РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «ФРЕГАТ», РАБОТАЮЩЕЙ В РЕЖИМАХ ПРИ НИЗКИХ НАПОРАХ

СОЛОВЬЕВ Дмитрий Александрович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ЕЛИСЕЕВ Михаил Семенович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ЗАГОРУЙКО Михаил Геннадьевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

КОЛГАНОВ Дмитрий Александрович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Статья посвящена проблеме энергоемкости широкозахватной дождевальной техники. Предложено решение данной проблемы путем создания дождевальной машины «Фрегат», работающей в режимах при низких напорах. Проведены экспериментальные исследования, которые подтвердили эффективность использования созданной дождевальной машины. Производство машин данной конструкции позволит увеличить площади орошаемых земель как в области, так и по России в целом.

Одним из перспективных и распространенных видов мелиорации является орошение. Применение орошения позволяет создавать и поддерживать необходимые условия для вегетации орошаемых культур и получать стабильные, высокие урожаи.

В России за годы перемен в экономической и политической жизни страны начала 1990-х гг. был нанесен большой ущерб орошаемому земледелию. В стране произошло сокращение общего объема орошаемых земель, была утрачена база по разработке и изготовлению дождевальной техники [2, 3].

Согласно данным Министерства сельского хозяйства РФ, на 2015 г. общая площадь орошаемых земель составляет 4,28 млн га, из них в хорошем состоянии 2,27 млн га, удовлетворительном – 1,12 млн га, неудовлетворительном – 850 тыс. га, из которых поливалось 1,85 млн га.

При этом более 70 % сельскохозяйственных угодий страны расположены в недостаточно увлажненных и засушливых районах, где стабильный урожай сельскохозяйственной продукции может быть достигнут только за счет применения орошения [1, 2].

Одной из главных причин сокращения орошаемых площадей является недостаточное финансирование строительства, реконструкции и эксплуатации мелиоративных объектов, в результате чего оросительные системы эксплуатируются по 20–30 лет без капитального ремонта.

Износ оросительных систем РФ составляет 69 %, максимальные значения износа

отмечены в Западно-Сибирском (77 %) и Южном (72 %) федеральных округах. Дождевальная техника без ремонта и замены отслужила 3–4 нормативных срока, что привело к резкому сокращению парка поливной техники [4].

Согласно данным Департамента мелиорации РФ, парк дождевальной техники страны на 2015 г. (рис. 1), составляет около 13,5 тыс. ед. техники (80 % из которой отслужили свой нормативный срок) и большей своей частью представлен широкозахватными машинами типа «Фрегат».

Анализ данных министерства сельского хозяйства Саратовской области указывает на то, что число дождевальной техники в области на 2015 г. составляет 1700 ед., из которых 1396 ед. дождевальных машин «Фрегат» (79 %).

Таким образом, парк дождевальной техники области так же, как и по России в целом, представлен главным образом широкозахватными машинами типа «Фрегат», данная машина интенсивно используется благодаря ряду значительных преимуществ перед другими.

Однако «Фрегат» очень энергоемок и может производить полив в соответствии с нормами и требованиями полива при давлении в диапазоне 4,5...7 атм, дальнейшее снижение давления приводит к неэффективному поливу, так как выдаваемая поливная норма не соответствует рекомендованным значениям норм и сроков полива (рис. 2) [5, 6].

Рис. 1. Парк дождевальной техники РФ на 01.01.2015 г.

Рис. 2. График зависимости величины поливной нормы выдаваемой базовой ДМ «Фрегат» от напора воды на входе в машину

При этом затраты энергии, приведенные на 1 м³, составят, кВт ч/м³:

$$\mathcal{E}_{уд} = \frac{QH}{W} = \frac{QH}{102 \cdot 3,6 Q T} \cdot T = \frac{H}{367,2}, \quad (1)$$

где H – напор воды на гидранте подключения дождевальной машины, м. в. ст.; W – объем подачи воды на полив ДМ, м³; Q – расход дождевальной машины, л/с; T – время подачи воды, кВт ч.

Произведя расчеты по формуле (1), получаем величину затрат энергии на полив.

Так, при рабочем давлении 7 атм затраты энергии составят 0,190 кВт·ч, с уменьшением рабочего давления затраты необходимой энергии будут уменьшаться прямо пропорционально и при давлении 4,5 атм составят 0,115 кВт·ч [6].

Однако такие энергозатраты все еще остаются велики, а дальнейшее снижение рабочего давления приведет к неэффективному поливу. Поэтому для снижения энергоемкости машины необходимо дальнейшее снижение напора путем разработки новых узлов и деталей, обеспечивающих режимы проведения полива при сниженных напорах с рекомендованными сроками и нормами полива.

В качестве практической реализации поставленной задачи было выбрано конструктивное решение, отраженное в заявке на изобретение, имеющее дополнительный трубопровод, который подключен к напор-

ному трубопроводу до запорного органа, что позволяет автономно подавать воду как на полив, так и на работу гидроцилиндров.

Экспериментальный образец дождевальной машины, работающей в режиме сниженных напоров, создавали в 2016 г. на Гагаринской оросительной системе в ООО «Наше Дело», Марковский район Саратовской области (рис. 3).

Исследования технических параметров созданной дождевальной машины «Фрегат» проводили на опытном поле в производственных условиях ООО «Наше дело», они включали в себя пуск дождевальной машины по каждому опыту при разных величинах напора воды в начале трубопровода дождевальной машины от 6 до 3,1 атм, во время полива измеряли скорость движения машины и скорость ветра.

Результаты исследований (рис. 4) показали, что созданная дождевальная машина «Фрегат» работоспособна, объем осадков по длине машины по всем проведенным поливам изменялся от 250 до 700 м³/га, при этом коэффициент эффективного полива показал незначительное колебание совокупности, характеризуя качество полива как эффективное со стороны меньшего граничного порога.

Машина обеспечивает проведение полива при рабочем напоре воды на входе 0,3...0,35 МПа, при этом может выдавать поливную норму до 250...700 м³/га с продолжительностью полива 3,5–7,0 сут., при этом затраты энергии на полив составляют от 0,080 до 0,100 кВт ч.

Применение созданной дождевальной машины позволяет уменьшить затраты электроэнергии на полив по сравнению с базовой машиной на 30–40 %, при том что расходные характеристики машины возрастают на 15–20 %. Это позволит использовать современное низконапорное насосное оборудование.

Кроме того машина может осуществлять движение без проведения полива, что улучшает условия эксплуатации и упрощает проведение пуско-наладочных работ.

Производство дождевальных машин данной конструкции позволит увеличить площади орошаемых земель как в области, так и по России в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косевич А.В. Особенности развития сельского хозяйства России в условиях глобализации мировой экономики // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2016. – № 2. – С. 41–43.

Рис. 3. Экспериментальный образец созданной дождевальной машины «Фрегат»

Рис. 4. Величины поливной нормы, подаваемой созданной ДМ «Фрегат» при разных скоростях движения и напорах воды, $\text{м}^3/\text{га}$

2. Кузнецова Е.И., Можяев Е.Е. Мелиоративная и земельно-кадастровая оценка в АКП РФ: учеб.-метод. пособие. – М., 2011. – 116 с.

3. Направления модернизации дождевальных машин «Фрегат», обеспечивающих эффективную эксплуатацию участков орошения / Н.М. Кошкин [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 4. – С. 22–25.

4. Ольгаренко Г.В., Давшан С.М., Савушкин С.С. Сохранить парк дождевальных машин в Российской Федерации // Мелиорация и водное хозяйство. – 2003. – № 5. – С. 16–19.

5. Результаты создания и исследования работы модифицированной дождевальной машины «Фрегат» / Н.М. Кошкин [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 4. – С. 23–26.

6. Фокин Б.П., Носов А.К. Современные проблемы применения многоопорных дождевальных машин. – Ставрополь, 2011. – 80 с.

Соловьев Дмитрий Александрович, д-р техн. наук, проф. зав. кафедрой «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Загоруйко Михаил Геннадьевич, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Елисеев Михаил Семенович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Колганов Дмитрий Александрович, ассистент кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», Саратовский госагроуниверситет им. Н.И. Вавилова

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-51.

Ключевые слова: дождевальная машина; энергоёмкость; снижение напора; поливная норма.

RESULTS OF CREATION OF THE SPRINKLER CAR “FREGAT” WORKING IN THE MODES AT LOW PRESSURES

Solovyov Dmitry Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the chair “Technosphere Security and Transport-technological Machines”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Zagoruyko Mikhail Gennadievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the chair “Mechanics and Engineering Graphics”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Eliseev Mikhail Semenovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair “Mechanics and Engineering Graphics”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Kolganov Dmitry Alexandrovich, Assistant of the chair “Technosphere Security and Transport-technological

Machines”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: sprinkler car; power consumption; low pressures; irrigation norm.

The article is devoted to a problem of power consumption of the wide sprinkler equipment. The solution of this problem, by creation of the sprinkler car “Fregat” working in the modes in case of low pressures is proposed. Pilot studies which confirmed efficiency of use of the created sprinkler machine are conducted. Production of machines of this design will allow increasing the areas of the irrigated lands, both in the area, and across Russia in general.