

УДК [628.3:628.543]:665.6/7-404.9

Н. Н. Артемьева, К. В. Панасенко

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КАНАЛИЗАЦИОННО-ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Исследуется технологический процесс канализационно-очистных сооружений нефтегазового предприятия. Выявлены недостатки, устранение которых позволит оптимизировать технологический процесс, увеличить эффективность работы канализационно-очистных сооружений. Отмечается, что в производственно-дождевых сточных водах содержатся нефтепродукты, улавливаемые на разных этапах очистки и представляющие собой нефтешлам, который накапливается в иловых картах. Так как иловые карты не предназначены для использования в данной технологии и не соответствуют ее требованиям (отсутствуют аэрация, механическое перемешивание и подача реагентов), утилизация нефтешлама затруднена. За счет применения центрифуги шнековой горизонтальной осадительной непрерывного действия предполагается непрерывное разделение нефтешламов на составляющие: вода, нефтепродукты и механические примеси. Вода, образовавшаяся в процессе разделения нефтешлама на составляющие, отправляется на доочистку, нефть – в разделочный резервуар, где происходит накопление сборных нефтяных остатков для последующей перекачки на нефтегазо-перерабатывающий завод для повторной переработки, сухой осадок – на нефтешламовую карту для обработки биопрепаратом «Валентис» либо сжигания на установке УЗГ-1М. Данные изменения приведут к существенному снижению загрязнения окружающей среды, а также позволят существенно сократить объемы хранения нефтешлама.

Ключевые слова: нефтегазовая промышленность, накопление нефтешлама, центрифуга шнековая горизонтальная осадительная, непрерывное разделение нефтешламов.

Введение

Нефтегазовая отрасль способствует развитию различных сфер экономики и, как следствие, повышению уровня жизни населения, поскольку развитие нефтегазовой промышленности вызывает экономический подъем не только тех отраслей, которые непосредственно связаны с нефтью и газом. Добыча, переработка и транспортировка больших объемов нефти и газа, при соответствующей экономической политике, создают предпосылки для развития энергетического, транспортного машиностроения, химии и нефтехимии, телекоммуникаций, легкой промышленности, транспортных перевозок, строительства автодорог и инфраструктуры, промышленности, новых конструкционных и строительных материалов, сервиса и других отраслей. Это, в свою очередь, дает импульс развитию науки и высоких технологий в этих сферах.

Однако нефтяная промышленность, в силу ее специфики, является потенциально опасной для окружающей среды. Это обусловлено токсичностью добываемых углеводородов и сопутствующих им веществ, относящихся к 3–4 классам опасности. Одним из существенных источников загрязнения окружающей среды являются нефтешламы. Под нефтешламами нами подразумеваются нефтесодержащие отходы, образующиеся при добыче, транспортировке и переработке нефтепродуктов, не нашедшие применения. В процессе эксплуатации нефтяных и нефтегазовых месторождений неизбежно образование нефтешламов, представляющих собой стойкие водонефтяные эмульсии. Вследствие накопления нефтешламов происходит «старение» эмульсий, уплотнение и упрочнение бронирующих оболочек, испарение легких фракций, осмоление нефтепродуктов, увеличение механических примесей за счет атмосферной пыли и т. д. Накопление и хранение нефтешламов осуществляются в открытых резервуарах – нефтешламовых картах [1].

В связи с возрастающими требованиями к охране окружающей среды проблема утилизации нефтешламов и ликвидации нефтешламовых амбаров из года в год приобретает все большее значение. По данным Российского общества инженеров нефти и газа (РОСИНГ), в стране ежегодно образуется 3 млн т всех видов нефтешламов, к настоящему моменту их накоплено более 100 млн т.

Результаты исследования и их обсуждение

Объектом исследования явились канализационно-очистные сооружений (КОС) нефтегазоперерабатывающего предприятия, предназначенные для приёма и очистки производственных сточных; дождевых сточных вод; бытовых сточных вод промышленной зоны нефтегазоперерабатывающего предприятия (рис. 1).

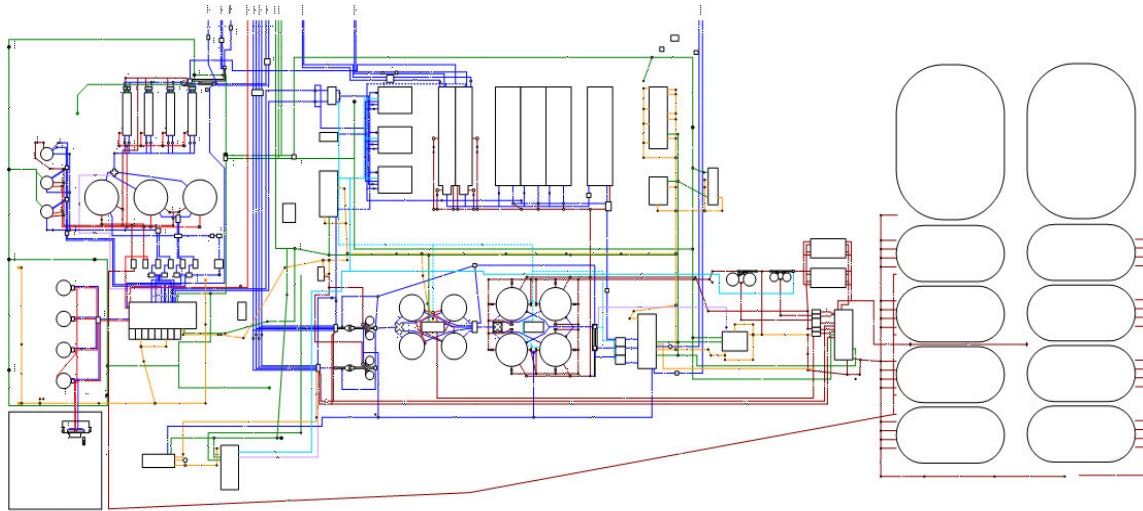


Рис. 1. Технологическая схема канализационно-очистных сооружений

Состав КОС (в соответствии с технологической схемой): станция предварительной очистки (СПО) производственных сточных вод; блок подготовки производственных сточных вод; станция биохимической очистки смешанных сточных вод; станция очистки дождевых сточных вод; блок перекачки очищенных сточных вод; станция обработки осадка.

Анализ работы КОС нефтегазоперерабатывающего предприятия выявил ряд узких мест.

1. В связи с малым объемом приёмных камер № 1, 2 СПО, конструктивными недочётами системы распределения нефтеловушек и неравномерностью поступления производственно-дождевых сточных вод от нефтегазоперерабатывающего предприятия уровень заполнения приёмных камер и коллекторных трубопроводов в момент пиковых нагрузок поднимается до критического, вследствие чего избыток производственно-дождевых сточных вод (20 %, 2000–3000 м³/сут) через камеру избыточных сточных вод направляется в обход СПО в ёмкости контроля блока подготовки сточных вод. Данное количество неосветлённых на СПО производственно-дождевых сточных вод через насосно-воздуходувную станцию № 1 поступает на станцию биохимической очистки и существенно снижает эффективность очистки.

2. Первоначальный проект нефтеловушек предполагал применение нефтесборного лотка для сбора нефтепродуктов и механического скребка для подгона нефтепродуктов к нефтесборному лотку. По проекту реконструкции было принято решение отказаться от механического скребка и сбор нефтепродуктов осуществлять нефтесборными лотками, проложенными по всей длине нефтеловушки. Однако, в связи с высокой вязкостью нефтепродуктов, образующихся в нефтеловушке, сбор в нефтесборный лоток затруднён, и при сборе нефтепродуктов в нефтесборный лоток приходится разжижать и смывать нефтепродукт технической водой, что нецелесообразно в связи с увеличением доли воды в собранном нефтепродукте – сборных нефтяных остатках (СНО).

3. В связи с разными диаметрами подводящих трубопроводов радиальных отстойников диаметром 24 м (№ 1, 2 – Ду 250, № 3 – Ду 400) нагрузка на радиальные отстойники неравномерна, поэтому общая производительность блока радиальных отстойников не обеспечивает даже проектный расход, что влияет на производительность СПО в целом. Уровень сточных вод в распределительной чаше радиальных отстойников всегда высокий, что увеличивает риск их перелива на рельеф.

4. Во флотаторах № 1, 2, 3 в настоящее время для аэрации сточных вод применяются аэрогидрокавитационные блоки. Главным недостатком аэрогидрокавитаторов является их засорение мусором, содержащимся в сточных водах. Эффективность их работы падает в течение 2–3 месяцев, вследствие чего необходима зачистка – 4–6 раз/год с их выводом из эксплуатации и опоружением флотаторов.

5. В производственно-дождевых сточных водах содержатся нефтепродукты, которые улавливаются на разных этапах очистки и представляют собой нефтешлам. В настоящее время нефтешлам с сооружений СПО в объёме до 2500 т/год перекачивается на иловые карты № 1, 4, 5, 8 станции обработки осадка, специально выделенные под утилизацию нефтешлама с применением технологии детоксикации нефтешлама биопрепаратом «Валентис». Так как иловые карты не предназначены для использования в рамках данной технологии и не соответствуют ее требованиям (отсутствуют аэрация, механическое перемешивание и подача реагентов), биопрепарат работает только в поверхностном слое нефтешлама и утилизация нефтешлама затруднена.

6. Преаэратор и ёмкости контроля блока подготовки сточных вод, построенные по первоначальному проекту КОС, не справляются с пиковыми нагрузками. В настоящее время блок подготовки сточных вод, рассчитанный на производительность 4800 м³/сут, работает с нагрузкой 13500–14500 м³/сут. Для обеспечения данной производительности 60 % сточных вод с СПО не проходит преаэрацию на преаэраторе. В связи с превышением нагрузки над проектной производительностью в 2,5 раза ёмкости контроля, предназначенные для накопления, усреднения и контроля за качеством сточных вод, работают в режиме резервуаров с принудительной аэрацией.

Для устранения недостатков можно предложить следующие решения:

1. Увеличить объем приемных камер № 1, 2, модифицировать систему распределения сточных вод по секциям нефтеловушек и выполнить расчеты.

2. Разработать иной метод сбора нефтепродуктов в нефтеловушках.

3. Разработать проект реконструкции системы подводящих трубопроводов радиальных отстойников № 1, 2 с увеличением пропускной способности и выполнить расчеты.

4. Заменить аэрогидрокавитационные блоки на систему мелкопузырчатой аэрации, т. к. в результате подробного анализа работы флотаторов было выявлено, что при сильном ветре во флотатор попадает различный мусор (трава, песок), негативно влияющий на работу аэрогидрокавитатора. Система состоит из дисковых аэраторов (рис. 2), расположенных по всему периметру флотатора (рис. 3). Система устойчива к агрессивным сточным водам, нечувствительна к механическим примесям и мусору, содержащимся в сточных водах.



Рис. 2. Дисковый аэратор



Рис. 3. Размещение дисковых аэраторов

Дисковые аэраторы обладают рядом преимуществ:

- возможность использования аэраторов в агрессивных средах;
- наличие кольца противодавления предохраняет аэратор от попадания воды внутрь него;
- создание насыщенного потока пузырьковой смеси.

5. Применить центрифугу шнековую горизонтальную осадительную непрерывного действия для непрерывного разделения нефтешлама (рис. 4).

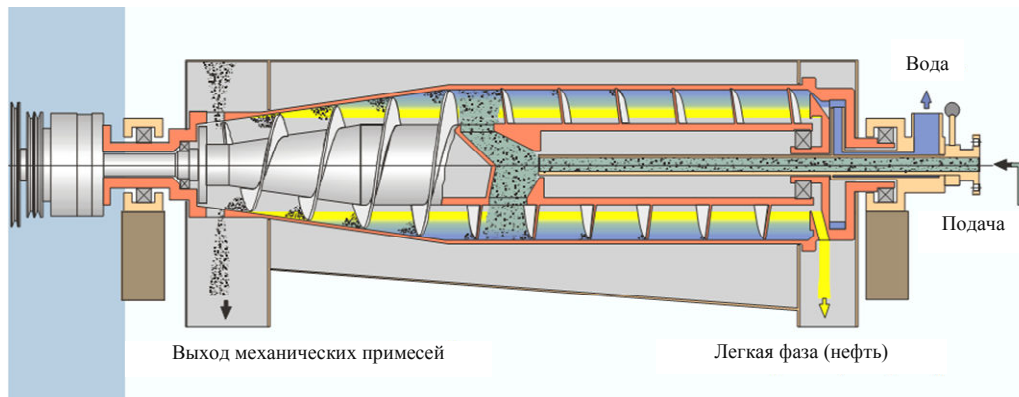


Рис. 4. Центрифуга шнековая горизонтальная осадительная непрерывного действия

Описать весь процесс разделения в центрифуге можно следующим образом. Нефтешлам подается в центрифугу питающим патрубком, в котором разгоняется до рабочей скорости и сбрасывается в основную камеру центрифуги через впускные отверстия. В этой камере под воздействием центробежной силы механические примеси в короткий промежуток времени оседают на стенках барабана, который выполнен в виде цилиндра с переходом в коническую форму [2]. Такая форма конструкции позволяет обеспечить высокую степень очистки продукта в цилиндрической части и хорошее обезвоживание твердых частиц в конической части барабана. Шнек вращается с иной скоростью, чем барабан и непрерывно выводит выделенные твердые частицы в узкий конец барабана.

Таким образом, применение центрифуги шнековой горизонтальной осадительной позволит непрерывно разделять нефтешлам на три фазы (рис. 5).

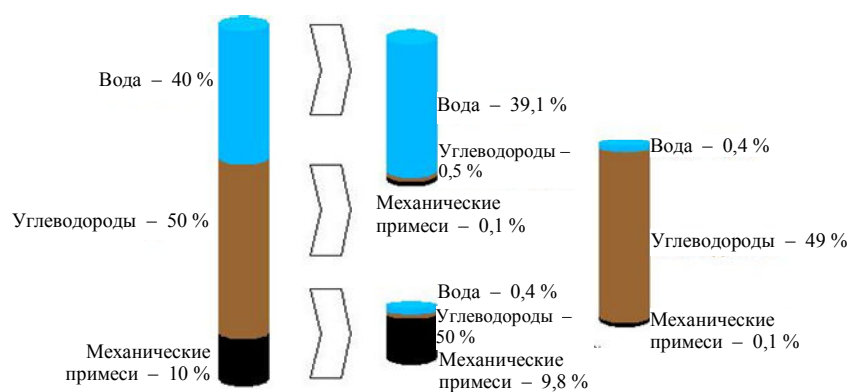


Рис. 5. Состав нефтешлама

Вода, образовавшаяся в процессе разделения нефтешлама на составляющие, отправляется на доочистку на приемную камеру КОС; нефтепродукты – в разделочный резервуар, где происходит накопление сборных нефтяных остатков для последующей перекачки на нефтегазоперерабатывающее предприятие для повторной переработки; механические примеси – на нефтешламную карту для обработки биопрепаратом «Валентис» либо сжигания на установке УЗГ-1М.

Нами произведены расчеты и выбрано место установки данного оборудования, чтобы минимизировать затраты на транспортировку и хранение нефтешлама [3].

Заключение

Решения, рассмотренные нами, позволяют оптимизировать работу КОС. Применение центрифуги шнековой горизонтальной осадительной непрерывного действия дает возможность отказаться от накопления нефтешлама. Такие изменения положительно повлияют на экологическую обстановку в регионе, а также приведут к существенному сокращению затрат на экологические взносы и обработку нефтешлама биопрепаратом «Валентис». Для обезвреживания механических примесей потребуется одна нефтешламная карта для обработки биопрепаратом «Валентис» или сжигания на установке сжигания замазученного грунта УЗГ-1М. Полученная выгода от реализации нефтепродуктов покрывает расходы на обслуживание центрифуги шнековой горизонтальной осадительной непрерывного действия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТКП 45-4.01-202-2010. Очистные сооружения сточных вод // URL: <http://www.bresteg.com/library/ntd/1645-tkr-45-401-202-2010-ochistnye-sooruzheniya-stochnyh-vod-stroitelnye-normy-proektirovaniya.html>.
2. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин. М.: ООО «ТИД «Альянс», 2004. 753 с.
3. Лукиных А. А. Таблицы для гидравлического расчёта канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского / А. А. Лукиных, Н. А. Лукиных. М.: Стройиздат, 1974. 156 с.

Статья поступила в редакцию 31.03.2015

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Артемяева Наталья Николаевна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; доцент кафедры «Технологические машины и оборудование»; kostia_artemiev@mail.ru.

Панасенко Кирилл Владимирович – Россия, 416154, Астраханская область, Красноярский район, поселок Аксарайский; Южный филиал ООО «Газпром энерго»; оператор технологических установок; Panasenko.Kirill@mail.ru.



N. N. Artemieva, K. V. Panasenko

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF SEWAGE TREATMENT FACILITIES OF OIL AND GAS ENTERPRISES

Abstract. The paper studies the technological process of the sewage treatment facilities at the oil and gas enterprise. The elimination of the revealed drawbacks will allow optimizing work of the technological process, increasing an overall performance of sewage treatment facilities. It is found that production and rain sewage contain the oil products caught at different stages of cleaning and represent oil slimes that are collected in silt cards. As silt cards are not intended to be used in the technology and do not conform to the requirements of this technology (there is no aeration, mechanical hashing and supply of reagents), utilization of oil slime is complicated. The use of screw horizontal sedimentation continuous action centrifuge results in continuous separation of oil slimes into components: water, oil products and mechanical impurity. Water formed in the course of oil slime separation into components goes on tertiary treatment, oil products to the finishing tank where an accumulation of combined oil residues for the subsequent transfer to the oil and gas processing plant for the repeated processing, mechanical impurity to the oil sludge card for

processing by a biological product "Valentis", or burning on the UZG-1M installation. These changes will lead to essential decrease in environmental pollution and also will allow to reduce oil slime storage volumes significantly.

Key words: oil and gas industry, oil slime accumulation, screw horizontal sedimentation centrifuge, continuous separation of oil slimes.

REFERENCES

1. *TKP 45-4.01-202-2010. Ochistnye sooruzheniia stochnykh vod* [Sewage water treatment facilities]. Available at: <http://www.bresteg.com/library/ntd/1645-tkp-45-401-202-2010-ochistnye-sooruzheniya-stochnyh-vod-stroitelnye-normy-proektirovaniya.html>.
2. Kasatkin A. G. *Osnovnye protsessy i apparaty khimicheskoi tekhnologii* [Main processes and machines of chemical technology]. Moscow, OOO «TID «Al'ians», 2004. 753 p.
3. Lukinykh A. A., Lukinykh N. A. *Tablitsa dlia gidravlicheskogo rascheta kanalizacionnykh setei i diukerov po formule akad. N. N. Pavlovskogo* [Table of hydraulic calculation of sewage networks and inverted syphons by N. N. Pavlovskiy's formula]. Moscow, Stroiizdat, 1974. 156 p.

The article submitted to the editors 31.03.2015

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Artemieva Natalia Nickolaevna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department "Technological Machines and Equipment"; kostia_artemiev@mail.ru.

Panasenko Kirill Vladimirovich – Russia, 416154, Astrakhan region, Krasnoyarsk area, Ak-saraisk village; Southern branch of LLC "Gazprom energo"; Operator of technological installations; Panasenko.Kirill.@mail.

