

**УДК 631.3:631.17**

**Антонюк А.В.**

**ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
МНОГООПОРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН «ZIMMATIC»**

*Каменско-Днепровская опытная станция ИВПиМ НААН, Украина,  
Запорожская обл. г Каменка-Днепровская, пров. Олега Кошевого 14, 71300*

**Antonyuk A. V.**

**MAIN TECHNICAL PERFORMANC MULTITOWER SPRIKLING  
MACHINES «ZIMMATIC»**

*Kamensko-Dnieper Experiment Station IWPiM NAAS, Ukraine, Zaporizhia region.  
mr. Kamenka-Dnepr, prov. Oleg koshevoy 14, 71300*

**Аннотация**

*В данной статье приведены результаты исследований технико-эксплуатационных параметров современных круговых многоопорных дождевальных машин и эффективность их использования в условиях Юга Украины. Описано сравнение эффективности работы электрифицированных дождевальных машин и дождевальных машин с дизель-генератором, на существующих оросительных системах. Проведены технико-экономические расчеты удельного расхода энергоресурсов на орошение и передвижение при использовании современных многоопорных дождевальных машин. Определено, что для повышения эффективности дождевальных машин целесообразно вместо дизельного генератора для привода тележек использовать электропитание по силовому кабелю от насосной станции или энергию оросительной воды для привода турбогенератора.*

*Ключевые слова: дождевальная машина, технико-эксплуатационные параметры, энергетические затраты, экономия затрат при орошении*

## *Annotation*

*The results of the research of modern circle multitower sprinkling machines operating parameters and their utilization efficiency in the South of Ukraine has been given in this article. The comparison of the operational efficiency of electrified sprinkling machines and sprinkling machines with diesel generator has been described at current irrigation systems. The cost benefit analysis of energy unit discharge for irrigation and movement when using modern multitower sprinkling machines has been carried out. It is defined, that it is necessary to use electricity supply via power feed cable from the pump station or energy of irrigating water for the generator drive instead of diesel generator usage for pipe-movers.*

*Key words: sprinkling machine, performance, energy and agro-engineering performance, irrigation cost saving*

## **Вступление**

Высокая и стабильная урожайность сельскохозяйственной продукции возможна только при условии эффективного использования оросительных земель. В первую очередь это относится к оросительным системам, где используются многоопорные дождевальные машины. Многоопорная дождевальная техника наиболее эффективна при орошении кормовых и зерновых культур.

Наибольшее развитие орошения Украины достигло в 1989-1990 гг., когда площадь орошаемых земель составляла более 2,5 млн га, из них в зоне Степи 2,1 млн. га. За данными Госводагенства Украины, состоянием на 2013 г площадь орошения уменьшилась до 2,17 млн.га, а фактически поливалось около 614 тыс.га.

В наше время открытая внутрихозяйственная оросительная система Юга Украины практически непригодна, закрытая система сохранилась лучше, так как она изготовлена в основном из азбестоцементных и стальных труб. Однако, она используется всего на 30 % от проектной нагрузки, а во многих случаях она осталась без хозяина и недееспособна.

Очевидно, что в дальнейшем на землях с орошением останутся работать только те хозяйства, которые способны учитывать и обеспечивать культуру земледелия, что базируется на сочетании опыта с современными научно-обоснованными методами и средствами орошения.

Увеличение темпов потепления климата реально и является экологической проблемой, поэтому каждый фермер пытается решать проблемы орошения на своей земле, для получения стабильного дохода.

### **Обзор литературы**

После проведения литературного анализа, можно сделать вывод, что выращивание сельскохозяйственных культур в южных и юго-восточных регионах Украины проводится в условиях недостаточного увлажнения, поэтому восстановление орошения является актуальным вопросом сегодняшнего дня.

По мнению ученых Ромащенко М.И., Коваленко П.И., Яцика А.В., Рокочинського А.М. выполнения комплексной оценки различных оросительных систем создаст фундамент для диалога на национальном и региональном уровнях, в ходе которых происходит вовлечение всех участников мелиорации земель к выбору наиболее обоснованных решений. Это позволит сохранить существующие насосные станции и оросительные сети, которые долговечны, в большинстве случаев могут прослужить еще не менее 20 лет и обеспечить оптимальную подачу воды на поля при совершенствовании дождевальной техники [1-6].

В работе Гриня Ю.И. [7] пути ресурсосбережения на оросительных системах предусматривают организационные, технологические, технические и энергетические направления. С этих направлений перспективными для хозяйств является переход на новые технологии и режимы полива, создание новых систем орошения и дождевальных машин нового поколения. Такие системы и машины должны быть низконапорными, обеспечивать качественное проведение полива за счет оптимизации алгоритма водоподачи и сочетание полива с одновременной подачей воды, питательных веществ, веществ для борьбы с болезнями, сорняками и химмелиорантив для структуризации почвы.

В Украине значительное внимание уделялось разработке методов и средств снижения расхода воды и энергии при эксплуатации взаимосвязанного комплекса «оросительная сеть - насосная станция». Этим вопросом широко занимались такие ученые, как Попов В.Н., Гринь Ю.И. [8-9]. Однако недостаточно изучены вопросы эффективности использования дорогостоящих современных дождевальных машин с учетом роста стоимости энергетических и водных ресурсов. Поэтому, выращивание сельскохозяйственных культур в юго-восточных регионах Украины и восстановление орошения с использованием современной дождевальной техники является актуальным вопросом сегодняшнего дня.

### **Входные данные и методы**

Поставленные задачи решали с применением экспериментальных методов в лабораторных и полевых условиях, с математической обработки полученных результатов, сравнением теоретических, экспериментальных и полевых результатов исследований. Исследования проводили на закрытых оросительных системах при работе современных дождевальных машин в производственных условиях.

### **Результаты**

Комплексные исследования технико-эксплуатационных параметров современных многоопорных дождевальных машин проводили на внутрихозяйственной оросительной системе ПАО «Племзавод «Степной» Запорожской обл., подачу воды к которой обеспечивает насосная станция НСП-10 Северо-Рогачинской оросительной системы. Насосная станция обслуживает только дождевальные машины ПАО «Племзавод» «Степной», суммарный расход которых составляет 375 л/с. Проведено исследование удельного расхода электроэнергии и суточного расхода воды НСП-10 (Рис.1)

Как видно из графика (рис. 1), не всегда удавалось оптимизировать загрузку насосной станции. В связи с тем, что в некоторые периоды работы из 5 машин работали только 1-2, поэтому насосная станция перекачивала гораздо больше воды, чем необходимо на 2 машины. В результате удельный расход

электроэнергии увеличивался, а энергоэффективность насосной станции снижалась.

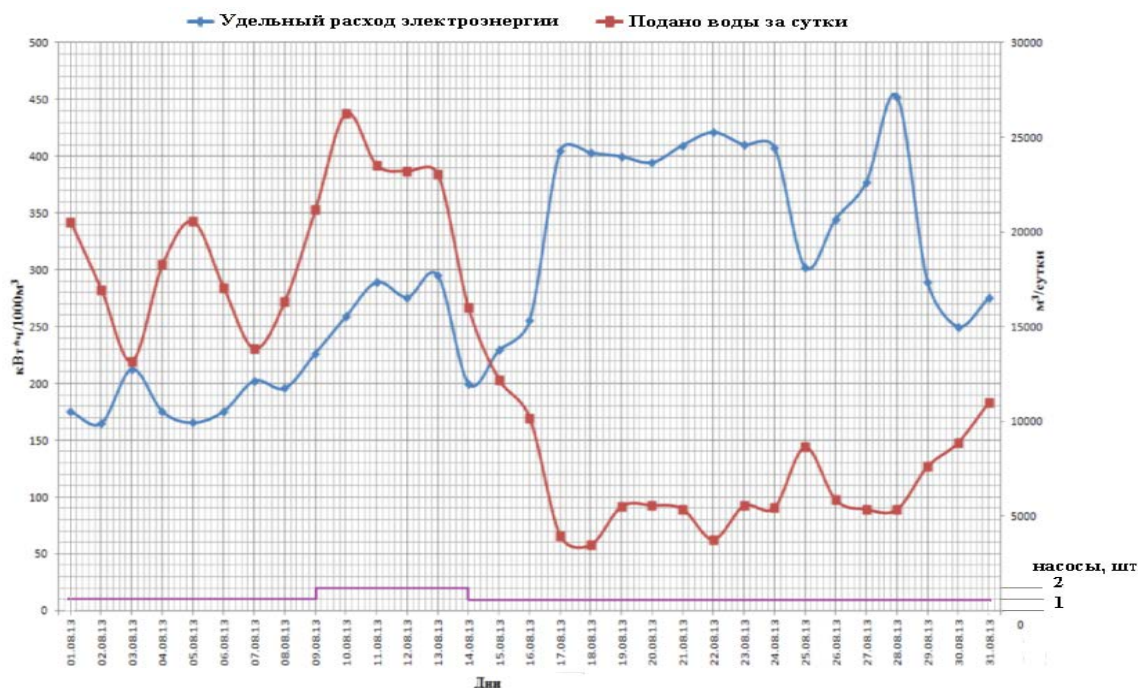


Рис. 1 График расхода электроэнергии и воды насосной станцией за август

Выход из такого положения заключается в увеличении количества одновременно работающих дождевальных машин. На начало поливного сезона 2014 г. их количество было доведено до 6 шт., и появилась возможность загрузить НСП-10 оптимально, тем самым снизить затраты электроэнергии.

В 2014 году на полях ПАО «Племзавод» Степной» нами проводились исследования эффективности поливов дождевальными машинами кругового действия «Zimmatic» (длина 737 м) и «Zimmatic» (длина 450 м) на выращивание кукурузы на зерно и «Zimmatic» (длина 737 м) и «Zimmatic» (длина 368 м) на выращивание сои. При этом машины «Zimmatic» (длина 737 м) работали в стационарном режиме на 1 позиции, а на 2-х позициях работали «Zimmatic» (длина 450 м) и «Zimmatic» (длина 368 м).

Установлено, что при работе круговых дождевальных машин на участках орошения без изменения позиции получены урожаи кукурузы по 103 ц/га и сои по 35 ц/га, соответственно под дождевальными машинами, которые работали на 2-х позициях, получены урожаи кукурузы по 82 ц/га и сои по 29 ц/га.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что эффективность полива дождевальными машинами работающих на 2-х позициях значительно ниже, чем у дождевальными машинами с работой на 1 позиции.

В связи с тем, что дождевальные машины работали на 2-х позициях, в критический момент развития растений полностью не удавалось выдержать оптимальный режим орошения и технологию поливов. Урожайность на этих площадях значительно уступает урожайности площадей, которые находились под стационарными дождевальными машинами.

Определено, что дождевальные машины, которые используют для питания электродвигателей привода тележек дизельный генератор, имеют большие расходы дизельного топлива за поливной сезон, цена которого значительна.

Так же были определены основные технико-эксплуатационные параметры исследуемых дождевальных машин ( Табл. 1).

**Таблица 1**

**Основные технико-эксплуатационные параметры исследуемых дождевальных машин**

Машина (длина)	Тип машины	Расход воды, л/с	Давление на входе в машину, МПа	Площадь орошения, га	Средняя интенсивность дождя, мм/мин	Средний диаметр капель дождя, мм
Zimmatic (310 M)	Кругового действия	49,2	2,1	36,3	0,72	1,24
Zimmatic (368 M)	Кругового действия	60	2,2	49,7	0,82	1,14
Zimmatic (450 M)	Кругового действия	79,2	2,4	72,3	0,84	1,2
Zimmatic (737 M)	Кругового действия	115	3,8	184,7	0,68	1,16
Zimmatic (737 M)	Кругового действия	115	3,8	184,7	0,7	1,18

Были проведены замеры расхода топлива дизельного генератора, при установившемся режиме работы, когда дождевальная машина движется по накатанной колее. При первом проходе расход топлива сильно зависит от

состояния почвы и способа его обработки. Чем больше скорость движения и меньше поливная норма, тем больше расход топлива. В результате исследований определены оптимальные условия эксплуатации дождевальной машины с целью уменьшения расхода топлива.

Данные полученные в ходе исследований расхода дождевальной машиной дизельного топлива и электроэнергии при различных режимах работы представлены в таблице 2. Дождевальные машины «Zimmatic» (длина 450 м) и «Zimmatic» (длина 310 м) оборудованы для питания и передвижения дизель-генератором.

Как видно из таблицы 2, более высокий расход дизельного топлива и электроэнергии имеет «Zimmatic» (450 м) в режиме работы 12 % соответствующей поливной норме 280 м<sup>3</sup>/га. В этом случае дизельный двигатель, который приводит в движение электрогенератор, тратит не менее 60 литров дизельного топлива в сутки. Расход электроэнергии электрогенератором на электропривод тележек дождевальной машины составляет в сутки всего 6,5 кВт, что объясняется старт-стопным режимом работы машины. Расход электроэнергии, представленный в табл. 2 является расходом генератора – в дизель-генераторной установке дождевальной машины. Фактически дизельный двигатель большую часть времени работает в холостом режиме, а его мощность используется неэффективно, что приводит к значительным эксплуатационным расходам на дизельное топливо.

**Таблица 2**

**Удельный расход дизельного топлива и электроэнергии  
дождевальными машинами с дизель-генератором**

Дождевальная машина	Режим работы ДМ						
	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %	11 %	12 %
Норма полива м <sup>3</sup> /га							
«Zimmatic» (450 м)	665	600	536	470	408	340	280
«Zimmatic» (310 м)	740	680	624	585	544	462	384
Расход дизельного топлива за 1 час, л/час							
«Zimmatic» (450 м)	2,18	2,21	2,24	2,28	2,32	2,37	2,42
«Zimmatic» (310 м)	2,09	2,1	2,12	2,14	2,17	2,2	2,21

	Расход электроэнергии за 1 сутки, кВт·час						
«Zimmatic» (450 м)	1,9	2,6	3	4	5,1	5,8	6,5
«Zimmatic» (310 м)	1,7	2,2	2,5	3,3	3,6	4	4,6

Нами проведено сравнение энергоэффективности при орошении дождевальными машинами «Zimmatic» (450 м) и «Zimmatic» (310 м), тележки которых передвигаются за счет электроэнергии, которая вырабатывается дизельным двигателем с электрогенератором, и машин Zimmatic (429 М), Zimmatic ДМ 2 (368м), Zimmatic ДМ 5 (737 м) электроэнергия к которым подается по силовому кабелю от трансформатора мощностью 10 кВт, установленного на насосной станции. В результате установлено, что удельный расход энергоресурсов на орошение и передвижения при эксплуатации электрифицированных дождевальных машин значительно ниже по сравнению с машинами которые питаются с помощью дизель-генератора, несмотря на то, что расходы воды и длина этих машин в среднем одинакова.

Результаты расчета стоимости общих затрат на энергию при орошении различными модификациями дождевальной машины кругового действия представлены в табл.3.

Проведенные технико-экономические расчеты (табл.3) свидетельствуют, что удельный расход энергоресурсов на орошение и передвижение по эксплуатации Zimmatic (429 м) и Zimmatic (368 м) значительно ниже по сравнению с Zimmatic (450 м) и Zimmatic (310 м), несмотря на то, что расходы воды и длина этих машин в среднем одинаковы.

**Таблица 3**

**Технико-экономические параметры многоопорных дождевальных машин**

Тип ДМ Длина и площадь	Удельные затраты энергоресурсов*.	Удельная стоимость
---------------------------	--------------------------------------	-----------------------



орошения на одной позиции	Электроэнергии и на орошение и передвижение ДМ, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{час}}{1000 \text{ м}^3}$	Дизельного топлива на перемещение ДМ, л/1000 $\text{м}^3$	<u>грн.</u> 1000 $\text{м}^3$
<b>Машины с дизель-генератором</b>			
Zimmatic ДМ 3 (450м) 72,3 га	116,4	4,55	235,7
Zimmatic ДМ 4 (310м) 49,2 га	57,8	9,87	238,8
<b>Машины электрифицированы от насосной станции</b>			
Zimmatic ДМ 1 (429м) 66,1 га	99,5	-	139,3
Zimmatic ДМ 2 (368м) 49,7 га	82,3	-	115,2
Zimmatic ДМ 5 (737м) 184,7 га	214,1	-	299,6
Zimmatic ДМ 6 (737м) 184,7 га	214,1	-	299,6
*Стоимость электроэнергии – 1,4 грн/кВт; дизельного топлива – 16 грн/л.			

Наибольшие затраты и стоимость энергоресурсов имеют машины Zimmatic (737 м), расход воды каждой составляет 115 л/с, рабочее давление 0,38 МПа и площадь орошения 184,7 га, что значительно больше, чем в других машинах. Для усовершенствования дождевальных машин с дизель-генератором также целесообразно использование вместо дизельного двигателя, турбинного привода, работающего от энергии оросительной воды при расходе 50-115 л/с и давлению 0,3-0,5 МПа

### **Заключение**

Анализ полученных результатов исследований показывает, что использование современных круговых многоопорных дождевальных машин с электроприводом тележек позволяет получить высокую урожайность и эффективность орошения при оптимальной загрузке насосной станции. Для повышения эффективности дождевальных машин целесообразно вместо дизельного генератора для привода тележек использовать электропитание по

силовому кабелю от насосной станции или энергию оросительной воды для привода турбогенератора.

### Литература

1. Коваленко П.І. Особливості формування посух в Україні та засоби боротьби з ними / П.І. Коваленко, Л.А. Філіпенко, О.І. Жовтоног, В.І. Ляшевський // Вісник аграрної науки. – 2002, № 12. – с. 49-54.

2. Сніговий В.С. Основні питання раціонального використання зрошувальних земель. / В.С. Сніговий // Наукові основи землеробства в умовах недостатнього зволоження ( Матеріалами науково-практичної конференції 21-23 лютого 2000 р. м. Київ ) тези допов. – к. -201, -с. 39-41.

3. Ромащенко М.І. Концептуальні засади відновлення зрошення у південному регіоні України/ Ромащенко М.І. // Меліорація і водне господарство. – 2013. Вип. 100. – с. 7-17.

4. Коваленко П.І. Прибутковість зрошення. / П.І. Коваленко, Ю.О. Михайлов, В.І. Сатаєв, В.В. Гаскевич. // Меліорація і водне господарство. -2007. вип. 95. – с. 3-12.

5. Яцик А.В. Екологічна ситуація в Україні і шляхи її поліпшення. — К.: Оріяни, 2003. — 84 с.

6. Рокочинський А.М Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах.: Монографія / За редакцією академіка УААН Ромащенко М.І. – Рівне: НУВГП, 2010.- 351 с

7. Гринь Ю. І. Удосконалення зрошувальних систем на основі ресурсозберігаючих технологій та засобів зрошення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 06.01.02 “Сільськогосподарські меліорації” / Ю. І. Гринь. – К., 2000. – 42 с.

8. Попов В.М. Визначення статистичних характеристик водоподачі та споживання палива дощувальними машинами / Попов В.М., Внукова К.В., Матяш Т.В. // Меліорація і водне господарство – 2014 - № 101 С. 170-178.

9. *Патент України* на корисну модель № 65945. Дощувальна система / Ю.І. Гринь, А.В. Антонюк// – опубл. в бюл. 2011.-№24.

Научный руководитель: д.т.н., проф. Гринь Ю.И.

Статья отправлена 05.04.2016 г.

© Антонюк А.В.