

V.N. Shkura, P.A. Miheev, N.A. Shelestova i dr. / Otchet o nauchno-issledovatel'skoj rabote (zaklyuchitelny). – Novocherkassk: NGMA, 2010. – 152 s.

12. **Abramenko S.Yu., Krylova N.N., Hadjidi A.E.** Obosnovanie geometricheskikh razmerov vodopriemnogo otverstiya zapani v sostave kompleksnyh rybozashchitnyh sooruzhenij // Politematicheskyy setevoy elektronny nauchny zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2005. – № 9. – S. 45-55. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2005/01/pdf/07.pdf> (data poslednego obrashcheniya 09.07.2020 g.)

The material was received at the editorial office
20.07.2020

Information about the authors

Dragunova Svetlana Mikhailovna, post graduate student, FSBEI HE KubSAU named after I.T. Trubilin; 350044 Krasnodar, Kalinina, 13; e-mail: dragunova_s@bk.ru

Kuznetsov Evgeny Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor, professor of the department of hydraulics and agricultural water supply, FSBEI HE KubSAU named after I.T. Trubilin; 350044 Krasnodar, Kalinina, 13; e-mail: dtn-kuz@rambler.ru

Hadjidi Anna Evgenjevna, doctor of technical sciences, associate professor, professor of the department of hydraulics and agricultural water supply, FSBEI HE KubSAU named after I.T. Trubilin; 350044 Krasnodar, Kalinina, 13; e-mail: dtn-khanna@yandex.ru

УДК 502/504:631.674.6:626.82

DOI 10.26897/1997-6011/2020-4-61-67

**М.И. ЛАМСКОВА¹, М.И. ФИЛИМОНОВ^{1,2}, Ю.И. СУХАРЕВ³,
А.Е. НОВИКОВ², С.В. БОРОДЫЧЕВ⁴**

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград, Российская Федерация

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Российская Федерация

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

⁴ Волгоградский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский

научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова», г. Волгоград, Российская Федерация

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОЦИКЛОНА С УЧЕТОМ НАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Цилиндрикоконические напорные гидроциклоны характеризуются высокими показателями производительности и эффективности очистки воды от механических примесей при относительно небольших размерах и стоимости, низких ресурсозатратах на эксплуатацию, что делает перспективным их использование в качестве узла водоподготовки в циркуляционных водораспределительных системах отечественной и зарубежной промышленности. Цель исследований – разработка конструкции фильтрующего гидроциклона и оценка влияния расходной характеристики и размера пескового патрубка на разделительную способность аппарата в процессе очистки воды от механических примесей. Представленная конструкция гидроциклонного аппарата с фильтрующим сливным патрубком позволяет повысить показатели очистки воды от механических примесей, в том числе за счет улавливания мельчайших взвесей. В результате экспериментальных исследований по оценке влияния расходной характеристики и размера пескового патрубка на разделительную способность аппарата установлены технологические и конструктивные параметры работы гидроциклона типа ГНС-100 с различным исполнением сливного патрубка, обеспечивающие максимальную эффективность очистки воды от механических примесей. Графоаналитическое решение полученных регрессионных уравнений позволило установить, что гидроциклон со сплошной боковой стенкой сливного патрубка обеспечивает максимальную степень очистки воды от механических примесей на уровне 85,4% при расходе 6,5 м³/ч и диаметре пескового патрубка 12 мм. Замена сливного патрубка типовой конструкции на сливной патрубок с фильтрующей боковой поверхностью обеспечивает повышение общей степени очистки воды от механических примесей до 96,4% при тех же параметрах расхода и диаметра пескового патрубка.

Водоочистка, фильтрующий гидроциклон, механические примеси, конструирование и проектирование узла водоподготовки, общая (интегральная) степень очистки.

Введение. Вопросам водоподготовки на мелиоративных системах уделяется особое внимание, так как от эффективной работы этого узла зависят эксплуатационная надежность поливной техники и качество полива. Узел водоподготовки в типовом исполнении включает грубую очистку с помощью ловушек и фильтров с зернистой загрузкой при заборе воды из водоисточника и в местах перехода от магистральных трубопроводов к распределительным и тонкую очистку на дисковых или сетчатых фильтрах на локальных распределителях. Такая многостадийная система водоподготовки характеризуется трудоемкостью при ее обслуживании, высокой вероятностью отказа ввиду последовательности процесса и зависимости функционала конечных стадий фильтрации воды от предшествующих им.

В технологии водоподготовки перспективным представляется использование цилиндрикоконических напорных гидроциклонов, зарекомендовавших себя в циркуляционных водораспределительных системах отечественной и зарубежной промышленности и характеризующихся высокими показателями производительности и эффективности очистки воды от механических примесей при относительно небольших размерах и стоимости, низких ресурсозатратах на эксплуатацию [1-3]. Одной из основных проблем при использовании аппаратов этого типа является унос мельчайших взвесей с очищенным жидкостным потоком. Но и эта проблема находит свое решение в исследованиях, направленных на оптимизацию конструктива гидроциклонов, главным образом – для решения компромиссной задачи: повышение разделительной способности аппаратов при сохранении их расходных и стоимостных показателей [4-8].

Одним из вариантов решения проблемы повышения показателей очистки воды от механических примесей, в том числе за счет улавливания мельчайших взвесей, считается использование каскадов гидроциклонов различных типоразмеров. Реализация последовательного процесса центробежного разделения обеспечивает на каждой последующей ступени более тонкую классификацию механических фракций. Однако многоступенчатость и последовательность процесса гидроциклонирования, с одной стороны, увеличивают размерно-весовые

показатели узла водоподготовки, а с другой – не исключают перебои в его работе при нарушении процесса на отдельных ступенях [9].

Более перспективным решением рассмотренной проблемы может быть использование фильтрующих гидроциклонов. В работе [10] рассмотрена конструкция аппарата, в которой коническая часть выполнена перфорированной. В таком исполнении гидроциклона во время его работы возникает дополнительный жидкостный поток, образующийся в процессе фильтрации через конус. Однако это не только усложняет конструкцию аппарата, но и снижает его технологичность, так как возникает проблема размещения пористого конуса в герметичном кожухе для сбора и дальнейшего отвода фильтрата (очищенной воды).

Таким образом, с учетом анализа источников литературы параметры, влияющие на показатели работы гидроциклона, можно разделить на две группы: конструктивные и технологические. К первой группе относятся геометрические размеры аппарата, а именно диаметр и высота цилиндрической и конической частей, диаметр и глубина погружения сливного патрубка, диаметр пескового патрубка, угол конуса, а также форма, размер и угол наклона питающего патрубка. Технологические параметры аппарата – это его производительность (расходная характеристика), давление перед питающим патрубком (напорная характеристика), гранулометрический состав, плотность и концентрация механических примесей в воде [6, 11].

Производительность гидроциклона – один из наиболее важных технологических факторов, поскольку он определяет скорость радиального и вращательного движения жидкостного потока в корпусе аппарата, соответственно и величину центробежной силы, действующей на частицу, а также количество жидкости, отводимой через разгрузочные патрубки. Так, при малой скорости жидкостного потока давление воды может быть недостаточным для преодоления гидравлического сопротивления аппарата и часть ее будет удаляться вместе со шламом через песковый патрубок, вследствие чего разделительная способность и производительность гидроциклона по очищенной воде будут снижаться.

Размеры сливного и пескового патрубков также определяют разделительную

способность гидроциклона, так как отклонения от оптимального значения соотношения их диаметров приводит к перераспределению жидкостных потоков между разгрузочными патрубками и изменению количественного и качественного состава шлама. Таким образом, варьирование производительности и параметров сливного и пескового патрубков позволяет управлять процессом гидроциклонирования [6, 11].

Цель исследования заключалась в разработке конструкции фильтрующего гидроциклона и оценке влияния расходной характеристики и размера пескового патрубка на разделительную способность аппарата в процессе очистки воды от механических примесей.

Материалы и методы исследования.

Для повышения разделительной способности гидроциклона, в том числе за счет улавливания мельчайших взвесей, разработана конструкция, в которой сливной патрубок выполнен с фильтрующей боковой поверхностью [6] (рис. 1).

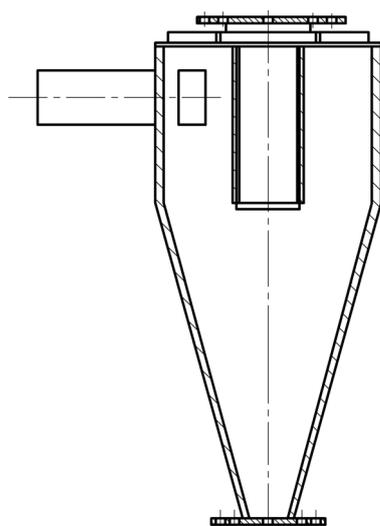


Рис. 1. Схема фильтрующего гидроциклона

Процесс в аппарате реализуется следующим образом. Вода через питающий патрубок по касательной поступает в цилиндрическую часть корпуса, жидкостный поток закручивается, и тяжелые фракции механических примесей, ударяясь о стенку, опускаются по конической части корпуса и удаляются через песковый патрубок. Далее вода проходит через фильтрующую боковую поверхность сливного патрубков, очищается от мелких фракций механических примесей и отводится, например, в локальную распределительную сеть системы орошения.

Экспериментальные исследования разделительной способности фильтрующего гидроциклона в процессе очистки воды от механических примесей проводили на лабораторной установке, включающей в себя аппарат типа ГНС-100, емкости исходной и очищенной воды, шламовой суспензии, насос, контрольно-измерительные приборы, систему транспорта и запорную арматуру (рис. 2). Сливной патрубок выполнен съемным в двух исполнениях: со сплошной боковой стенкой (типовая конструкция) и с фильтрующей боковой поверхностью с диаметром ячейки сетки 300 мкм (экспериментальная конструкция).



Рис. 2. Схема лабораторной установки

Эксперименты по оценке разделительной способности гидроциклона типа ГНС-100 с различным исполнением сливного патрубков в процессе очистки воды от механических примесей проводили при варьировании расхода в интервале от 6,7 до 7,0 м³/ч и диаметра пескового патрубков в интервале от 8 до 16 мм путем установки шайб требуемого размера.

В воду, подлежащую центробежному разделению, добавляли песок плотностью 1300-1500 кг/м³ в интервале дисперсности от 150 до 600 мкм и концентрации 5-25%. Такой состав модельной суспензии соответствует составу воды, забираемой из открытых водоисточников и транспортируемой по оросительной сети.

Эффективность очистки воды от механических примесей оценивали

по интегральному показателю η , который характеризует долю уловленных частиц всех фракций в воде относительно их начальной концентрации.

Оценку результатов эксперимента проводили с использованием статистических критериев Фишера, F , Стьюдента, t , и программы *Statgraphics 18*.

Результаты и обсуждение. По результатам эксперимента и анализа натуральных данных, характеризующих зависимость η от исследуемых параметров в гидроциклоне

типа ГНС-100, получено регрессионное уравнение:

$$\eta = a + bX_1 + cX_2 + dX_1^2 + eX_2^2 + fX_1^3 + gX_2^3 + hX_1X_2 + iX_1^2X_2 + jX_1X_2^2,$$

где X_1 – расход воды, м³/ч; X_2 – диаметр пескового патрубка, мм.

Значения коэффициентов регрессионного уравнения, а также проверка их значимости с помощью критерия Стьюдента представлены в таблице.

Таблица

Значения коэффициентов регрессионного уравнения и проверка их значимости

Гидроциклон с фильтрующим патрубком										
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	
46,21	38,37	-16,61	-5,29	1,59	0,21	-0,05	0,5	0,04	-0,024	
Значения критерия Стьюдента										
$t_{\text{крит}}$	ta	tb	tc	td	te	tf	tg	th	ti	tj
2,04	326	271	117	37	11	2,4	3,55	2,15	2,1	2,08
Стандартный гидроциклон										
-207	166	-34,96	-26,34	2,52	1,38	-0,08	3,73	-0,3	-0,001	
Значения критерия Стьюдента										
$t_{\text{крит}}$	ta	tb	tc	td	te	tf	tg	th	ti	tj
2,04	1526	1226	257	193	18,6	10,2	2,15	27	2,2	2,07

Полученные коэффициенты уравнений являются значимыми, что подтверждается превышением расчетных значений критерия Стьюдента t_p (2,07-1526 и 2,08-326) над его критическим значением $t_{кр}$ (2,04). При этом необходимо отметить, что регрессионные уравнения могут быть справедливы и для других суспензий, но при условии их сходства по составу и свойствам с изучаемой.

Для представленной регрессионной зависимости расчетные значения критерия Фишера равны 1,1 для стандартного исполнения

аппарата и 1,15 для гидроциклона с фильтрующим патрубком, что ниже критического значения (2,39). Полученные значения критерия Фишера позволяют заключить, что регрессионное уравнение адекватно описывает зависимость степени очистки от расхода воды и диаметра пескового патрубка для исследуемых конструкций аппарата.

Графоаналитическое решение регрессионных уравнений для стандартного аппарата и гидроциклона с фильтрующим патрубком представлено на рисунках 3, 4.

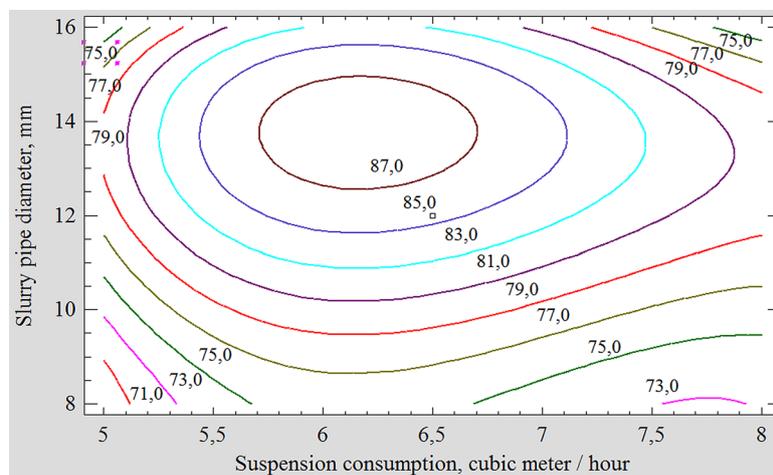


Рис. 3. Зависимость интегральной степени очистки от расхода воды и диаметра пескового патрубка для гидроциклона стандартной конструкции

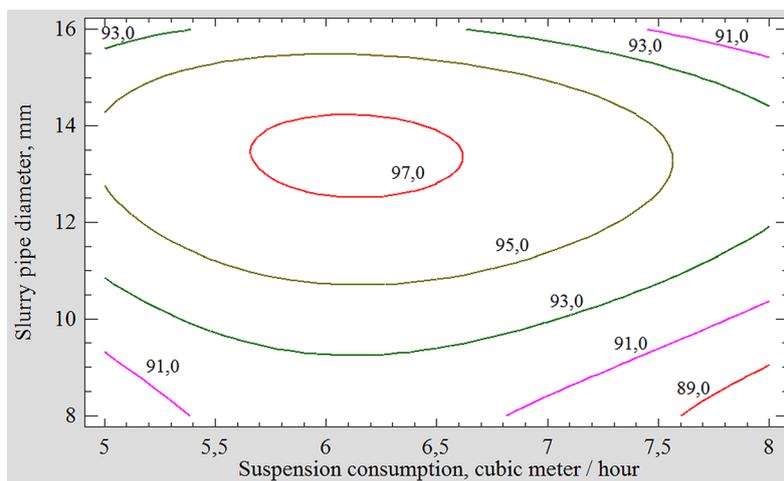


Рис. 4. Зависимость интегральной степени очистки от расхода воды и диаметра пескового патрубка для гидроциклона с фильтрующим патрубком

Выводы

В результате экспериментальных исследований установлены технологические и конструктивные параметры работы гидроциклона ГНС-100, а именно расходная характеристика аппарата и диаметр пескового патрубка, обеспечивающие максимальную эффективность очистки воды от механических примесей.

Графоаналитическое решение полученных регрессионных уравнений позволило установить, что гидроциклон со сплошной боковой стенкой сливного патрубка обеспечивает максимальную степень очистки воды от механических примесей на уровне 85,4% при расходе 6,5 м³/ч и диаметре пескового патрубка 12 мм. Замена сливного патрубка типовой конструкции на сливной патрубков с фильтрующей боковой поверхностью обеспечивает повышение интегральной степени очистки воды от механических примесей до 96,4% при тех же параметрах расхода и диаметра пескового патрубка.

Исследование выполнено в рамках гранта Президента Российской Федерации № МК-2289.2020.8.

Библиографический список

1. Моделирование процессов разделения неоднородных жидкостных систем в гидроциклоне с учетом критериев подобия / А.Б. Голованчиков, А.Е. Новиков, М.И. Ламскова и др. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2018. – № 2. – С. 34-38.
2. Яблонский В.О. Влияние режимных параметров цилиндрического гидроциклона

на показатели разделения нелинейновязкопластических суспензий // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2019. – № 4. – С. 3-7.

3. Яблонский В.О. Влияние пластических свойств среды на показатели разделения в цилиндроконическом гидроциклоне // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2019. – № 10. – С. 15-18.

4. Абдураманов Н.А. Совершенствование конструкции гидроциклонных насосных установок в системах сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Тараз, 2010. – 28 с.

5. Дегтярев Г.В., Свистунов Ю.А. Низконапорные гидроциклоны-осветлители вод поверхностного стока: монография. – Краснодар: Изд-во КГАУ, 2005. – 176 с.

6. Моделирование гидродинамических процессов в центробежном поле гидроциклонов: монография / А.Б. Голованчиков, А.Е. Новиков, М.И. Ламскова и др. – Волгоград: ВолгГТУ, 2017. – 200 с.

7. Атачкина Н.А., Баранова Е.Ю., Лагуткин М.Г. Влияние конструктивных и режимных параметров работы на гидравлическое сопротивление вихревого гидроразделителя // Успехи современной науки и образования. – 2017. – № 4.Т. 4. – С. 44-52.

8. Лагуткин М.Г., Баранов Д.А. Выбор оптимальных конструктивных и режимных параметров работы гидроциклонов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 1998. – № 2. – С. 3-5.

9. Modeling of the separation for system the liquid – solid in the battery of hydrocyclones [Электронный ресурс] / М.И. Ламскова, М.И. Филимонов, А.Е. Новиков

и др. // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1278. – Tambov State Technical University. – С. 1-7.

10. Svarovsky L., Thew M.T. Hydrocyclones: Analysis and Applications. – Kluwer Academic Publishers. – 1992. – 440 p.

11. Бауман А.В. Гидроциклоны. Теория и практика. – Новосибирск: Гормашэкспорт, 2018. – 56 с.

Материал поступил в редакцию 25.08.2020 г.

Сведения об авторах

Ламскова Мария Игоревна, доцент кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств» ФГБОУ ВО ВГТУ; 400005, г. Волгоград, пр-кт им. Ленина, 28; e-mail: lamskov@yandex.ru

Филимонов Максим Игоревич, младший научный сотрудник отдела оросительных

мелиораций ФГБНУ ВНИИОЗ; старший преподаватель кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств» ФГБОУ ВО ФГБОУ ВО ВГТУ; 400005, г. Волгоград, пр-кт им. Ленина, 28; e-mail: maks.filimonov.1986@mail.ru

Сухарев Юрий Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры мелиорации и рекультивации земель ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Б. Академическая, 44; e-mail: vodoem@mail.ru

Новиков Андрей Евгеньевич, доктор технических наук, директор ФГБНУ ВНИИОЗ; 400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9; e-mail: ae_novikov@mail.ru

Бородычев Сергей Викторович, инженер, Волгоградский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова; 400002, г. Волгоград, Тимирязева, 9

M.I. LAMSKOVA¹, M.I. FILIMONOV^{1,2}, Y.I. SUKHAREV³, A.E. NOVIKOV², S.V. BORODYCHEV⁴

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Technical University», Volgograd, Russian Federation

² Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian research Institute of irrigated agriculture», Volgograd, Russian Federation

³ Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

⁴ Volgograd branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian research Institute of hydraulic engineering and melioration named after A.N. Kostyakov», Volgograd, Russian Federation

OPTIMIZATION OF THE DESIGN-OPERATING PARAMETERS OF THE HYDROCYCLONE TAKING INTO ACCOUNT FIELD RESEARCH

Cylindrical-conical pressure hydrocyclones are characterized by high productivity and efficiency indicators of water treatment from mechanical impurities at a relatively small size and cost, low resource costs for operation, which makes their use promising as a water treatment unit in the circulating water distribution systems of domestic and foreign industry. The purpose of the research is development of the construction of a filtering hydrocyclone and assessment of the impact of the flow characteristics and size of the sand pipe on the separative power of the apparatus in the process of water treatment from mechanical impurities. The presented design of the hydrocyclone apparatus with a filter drain pipe allows to increase water treatment rates from mechanical impurities including by trapping the smallest suspensions. As a result of experimental research of the effect of the flow characteristics and size of the sand pipe on the separative power of the apparatus, the technological and construction parameters of the PH-100 hydrocyclone with various versions of the drain pipe providing maximum efficiency of water treatment from mechanical impurities have been established. The graphoanalytic solution of the obtained regression equations has allowed us to establish that a hydrocyclone with a solid side wall drain pipe provides the maximum degree of water treatment from mechanical impurities at the level of 85.4% at a flow rate of 6.5 m³/h and a 12 mm diameter of the sand pipe. Replacing the standard construction drain pipe with a filtering side surface drain pipe increases the integral degree of water treatment from mechanical impurities to 96.4% with the same flow parameters and diameter of the sand pipe.

Water treatment, filtering hydrocyclone, mechanical impurities, construction and designing of water treatment unit, general (integral) degree of treatment.

References

1. Modelirovanie protsessov razdeleniya neodnorodnykh zhidkostnykh sistem v gidrotsiklone s uchetom kriteriev podobiya / A.B. Golovanchikov, A.E. Novikov, M.I. Lamskova. i dr. // Himicheskoe i neftegazovoe machinostroenie. – 2018. – № 2. – S. 34-38.
2. **Yablonsky V.O.** Vliyanie rezhimnykh parametrov tsilindricheskogo gidrotsyklona na pokazateli razdeleniya telinejnovyazkoplachesticheskikh suspenzij // Himicheskoe i neftegazovoe machinostroenie. – 2019. – № 4. – S. 3-7.
3. **Yablonsky V.O.** Vliyanie plasticheskikh svoystv sredy na pokazateli razdeleniya v tsilindricheskom gidrotsiklone // Himicheskoe i neftegazovoe machinostroenie. – 2019. – № 10. – S. 15-18.
4. **Abduramanov N.A.** Sovershenstvovanie konstruktsii gidrotsiklonnykh nasosnykh ustanovok v sistemah selskohozyajstvennogo vodosnabzheniya i obvodneniya pastbishch: avtoref. dis. cand. tehn. nauk: 06.01.02. – Taraz, 2010. – 28 s.
5. **Degtyarev G.V., Svistunov Yu.A.** Nizkonapornye gidrotsiklony-osvetliteli vod po-verhnostnogo stoka: monografiya. – Krasnodar: Izd-vo KGAU, 2005. – 176 s.
6. Modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov v tsentrobezhnom pole gidrotsiklonov: monografiya / A.B. Golovanchikov, A.E. Novikov, M.I. Lamskova. i dr. VolgGTU. – Volgograd: 2017. – 200 s.
7. **Atachkina N.A., Baranova E.Yu., Lagutkin M.G.** Vliyanie konstruktivnykh i rezhimnykh parametrov raboty na gidravlicheskoie soprotivlenie vihrevogo gidrorazdelite-lya // Uspehi sovremennoj nauki i obrazovaniya. – 2017. – № 4. T. 4. – S. 44-52.
8. **Lagutkin M.G., Baranov D.A.** Vybor optimalnykh konstruktivnykh i rezhimnykh parametrov raboty gidrotsiklonov // Himicheskoe i neftegazovoe machinostroenie. – 1998. – № 2. – S. 3-5.
9. Modeling of the separation for system the liquid – solid in the battery of hydrocyclones [Elektronny resurs] / M.I. Lamskova, M.I. Filimonov, A.E. Novikov, i dr. // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1278. – Tambov State Technical University. – S. 1-7.
10. **Svarovsky L., Thew M.T.** Hydrocyclones: Analysis and Applications. – Kluwer Academic Publishers. – 1992. – 440 p.
11. **Bauman A.V.** Gidrotsiklony. Teoriya i praktika. – Novosibirsk: Gormashexport. – 2018. – 56 s.

The material was received at the editorail office
25.08.2020

Information about the authors

Novikov Andrej Evgenjevich, doctor of technical sciences, director FSBSI VNIIOZ; 400002, Volgograd, ul. named after Timiryazev, 9; e-mail: ae_novikov@mail.ru

Sukharev Yuriy Ivanovich, doctor of technical sciences, professor of the department of land reclamation and recultivation FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, B. Academicheskaya, 44, e-mail: vodoem@mail.ru

Lamskova Mariya Igorevna, associate professor «Processes and apparatuses of chemical and food production» FSBEI HE VSTU; 400005, Volgograd, pr. named after Lenin, 28 e-mail: lamskov@yandex.ru

Filimonov Maksim Igorevich, junior researcher of the department of irrigation reclamation FSBSI VNIIOZ; senior researcher of the department «Processes and apparatuses of chemical and food production» FSBEI HE VSTU; 400005, Volgograd, pr. named after Lenin, 28; e-mail: maks.filimonov.1986@mail.ru.

Borodychev Sergej Victorovich, engineer, Volgograd branch of FSBSI VNIIGiM named after A.N. Kostyakov; 400002, Volgograd, ul. named after Timiryazev, 9.