СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-07

INFLUENCE OF HYDRAULIC PARAMETERS ON WATER QUALITY

N. V. Kuznetsova, Yu. V. Kuznetsov, O. V. Kozinskaya, M. A. Denisova

Volgograd State Agrarian University, Volgograd

Received 17.12.2019

Submitted 27.04.2020

Summary

The article presents the results of the influence of hydraulic parameters of the new sprinkler machine on the quality of irrigation.

Abstract

Introduction. The irrigation quality of sprinkler machines depends on such hydraulic characteristics as: total machine consumption, irrigation water consumption from rain-forming devices (sprinklers, deflector nozzles), rain layer distribution and sprinkling intensity along the pipeline length, pressure distribution along the machine length, weighted average layer and intensity rain, estimated average irrigation rate, time of a full revolution of the machine; coefficients of watering quality, effective watering (within 25% of the average weighted rain layer), excessive, insufficient watering and uncrowded area. At the same time, environmental requirements must be observed and high crop yields ensured. For issuing the required irrigation rate to the irrigated field, operational information is needed on the consumption of a specific sprinkler and the loss of water due to evaporation during sprinkling. The total flow rate depends on the water pressure in the irrigation network, which during its operation can vary by 1.5 times or more. In hot, dry, windy weather, irrigation water loss is more than 30 %. **Object.** The object of study is a wide-sprinkler sprinkler of circular action. **Materials and methods.** The studies were carried out at the experimental site of the Scientific and Research Center "Gornaya Polyana", Volgograd. **Results and conclusion.** The main problem of the effective application of sprinkling is to establish a correspondence between the intensity of the rain and the water permeability of the soil at given irrigation rates. A variety of climatic zones leads to a differential approach to the value of irrigation norms. Carrying out high-quality hydraulic adjustment of the machine allows increasing the coefficient of effective irrigation by 15-20 %. Hydraulic adjustment of the machine must be carried out after winter depreservation of the machine at the beginning of the irrigation season. In the future, it is necessary to monitor the maintenance of normal pressure in the apparatus, and also strictly observe the operating instructions for sprinkler apparatus. The Don-K sprinkler machine provides fully mechanized and automated irrigation with irrigation norms. With wind acceleration up to 4.1 m / s and more, the coefficient of effectively watered area decreases. The thickness of the minute rain layer along the length of the irrigation pipeline varies from 0.65 to 0.85 mm. Rain falling on the soil destroys the aggregates, the pores of the surface layer are blocked, water permeability decreases, which leads to a change in the physical properties of the soil.

Key words: *hydraulic parameters, flow rate, sprinkling, irrigation quality factors, rain intensity.*

Citation. Kuznetsova N. V., Kuznetsov Yu. V., Kozinskaya O. V., Denisova M. A. The influence of hydraulic parameters on the quality of irrigation. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 2(58). 73-83 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-07.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.347:631.674.6

ВЛИЯНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА КАЧЕСТВО ПОЛИВА

Н. В. Кузнецова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Ю. В. Кузнецов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

О. В. Козинская, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

М. А. Денисова, ассистент

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 17.12.2019

Дата принятия к печати 27.04.2020

Актуальность. Качество полива дождевальных машин зависит от таких гидравлических характеристик, как общий расход машины, расход поливной воды из дождеобразующих устройств (дождевальных аппаратов, дефлекторных насадок), распределения слоя дождя и интенсивности дождя по длине трубопровода, распределения напоров по длине машины, средневзвешенные слой и интенсивность дождя, расчетная средняя поливная норма, время полного оборота машины; коэффициенты качества полива, эффективного полива (в пределах 25% средневзвешенного слоя дождя), избыточного, недостаточного полива и не политой площади. При этом должны соблюдаться требования природоохранного характера и обеспечиваться высокие урожаи сельскохозяйственных культур. **Объект.** Объектом исследования является широкозахватная дождевальная машина кругового действия. **Материалы и методы.** Исследования проводились на опытном участке УНПЦ «Горная поляна», города Волгоград. **Результаты и выводы.** Разнообразие климатических зон обуславливает дифференциальный подход к величине поливных норм. Проведение качественной гидравлической настройки машины позволяет повысить коэффициент эффективного полива на 15-20 %. Гидравлическую настройку машины необходимо проводить после зимней расконсервации машины в начале поливного сезона. В дальнейшем необходимо следить за поддержанием нормального давления в аппаратах, а также строго соблюдать инструкцию по эксплуатации дождевальных аппаратов. Дождевальная машина «Дон-К» обеспечивает проведение полностью механизированного и автоматизированного полива с выдачей поливных норм. При скорости ветра до 3 м/с распределение слоя осадков характеризуется достаточно высоким коэффициентом эффективного полива – 0,77-0,81. Коэффициент недостаточного полива при этом не превышает 0,09-0,13, избыточный находится в пределах 0,09-0,12. Толщина минутного слоя дождя по длине поливного трубопровода изменяется от 0,65 до 0,85 мм. Дождь, падая на почву, разрушает агрегаты, поры поверхностного слоя блокируются, водопроницаемость снижается, что приводит к изменению физических свойств почвы.

Ключевые слова: *мобильная дождевальная техника, гидравлические параметры ДМ, полив дождеванием, дождевальные машины, коэффициенты качества полива, интенсивность дождя.*

Цитирование. Кузнецова Н. В., Кузнецов Ю. В., Козинская О. В., Денисова М. А. Влияние гидравлических параметров на качество полива. *Известия НВ АУК.* 2020. 2(58). 73-83.
DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-07.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. В процессе эксплуатации дождевальных машин (ДМ) возникает необходимость в оперативном управлении поливами в связи с изменяющимися погодными, агротехническими и организационно-хозяйственными условиями. При этом должны соблюдаться требования природоохранного характера и обеспечиваться высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Сложные климатические и социально-экономические условия требуют обоснованного выбора поливной техники. Она должна быть высокопроизводительной, обеспечивать малые затраты труда на полив, экономию воды и энергии, предохранение почвы от эрозии, возможности внесения удобрений, иметь высокий коэффициент полезного действия и высокую степень надежности. Развитие орошения, использование современной высокопроизводительной дождевальной техники способствует увеличению объема продукции и как следствие снижению ее себестоимости. В связи с этим необходимо создание новой, мобильной дождевальной техники [1, 2, 11].

Для выдачи на орошаемое поле требуемой поливной нормы необходима оперативная информация о расходе конкретной дождевальной машины и потерях воды на испарение в процессе дождя. Общий расход зависит от напора воды в оросительной сети, который в процессе ее эксплуатации может изменяться в 1,5 раза и более. В

жаркую, сухую, ветреную погоду потери оросительной воды составляют более 30 %. Поэтому у одной и той же машины при одинаковой продолжительности дождевания поливные нормы, получаемые полем, могут разниться в 2 раза и более [3-5, 10].

При поливе исходят из того, что необходимо увлажнять только активный слой почвы, причем, содержание в нем влаги не должно превышать наименьшую влагоемкость. Выдача заданной поливной нормы осуществляется операторами ДМ на основе технической оценки работы каждой машины, информации о погодных условиях и замеров давления воды на входе в машину, а также определения потерь воды на испарение, продолжительности полива и задания машинам необходимой скорости движения. Эти показатели характеризуют, прежде всего, качество и равномерность полива и устанавливаются гидравлическим расчетом на основе данных, собранных при наладке машин после монтажа, и нормативно-справочной информации, полученной в научном эксперименте при испытаниях машин или из литературных источников. В состав показателей входят такие гидравлические характеристики как: общий расход машины, расход поливной воды из дождевателей (дождевальных аппаратов, дефлекторных насадок) и сливных насадок, расчетная средняя поливная норма, время полного оборота машины; коэффициенты качества полива, эффективного полива (в пределах 25 % средневзвешенного слоя дождя), избыточного, недостаточного полива и не политой площади [6-9].

Целью наших исследований является изучение влияния гидравлических параметров на качество полива при дождевании.

Материалы и методы. Объект исследования – широкозахватная дождевальная машина (ШДМ) кругового действия «ДОН» Исследования проводились на опытном полигоне УНПЦ «Горная поляна» Волгоградского ГАУ. В зависимости от местных условий длина машины и расход ее могут изменяться. Вода в закрытую оросительную систему забирается из Варваровского водохранилища. На входе в дождевальную машину установлено устройство оснащенное участком горизонтальной приемной трубы, защищенной от попадания крупных частиц, находящихся в воде, и сеткой из перфорированного листа с отверстиями 0,003 м. В исследованиях применяли методику испытаний дождевальной техники РД 10.11.1-89.

Результаты и обсуждение. При расчете гидравлических характеристик трубопровода ШДМ «ДОН» рассчитываются напоры, транзитные расходы, скорость движения жидкости в трубопроводе и другие гидравлические характеристики рассчитываются в соответствии с теорией движения вязкой жидкости по трубам. Движущаяся по трубопроводу поливная вода характеризуется определенной кинематической вязкостью ν (мм²/с) и коэффициентом вязкого трения (λ), являющимся функцией числа Рейнольдса (Re) и параметра шероховатости $\Delta = d_1/d$. Для расчета λ применяется известная формула Альтшуля:

$$\lambda(\Delta, Re) = \beta_1(\Delta + \beta_2 / Re)^{\frac{1}{4}} \quad (1)$$

$$Re = \nu d / \nu;$$

где ν – скорость движения жидкости в трубопроводе, м/с; d_1 – эквивалентная шероховатость, м; d – диаметр трубопровода, м; $\beta_1 = 0,11$, $\beta_2 = 68$.

При движении поливной жидкости по трубопроводу ДМ падение напора в нем происходит в результате расхода воды дождевателями, потерь, вызываемых вязким трением жидкости и местных потерь напора, связанных с наличием в конструкции трубопровода конфузорной части.

Напор H_i (м) в трубопроводе в месте расположения i -го штуцера определяется по формулам:

$$h_i = h_{i-1} - h_i \quad (i = 2, \dots, m); \quad h_0 = h_0 - h_1,$$

где h_i – потери напора по длине трубопровода с учетом местных потерь, м; h_0 – напор на манометре, м.

$$h_i = \lambda(\Delta, Re) v_{i-1}^2 (R_i - R_{i-1}) / 2g d_i + h_i''.$$

Местные потери h_i'' и скорость движения жидкости в трубопроводе v_i вычисляются следующим образом:

$$h_i'' = \frac{\lambda(\Delta, Re_{i-1}) v_{i-1}^2}{8 \sin(\Theta/2) 2g d_i} \left\{ 1 - \left(\frac{d_i}{d_{i-1}} \right)^2 \right\}$$

$$\text{при } d_i < d_{i-1}$$

$$v_i = \frac{4Q_i}{\pi d_i^2 \times 10^3};$$

Входящая в приведенные выше формулы величина Q_i (л/с) представляет собой транзитный расход жидкости через сечение трубопровода в i -ом месте и вычисляется в соответствии с объемом воды, расходуемым дождевателями:

$$Q_i = Q_{i-1} - q_i - \gamma q_j^T, \quad Q_i = Q_0 - q_i,$$

причем $\gamma = 1$, если дождеватель предшествует сливной насадке ($R_{i-1} < R_j^T < R_i$) и $\gamma = 0$ – в противном случае; Q_0 – общий (суммарный) расход машины (л/с).

Поскольку Q_0 по существу является неизвестной величиной, то для расчета ее значения необходимо использовать итерации $Q_0^{(k)}$ (величина общего расхода машины на k -ом шаге итерации). Нулевое приближение может выбираться из условия, что напор во всех точках трубопровода одинаков и равен h_0 – напору на манометре (приближение сверху). Сходимость итерационного процесса $Q_0^{(k)} \rightarrow Q_0$ при $k \rightarrow \infty$ определяется не только стабилизацией значений $Q_0^{(k)}$, которая наступает обычно достаточно быстро (3-5 итераций), но и полным выбором воды на конце трубопровода ($V_m = 0, Q_m = 0$).

Полив орошаемой площади ведется непосредственно дождевальными аппаратами (дождеобразующими устройствами). Дождевальные струи относятся к категории свободных незатопленных струй жидкости. При распаде струи значительного диаметра образуется ряд групп капель различной крупности, средний диаметр капель уменьшается с увеличением скорости истечения и увеличивается с увеличением диаметра струи. При принудительном разбрызгивании струи дальность полета капель должна определяться опытным путем.

Расстановка штуцеров и расположение пролетов по длине ДМ схематизируются с учетом следующих параметров R_j^r – расстояния от центральной опоры до тележки ($j = 1, 2, \dots, n - 1$), м; R_n^r – расстояние от центральной опоры до концевой аппаратуры или длина трубопровода (машины), м; n – число пролетов, включая консоль; R_i – расстояние от центральной опоры до i -го по счету штуцера под дождеватели, предусмотренного техническими условиями ($i = 1, 2, \dots, m$), м; m – число таких штуцеров; R_0 – расстояние от центральной опоры до манометра, м.

Дождеобразующее устройство имеет сложный принцип действия, захватываемая площадь моделируется эллипсом с отношением большой и малой полуосей K_3 . Аналогом r_* для дефлекторной насадки является малая ось рассматриваемого эллипса, причем согласно формуле Лебедева:

$$r_* = (\varepsilon_1/H + \varepsilon_2/d_c)^{-1},$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – эмпирические параметры, принимаются равными соответственно 3 и 0,09; d_c – диаметр сопла дефлекторной насадки, мм.

Дальность полета дождевых струй, разрушающихся на капли, обычно меньше теоретической. При постоянном напоре дальность полета струи зависит от ее диаметра, чем он больше, тем дальше она летит. На дальность полета струи оказывает влияние тип насадки. Известно, что наилучшими являются насадки с углом конусности от 30 до 400°, когда струя выходит из отверстия диафрагмы вертикально, обтекает дефлектор и принимает коническую форму, пленка воды теряет сплошность и распадается на капли. Площадь орошения такой насадкой принимает площадь круга [7].

Важным этапом в расчете распределения слоя и интенсивности дождя по длине ДМ является описание механизма формирования дождя каждым дождевателем (собственной интенсивности (или так называемой интенсивности без перекрытия) и суммарной, т.е. с учетом влияния соседних дождевателей).

Для дефлекторной насадки устройство и принцип ее работы не позволяют принять допущение о равномерности распределения интенсивности дождя по орошаемой площади. Это связано с тем, что разбрызгиваемая струя приближенно в пространстве имеет форму конуса, в основании которого лежит эллипс. При этом максимальное значение интенсивности дождя под дефлекторной насадкой отмечается в центре указанного эллипса и принимается равным:

$$\rho_{**} = 60 (1 - \beta) 3q/S, S = 0,25 K_3 \pi r_*^2,$$

где S – площадь эллипса, м².

Минимальное значение ρ , равное нулю, будет наблюдаться на границах эллипса. Учитывая неравномерный характер интенсивности дождя под дефлекторной насадкой, следует проводить осреднение ρ путем разбижки эллипса на более мелкие площадки.

Определение степени равномерности распределения дождя и оценка качества полива в зависимости от скорости движения проводились при характерной для условий Волгоградской области средней скорости ветра в пределах до 2,5-3 м/с по 3 рядам дождемеров, расставленных по радиусу вдоль оси машины с расстоянием между дождемерами в ряду 2 м (рисунок 1). Направление ветра при всех вариантах поливных норм изменялось в пределах 50-90° к оси водопроводящей линии.

Рисунок 1 – Определение интенсивности дождя ШДМ «ДОН»

Figure 1 – Determination of rain intensity SDM «DON»

В результате математической обработки результатов опыта выявлено сравнительно равномерное распределение слоя выпавших осадков по длине трубопровода при скорости ветра до 3 м/с. Коэффициент эффективного полива при такой скорости ветра и разных поливных нормах изменялся в пределах 0,77-0,81 (таблица 1).

Коэффициент недостаточного полива при этом не превысил 0,09-0,13, избыточного – изменялся в пределах 0,09-0,12. Для сравнения приведены данные, характеризующие качество полива при средней скорости ветра свыше 4 м/с с порывами до 5-6 м/с. В этом случае наблюдается заметное ухудшение качества полива. Коэффициент эффективного полива снижается до 0,62, а недостаточного — увеличивается до 0,20.

Таблица 1 – Оценка качества полива при разной скорости ветра

Table 1 – Assessment of watering quality at different wind speeds

Средняя скорость ветра, м/с / Average wind speed, m / s	Поливная норма, м ³ /га / Irrigation rate, m ³ / ha	Коэффициенты Codd's		
		эффективного полива / effective watering	недостаточного полива / insufficient watering	избыточного полива / over watering
2,9	230	0,77	0,13	0,10
1,3	240	0,80	0,10	0,10
1,0	290	0,81	0,12	0,09
2,5	525	0,775	0,10	0,125
1,7	904	0,78	0,12	0,10
2,0	396	0,79	0,09	0,12
4,1	385	0,62	0,20	0,18

Исследованиями установлено, что на качество полива, помимо скорости ветра, существенное влияние оказывает точность гидравлической настройки дождевальных аппаратов. Изучение дождевальных машин показало, настройка дождевальных аппаратов не была доведена до нормативных показателей. Вследствие этого наблюдались значительные отклонения от нормы слоя выпавших осадков по длине трубопровода.

Качество полива дождевальными машинами определяется не только равномерностью распределения слоя дождя по площади полива. Неменьшее значение имеет определение оптимальной интенсивности дождя в зависимости от впитывающей способности почвы.

Рисунок 2 – Распределение интенсивности дождя по длине ДМ «ДОН»

Figure 2 – Distribution of rain intensity in the valley of DM "DON"

Наши исследования проходили на светло-каштановых почвах, где наиболее жесткие условия эффективного дождевания. Под действием движущей силы вода перемещается по уклону, создавая пестроту посевов из-за недостатка влаги растениям. Полив с большой интенсивностью дождя приводит к образованию луж и поверхностного стока. Изучение характера изменения интенсивности дождя под машиной «Дон-К» показало, что по длине трубопровода интенсивность дождя равномерно возрастает в направлении от неподвижной опоры к периферийной части агрегата до 0,85 мм/мин (рисунок 2).

Для определения влияния различной интенсивности дождя на качество полива (главным образом на глубину промачивания почвы) в зоне действия машины «Дон» были заложены динамические площадки (рисунок 3). Слой воды, образующийся на поверхности, дает начало микростоку, который собирается в понижениях микрорельефа и визуально фиксируется при появлении небольших лужиц. При безнапорном впитывании происходит медленное увлажнение почвы до тех пор, пока на поверхности отсутствует излишек воды. Под действием гидростатического напора начинается напорное впитывание нестабильной пленки воды и поры полностью заполняются водой. Начало появления небольших лужиц принимаем за момент начала напорной фильтрации.

Количество воды, не успевающей впитаться во время полива, устанавливали с помощью малых стоковых площадок в трехкратной повторности. Поступление фактического слоя дождя на площадку определяли с помощью дождемерных стаканов. Влажность почвы на динамических площадках до полива и глубину промачивания после его проведения определяли методом отбора почвенных проб буром с последующим высушиванием образцов в термостатах [3, 6].

Рисунок 3 – Стоковые площадки

Figure 3 – Stock Pads

Данные по формированию стока воды при разной интенсивности дождя представлены в таблице 2. При проведении первого полива ячменя нормой 400 м³/га на поле перераспределения воды и образования стока не наблюдалось. При втором и последующих поливах отмечено образование луж и стока на участке с толщиной минутного слоя осадков более 0,65 мм. С каждым последующим поливом объем поверхностного стока на поле увеличивался. Вода стекала в пониженные элементы микрорельефа, что приводило к недостаточной глубине промачивания на повышенных участках поля и к более глубокому промачиванию в понижениях.

Таблица 2 – Влияние поливной нормы и интенсивности дождя на образование стока воды в радиусе захвата машины «Дон-К»

Table 2 – Influence of irrigation rate and rain intensity on the formation of water flow in the capture radius of the Don-K machine

Поливная норма, м ³ /га / Irrigation rate, m ³ / ha	Сток при средней интенсивности дождя / Stoke at medium rain intensity					
	0,65		0,75		0,85	
	м ³ /га / m ³ / ha	%	м ³ /га / m ³ / ha	%	м ³ /га м ³ / ha	%
240	0	0	17	7	19	12
290	9	3	23	8	49	17
396	20	7	67	17	99	25
525	52	10	110	21	147	28

При поливных нормах свыше 500 м³/га на части поля наблюдается свободное перемещение воды (таблица 2), которая чаще всего перехватывается колеей от подвижных опор дождевальной машины. Из колеи по небольшим понижениям наблюдался сток поливной воды за пределы орошаемой площади.

Выводы. Разнообразие климатических зон обуславливает дифференциальный подход к величине поливных норм. Проведение качественной гидравлической настройки машины позволяет повысить коэффициент эффективного полива на 15-20%. Гид-

равлическую настройку машины необходимо проводить после зимней расконсервации машины в начале поливного сезона. В дальнейшем необходимо следить за поддержанием нормального давления в аппаратах, а также строго соблюдать инструкцию по эксплуатации дождевальных аппаратов. Дождевальная машина «Дон-К» обеспечивает проведение полностью механизированного и автоматизированного полива с выдачей поливных норм. При скорости ветра до 3 м/с распределение слоя осадков характеризуется достаточно высоким коэффициентом эффективного полива - 0,77-0,81. Коэффициент недостаточного полива при этом не превышает 0,09-0,13, избыточный находится в пределах 0,09-0,12. Толщина минутного слоя дождя по длине поливного трубопровода изменяется от 0,65 до 0,85 мм. Дождь, падая на почву, разрушает агрегаты, поры поверхностного слоя блокируются, водопроницаемость снижается, что приводит к изменению физических свойств почвы, а в дальнейшем к водной эрозии.

Библиографический список

1. Гулевский В. А., Чернышов А. В. Современные направления совершенствования конструкций дождевальных машин кругового действия // Роль аграрной науки в развитии АПК РФ: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. 2017. С. 226-229.
2. Зверьков М. С. Численные исследования влияния эффективного давления искусственного дождя на разбрызгивание почвы // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2019. № 1(33). С. 168-183. Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=584&id=596>. DOI: 10.31774/2222-1816-2019-1-168-183.
3. Исследование качества полива дождевальной машиной "КУБАНЬ-ЛШ" / И. П. Кружилин, А. С. Овчинников, Н. В. Кузнецова, О. В. Козинская // Научная жизнь. 2015. № 6. С. 102-108.
4. Овчинников А. С., Бочарников В. С. Новые технические решения повышения эффективности ресурсосберегающих способов полива // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 1 (25). С. 119-124.
5. Ольгаренко Д. Г. Система показателей для оценки качества полива сельскохозяйственных культур дождеванием // Мелиорация и водное хозяйство. 2014. № 2. С. 23-27.
6. Снопич Ю. Ф., Челахов В. Ц., Козинская О. В. Исследование качества полива новой дождевальной машиной кругового действия // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 4 (36). С. 43-54.
7. Теоретическое и экспериментальное обоснование параметров дефлекторной насадки / Ю. Ф. Снопич, А. А. Чураев, Л. В. Юченко, М. В. Вайнберг, В. М. Филимонова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2019. № 2(34). С. 104-120. Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec605-field6.pdf. DOI: 10.31774/2222-1816-2019-2-104-120.
8. Щедрин В. Н., Балакай Г. Т., Васильев С. М. Концептуальное обоснование разработки стратегии научно-технического обеспечения развития мелиорации земель в России // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2016. № 4(24). С. 1-21. Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec441-field6.pdf.
9. Ecological-energy directions for improving multiple sprinkling machines / A. I. Ryazantsev, G. V. Olgarenko, I. A. Uspensky, A. O. Antipov, G. K. Rembalovich, M. Yu. Kostenko, V. A. Makarov, B. A. Nefedorov, E. P. Borovoi, A. D. Akhmedov, E. S. Vorontsova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2019. V. 14. № 3. P. 677-685.
10. Melikhova E. V., Rogachev A. F., Skiter N. N. Information system and datadase for simulation of irrigated crop growing // Studies in Computational Intelligence. 2019. V. 826. P. 1185-1191.
11. Water pressure monitoring in irrigation piping as quality management tools of sprinkler irrigation / I. P. Kruzhilin, A. S. Ovchinnikov, N. V. Kuznetsova, O. V. Kozinskaia // ARPN Journal of

Engineering and Applied Sciences. 2018. Vol.13. № 13. P. 4181-4184.

Conclusions. A variety of climatic zones leads to a differential approach to the value of irrigation norms. Carrying out high-quality hydraulic adjustment of the machine allows increasing the coefficient of effective irrigation by 15 - 20%. Hydraulic adjustment of the machine must be carried out after winter depreservation of the machine at the beginning of the irrigation season. In the future, it is necessary to monitor the maintenance of normal pressure in the apparatus, and also strictly observe the operating instructions for sprinkler apparatus. The Don-K sprinkler machine provides fully mechanized and automated irrigation with irrigation norms. At wind speeds of up to 3 m / s, the distribution of the precipitation layer is characterized by a sufficiently high coefficient of effective irrigation - 0.77 - 0.81. The coefficient of insufficient watering in this case does not exceed 0.09 - 0.13, the excess is in the range 0.09 - 0.12. The thickness of the minute rain layer along the length of the irrigation pipeline varies from 0.65 to 0.85 mm. Rain falling on the soil destroys the aggregates, the pores of the surface layer are blocked, water permeability decreases, which leads to a change in the physical properties of the soil, and subsequently to water erosion.

References

1. Gulevskij V. A., Chernyshov A. V. Sovremennye napravleniya sovershenstvovaniya konstrukcij dozhdeval'nyh mashin krugovogo dejstviya // Rol' agrarnoj nauki v razvitii APK RF: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyaschennoj 105-letiyu FGBOU VO Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. Imperatora Petra I. 2017. P. 226-229.
2. Zver'kov M. S. Chislennye issledovaniya vliyaniya jeffektivnogo davleniya iskus-stvennogo dozhdya na razbryzgivanie pochvy // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii [Elektronnyj resurs]. 2019. № 1(33). S. 168-183. Rezhim dostupa: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=584&id=596>. DOI: 10.31774/2222-1816-2019-1-168-183.
3. Issledovanie kachestva poliva dozhdeval'noj mashinoj "KUBAN'-LSh" / I. P. Kruzhilin, A. S. Ovchinnikov, N. V. Kuznecova, O. V. Kozinskaya // Nauchnaya zhizn'. 2015. № 6. P. 102-108.
4. Ovchinnikov A. S., Bocharnikov V. S. Novye tehnicheckie resheniya povysheniya jeffektivnosti resursosberegayuschih sposobov poliva // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2012. № 1 (25). P. 119-124.
5. Ol'garenko D. G. Sistema pokazatelej dlya ocenki kachestva poliva sel'skohozyaj-stvennyh kul'tur dozhddevaniem // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2014. № 2. p. 23-27.
6. Snipich Yu. F., Chelahov V. C., Kozinskaya O. V. Issledovanie kachestva poliva novoj dozhdeval'noj mashinoj krugovogo dejstviya // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. 2019. № 4 (36). P. 43-54.
7. Teoreticheskoe i jeksperimental'noe obosnovanie parametrov deflektornoj nasadki / Yu. F. Snipich, A. A. Churaev, L. V. Yuchenko, M. V. Vajnberg, V. M. Filimonova // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii [Elektronnyj resurs]. 2019. № 2(34). P. 104-120. Rezhim dostupa: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec605-field6.pdf. DOI: 10.31774/2222-1816-2019-2-104-120.
8. Schedrin V. N., Balakaj G. T., Vasil'ev S. M. Konceptual'noe obosnovanie razrabotki strategii nauchno-tehnicheskogo obespecheniya razvitiya melioracii zemel' v Rossii // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii [Elektronnyj resurs]. 2016. № 4(24). P. 1-21. Rezhim dostupa: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec441-field6.pdf.
9. Ecological-energy directions for improving multiple sprinkling machines / A. I. Ryazantsev, G. V. Olgarenko, I. A. Uspensky, A. O. Antipov, G. K. Rembalovich, M. Yu. Kostenko, V. A. Makarov, B. A. Nefedorov, E. P. Borovoi, A. D. Akhmedov, E. S. Vorontsova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2019. V. 14. № 3. P. 677-685.
10. Melikhova E. V., Rogachev A. F., Skiter N. N. Information system and datadase for simulation of irrigated crop growing // Studies in Computational Intelligence. 2019. V. 826. P. 1185-1191.

11. Water pressure monitoring in irrigation piping as quality management tools of sprinkler irrigation / I. P. Kruzhilin, A. S. Ovchinnikov, N. V. Kuznetsova, O. V. Kozinskaia // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. Vol.13. № 13. P. 4181-4184.

Authors Information

Kuznetsova Nadezhda Vladimirovna, professor, Department of Land Reclamation and IWRM, Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education Volgograd State Agrarian University (Universitetsky Avenue 26, Volgograd, 400002, Russia, tel. (8442) 41-11-20), doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: aspvolgau@mail.ru

Kuznetsov Yuri Vladimirovich, professor of the Department of Applied Geodesy, Environmental Engineering and Water Use, Volgograd State Agrarian University (400002, Russia, Volgograd, Universitetsky Prospekt 26, tel. 8 (8442) 41-81-53, Doctor of Agricultural Sciences, Professor.

Kozinskaya Olga Vladimirovna, associate Professor, Department of Applied Geodesy, Environmental Engineering and Water Management, Volgograd State Agrarian University (400002, Russia, Volgograd, Universitetsky Prospekt 26, tel. 8 (8442) 41-81-53), candidate Agricultural Sciences, Associate Professor e-mail: kozinska1977@mail.ru

Denisova Mariya Alekseevna, assistant of the Department of Applied Geodesy, Environmental Engineering and Water Management, Volgograd State Agrarian University (400002, Russia, Volgograd, Universitetsky Prospekt 26, assistant tel. 8 (8442) 41-81-53, Assistant, e-mail: masha2008-1988@mail.ru

Информация об авторах

Кузнецова Надежда Владимировна, профессор кафедры «Мелиорация земель и КИВР» ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет (400002, Россия, г. Волгоград, проспект Университетский, 26), тел. (8442) 41-11-20, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. E-mail: aspvolgau@mail.ru

Кузнецов Юрий Владимирович профессор кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет (400002, Россия, г. Волгоград, проспект Университетский, 26), тел. 8 (8442) 41-81-53), доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Козинская Ольга Владимировна, доцент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Россия, г. Волгоград, проспект Университетский, 26, тел. 8 (8442) 41-81-53), кандидат сельскохозяйственных наук, доцент e-mail: kozinska1977@mail.ru

Денисова Мария Алексеевна, ассистент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Россия, г. Волгоград, проспект Университетский, 26, ассистент тел. 8 (8442) 41-81-53), ассистент. E-mail: masha2008-1988@mail.ru