Lytov Michail Nikolaevich, Leading Researcher, Volgograd Branch of the Federal State Budget Scientific Institution All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation A.N. Kostyakova (400002, Volgograd, Timiryazev St., 9), Candidate of Agricultural Sciences, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2743-9825> LytovMN@yandex.ru

Информация об авторах:

Бородычев Виктор Владимирович, академик РАН, директор Волгоградского филиала федерального государственного бюджетного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова (400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9), доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0279-8090>. E-mail: vkovniigim@yandex.ru

Лытов Михаил Николаевич, ведущий научный сотрудник Волгоградского филиала федерального государственного бюджетного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова (400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9), кандидат сельскохозяйственных наук,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2743-9825> LytovMN@yandex.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-34

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF FILTER LOADS FOR DEFERRIZATION OF WATER FROM UNDERGROUND WATER SOURCES FOR DRIP IRRIGATION SYSTEMS

A.S. Ovchinnikov¹, V.S. Bocharnikov¹, O.V. Bocharnikova¹,
E.V. Pustovalov¹, M.A. Denisova¹

¹*Volgograd State Agrarian University, Volgograd*

Received 24.12.2020

Submitted 20.05.2021

Abstract

Introduction. The use of groundwater in land reclamation practice is complicated by the high content of iron impurities. The presence of iron in irrigation water negatively affects the operation of the main and auxiliary equipment of drip irrigation systems, causes corrosion and premature wear of metal pipes of water distribution systems. In addition, prolonged watering with such water negatively affects the biological development of plants. In order to increase the operational reliability of drip irrigation systems, as well as to obtain the planned yields, when using water from underground water sources for irrigation, special attention should be paid to deferrization. In most cases, deferrization is an energy-intensive, capital-intensive method for treating irrigation water. Therefore, the development of the simplest iron removal technology available to a farm is an urgent task. **Object.** The object of research is the underground waters of the Volgograd region. **Materials and methods.** Three samples of filtering material took part in the research as a load: quartz sand with a grain size of 1.0-1.5 mm; natural zeolite with a particle size of 1.5-2.0 mm; pyrolusite (MnO₂) with a fraction of 1.0 mm. For each sample of the filtering material, two variants of the filtration rate were investigated: $V = 5-9 \text{ m / h}$; $V = 10-15 \text{ m / h}$. **Results and conclusions.** Filtration through a sand load at $V = 5-9 \text{ m / h}$, the total iron index ($\text{Fe}_{\text{general}}$) was reduced to 0.99 mg / l, at $V = 10-15 \text{ m / h}$ - to 0.44 mg / l, which does not satisfy the conditions of the maximum permissible concentration. The use of zeolite loading made it possible to extract iron impurities to the required indicator ($\text{Fe}_{\text{general}} = 0.3 \text{ mg / l}$) at a speed of $V = 10-15 \text{ m / h}$, when at $V = 5-9 \text{ m / h}$ this indicator decreased only to 0.37 mg / l. The best results were shown by filters with catalytic pyrolusite loading where the efficiency of removing iron from water was 88.2% at a speed of $V = 5-9 \text{ m / h}$, and 93.7% at a speed of $V = 10-15 \text{ m / h}$. Thus, to obtain the desired result, filtration should be carried out on filters with a zeolite load at a speed of $V = 10-15 \text{ m / h}$, or through pyrolusite, while there is no need to use higher filtration rates.

Key words: groundwater, drip irrigation system, deferrization, quartz sand, natural zeolite, pyrolusite

Citation. Ovchinnikov A.S., Bocharnikov V.S., Bocharnikova O.V., Pustovalov E.V., Denisova M.A. Analysis of the efficiency of filter loads for deferrization of water from underground water sources for drip irrigation systems. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 2(62). 330-338 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-34.

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 628.16.067.1

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЗАГРУЗОК ПРИ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИИ ВОДЫ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОДОИСТОЧНИКОВ ДЛЯ СИСТЕМ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

А. С. Овчинников, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

В. С. Бочарников, доктор технических наук, профессор

О. В. Бочарникова, доктор технических наук, доцент

Е. В. Пустовалов, кандидат сельскохозяйственных наук

М. А. Денисова, кандидат технических наук

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 24.12.2020

Дата принятия к печати 20.05.2021

Актуальность. Использование подземных вод в мелиоративной практике усложняется высоким содержанием примесей железа. Наличие железа в поливной воде негативно сказывается на работе основного и вспомогательного оборудования систем капельного орошения, вызывает коррозию и преждевременный износ металлических труб систем водораспределения. Кроме того, длительный полив такой водой негативно сказывается на биологическом развитии растений. С целью повышения эксплуатационной надежности систем капельного орошения, а также получения планируемых урожаев при использовании для полива воды из подземных водоисточников особое внимание следует уделять обезжелезиванию. В большинстве случаев обезжелезивание – это энергоемкий, требующий больших капиталовложений метод очистки поливной воды. Поэтому разработка простейшей технологии обезжелезивания, доступной фермерскому хозяйству, является актуальной задачей. **Объект.** Объектом исследования являются подземные воды Волгоградской области. **Материалы и методы.** В качестве загрузки в исследованиях участвовали три образца фильтрующего материала: кварцевый песок с размером зерен 1,0-1,5 мм; природный цеолит крупностью 1,5-2,0 мм; пиролюзит (MnO_2) фракцией 1,0 мм. Для каждого образца фильтрующего материала исследовались два варианта скорости фильтрования: $V = 5-9$ м/ч; $V = 10-15$ м/ч. **Результаты и выводы.** Фильтрование через песчаную загрузку при $V = 5-9$ м/ч обеспечило снижение общего показателя железа ($Fe_{общ}$) был снижен до 0,99 мг/л, при $V = 10-15$ м/ч – до 0,44 мг/л, что не удовлетворяет условиям ПДК. Использование цеолитовой загрузки позволило извлечь примеси железа до требуемого показателя ($Fe_{общ} = 0,3$ мг/л) при скорости $V = 10-15$ м/ч, когда при $V = 5-9$ м/ч этот показатель понизился лишь до 0,37 мг/л. Наилучшие результаты показали фильтры с каталитической пиролюзитовой загрузкой, где эффективность удаления железа из воды составляла при скорости $V = 5-9$ м/ч 88,2 %, при скорости $V = 10-15$ м/ч – 93,7 %. Таким образом, для получения требуемого результата, фильтрацию следует проводить на фильтрах с цеолитовой загрузкой при скорости $V = 10-15$ м/ч, или через пиролюзит, при этом нет необходимости применения более высоких скоростей фильтрования.

Ключевые слова: подземные воды, системы капельного орошения, обезжелезивание воды, кварцевый песок, природный цеолит, пиролюзит.

Цитирование. Овчинников А. С., Бочарников В. С., Бочарникова О. В., Пустовалов Е. В., Денисова М. А. Анализ эффективности работы фильтрующих загрузок при обезжелезивании воды из подземных водоисточников для систем капельного орошения. *Известия НВ АУК.* 2021. 2(62). 330-338. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-34.

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. Волгоградская область, находясь в сложных агроклиматических условиях с жарким летом и малым количеством осадков, относится к зоне рискованного земледелия, где выращивание овощных культур невозможно представить без использования полива [1]. Только благодаря совершенствованию и внедрению в сельскохозяйственное производство ресурсосберегающих технологий, способов и систем орошения [4] регион смог добиться высоких показателей не только в овощеводстве, но и в обеспечении продовольственной безопасности страны в целом.

Преимущественно вода для полива подается из поверхностных водоисточников [7]. Однако в условиях отсутствия близлежащих открытых источников воды, а также оросительных систем с магистральными и распределительными каналами аграрии прибегают к использованию для полива воды из подземных водоисточников [9, 10].

В настоящее время в Волгоградской области разведано свыше 150 месторождений подземных вод, используемых для орошения и питьевого водоснабжения. Их главной характерной особенностью является высокое содержание железа.

Наличие железа в поливной воде негативно сказывается на работе основного и вспомогательного оборудования систем капельного орошения: вызывает коррозию и преждевременный износ металлических труб систем водораспределения; трехвалентное железо (Fe^{3+}) легко гидролизует в нерастворимый осадок гидроксида железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$, образуя взвесь, что в свою очередь снижает расход капельных лент и влечет за собой отклонение от режима орошения [3, 5, 8].

Длительный полив такой водой негативно сказывается на биологическом развитии растений. Как правило, избыточное содержание железа в поливной воде приводит к нежелательному росту патогенных бактерий и грибов, способствующих образованию гнилей у растений. Среди овощных культур особой чувствительностью к железу отличаются огурцы и томаты, у которых главным симптомом избытка железа являются темно-зеленые жилки на фоне светлой листовой пластинки.

Таким образом, с целью повышения эксплуатационной надежности систем капельного орошения, а также получения планируемых урожаев при использовании для полива воды из подземных водоисточников особое внимание следует уделять обезжелезиванию. В большинстве случаев обезжелезивание – это энергоемкий, требующий больших капиталовложений метод очистки поливной воды. Поэтому разработка простейшей технологии обезжелезивания, доступной фермерскому хозяйству, является актуальной задачей.

Материалы и методы. Образцы исходной воды для анализа отбирались из артезианской скважины глубиной 153 м. Химический состав воды изучался по показателям, представленным в таблице 1. Показатели общего железа ($\text{Fe}_{\text{общ}}$) в исходной воде были превышены в 8 раз. Из всего содержащегося в воде железа основная доля приходится на двухвалентное железо (Fe^{2+}) – 93,7 %.

При выборе метода обезжелезивания следует учитывать состав и количество различных форм железа в воде. Если для удаления трехвалентного железа (Fe^{3+}) достаточно фильтрования через кварцевый песок с предварительным изливом воды с высоты 0,5-0,7 м, то для растворенного двухвалентного железа (Fe^{2+}) требуются аэрация и другие, более сложные технические решения.

Таблица 1 – Химический состав исходной воды

Показатель / Index	Ед. Измерения / unit of measurement	Характеристика / Characteristic	ПДК / maximum permissible concentration
рН	-	6,7	6,5-8,5
Железо двухвалентное / Ferrous iron (Fe^{2+})	мг/л / mg / l	2,22	-
Железо трехвалентное / Ferric iron (Fe^{3+})	мг/л / mg / l	0,15	-
Железо общее / Iron total ($\text{Fe}_{\text{общ}}$)	мг/л / mg / l	2.37	0.3

Рисунок 1 – Технологическая схема обезжелезивания воды по методу «сухой фильтрации»

Figure 1 – Technological diagram of water deferrization by the method
«Dry filtration»

1 – well; 2 – pump; 3 – feed pipe; 4 – gate valves; 5 – filter with filter loading;
6 – branch pipe; 7 – compressor; 8 – air supply pipe

Сущность метода заключается в фильтровании воздушно-водной эмульсии через незатопленную («сухую») зернистую фильтрующую загрузку [2, 6], находящуюся под небольшим вакуумом. Объем подаваемого воздуха берется из расчета 1 : 3 (три объема воздуха на один объем воды).

В качестве загрузки в исследованиях участвовали три образца фильтрующего материала (рисунок 2): кварцевый песок с размером зерен 1,0-1,5 мм; природный цеолит крупностью 1,5-2,0 мм; пиролюзит (MnO_2) фракцией 1,0 мм.

Рисунок 2 – Образцы исследуемых фильтрующих материалов

Figure 2 – Samples of the investigated filter materials

Кварцевый песок (SiO_2) – наиболее распространенный материал, используемый в водоочистке. Его широкое применение, в первую очередь, обусловлено доступностью и дешевизной. Кроме того, песок обладает хорошими сорбционными свойствами, обусловленными неровностями на поверхности зерен и высокой межзерновой пористостью, которая увеличивает грязеемкость.

Природный цеолит – это природный пористый минерал с высокими сорбционными и ионообменными свойствами. Состав и свойства исследуемого образца (Иловинское месторождение Волгоградской области) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика состава и свойств природного цеолита

Table 2 – Characteristics of the composition and properties of natural zeolite

Физические свойства/ Physical properties					
Показатель / Index			Значение / Value		
Обменная емкость, мг-экв/г. /Exchange capacity, mg-eq / g			0,4		
Плотность, г/см ³ / Density, g /cm ³			1,1		
Пористость/ Porosity, %			55		
Минеральный состав (% от масс)/ Mineral composition (% by weight)					
Показатель / Index		Значение / Value	Показатель / Index		Значение / Value
Клиноптилолит / Clinoptilolite		25	Глинистые минералы / Clay minerals		12
Опал-кristобалит-тридимит / Opal-cristobalite-tridymite		49	Кварц/ Quartz		11
Кальцит / Calcite		2	Полевой шпат/ Feldspar		1
Химический состав (% от масс) / Chemical composition (% by mass)					
Показатель / Index	Значение / Value	Показатель / Index	Значение / Value	Показатель / Index	Значение / Value
SiO ₂	76,58	Fe ₂ O ₃	2,39	Na ₂ O	0,53
TiO ₂	0,33	CaO	3,0	K ₂ O	1,51
Al ₂ O ₃	5,19	MgO	0,74	H ₂ O	9,73

Пиролузит (MnO_2) – диоксид марганца, природный минерал, который в последние десятилетия находит широкое применение в системах водоочистки. Этот материал используется в качестве каталитической загрузки, способен окислять железо, переводит его в нерастворимый осадок, который легко удаляется фильтрованием.

Для каждого образца фильтрующего материала исследовались два варианта скорости фильтрования: $V = 5-9$ м/ч; $V = 10-15$ м/ч.

Результаты и обсуждение. Эффективность работы фильтрующей загрузки определяется показателями остаточных примесей в обработанной жидкости (рисунок 3). Согласно данным, представленным в таблице 1 и на рисунке 3, общее железо ($Fe_{общ}$) в исходной воде содержится в количестве 2,37 мг/л. В соответствии с требованиями ПДК, данный показатель должен быть снижен как минимум на 87,3 %.

Рисунок 3 – Диаграмма остаточных примесей железа в обработанной жидкости

Figure 3 – Diagram of residual iron impurities in the treated liquid

Диаграмма показывает, что удаление железа фильтрованием через кварцевый песок малоэффективно. При условии что содержание общего железа ($Fe_{общ}$) в поливной воде после обработки не должно превышать 0,3 мг/л, этот показатель при скорости $V = 5-9$ м/ч удалось снизить на 58,2 %, с 2,37 до 0,99 мг/л, из них 0,89 мг/л приходилось на двухвалентное железо (Fe^{2+}), на трехвалентное железо (Fe^{3+}) – 0,1 мг/л. Увеличение скорости фильтрования до 10-15 м/ч повысило эффективность очистки лишь на 23,2 % относительно $V = 5-9$ м/ч, что не удовлетворяет условиям использования воды для полива.

Фильтрование через цеолитовую загрузку оказалось несколько эффективнее, чем фильтрование через кварцевый песок. Результаты, удовлетворяющие условиям ПДК, были получены при фильтровании со скоростью $V = 10-15$ м/ч. Содержание общего железа ($Fe_{общ}$) было снижено до 0,3 мг/л, из которых 0,23 мг/л приходилось на двухвалентное железо (Fe^{2+}), а 0,07 мг/л – на трехвалентное (Fe^{3+}). При $V = 5-9$ м/ч $Fe_{общ}$ понизилось на 84,4 %, с 2,37 до 0,37 мг/л.

Наилучшие результаты показали фильтры с каталитической пирролюзитовой загрузкой, где эффективность удаления железа из воды составляла при скорости $V = 5-9$ м/ч 88,2 %, при скорости $V = 10-15$ м/ч – 93,7 %.

Выводы. В целом можно сказать, что железо в подземных водах содержится преимущественно в растворенном виде ионов Fe^{2+} , что обуславливает трудность его извлечения, в отличие от трехвалентного железа Fe^{3+} . Устранение железа методом фильтрования через песчаную загрузку не является целесообразным, поскольку показатели содержания железа в очищенной воде превышают ПДК независимо от скорости фильтрования. Для получения требуемого результата фильтрацию следует проводить на фильтрах с цеолитовой загрузкой при скорости $V = 10-15$ м/ч, или через пирролюзит, при этом нет необходимости применения более высоких скоростей фильтрования.

Библиографический список

1. Ахмедов А. Д. О., Джамалетдинова Е. Э. Особенности водосберегающей технологии полива овощных культур на юге России // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 4 (36). С. 17-30.
2. Изучение режимов осаждения загрузки с помощью гидравлической установки / В. С. Бочарников, О. В. Козинская, М. А. Денисова, О. В. Бочарникова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 1 (57). С. 260-267.
3. Ламскова М. И., Филимонов М. И., Новиков А. Е. Использование закрученных потоков и сорбционных эффектов при водоочистке в низконапорных оросительных системах с локальной подачей // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2016. № 4 (24). С. 189-201.
4. Михневич Э. И., Пропольский Д. Э. Анализ методов обезжелезивания воды и условия их применения // Мелиорация. 2017. № 2 (80). С. 59-65.
5. Новикова И. В., Лунева Е. Н., Грицай А. В. Средства и технологии водоподготовки для капельного орошения сельскохозяйственных угодий // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 3 (35). С. 1-17.
6. Овчинников А. С., Пустовалов Е. В. Результаты исследований применения цеолитсодержащих пород в качестве фильтрующего материала при очистке животноводческих стоков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 4 (48). С. 71-77.
7. Опыт внедрения мембранной технологии очистки артезианских вод с высоким содержанием железа и марганца / А. В. Лойко, И. В. Шибанов, Г. Г. Каграманов, А. М. Бланко-Педрахон // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2018. № 4 (124). С. 58-62.
8. Пушкарева Г. И. Использование низкосортных марганцевых руд сибери для решения экологических проблем // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. Т. 2. № 2. С. 264-267.
9. Matsak A., Tsytlshvili K. Using different filter media of stormwater treatment performance // Norwegian Journal of development of the International Science. 2018. V. 1 (20). P. 19-22.
10. Water pressure monitoring in irrigation piping as quality management tools of sprinkler irrigation / I. P. Kruzhilin, A. S. Ovchinnikov, N. V. Kuznetsova, O. V. Kozinskaya, S. D. Fomin, V. S. Bocharnikov, E. S. Vorontsova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences Open access. 2018. V. 13. P. 4181-4184.

Conclusions. In general, we can say that iron in groundwater is contained mainly in the dissolved form of Fe^{2+} ions, which makes it difficult to extract, in contrast to ferric iron Fe^{3+} . The elimination of iron by filtration through a sand bed is not advisable, since the iron content in the treated water exceeds the MPC regardless of the filtration rate. To obtain the desired result, filtration should be carried out on filters with a zeolite load at a speed of $V = 10-15$ m / h, or through pyrolusite, while there is no need to use higher filtration rates.

References

1. Akhmedov A. D. O., Jamaletdinova E. E. Features of water-saving technology for watering vegetable crops in the south of Russia // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. 2019. No. 4 (36). P. 17-30.

2. Study of the modes of sedimentation of the loading using a hydraulic installation / V. S. Bocharnikov, O. V. Kozinskaya, M. A. Denisova, O. V. Bocharnikova // News of the Lower Volga agro-university complex: Science and higher professional education. 2020. No. 1 (57). P. 260-267.
3. Lamskova M. I., Filimonov M. I., Novikov A. E. The use of swirling flows and sorption effects in water treatment in low-pressure irrigation systems with local supply // Scientific journal of the Russian Research Institute of Melioration Problems. 2016. No. 4 (24). P. 189-201.
4. Mikhnevich E. I., Propolsky D. E. Analysis of water deferrization methods and conditions for their application // Melioration. 2017. No. 2 (80). P. 59-65.
5. Novikova I. V., Luneva E. N., Gritsay A. V. Means and technologies of water treatment for drip irrigation of agricultural land // Scientific journal of the Russian Research Institute of Melioration Problems. 2019. No. 3 (35). P. 1-17.
6. Ovchinnikov A. S., Pustovalov E. V. The results of research on the use of zeolite-containing rocks as a filter material in the treatment of livestock wastewater // News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education. 2017. No. 4 (48). P. 71-77.
7. Experience in the implementation of membrane technology for purification of artesian waters with a high content of iron and manganese / A. V. Loiko, I. V. Shibano, G. G. Kagramanov, A. M. Blanco-Pedrejon // Water purification. Water treatment. Water supply. 2018. No. 4 (124). P. 58-62.
8. Pushkareva G. I. The use of low-grade manganese ores of Siberia for solving environmental problems // Interexpo Geo-Siberia. 2017. Vol. 2. No. 2. P. 264-267.
9. Matsak A., Tsytlshvili K. Using different filter media of stormwater treatment performance // Norwegian Journal of development of the International Science. 2018. V. 1 (20). P. 19-22.
10. Water pressure monitoring in irrigation piping as quality management tools of sprinkler irrigation / I. P. Kruzilin, A. S. Ovchinnikov, N. V. Kuznetsova, O. V. Kozinskaya, S. D. Fomin, V. S. Bocharnikov, E. S. Vorontsova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences Open access. 2018. V. 13. P. 4181-4184.

Authors Information

Ovchinnikov Aleksey Semenovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, head of the department "Applied geodesy, environmental management and water use", FSBEI HE "Volgograd Agrarian University" (40002, Russia, Volgograd, Universitetskiy prospect, 26), Doctor of Agricultural Sciences, Professor, tel. 8 (8442) 41-17-84, e-mail: volgau@volgau.com

Bocharnikov Viktor Sergeevich, Professor of the Department of Applied Geodesy, Natural Development and Water Use, Volgograd Agrarian University (40002, Russia, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26) Doctor of Technical Sciences, Professor, tel., 8 (8442) 41-17-84 mail: bocharnikov_vs@mail.ru.

Bocharnikova Olesya Vladimirovna, Associate Professor of the Department of Applied Geodesy, Natural Development and Water Use, Volgograd Agrarian University (40002, Russia, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26) Doctor of Technical Sciences, Professor, tel., 8 (8442) 41-17-84 mail: olesya.bocharnikova@mail.ru.

Pustovalov Evgeniy Vasilievich, Associate Professor of the Department of Applied Geodesy, Environmental Management and Water Use, Volgograd Agrarian University (40002, Russia, Volgograd, Universitetskiy prospect, 26), Ph.D. in agricultural sciences, tel., 8 (8442) 41-81-53 mail: pustovalov-evgeniy@mail.ru.

Denisova Maria Alekseevna, Senior Lecturer of the Department of Applied Geo-Desy, Environmental Engineering and Water Use, Volgograd Agrarian University (40002, Russia, Volgograd, Universitetskiy prospect, 26), Ph.D., tel., 8 (8442) 41-81-53 e-mail: masha2008-1988@mail.ru.

Информация об авторе

Овчинников Алексей Семенович, академик РАН, заведующий кафедрой «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (40002, Россия, Волгоград, проспект Университетский, 26), доктор сельскохозяйственных наук, профессор, тел. 8 (8442) 41-17-84, e-mail: volgau@volgau.com

Бочарников Виктор Сергеевич, профессор кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (40002, Россия, Волгоград, проспект Университетский, 26), доктор технических наук, профессор, тел. 8 (8442) 41-17-84 e-mail: bocharnikov_vs@mail.ru.

Бочарникова Олеся Владимировна, доцент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (40002, Россия, Волгоград, проспект Университетский, 26), доктор технических наук, доцент, тел. 8 (8442)41-17-84 e-mail: olesya.bocharnikova@mail.ru.

Пустовалов Евгений Васильевич, доцент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (40002, Россия, Волгоград, проспект Университетский, 26), кандидат сельскохозяйственных наук, тел. 8 (8442)41-81-53 e-mail: pustovalov-evgeniy@mail.ru.

Денисова Мария Алексеевна, старший преподаватель кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (40002, Россия, Волгоград, проспект Университетский, 26), кандидат технических наук, тел. 8 (8442)41-81-53 e-mail: masha2008-1988@mail.ru.

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-35

QUALITATIVE INDICATORS OF SPRAYING WHEN USING THE METHOD OF STRIP CHEMICAL TREATMENT OF SUNFLOWER

I.B. Borisenko^{1,2}, M. V. Meznikova¹, E. I. Ulybina^{1,3}

¹*Volgograd State Agrarian University, Volgograd*

²*Caspian Research Institute of Arid Agriculture, Astrakhan region*

³*State Budget Professional Educational Institution*

«Sebryakovsky Technological College» Volgograd region

Received 10.03.2021.

Submitted 15.05.2021

Abstract

Introduction. This article discusses the qualitative indicators of spraying using the method of strip chemical treatment of sunflower, taking into account the phase of growth and development of the plant. The operation of chemical plant protection in the cost structure is 20%. The difficulties of the operation are associated with many agrotechnological parameters. In order to reduce the cost of the spraying operation, it is necessary to look for new approaches to applying the solution to the plant, depending on the architecture of the structure and the phase of development of the crop. This approach was found as a new technology for the method of strip chemical treatment of high-stemmed crops. The principle of applying the solution to the plant is to redistribute the solution from the untreated strip to the plant, since in the development phase of 6-8 pairs of leaves, the sunflower has a sufficiently high stem, and the weeds are oppressed by the cultivated plant. Therefore, there is no need to carry out a continuous treatment with a chemical solution and row spacing and row. **Materials and methods.** Measurements of the phase of growth and development of sunflower were carried out during the period from the moment of sowing to harvesting of the crop. To measure the growth of the plant, three sunflower shoots were selected in the middle of the field to exclude the edge effect. The height of the shoot and the width of the leaf layer were measured with a ruler. To assess the quality indicators on the field, a «Hardi» trailed rod sprayer was used, and strips of water-sensitive paper were attached to the leaves to catch drops. The number of drops was calculated using a magnifying glass, as well as using a technique for evaluating the quality indicators of plant protection machines in accordance with GOST. **Results.** Based on the results of field studies, a graph is constructed that clearly shows the dependence of the growth of the stem and the width of the sunflower leaf layer. The photo evidence of the obtained results of spraying all layers of leaves, stem and back side of the leaf, as well as a photo of applying the solution to the culture directed at an angle of 45° in the field, with drawing the contour of spraying the working solution over the rows of sunflower. The density of the coating droplets sheet plate calculated by the formula, and based on these data, built surface graph of the number of drops falling on the sheet from its location in the structure of the culture. **Discussions and conclusion.** The proposed technology of applying the solution to high-stem crops shows that due to the changeover of rod sprayers in the field, the method of strip chemical treatment of row crops is more effective than continuous spraying. This conclusion allows you to do evaluation of quality indicators, which are obtained by forming a more stable flow of working solution, reduce the vertical vibrations of the rod, as well as visual assessment of dispersion of droplets and the dependences of the density of the coating drops of the solution surface of leaves.