 24 %), а в Уральском природно-экономическом районе уменьшилась на 52, 6 %.

Несвоевременное обновление полив-

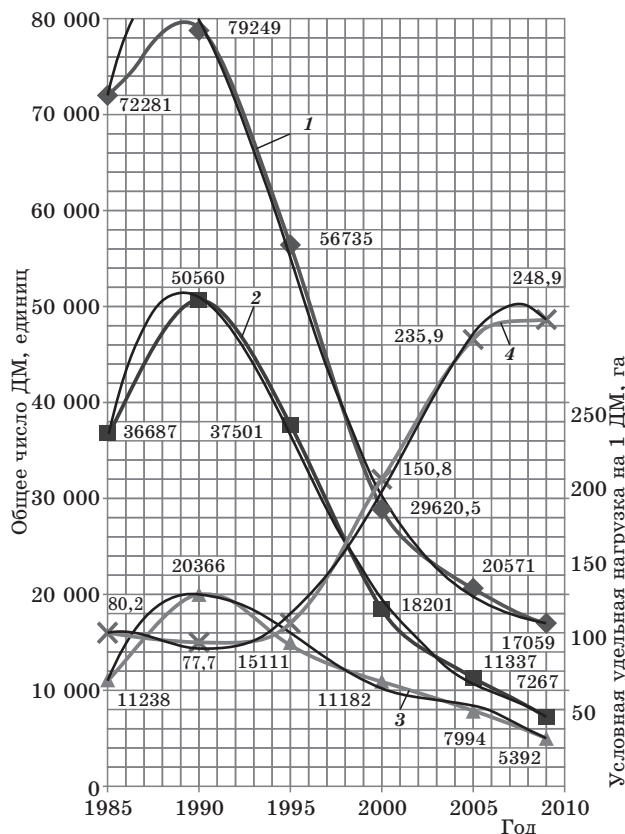


Рис. 1. Динамика развития парка дождевальных машин по годам на орошаемых землях РФ: —◆— дождевальные машины и установки, всего; —■— широкозахватные дождевальные машины; —×— условная удельная нагрузка на 1 ДМ, га; —▲— «Фрегат»; 1  $y = 1,263x^4 + 10110x^3 + 3E + 0,7x^2 + 4E + 10x + 2E + 13$  ( $R^2 = 0,998$ ); 2  $y = 1,042x^4 + 8340x^3 + 3E + 0,7x^2 + 3E + 10x + 2E + 13$  ( $R^2 = 0,997$ ); 3  $y = 0,885x^4 + 7063x^3 + 2E + 0,7x^2 + 3E + 10x + 1E + 13$  ( $R^2 = 0,998$ ); 4  $y = 0,593x^4 + 4744x^3 + 1E + 0,7x^2 + 2E + 10x + 9E + 12$  ( $R^2 = 0,993$ )

ной и другой мелиоративной техники явилось причиной того, что в 2009 году не поливалось 43,2 % орошаемого фонда. Необходимо отметить следующее: если площади орошаемых земель сократились на 31 %, то парк дождевальной техники – в 7 раз, а по некоторым видам машин и более. При этом количественный и качественный состав техники полива не соответствует современному мировому уровню. Эксплуатационные параметры дождевальных машин значительно хуже паспортных данных, так как многие из них (до 80 %) работают за пределами нормативного срока эксплуатации.

Условная удельная нагрузка на одну дождевальную машину в 2009 году по

сравнению с 1990 годом возросла в 3,2 раза из-за неукомплектованности оросительных систем поливной техникой, а площадь неорошаемых земель увеличилась в 9,2 раза. Кроме того, за этот период дополнительно стали поливать поверхностным способом порядка 500 тыс. га без должного обоснования и контроля водной нагрузки.

Наиболее долговечными и надежными в работе зарекомендовали себя многоопорные дождевальные машины кругового действия «Фрегат». Как показали исследования, процесс полива ими полностью автоматизирован [1–3]. Параметры образуемого дождевого облака достаточно устойчивы при ветровом режиме, обеспечивается высокая равномерность распределения поливной воды (коэффициент эффективного полива 0,7...0,8).

Вместе с тем, им присущи и недостатки: при орошении по кругу на полях прямоугольной или квадратной формы до 27,4 % площади не поливается [4, 5].

Имеется целый ряд конструктивных разработок для полива углов полей с помощью дополнительного трубопровода, установленного на подвижные опорные тележки. Работа дополнительного трубопровода, опорных тележек и дождевальных аппаратов осуществляется под управлением электрического программного устройства. Данные решения характеризуются сложностью, низкой надежностью машин в работе, высокими капитальными затратами.

Известны предложения по применению дальнеструйных дождевальных аппаратов в концевой части дождевальных машин для увеличения ширины захвата и производительности. Это относится к низконапорным дождевальным машинам, где давление в аппарате должно поддерживаться дополнительным насосом, что также сопряжено с большими капитальными затратами энергии.

На орошаемых участках для полива углов применяют стационарные системы с дождевальными аппаратами ДА-2, ДД-30 или «Фрегаты» с несколькими опорными тележками. В этом случае площадь неорошаемых углов по отношению к общей площади поля на 10...14 % меньше по сравнению с площадью полива серийной машиной. Однако использование стационарных систем ДА-2 сопровождается высокими капитальными затратами и создает определенные трудности при

выполнении агротехнических операций из-за частого расположения гидрантов [5].

Согласно проведенным исследованиям, замена серийного концевого аппарата на ДД-30 увеличила площадь полива, при этом была изменена конструкция подключения концевого аппарата (рис. 2, таблица). В нашем варианте нижние кромки патрубка и трубопровода совмещены, а диаметр проходного сечения патрубка увеличен до 105 мм. Это позволило значительно сократить объем отложения взвешенных частиц и ракушечника, исключить забивание концевого аппарата растительными остатками. Были определены оптимальные размеры сопла для аппарата ДД-30 на различных модификациях машины «Фрегат» (см. таблицу) [6].

Установка концевого дождевального аппарата на дождевальную машину «Фрегат», например ДМУ-Б-463-90, позволяет решить задачу неорошаемых углов полей квадратной или прямоугольной формы. Дождевальная машина работает следующим образом: центральный трубопровод, передвигаясь на подвижных опорах вокруг неподвижной опоры, поливает площадь круга радиусом  $R$  (рис. 3). Вода к конечному дождевальному аппарату поступает от водозаборного устройства через генератор командных импульсов по дополнительному трубопроводу. Постоянно включенный конечный аппарат, захватывающий площадь  $S_{к.а.}$ , орошает площади  $S_1$  и  $S_2$ . При этом происходит полив площади  $S_3$ , не занятой сельскохозяйственными угодиями, образуются стоки воды, возникает эрозия почвы.

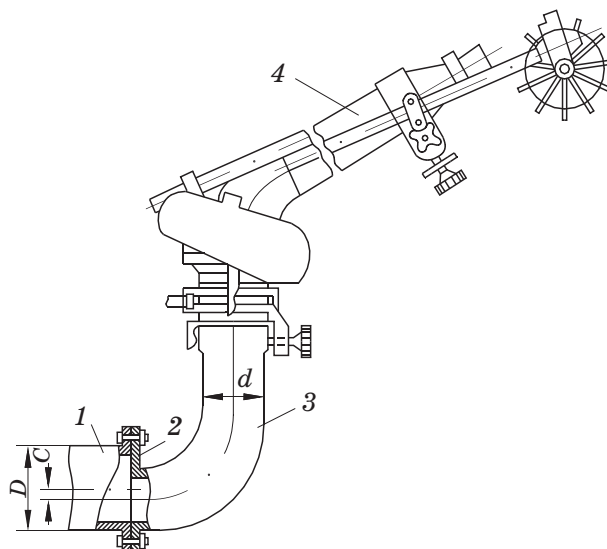


Рис. 2. Концевой дождевальный аппарат с узлом присоединения к дождевальной машине «Фрегат»: 1 – трубопровод; 2 – концевой фланец; 3 – патрубок; 4 – дождевальный аппарат

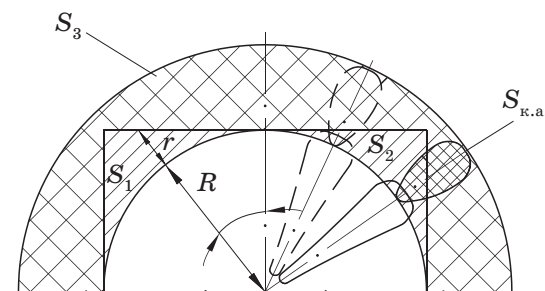


Рис. 1. Расчетная схема для определения дальности полета струи  $r$  концевого аппарата:  $R$  – максимальный радиус полива дождевальной машины

#### Показатели работы дождевальной машины «Фрегат» с аппаратом ДД-30

Показатель	Модификация дождевальной машины «Фрегат»			
	ДМУ-Б 463-90	ДМУ-Б 434-90	ДМУ-Б 409-80	ДМУ-Б 379-75
Диаметр сопла аппарата ДД-30, мм	26	24	22	20
Максимальный радиус полива ДМ, м	503	474	445	413
Площадь полива на одной позиции, га	80,1	70,7	62,5	54
Давление, МПа	0,67	0,67	0,67	0,67
Число дождевальных аппаратов, шт.	50	47	44	41
Расход воды через концевой дождевальный аппарат, л/с	7,0...8,7	7,2...9,2	7,1...8,7	6,9...8,6
Длина машины, м	463,2	433,6	408,8	379,2
Число тележек, шт.	16	15	14	13
Увеличение орошаемой площади по сравнению с площадью полива серийной машиной, га	5,2	4,6	3,4	2,7

Решить задачу можно следующим образом. Во время движения дождевальной машины вокруг неподвижной опоры угол поворота концевой аппаратуры должен изменяться по определенной зависимости. Если задаться условиями, что угол поворота  $\varphi$  дождевальной машины изменяется от 0 до  $90^\circ$  ( $0 \leq \varphi \leq 90$ ), то при  $\varphi = 0 \rightarrow r = 0$ , при  $\varphi = 90^\circ \rightarrow r = R$ , при  $\varphi = 45^\circ \rightarrow r = R/\sqrt{2}$ .

Тогда можно рассчитать расстояние  $r$ , которое зависит от угла при любом местоположении дождевальной машины. Проведя математические преобразования, получаем:

$$r = \sqrt{R^2 + (R \operatorname{tg} \varphi)^2} - R = R \left( \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \varphi} - 1} \right).$$

Задавая в командное устройство дождевальной машины зависимость  $r$  от угла, получим нужный результат: концевой дождевальный аппарат будет поливать только необходимую площадь и не выходить за границы поля.

1. Угрюмов А. В., Луцкий В. Г. Техническая характеристика широкозахватной дождевальной техники / Широкозахватные дождевальные машины «Фрегат» и «Волжанка»: сб. науч. тр. ВНИИМ и ТП. – Коломна, 1974. – Т. 5. – С. 17–27.

2. Кружилин И. П., Кузнецов П. И. Улучшение качества полива машиной

«Фрегат» в Волгоградском Заволжье // Гидротехника и мелиорация. – 1976. – № 12. – С. 29–35.

3. Кружилин И. П., Козинская О. В. Повышение качества полива малогабаритными дождевальными машинами фронтального действия // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 6. – С. 33–35.

4. Кружилин И. П., Кузнецов П. И. Структура дождя и параметры техники полива дождевальными машинами кругового действия // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1980. – № 8. – с. 126–130.

5. Кузнецов П. И. Орошение углов полей дождевальными машинами кругового перемещения / Совершенствование технологических процессов и комплексов машин в орошаемом земледелии: сб. науч. тр. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1990. – с. 98–103.

6. Многоопорная дождевальная машина кругового действия: авт. свидет. СССР № 1353361, А 01 G 25/00 /Н. А. Безроднов, П. И. Кузнецов, И. П. Кружилин. – 1987. – Бюл. № 43. – 3 с.

Материал поступил в редакцию 16.06.11.  
Кузнецов Петр Иванович, кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе  
Тел. 8 (919) 543-78-73