

УДК 628.192

**МЕТОД КОАГУЛЯЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ****THE METHOD OF COAGULATION TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTEWATER GENERATED IN THE OIL-PRODUCING INDUSTRY**

А.В. Шунькевич, Л.В. Маркевич

Научный руководитель – В.А. Романко, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

A. Shunkevich, L. Markevich

Supervisor – V. Romanko, Senior Lecturer  
Belarusian national technical university, Minsk

**Аннотация:** В данной статье отображено исследование по глубокой очистке проб воды, взятых из промышленных сточных вод, полученных в результате нефтедобывающей промышленности, и содержащих в своём составе гидрофильные и гидрофобные эмульсии из нефти и органических взвешенных веществ. Очистка вод была осуществлена при помощи коагуляционного метода, отвечающего требованиям экологической безопасности, вследствие чего были удалены взвешенные вещества и нефть.

**Abstract:** This article shows a study on the deep purification of water samples taken from industrial wastewater obtained as a result of the oil industry, and containing hydrophilic and hydrophobic emulsions of oil and organic suspended solids. Water purification was carried out using a coagulation method that meets the requirements of environmental safety, as a result of which suspended solids and oil.

**Ключевые слова:** нефтедобыча, эмульсия, производственные сточные воды, коагуляция, гидрофобный, гидрофильный.

**Keywords:** oil production, emulsion, industrial wastewater, coagulation, hydrophobic, hydrophilic.

**Введение**

Как известно, добыча нефти является одним из этапов нефтяной промышленности, в ходе которого происходит извлечение нефти из недр, её очистка от воды и механических примесей и конечной обработки для иных технологических процессов. В ходе этих процессов естественным образом образуются промышленные сточные воды (ПСВ). Их особенностью является наличие компонентов моторных и трансмиссионных минеральных масел, смазочно-охлаждающих жидкостей. Состав и характеристики ПСВ, образующихся при процессах подготовки нефти для иных технологических процессов, могут быть отличны от других ПСВ. Они могут иметь в своём составе все категории примесей:

- Взвешенные – представляют из себя твёрдые частицы, которые находятся в воде в виде суспензий. Чаще всего это песок, ил, пыль и другие мелкие частицы;
- Органические – это примеси, образующиеся из живых организмов и их

- остатков (растительное и животные вещества);
- Минеральные – это неорганические вещества, такие как минералы, соли и металлы;
  - Газовые – представляют из себя газы, растворённые в воде, такие как кислород, углекислый газ и азот.

Так же в теплоэнергетике используют следующую классификацию воды по степени дисперсности:

- Грубодисперсные примеси – образуют с водой гетерогенную систему. Состоят из глины, песка, мелкой растительности. Они легко удаляются фильтрованием, отстаиванием;
- Коллоиднодисперсные – это дисперсные частицы, также образуют с водой гетерогенную систему. Они настолько малы, что отфильтровать их не возможно. Коллоидные частицы обычно имеют диаметр от  $10^{-4}$  до  $10^{-6}$  мм и несут на себе отрицательный электрический заряд. За счёт присоединения положительно заряженных ионов из окружающей среды раствора коллоидные частицы окружены двойным электрическим слоем. Одним из способов их образования – попадание дизельного топлива;
- Молекулярнодисперсные – образуют с водой гомогенную систему и представлены в виде отдельных ионов, молекул, компонентов.

Одним из методов очистки ПСВ от коллоидных частиц является коагуляционный метод. В растворах могут находиться настолько мелкие частицы, что ни один фильтр не способен от них очистить и для решения данной проблемы используют эффект слипания первичных частиц, когда увеличивают размер этих мелких частиц вводными элементами, заставляющими их слипнуться между собой. Данные вводные элементы называют коагулянты и флокулянты.

Коагулянты и флокулянты – неорганические соли, при соприкосновении с водой образующие элементы с зарядом, противоположным тому, который имеют частички присутствующей в жидкости взвеси. Благодаря разности потенциалов, «очиститель» притягивает загрязнения, объединяя их в конгломераты, которые несложно удалить из емкости. В промышленности часто применяют коагулянты на основе сульфата, гидроксоксида, гидросульфата алюминия и хлорида железа. Для усиления реакции коагуляции используют флокулянт, который является высокомолекулярным полимерным соединением.

### Основная часть

Одним из способов удаления в ПСВ смол, масел и жиров применяют петролейный эфир лёгкого вида с температурой образования при нагреве от 45 до 75 °С, а для очистки от коллоидных и взвешенных примесей коагулянт  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ . Для полной очистки и осветления используют нейтрализующий раствор  $NaHCO_3$  или  $CaHCO_3$ . С помощью разработанного нового метода коагуляции можно добиться очистки ПСВ не только в соответствии с экологическими нормами предприятий, но и с концентрацией в 10 раз ниже допустимых норм.

Как отмечается в технической литературе, метод коагуляции в основном используется для очистки природных вод от коллоидных и взвешенных примесей. Чтобы осадить примеси этим методом, используют коагулянт,

который компенсирует отрицательный заряд коллоидных частиц, вследствие чего они теряют стабильность. При использовании  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  в водоподготовке в качестве эффективного коагулянта качественным преимуществом является то, что он сначала гидролизует. Образовавшаяся кислота реагирует с бикарбонатом  $NaHCO_3$  или  $CaHCO_3$  и образует нейтральную среду. Это происходит по следующему механизму [1]:



В ходе реакций было отмечено, что при использовании  $Al_2(SO_4)_3$  большого процента и в большом количестве при очистке образцов ПСВ привело к осаждению нефтяных эмульсий наряду с механическими смесями, что не допустимо при очистке ПСВ. Поэтому для решения данной проблемы необходимо соблюдать оптимальные условия для эффективного использования данного коагулянта. Температура воды должна быть не менее 35-40 °С, высокая температура воды положительно влияет на скорость и качество процесса химической коагуляции. При проведении реакции необходимо в качестве экстрагента использовать «петролейный эфир», который как положительно влияет на качество нефти, так и с точки зрения экологии и экономии является важным реагентом. Для повышения скорости очистки ПСВ (увеличения скорости коагуляции) используется флокулянт FK-1 5 %  $H_2SO_4$  кислоты в удвоенном количестве раствора коагулянта  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ , 5 % раствор компонента (условное обозначение К-1), экстрагент нефтяного эфира ЭК-1 (бензиновая фракция 40-70 °С), НК (нейтрализующий компонент)  $NaHCO_3$  или 5 % раствор  $CaHCO_3$ . Вынесем в таблице 1 полученные данные проведённой экспериментальной работы.

Таблица 1 – Данные проведённой экспериментальной работы

Образец пробы ПСВ	Параметры перед очисткой			Компоненты, используемые в очистке			Параметры после очистки		
	Объём нефти, мг/л	рН среды	Цвет	К-1, мг/л	ЭК-1, мг/л	НК, мг/л	Объём нефти, мг/л	рН среды	Цвет
№ 1 «Нефтяные камни»	500-1000	6,8-7,5	тёмно-серый	3-5	2-3	1-2	≤ 0,01	7,0	прозрачный
№ 2 Сухалина	500-1000	6,8-7,5	тёмно-серый	3-5	2-3	1-2	≤ 0,01	7,0	прозрачный
№ 3 Амеровская нефть	500-1000	6,8-7,5	тёмно-серый	3-5	2-3	1-2	≤ 0,01	7,0	прозрачный

Однако, несмотря на определенные результаты полного разделения стойких "нефтяных" эмульсии в ПСВ пока не удалось. Как показывает практика в лабораторных условиях в несколько этапов до 100 % разделения водонефтяной эмульсии даже при оптимальных технологических схемах за счет создания

комбинированного термохимического осаждения, на заключительном этапе за счет создания электрического поля, при использовании различных характеристик демульсификаторов и параметров достичь удалось [2]. Несмотря на это данный метод является одним из методов очистки ПСВ не способных наносить ущерб флоре и фауне бассейнов, а на сегодняшний день это одна из острых экологических проблем нефтеперерабатывающей промышленности.

#### *Заключение*

Как уже отмечалось выше, что в нефтеперерабатывающей промышленности при использовании методов очистки ПСВ может наноситься ущерб флоре и фауне бассейнов, поэтому использование коагулянта  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  и петролейный эфир лёгкого вида с использованием нейтрализующего раствора  $NaHCO_3$  или  $CaHCO_3$  является одним из способов очистки ПСВ от смол, масел, жиров, коллоидных и взвешенных примесей с минимальным вредом флоре и фауне. Экологические результаты очистки промышленных сточных вод (ПСВ) образующихся в нефтеперерабатывающей промышленности, полученные по данной методике в лабораторных условиях, имеют в 10 раз больше экологических и экономических преимуществ, чем результаты существующих научных исследований, на которые выданы патенты на изобретения и авторские свидетельства.

#### **Литература**

1. Общая Химическая технология и Промышленная экология / С.А. Новрузов. – Баку: Просвещение, 1991. – 345 с.
2. Тулеман, Ю.С. Чистка сточных вод на нефтеперерабатывающих заводах / Ю.С. Тулеман, В.С. Щербель // Экология производства. Науч.-технич. Журнал. – 2011. – № 4. – С. 1-2.