

УДК 628.3

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ХРАНЕНИИ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Бусарев А.В., Селюгин А.С., Хисамеева Л.Р., Шинкарев Н.О.

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», Казань,
e-mail: kgasu.viv@gmail.com

Очистка мазутосодержащих сточных вод из резервуаров-хранилищ топливного мазута котельных машиностроительных предприятий является актуальной задачей. При строительстве локальных очистных сооружений перспективным является применение напорных гидроциклонов и гидроциклонных установок. В статье приведены результаты исследований очистки мазутосодержащих сточных вод в напорных гидроциклонах, проведенных на экспериментальной гидроциклонной установке, включающей испытываемый напорный гидроциклон, успокоительную емкость, емкости для приема воды из верхнего и нижнего сливов гидроциклона. В ходе исследований испытано семь модификаций напорных гидроциклонов диаметром от 40 до 100 мм с различными диаметрами патрубков верхнего и нижнего сливов. В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что эффективность очистки сточных вод в напорных гидроциклонах по нефтепродуктам составила 54–77%, а по взвешенным веществам 49–67%. Установлено, что гидроциклоны диаметром 40 мм имеют высокую эффективность очистки НСВ, но небольшую производительность, а гидроциклоны диаметром 100 мм имеют более высокую производительность, но для их эффективной работы требуется большее давление на входе в гидроциклон. Для очистки мазутосодержащих сточных вод, образующихся в резервуарах-хранилищах топливного мазута, рекомендован гидроциклон диаметром 75 мм. Результаты исследований были использованы при проектировании промышленной установки для очистки мазутосодержащих сточных вод.

Ключевые слова: мазутосодержащие сточные воды, очистка, гидроциклон, экспериментальная установка, исследования, промышленная установка

SOME ASPECTS OF THE TREATMENT OF OILY WASTE RESULTING FROM THE STORAGE OF FUELS AND LUBRICANTS

Busarev A.V., Selyugin A.S., Khisameeva L.R., Shinkarev N.O.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, e-mail: kgasu.viv@gmail.com

Cleaning msutoday wastewater from storage tanks, fuel oil boiler engineering enterprises is an urgent task. In the construction of local treatment facilities promising is the application of pressure hydrocyclones and hydrocyclone units. The article presents the results of research msutoday purification of waste water in the pressure hydrocyclones hydrocyclone carried out on the experimental rig including the test pressure hydrocyclone, soothing capacity, capacity for receiving water from the upper and lower drains of the hydrocyclone. The studies tested seven modifications of pressure hydrocyclones with a diameter of 40 to 100 mm with different diameters of the nozzles of the upper and lower drains. As a result of experimental researches it is established that the efficiency of wastewater treatment in the pressure hydrocyclones for oil products amounted to 54-77%, and suspended solids 49-67%. It is established that the hydrocyclones with a diameter of 40 mm have a high cleaning efficiency NSV, but small capacity, and hydrocyclones with a diameter of 100 mm have better performance, but for their effective operation requires a greater inlet pressure in the hydrocyclone. Msutoday for cleaning wastewater generated in the storage tanks of fuel oil, recommended a hydrocyclone with a diameter of 75 mm. the results of the research have been used when designing industrial installations for cleaning msutoday wastewater.

Keywords: mautosource wastewater, treatment, hydrocyclone, the experimental setup, research, industrial plant

На многих промышленных предприятиях Российской Федерации имеются котельные, обеспечивающие производство тепловой энергией, горячей водой или острым паром. Основным топливом для них обычно служит природный газ, а в качестве резервного топлива применяется мазут. Кроме того, имеются котельные, которые используют мазут в качестве основного топлива. Прежде всего, это характерно для районов крайнего Севера и Дальнего Востока. В процессе транспортировки мазута, его перекачки и хранения образуются мазутосодержащие сточные воды, загрязненные частицами мазута и механическими примесями. Перед их утилизацией

необходима очистка на локальных очистных сооружениях.

Казанским государственным архитектурно-строительным университетом (КГАСУ) проведены исследования очистки мазутосодержащих сточных вод котельной Донецкого экскаваторного завода (г. Донецк). На территории котельного цеха расположены четыре резервуара-хранилища топливного мазута объемом по 1000 м³ каждый. При перекачке мазута из железнодорожных цистерн в резервуары для подогрева мазута подают водяной пар, который, попадая вместе с мазутом в резервуары, конденсируется и образует мазутосодержа-

щую сточную воду, собирающуюся в прямке объемом 10 м³. Сточная вода насосом перекачивается на очистку, а после очистки отводится в городскую канализацию. Количество сточных вод составляет 300 м³/сут. Существующая мазутоловушка не удовлетворяла требованиям как по пропускной способности, так и по степени очистки [1, 2].

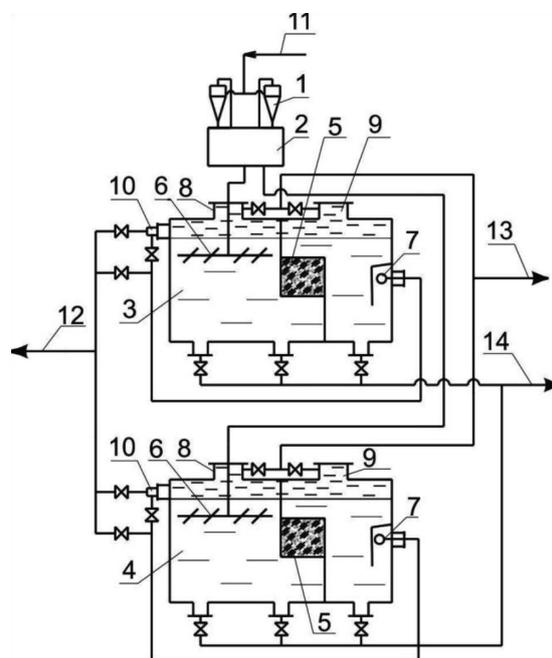
Для очистки отстойных (подтоварных) сточных вод из продуктовых резервуаров, где они образуются в результате отстаивания обводненных нефтепродуктов, до остаточного количества загрязнений 10–50 мг/л в работе [3] рекомендуется технологическая схема, включающая песколовки, нефтеловушки и механические фильтры с возможностью доочистки в прудах дополнительного отстаивания. Для снижения концентрации загрязнений до 10–20 мг/л схема очистки подтоварных сточных вод включает песколовки, нефтеловушки и установку напорной флотации также с возможностью доочистки в прудах дополнительного отстаивания.

В Казанском государственном архитектурно-строительном университете (КГАСУ) в течение ряда лет ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по очистке нефтесодержащих сточных вод (НСВ) от нефтепродуктов и механических примесей в блочных гидроциклонных установках НСВ в поле центробежных сил напорных гидроциклонов значительно интенсифицирует процесс последующего отстаивания, что привело к разработке различных конструкций аппаратов типа «блок гидроциклон – отстойник» (БГО), состоящих из напорных гидроциклонов и отстойников различных конструкций [6–8].

Для очистки мазутосодержащих сточных вод котельной Донецкого экскаваторного завода был разработан блок гидроциклон – отстойник БГО-300 производительностью 300 м³/сут [1, 2, 4]. Блочная гидроциклонная установка БГО-300 (рисунок) состоит из батареи 1, включающей два напорных гидроциклона диаметром 75 мм и емкость 2 для приема сливов гидроциклонов; двух отстойников нижнего 3 и верхнего 4 сливов гидроциклонов объемом по 14 м³, оборудованных коалесцирующими насадками 5, распределительными 6 и водосборными 7 устройствами, нефтесборниками 8 и 9, регуляторами межфазного уровня 10 типа РУМ-18, трубопроводами и запорно-регулирующей арматурой [1, 2].

Коалесцирующая насадка 5 выполнена из гидрофобизированного керамзита с крупностью фракций 15–20 мм, зафиксированного сверху и снизу поддерживающими сетками. Распределительная система 6

представляет собой разветвленную систему перфорированных труб. Водосборная система 7 выполнена в виде перфорированной трубы.



Блок гидроциклон – отстойник БГО–300

Блок гидроциклон – отстойник БГО–300 работает следующим образом. Мазутодержащая сточная вода из приемки резервуарохранилищ топливного мазута насосом под избыточным давлением 0,3 МПа подается на предварительную обработку в напорные гидроциклоны 1, в которых под действием центробежного поля происходит разделение потока: вода с небольшой примесью мазута выносятся через нижние сливные отверстия гидроциклонов и через емкость 2, распределитель 6 поступает в отстойник нижнего слива 3. Мазут с некоторым количеством воды выносятся через верхние сливные отверстия гидроциклонов и через емкость 2, распределитель 6 поступает в отстойник верхнего слива 4. Отстойники 3 и 4 разделены на три отсека: предварительного отстаивания, коалесцирующую насадку и отсек дополнительного отстаивания.

В отсеке предварительного отстаивания удаляется капельный мазут и часть эмульгированного. Всплывший мазут удаляется через нефтесборник 8. Уровень раздела фаз «мазут – вода» поддерживается регулятором межфазного уровня 10. Из отсека предварительного отстаивания сточная вода с оставшимся мелкодисперсным мазутом через коалесцирующую насадку 5 поступает в отсек дополнительного отстаивания, в котором

укрупнившиеся в коалесцирующей насадке частицы мазута всплывают и удаляются через нефтесборник 9. Очищенная вода собирается водосборной перфорированной трубой 7 и отводится по трубопроводу 12 в канализацию. Нефтепродукты из нефтесборников 8 и 9 по трубопроводу 13 отводятся в резервуары-хранилища мазута [1, 2]. Технические характеристики блока гидроциклон – отстойник БГО-300 приведены в табл. 1 [2].

Для определения геометрических характеристик напорного гидроциклона, входящего в состав установки БГО-300, были проведены исследования процессов очистки сточных вод, загрязненных топливным мазутом, на экспериментальной установке, состоящей из испытываемого гидроциклона, успокоительной емкости и напорных емкостей нижнего и верхнего слива, предназначенных для создания противодействия на сливах гидроциклона [9]. В табл. 2 приведены геометрические характеристики гидроциклонов, испытанных в ходе экспериментальных исследований. Методика проведения исследований приведена в работе [9].

В табл. 3 приведены результаты исследований по очистке дренажных стоков из

резервуаров-хранилищ топливного мазута котельной Донецкого экскаваторного завода от нефтепродуктов и механических примесей. Установлено, что гидроциклоны диаметром 40 мм имеют высокую эффективность очистки НСВ, но небольшую производительность, а гидроциклоны диаметром 100 мм имеют большую производительность, но для их эффективной работы требуется большее давление на входе в гидроциклон. Гидроциклон ГЦ-80-I показал высокую эффективность очистки сточных вод от механических примесей, но имеет невысокую эффективность очистки сточных вод от нефтепродуктов. По результатам исследований для очистки мазутодержащих сточных вод рекомендован гидроциклон ГЦ-75-II.

Результаты данных исследований были использованы при расчете и проектировании установки БГО-300, предназначенной для очистки мазутодержащих сточных вод, образующихся в резервуарах-хранилищах топливного мазута на территории котельной Донецкого экскаваторного завода. При проведении испытаний установки БГО-300 содержание нефтепродуктов снижалось с 6,5–912 мг/л до 0,8–9,1 мг/л. Содержание механических примесей снижалось с 100–316 мг/л до 20–30 мг/л [1].

Таблица 1

Технические характеристики установки БГО-300

Показатели		БГО-300
Производительность, м ³ /сут		300
Температура воды, поступающей на очистку, °С		+10...+60
Содержание загрязнений в воде, поступающей на очистку, мг/л:	нефтепродуктов (мазута)	до 10000
	механических примесей	60–180
Содержание загрязнений в очищенной воде, мг/л:	нефтепродуктов (мазута)	не более 10
	механических примесей	50
Рабочее давление на входе в батарею гидроциклонов, МПа		0,3–0,4
Габаритные размеры, м		8,0×10,0×5,47

Таблица 2

Геометрические характеристики гидроциклонов

Обозначение гидроциклона	Диаметр, мм				Угол конусности, α, град	Глубина погружения патрубка верхнего слива, h _п , мм	Высота цилиндрической части H _ц , мм	Общая высота гидроциклона, H, мм
	гидроциклона, D	входного патрубка d _{вх}	патрубка верхнего слива, d _{в.сл.}	Патрубка нижнего слива, d _{н.сл.}				
ГЦ-40-V	40	15	15	10	5	48	15	525
ГЦ-40-III	40	15	8	5	5	20	15	470
ГЦ-75-II	75	15	20	18	5	48	15	730
ГЦ-75-III	75	15	20	10	5	48	15	730
ГЦ-80-I	80	20	20	10	5	50	20	745
ГЦ-100-I	75	20	20	15	5	48	20	1100
ГЦ-100-I	100	20	20	10	5	48	20	1155

Таблица 3

Результаты экспериментальных исследований

Тип гидроциклона	Температура НСВ, °С	Давление в гидроциклоне, МПа	Противодавление на сливах гидроциклона, МПа	Концентрация нефтепродуктов в воде, мг/л				Эффект очистки по нефтепродуктам Э _{нр} , %	Концентрация механических примесей, мг/л		Эффект очистки по мех. примесям Э _{млп} , %	Расход, л/с		Производительность гидроциклона, л/с
				исходной	из верхнего слива	из нижнего слива	в исходной воде		в очищенной воде	из верхнего слива		из нижнего слива		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
ГЦ-40-III	18,80	0,3	0,05	521	799	162	69	198	77	61	0,292	0,118	0,410	
				483	827	140	71	185	81	0,288	0,106	0,394		
				492	783	157	68	202	93	0,275	0,101	0,376		
				509	815	173	66	197	97	0,259	0,090	0,349		
ГЦ-40-V	19,2	0,3	0,05	484	784	111	77	206	80	61	0,342	0,220	0,562	
				497	749	119	76	204	84	0,337	0,201	0,538		
				511	785	133	74	195	84	0,318	0,192	0,510		
				490	691	137	72	191	90	0,281	0,183	0,464		
ГЦ-75-II	18,9	0,3	0,05	504	737	141	72	193	71	63	0,550	0,841	1,391	
				490	743	147	70	201	80	0,543	0,819	1,362		
				488	635	156	68	189	85	0,527	0,756	1,283		
				493	680	167	66	196	93	0,515	0,672	1,187		
ГЦ-75-III	19,0	0,3	0,05	501	764	159	68	194	66	66	0,931	0,248	1,179	
				498	787	174	65	202	73	0,916	0,237	1,164		
				486	699	190	61	199	86	0,872	0,212	1,084		
				492	702	207	58	187	69	0,865	0,189	1,054		
ГЦ-80-I	19,1	0,3	0,05	507	699	177	65	192	67	65	0,985	0,269	1,254	
				489	673	196	60	203	67	0,958	0,251	1,204		
				495	698	213	57	197	81	0,937	0,244	1,181		
				488	701	224	54	195	86	0,922	0,226	1,137		
ГЦ-100-I	19,1	0,3	0,05	499	689	190	62	182	67	63	2,427	0,395	2,822	
				482	671	188	61	200	78	2,393	0,387	2,780		
				522	695	214	59	198	87	1,978	0,381	2,359		
				491	683	211	57	185	91	1,869	0,374	2,243		
ГЦ-100-II	18,90	0,3	0,05	485	662	175	64	207	85	59	1,529	1,053	2,582	
				496	650	173	65	189	83	1,503	1,045	2,548		
				508	637	188	63	187	90	1,490	1,036	2,526		
				513	649	307	62	190	97	1,462	1,020	2,482		

Блок гидроциклон – отстойник БГО-300 имеет высокую удельную производительность и эффективность очистки, автоматизированное поддержание уровня раздела фаз в отстойнике, высокую степень индустриализации изготовления и монтажа и может успешно применяться для очистки производственных сточных вод от нефтепродуктов и механических примесей.

Список литературы

1. Селюгин А.С. Разработка и моделирование гидроциклонных установок очистки нефтесодержащих сточных вод: дис... канд. техн. наук. – Казань, 1995. – 180 с.
2. Адельшин А.Б. Использование гидродинамических насадок с крупнозернистой загрузкой для интенсификации очистки нефтесодержащих сточных вод. Монография [Текст] / А.Б. Адельшин, Н.С. Урмитова. – Казань: КГАСА, 1997. – 249 с.
3. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов / Е.А. Стахов [Текст]. – Л.: Недра, 1983. – 263 с.
4. Адельшин А.А. Гидродинамическая очистка нефтепромысловых сточных вод на основе применения закрученных потоков [Текст] / А.А. Адельшин, А.Б. Адельшин, Н.С. Урмитова. – Казань: КГАСУ, 2011. – 245 с.
5. Адельшин А.Б. Новые технологические и технические решения установок очистки нефтепромысловых сточных вод на основе применения закрученных потоков [Текст] / А.Б. Адельшин, А.А. Адельшин, Н.С. Урмитова // Известия КГАСУ. – 2010. – № 2. – С. 197–205.
6. Блочная установка очистки нефтесодержащих сточных вод на основе применения закрученных потоков для целей поддержания пластового давления [Текст] / А.А. Адельшин, А.Б. Адельшин, Л.Р. Хисамеева, И.Г. Шешегова // Известия КГАСУ. – 2007. – № 1. – С. 87–92.
7. Основные положения конструирования, проектирования и расчета блочных установок очистки нефтепромысловых сточных вод с использованием закрученных потоков. Часть 1. Основные исходные данные об аппарате очистки, о качественных и количественных параметрах нефтепромысловых сточных вод и требования к качеству их очистки [Текст] / А.А. Адельшин, А.Б. Адельшин, Н.С. Урмитова, В.А. Береговая // Известия КГАСУ. – 2013. – № 1. – С. 159–168.
8. Полноблочная установка гидродинамической очистки нефтепромысловых сточных вод с использованием закрученных потоков [Текст] / А.А. Адельшин, А.Б. Адельшин, Н.С. Урмитова и др. // Известия КГАСУ. – 2013. – № 4. – С. 192–202.
9. Бусарев А.В. Исследование процессов очистки нефтесодержащих стоков машиностроительных предприятий с применением напорных гидроциклонов [Текст] / А.В. Бусарев, А.С. Селюгин, Я.В. Ягин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 8–2. – С. 190–194.