

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАПЕЛЬ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ПО ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ**Иванов Б.Л., Зиганшин Б.Г., Рудаков А.И., Лушнов М.А.**

Реферат. Характерное для жидкости наличие поверхности, при прохождении через которую плотность вещества скачкообразно изменяется, определяет ряд ее свойств. Частицы жидкости, расположенные в слое, непосредственно прилегающем к поверхности, находятся в состоянии, отличном от состояния в их толще. Это различие обусловлено особенностью молекулярного взаимодействия. Значит для перемещения молекулы из толщи поверхности на поверхность необходимо затратить определенную работу. Это вызывает повышение мощности оборудования для защиты сельскохозяйственных животных от болезней и вредителей, а также дополнительный расход дезинфицирующей жидкости. В рассматриваемой работе приведен материал по методике и техническому обеспечению систем защиты. Исследованы закономерности движения капель рабочих растворов дезинфицирующих средств в факеле распыла и их воздействия на обрабатываемую поверхность. Определены пути повышения эффективности дезинфекции. Эффективность использования дезинфицирующих средств может быть определена двумя основными критериями: физическими измерениями плотности покрытия (в виде числа капель на единицу площади, шт.·м²) и объемно-массового показателя отложения (л·м²) на обрабатываемой поверхности объекта; биологическая оценка проводится с целью определения степени снижения численности вредных объектов (грибковых и инфекционных заболеваний) или повреждений на обрабатываемом участке. Взаимосвязь между физическими и биологическими методами оценки воздействия дезинфицирующих средств на орошаемую поверхность непростая, так как эффективность обработки зависит от многих факторов: размера капель; нормы расхода рабочей жидкости; концентрации препарата; удерживаемости капель на целевом объекте; температуры, влажности и подвижности окружающей среды и т. п.

Ключевые слова: дезинфекция, густота покрытия, степень покрытия, форсунка, размер капли, класс дисперсности, эффективный размер капли.

Введение. Анализ тенденций развития и совершенствования способов ведения современного животноводства показывает, что повышение качества производимой продукции невозможно без применения средств химической защиты. Однако, использование дезинфицирующих средств при несовершенстве технологий и технических средств, а также несоблюдении зоотехнических требований приводит к избыточному накоплению их в животноводческих помещениях и на рабочих поверхностях оборудования, что влечет за собой загрязнение не только производимой продукции, но и окружающей среды [1].

Эффективность применения дезинфицирующих средств зависит от качества выполнения технологического процесса, определяемого равномерностью распределения препарата по обрабатываемой поверхности, дисперсностью факела распыла, густотой покрытия обрабатываемой поверхности, которые, главным образом, определяются состоянием и эксплуатацией технических средств диспергирования дезинфектантов. Поэтому исследование, разработка технологий и средств механизации, позволяющих качественно и с наименьшими потерями выполнить технологические операции дезинфекции животноводческих помещений и оборудования, является важной задачей [2].

Условия, материалы и методы исследований. Объектом исследования являются фи-

зические процессы распыливания дезинфицирующей жидкости на обрабатываемую поверхность.

При распыливании жидкости форсунками чаще всего образуется полидисперсная система капель. Поэтому объем дезинфицирующей жидкости, выраженный числом капель и степенью диспергирования этого объема, несет элементарную частицу биоцидной энергии в направлении обрабатываемой поверхности. Для эффективного применения дезинфицирующих аэрозолей необходимо получать равнозначные по размеру капли для орошения обрабатываемой поверхности, с целью снижения расхода и увеличения действенности препарата для достижения конечного эффекта [3].

Наиболее прогрессивным методом повышения эффективности дезинфекции является дробление жидкости до состояния аэрозолей и распределение мелких частиц по обрабатываемому объекту [4].

Мелкие частицы из-за малых размеров и веса длительно остаются во взвешенном состоянии. Время «зависания» таких частиц на несколько часов дольше, чем при обычном крупнокапельном орошении, кроме того, мелкодисперсные частицы рабочего раствора распределяются равномернее, площадь взаимодействия препарата и целевых объектов (насекомых, бактерий и др.) увеличивается.

С уменьшением расхода дорогостоящих дезинфицирующих средств, при использовании технологии аэрозольного распыления, получают не только экономию материальных средств, но и увеличивают эффективность защитных мероприятий.

Биологические эксперименты показали, что оптимальная активность различных классов химикатов достигается при распылении их частицами определённых размеров. Рекомендуемые размеры частиц для эффективной аэрозольной обработки: дезинфекция – 50...100 микрон; дезинсекция – 10...50 микрон; дезодорация – 10...20 микрон; аэрозольная обработка с увлажнением – 30...80 микрон [5].

По величине диаметра и числу капель в единице объема их условно можно подразделить на классы дисперсности (табл. 1).

Эффективный размер частиц при аэрозольной обработке от 10 до 100 микрон. Однако такие капли сдуваются ветром. Опытами установлено, что на объекте обработки лучше осаждаются и удерживаются капли диаметром 100...360 мкм. Капли данного класса дисперсности обладают оптимальной концентрацией применительно ко всем дезинфицирующим средствам. Если дрейф частичек с ветром полезен и в помещениях применяются капли меньшего размера [5].

Факторами, влияющими на эффективность обработки генераторами тумана на открытом воздухе и в помещении, также являются: скорость ветра и конфигурация объекта, атмосферная влажность, тип дезинфицирующего раствора, вид обработки, время экспозиции, температура воздуха в помещении, обрабатываемой поверхности и дезинфицирующего раствора.

Поэтому диаметры диспергируемых капель положены в основу расчета биологической эффективности препарата, норм расхода рабочей жидкости заданной концентрации, а также оценки качества обработки по густоте и степени покрытия обработанной поверхности.

Дисперсность капель определяется геометрическими характеристиками распылителя и давлением в системе распылителя [6]. Однако при любом сочетании этих факторов (в пределах заданных технологических условий на распыление) границы классов дисперсности практически не меняются. Это подтверждает-

ся многочисленными экспериментальными исследованиями по дроблению потока жидкости на капли современными распылителями как отечественного, так и зарубежного производства. Поэтому расчеты качественных показателей распыления по средним данным классов дисперсности капель будут соответствовать реальным (с учетом допустимого отклонения расхода жидкости от заданной нормы на единицу обрабатываемой поверхности $\pm 10\%$ и допустимом отклонении расхода жидкости через распылитель $\pm 5\%$) [7,8].

Стандартным показателем оценки качества распыления является густота покрытия, т.е. число капель, приходящихся на 1 см² обрабатываемой поверхности [9, 10]. Для определения этого параметра выделим в факеле распыленной жидкости элементарный объем V_0 и на основании данных таблицы 1, определим среднее число капель каждого класса, содержащихся в этом объеме. Для расчетов воспользуемся формулой:

$$n_{ki} = \frac{V_0 \psi_i}{V_{ki}} \quad (1)$$

где n_{ki} – среднее число капель класса i , содержащихся в объеме V_0 , шт. · мм⁻³;

ψ_i – доля капель данного класса в факеле распыленной жидкости;

V_{ki} – средний объем одной капли (принятой за шар) данного класса, определяемый по формуле:

$$V_{ki} = \frac{1}{6} \pi \cdot d_{ki}^3, \quad (2)$$

где d_{ki} – средний диаметр капли в данном классе, мм.

Число капель всех классов, содержащихся в объеме V_0 , равно:

$$n_k = \sum_{i=1}^{i=4} n_i = \frac{6 \cdot V_0}{\pi} \left[\frac{\psi_1}{d_{k1}^3} + \frac{\psi_2}{d_{k2}^3} + \frac{\psi_3}{d_{k3}^3} + \frac{\psi_4}{d_{k4}^3} \right], \quad (3)$$

Число элементарных начальных объемов V_0 , которые необходимо распылить на единичную площадь, определим из соотношения:

$$\eta = \frac{Q}{V_0} = \frac{Q_1 \cdot 10^{-2}}{V_0}, \quad (4)$$

Таблица 1 – Классификация капель по классам дисперсности

Класс дисперсности	Диапазон изменения диаметра капель в классе, мкм	Средний диаметр капель в классе, мкм	Доля капель данного класса в факеле распыла ψ_i , %	Среднее значение капель данного класса в факеле распыла ψ_{cp} , %
Грубый	6...80	70	42,59...45,75	44,17
Тонкий	81...150	115	33,12...37,42	35,27
Средний	151...300	225	10,35...15,97	13,16
Крупный	301...720	360	5,30...9,50	7,4

Таблица 2 – Расчетные коэффициенты качества распределения капель жидкости по обрабатываемой поверхности

Средний диаметр капель в группе d_{ki} , мкм	Содержание в единице объема, ψ_i	Число капель в единице объема n_{ki} , шт	Норма расхода – 0,25 л/м ²	
			Густота покрытия Γ , шт.·м ²	Степень покрытия Π , %
70	0,4417	2460,0	3690,0	22,08
115	0,3527	443,0	664,5	6,9
225	0,1316	22,15	33,2	1,32
360	0,074	3,06	4,6	0,47
Итого:	1,00	2928,21	4662,3	30,76

где Q – минутный расход рабочей жидкости, л/мин.;

Объем жидкости Q_1 , попавший на индикаторные карточки за время t , определяется из соотношения:

$$Q_1 = q \cdot t. \quad (5)$$

где q – минутная подача жидкости через распылитель, л·мин⁻¹;

t – время работы форсунки.

Густота покрытия (Γ) обрабатываемой поверхности определится как произведение числа капель N , содержащихся в объеме V_0 , на число таких объемов. С учетом зависимостей (3) и (4) густота покрытия определяется формулой (шт.·см⁻²):

$$\Gamma = N \cdot \eta = \frac{6}{\pi} Q_1 \cdot \sum_{i=1}^{i=4} \frac{\psi_i}{d_{ki}^3} \cdot 10^{-2}, \quad (6)$$

Вторым важным показателем качества распыливания является степень покрытия обрабатываемой поверхности каплями. Количественным критерием этого показателя является отношение суммарных площадей следов всех осевших капель к площади, на которую они осели. Если принять, что след капли, осевшей на поверхности, имеет форму круга и равен ее диаметру d_{ki} , то полнота покрытия площади в 1 см² выразится через густоту покрытия (4) зависимостью:

$$\Pi = 1,5 \cdot Q_1 \cdot \sum_{i=1}^{i=4} \frac{\psi_i}{d_{ki}^3} \cdot 10^{-2}, \quad (7)$$

где Π – полнота покрытия, %.

Если за характеристику полидисперсности капель принять среднестатистические данные (табл. 1), то зависимости (6) и (7) могут быть использованы как теоретические (отсутствие потерь рабочего раствора) и технологические (заданная норма расхода) оценки качества распыливания.

Анализ и обсуждение результатов исследования. По приведенным расчетным зависимостям проведены исследования дезинфицирующего препарата Вироцид (Virocid). Результаты расчета этих параметров приведены в табл. 2, применительно для профилактической и текущей дезинфекции методом аэрозольной дезинфекции. Для эффективного распределе-

ния действующего вещества по обрабатываемой поверхности следует использовать водный (рабочий) раствор Вироцида в концентрации 0,25% при норме расхода 0,25 л/м² [11].

Сравнивая сопоставимые параметры, нетрудно установить завышение густоты покрытия обрабатываемой поверхности в 1,5...2,5 раза при технических нормах расхода дезинфицирующего средства по отношению к биологически эффективным. Такое расхождение объясняется технологическими параметрами и расходными характеристиками распылителей.

Анализ работы форсунок показывает, что при проведении ветеринарно-санитарных мероприятий на качество распыления может оказывать влияние [12, 13, 14]:

- изменение расхода жидкости через распылитель;
- изменение угла при вершине факела распыла (тип распылителя);
- расстояние от форсунки до обрабатываемой поверхности;
- скорость передвижения форсунки относительно обрабатываемой поверхности.

Заключение. Таким образом, эффективность использования дезинфицирующих средств может быть определена двумя основными критериями:

- физическими измерениями плотности покрытия (в виде числа капель на единицу площади, шт.·м²) и объемно-массового показателя отложения (л·м²) на обрабатываемой поверхности объекта;
- биологическая оценка проводится с целью определения степени снижения численности вредных объектов (грибковых и инфекционных заболеваний) или повреждений на обрабатываемом участке.

Взаимосвязь между физическими и биологическими методами оценки воздействия дезинфицирующих средств на орошаемую поверхность непростая, так как эффективность обработки зависит от многих факторов: размера капель; нормы расхода рабочей жидкости; концентрации препарата; удерживаемости капель на целевом объекте; температуры, влажности и подвижности окружающей среды и т. п.

Полученные авторами результаты могут быть использованы при проектировании новых конструкций форсунок для аэрозольной обработки животноводческих помещений и оборудования.

Литература

1. Кашапов, И.И. Энергосбережение и энергоэффективность. Перспективы развития в России и мире/ И.И. Кашапов, А.А. Мустафин, Б.Г. Зиганшин, Р.Р. Лукманов, Н.А. Корсаков// Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы. Труды международной научно-практической конференции – Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2015. – С. 175-181.
2. Иванов Б.Л., Теория распыливания жидкости форсунками/ Б.Л. Иванов, Б.Г. Зиганшин, Р.Ф. Шарафеев, И.Р. Сагбиев// Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 2 (53). – С. 95-99.
3. Иванов, Б.Л. Дезинфекция производственных помещений и оборудования/ Б.Л. Иванов, А.И. Рудаков, Н.Х. Зиннатуллин, М.А. Лушнов// Вестник Технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 21. – С. 130-133.
4. Боченин, Ю.И. Аэрозоли в профилактике инфекционных заболеваний сельскохозяйственных животных / Ю.И. Боченин и др.// Ветеринарный консультант. – 2004. – № 23–24. – С. 10-18.
5. Бирман, Б.Я. Методические рекомендации по аэрозольной дезинфекции птицеводческих помещений / Б.Я. Бирман, Д.Г. Готовский, – Минск: Изд-во: РНИИУП «ИЭВ им. С.Н. Вышелесского», 2007. – С.56.
6. Симаков, Н.Н. Кризис сопротивления капель при переходных числах Рейнольдса в турбулентном двухфазном потоке факела распыла механической форсунки// ЖТФ. – 2004. – Т. 74, – вып. 2. – С.46-50.
7. Han Z., Parrish E., Farrell P.Y., Reitz R.D. Modeling atomization processes of pressure-swirl hollow-cone fuel sprays // Atom. Sprays. – 1997. – Vol. 7. – P. 663-684.
8. Васильев А.Ю. Физические особенности дробления жидкостей различными способами распыливания/ А.Ю. Васильев, А.И. Майорова// ТВТ, – 2014, – Том 52, – Выпуск 2, С. 261–270.
9. Гордеенко, О.В. Методика инженерного расчета кинематических параметров движения капель рабочего раствора пестицидов с учетом сил сопротивления воздушной среды / О.В. Гордеенко и др.// Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем: сб. докладов XII Междунар. науч.-техн. конф., Всерос. науч.исслед. ин-т мех. сел. хоз-ва. – Углич, 2012. – Ч. 1. – С. 344–351.
10. Крук, И.С. Обоснование кинематических и конструктивных параметров опрыскивателей объемного действия/ И.С. Крук и др.// Инновационные технологии в производстве сельскохозяйственной продукции: сб. науч. статей Междунар. науч.-практ. конф., – Минск, 2015. – С. 153–159.
11. Смирнов, А.М. Дезинфекция как мера профилактики и ликвидации инфекционных болезней / А.М. Смирнов, Н.И. Попов // Ветеринария и кормление. – 2005. – №4. – С. 24-27.
12. Патент на полезную модель РФ №119264 «Пневматический распылитель»/Иванов Б.Л., Лушнов М.А., Маркин О.Ю., Нафиков И.Р., Рудаков А.И.//Заявл. 28.02.2012; Опубл. 28.08.2012. Бюл. №23.
13. Патент на полезную модель РФ № 123475 «Струйный распылитель жидкостей»/Иванов Б.Л., Лушнов М.А., Маркин О.Ю., Нафиков И.Р., Рудаков А.И.//Заявл. 28.02.2012; Опубл. 27.12.2012; Бюл. №36.
14. Абделфаттах А.Х., Исследование некоторых параметров параметров капельного орошения путем гидравлической оценки капельниц/ А.Х. Абделфаттах, Б.Л. Иванов, Б.Г. Зиганшин// Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 2 (53). – С. 72-76.

Сведения об авторах:

Иванов Борис Литта – ст. преподаватель кафедры «Машины и оборудование в агробизнесе, e-mail: lit-tab@mail.ru

Зиганшин Булат Гусманович – доктор технических наук, профессор, профессор РАН, e-mail: zig-an66@mail.ru

Рудаков Александр Иванович – доктор технических наук, профессор кафедры «Машины и оборудование в агробизнесе, e-mail: rud-38@mail.ru

Лушнов Максим Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины и оборудование в агробизнесе, e-mail: maksim-lushnov@mail.ru

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия.

ASSESSMENT OF DISTRIBUTION OF DISINFECTING LIQUID DROPS ON THE SURFACE PROCESSED

Ivanov B.L., Ziganshin B.G., Rudakov A.I., Lushnov M.A.

Abstract. The presence of a surface characteristic of a liquid, when passing through which the density of a substance changes stepwise, determines a number of its properties. Liquid particles located in a layer immediately adjacent to the surface are in a state different from the state in their thickness. This difference is due to the peculiarity of molecular interaction. So, to move a molecule from the thickness of the surface to the surface, it is necessary to spend some work. This causes an increase in the power of equipment for protecting farm animals from diseases and pests, as well as an additional consumption of disinfectant liquid. In this work, material is given on the methodology and technical support of protection systems. The patterns of movement of droplets of working solutions of disinfectants in the spray torch and their effects on the treated surface are investigated. Ways to increase the effectiveness of disinfection are identified. The effectiveness of the use of disinfectants can be determined by two main criteria: physical measurements of the coating density (in the form of the number of drops per unit area, pcs. · m²) and volumetric mass deposition rate (l · m²) on the treated surface of the object; biological assessment is carried out in order to determine the degree of reduction in the number of harmful objects (fungal and infectious diseases) or damage in the treated area. The relationship between physical and biological methods for assessing the effect of disinfectants on the irrigated surface is not simple, since the processing efficiency depends on many factors: droplet size; working fluid flow rates; drug concentration; retention of droplets on the target; temperature,

humidity and environmental mobility, etc.

Key words: disinfection, coating density, coating degree, nozzle, droplet size, dispersion class, effective droplet size.

References

1. Kashapov I.I. *Energoberezhenie i energoeffektivnost. Perspektivy razvitiya v Rossii i mire. // Agrarnaya nauka XXI veka. Aktualnye issledovaniya i perspektivy. Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii.* (Energy saving and energy efficiency. Development prospects in Russia and the World. / I.I. Kashapov, A.A. Mustafin, B.G. Ziganshin, R.R. Lukmanov, N.A. Korsakov // Agrarian science of the XXI century. Actual research and prospects. Proceedings of the international scientific and practical conference). - Saratov, Saratov State Agrarian University, 2015. – Saratov, FGBOU VO Saratovskiy GAU, 2015. – P. 175-181.
2. Ivanov B.L. Theory of spraying liquids with nozzles. [Teoriya raspylivaniya zhidkosti forsunkami]. / B.L. Ivanov, B.G. Ziganshin, R.F. Sharafiev, I.R. Sagbiev // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – The herald of Kazan State Agrarian University.* 2019. Vol. 14. № 2 (53). P. 95-99.
3. Ivanov B.L. Disinfection of industrial premises and equipment. [Dezinfektsiya proizvodstvennykh pomescheniy i oborudovaniya]. / B.L. Ivanov, A.I. Rudakov, N.Kh. Zinnatullin, M.A. Lushnov // *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta. – The Herald of the Technological University.* 2017. Vol. 20. № 21. P. 130-133.
4. Bochenin Yu.I. Aerosols in the prevention of infectious diseases of farm animals. [Aerologii v profilaktike infektsionnykh zabolevaniy selskokhozyaystvennykh zhivotnykh]. / Yu.I. Bochenin and others. // *Veterinarnyy konsultant. – Veterinary consultant.* – 2004. – № 23–24. – P. 10-18.
5. Birman B.Ya. *Metodicheskie rekomendatsii po aerolnoy dezinfektsii ptitsevodcheskikh pomescheniy.* [Guidelines for aerosol disinfection of poultry facilities]. / B.Ya. Birman, D.G. Gotovskiy, – Minsk, RNIUP “IEV im. S.N. Vysheleskogo”, 2007. – P.56.
6. Simakov N.N. *Krizis soprotivleniya kapel pri perekhodnykh chislakh Reynoldsa v turbulentnom dvukhfaznom potoke fakela raspyla mekhanicheskoy forsunki.* [Drop resistance crisis at transition Reynolds numbers in a turbulent two-phase stream of a spray of a mechanical nozzle]. // *ZhTF.* 2004. – Vol. 74, issue 2. P. 46-50.
7. Han Z., Parrish E., Farrell P.Y., Reitz R.D. Modeling atomization processes of pressure-swirl hollow-cone fuel sprays // *Atom. Sprays.* 1997. – Vol. 7. – P. 663-684.
8. Vasilev A.Yu. *Fizicheskie osobennosti drobleniya zhidkostey razlichnymi sposobami raspylivaniya.* [Physical features of liquid crushing by various spraying methods]. / A.Yu. Vasilev, A.I. Mayorova // *TVT,* 2014, Vol. 52, issue 2, P. 261–270.
9. Gordeenko O.V. *Metodika inzhenernogo rascheta kinemateskikh parametrov dvizheniya kapel rabochego rastvora pestitsidov s uchetom sil soprotivleniya vozduшной среды. // Modernizatsiya selskokhozyaystvennogo proizvodstva na baze innovatsionnykh mashinnykh tekhnologiy i avtomatizirovannykh sistem: sb. dokladov XII Mezhdunar. nauch.-tekh. konf., Vseros. nauch.issled. in-t mekh. sel. khoz-va.* (The technique of engineering calculation of the kinematic parameters of the movement of droplets of the working solution of pesticides, taking into account the resistance forces of the air. / O.V. Gordeenko and others. // Modernization of agricultural production based on innovative machine technologies and automated systems: Collection of reports of XII International scientific and technical conference, All-Russian Research Institute of Agriculture). – Uglich, – 2012. – Part 1. – P. 344–351.
10. Kruk I.S. *Obosnovanie kinemateskikh i konstruktivnykh parametrov opryskivatelye obemnogo deystviya. // Innovatsionnye tekhnologii v proizvodstve selskokhozyaystvennoy produktsii: sb. nauch. statey Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* (Justification of the kinematic and design parameters of volumetric sprayers. / I.S. Kruk and others // Innovative technologies in agricultural production: Collection of reports International scientific and technical conference). – Minsk, – 2015. P. 153–159.
11. Smirnov A.M. Disinfection as a measure of prevention and elimination of infectious diseases. [Dezinfektsiya kak mera profilaktiki i likvidatsii infektsionnykh bolezney]. / A.M. Smirnov, N.I. Popov // *Veterinariya i kormlenie. – Veterinary medicine and feeding.* №4. – 2005. – P. 24-27.
12. Patent na poleznuyu model RF №119264 “Pnevmaticheskiy raspylitel”. [Pneumatic spray]. Ivanov B.L., Lushnov M.A., Markin O.Yu., Nafikov I.R., Rudakov A.I. // *Applied* 28.02.2012; published 28.08.2012. Bul. №23.
13. Patent na poleznuyu model RF №123475 “Struynyy raspylitel zhidkostey”. [Inkjet liquid spray]. Ivanov B.L., Lushnov M.A., Markin O.Yu., Nafikov I.R., Rudakov A.I. // *Applied* 28.02.2012; published 27.12.2012; Bul. №36.
14. Abdelfattakh A.Kh. Study of some parameters of drip irrigation by hydraulic assessment of droppers. [Issledovanie nekotorykh parametrov kapelnogo orosheniya putem gidravlicheskoj otsenki kapelnits]. / A.Kh. Abdelfattakh, B.L. Ivanov, B.G. Ziganshin // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – The herald of Kazan State Agrarian University.* 2019. Vol. 14. № 2 (53). P. 72-76.

Authors:

Ivanov Boris Litta – Senior Lecturer, Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, e-mail: littab@mail.ru
 Ziganshin Bulat Gusmanovich - Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, e-mail: zigan66@mail.ru
 Rudakov Aleksandr Ivanovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Machines and Equipment in Agribusiness, e-mail: rud-38@mail.ru
 Lushnov Maksim Aleksandrovich – Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Machines and Equipment in Agribusiness, e-mail: maksim-lushnov@mail.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.