

**АНАЛИЗ СТОЧНЫХ ВОД БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ БПО  
ВАНКОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (Г.ТУРУХАНСК)**

**Кулакова Ю.С., Новосёлова Н.А.,  
научный руководитель канд. хим. наук, проф. Орловская Н.Ф.  
Сибирский федеральный университет**

В процессе эксплуатации промышленного оборудования образуются сточные воды с различными характеристиками, требующие специальной очистки перед сбросом в канализационные системы.

Мы исследовали состав сточных вод, образующихся при мойке узлов и агрегатов бурового оборудования на Базе производственного обслуживания Ванкорского месторождения (г. Туруханск), сделали выводы и предложили возможные пути решения проблем с их очисткой.

**Выражаем благодарность**

Информацию о составе сточных вод и пробы для анализа предоставил А. В. Чубаров, PhD, Глава Отделения Московского Представительства Purolite International Ltd. (Moscow Representative office) в г. Красноярске. Газохроматографический анализ проводила М.Р. Аркадьева под руководством О.П. Калякиной, заместителя директора ИНиГ по учебной работе, заведующей лабораторией хроматографических методов анализа отделения ЦКП в ИНиГ.

**1 Методика определения химического состава сточных вод**

Газохроматографическое определение проводилось на газовом хроматографе Clarus 500 Arnel 4050 (PerkinElmer) с пламенно-ионизационным детектором, с использованием кварцевой капиллярной колонки Restek Rtx-100-DHA 0,25 мм x 100 м x 0,5 мкм. В качестве газа-носителя использовали гелий (марка А). Управление прибором и обработку хроматограмм осуществляли с использованием программы TotalChrom Navigator.

В связи с тем, что колонка предназначена для определения углеводов в бензинах, мы не имели возможности анализировать все соединения. Алкены и алканы выше C<sub>14</sub>+ могли повредить колонки, поэтому анализировался экстракт водной и органической фаз сточных вод гексаном. Определение химического состава на газовом хроматографе Clarus 500 Arnel 4050 (PerkinElmer) проводили по ГОСТ 52714 «Бензины автомобильные. Определение индивидуального и группового углеводородного состава методом капиллярной газовой хроматографии» по методу А «Определение индивидуального состава нефти до n-нонана методом капиллярной газожидкостной хроматографии». Скорость потока газа-носителя 1 мл/мин (режим постоянного потока). Температура инжектора 250 °С. Температура детектора 300 °С. Ввод пробы осуществлялся с помощью автосамплера; объем пробы 1 мкл.

**1.1 Газовый хроматограф Clarus 500 Arnel 4050 (PerkinElmer)**

Газовый хроматограф Clarus 500 фирмы PerkinElmer удовлетворяет требованиям как исследовательских, так и контрольных лабораторий. Хроматографическая система на базе Clarus 500 легко адаптируется к сколь угодно сложному анализу благодаря широкому выбору систем ввода проб, детекторов, модулей управления газовыми потоками и программному обеспечению TotalChrom.

## 2 Результаты анализа

При мойке узлов и агрегатов бурового оборудования на Базе производственного обслуживания Ванкорского месторождения (г. Туруханск) образуются сточные воды, содержащие кроме нитритного, нитратного азота, фосфатов, фенолов также и нефтепродукты в виде трудноразделяемой эмульсии.

При транспортировке и хранении эмульсия расслоилась, мы смогли исследовать водную и органическую части.

### 2.1 Результаты анализа сточных вод

Результаты анализа сточных вод, образующихся при мойке узлов и агрегатов бурового оборудования (табл. 1), представлены специалистами филиала компании «ШлюмбержеЛоджелко, Инк» (с. Туруханск).

Таблица 1 – Результаты анализа сточных вод

Наименование компонентов химического состава	Единицы измерения	Результаты анализа	Методика (шифр НД)
Нитрит-ион	мг/дм <sup>3</sup>	0,07	ПНД Ф 14.1:2:4.3-95
Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	1039	ПНД Ф 14.1:2:4.114-97
Фенолы общие	мг/дм <sup>3</sup>	6,0	ПНД Ф 14.1:2:4.182-02
АПАВ	мг/дм <sup>3</sup>	0,58	ПНД Ф 14.1:2:4.15-95
Фосфат-ион	мг/дм <sup>3</sup>	0,09	ПНД Ф 14.1:2:4.112-97
Фенолы летучие	мг/дм <sup>3</sup>	2,1	ПНД Ф 14.1:2:4.182-02
Нитрат-ион	мг/дм <sup>3</sup>	1,3	М-101, ЗАО «АналитИнвест», св-во об атт. № 242/76-07 от 26.06.2007
Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	11400	ПНД Ф 14.1:2:4.116-97

«Запредельное» содержание нефтепродуктов в сточных водах (11400 мг/дм<sup>3</sup> против допустимых по [1] 0,3 мг/дм<sup>3</sup>) специалисты компании объясняют образованием трудноразделяемой эмульсии. Проба сточной воды была доставлена в Красноярск. При транспортировке и хранении эмульсия расслоилась, что говорит о перспективности применения механических или механо-химических методов очистки. Водный и органический слои были исследованы специалистами лаборатории хроматографических методов анализа отделения ЦКП в ИНиГ.

### 2.2 Результат анализа водной фазы расслоившейся эмульсии нефтепродуктов

Водную фазу экстрагировали гексаном 1:1. Слой гексана отделяли и анализировали на газовом хроматографе Clarus 500.

Таблица 2 – Результаты анализа водной фазы полученного экстракта

Классы соединений	Мас. % в составе экстракта	Мас. % без гексана
Парафины	0	0
Изоалканы	0,01756	8,64
Олефины	0,18565	91,36
Нафтены	0	0
Ароматические	0	0
Общее C14+	0	0
Неизвестные	0	0

Таблица 3 – Результаты анализа водной фазы по индивидуальным соединениям

Индивидуальные соединения	Мас. % в составе экстракта	Мас. % (без гексана)
3-метилпентен-1	0,0059	0,08
2- метилпентан	0,1433	1,96
2-метил-1,4-пентадиен	3,1288	42,82
3,3-диметилпентен-1	0,0609	0,83
этилтретбутиловый эфир	3,7941	51,93
2,4-диметилпентан	0,0176	0,24
циклогексан	0,0262	0,36
метилтретамилловый эфир	0,0049	0,07
гептен-3	0,1247	1,71

### 2.3 Результаты анализа состава органической фазы расслоившейся эмульсии нефтепродуктов

Органическую фазу экстрагировали гексаном 1:1. Слой гексана отделяли и анализировали на газовом хроматографе Clarus 500.

Таблица 4 – Результаты анализа органической фазы

Классы соединений	Масс% в составе экстракта	Масс % без гексана
Парафины	1,03676	3,72
Изоалканы	3,7078	13,31
Олефины	1,23607	4,44
Нафтены	3,5975	12,91
Ароматические	3,47881	12,49
Общее C14+	9,36299	33,61
Общее неизвестных	5,43934	19,52

Таблица 5 – Результаты анализа органической фазы по индивидуальным соединениям

Индивидуальные соединения	Мас. % в составе экстракта	Мас. % без гексана
2-метил-1,4-пентадиен	1,9806	36,75
3-метилпентен-2	1,7800	33,03
метилциклогексан	0,3612	6,70
октан	0,3363	6,24
1,1,4-триметилциклогексан	0,3053	5,66
1-метил-3-изопропилбензол	0,3115	5,78
тридекан	0,3148	5,84

Молекулярно-адсорбционная стабилизация дисперсных систем играет большую роль в устойчивости дисперсий как в водной, так и в неводных средах. Дисперсные системы в неводных средах менее устойчивы, чем в водной среде. Внеполярной и не содержащей воды дисперсионной среде частицы дисперсной фазы лишены электрического заряда. В этом случае электрический фактор стабилизации отсутствует. Между дисперсными частицами действуют только силы взаимного притяжения. Ослабление этих сил, приводящее к стабилизации дисперсных систем, может происходить в результате образования вокруг коллоидных частиц адсорбционных слоев из молекул дисперсионной среды и растворенных в ней веществ.

В рассматриваемом нами случае устойчивой дисперсии «масло в воде» ядром мицелл могут являться углеводороды с большой молекулярной массой (C14+), сольватная оболочка состоит из слоев парафинов, изоалканов, нафтенов, олефинов, ароматических соединений и простых эфиров (во внешнем слое). Такие слои ослабляют взаимное притяжение частиц дисперсной фазы и создают механическое препятствие их сближению.

### 3 Методики определения нефтепродуктов в воде

Среди официальных методик определения нефтепродуктов в воде нужно выделить методики, внесенные в Государственный реестр методик количественного химического анализа, которые следует считать обязательными для применения в экологических анализах при определении суммарного содержания нефтепродуктов. (При использовании УФ- или флуоресцентного детекторов определяют не сумму нефтепродуктов, а лишь сумму ароматических углеводородов)[2].

Для серьезных исследований наиболее приемлемой является газохроматографическая методика суммарного определения содержания нефтепродуктов в воде, аттестованная Госстандартом РФ в 1994 г. Она наиболее информативна и надежна из всех методик, применяемых в России и за рубежом и позволяет определить тип нефтепродукта и выявить источник загрязнения [3].

Применение газового хроматографа Clarus 500 для анализа образца сточных вод в отделении ЦКП в ИНиГ было связано с рядом ограничений. Однако даже полученные данные позволили нам сделать ряд предположений о причинах особой устойчивости водонефтяной эмульсии и наметить пути ее разделения и дальнейшей очистки сточных вод на Базе производственного обслуживания Ванкорского месторождения (г. Туруханск).

#### **4 Способы очистки сточных вод**

Известны способы физико-химической очистки сточных вод от нефтепродуктов методом адсорбции. Адсорбция обычно является конечной стадией процесса очистки, т. е. доочисткой после удаления основной части эмульгированных нефтепродуктов механическими или механо-химическими методами.

Наиболее типичной адсорбционной системой является система с неподвижным слоем сорбента. В качестве сорбентов для очистки стоков от нефтепродуктов известно применение множества материалов естественного и искусственного происхождения: кварцевый песок, глина, керамзит, торф, древесные опилки, прокаленная окись алюминия, активированные угли, полистирол, химические волокна и т. д.

Наибольшей сорбционной способностью обладают активированные угли. Истинно растворенные нефтепродукты (до остаточной концентрации 0,02—0,5 мг/л) извлекаются из воды лишь в процессе адсорбции на мезо- и микропористых сорбентах БАУ, АГ-3 и других.

Предлагаемая схема очистки сточных вод, образующихся при мойке узлов и агрегатов бурового оборудования на Базе производственного обслуживания Ванкорского месторождения:

1. Удаление основной части эмульгированных нефтепродуктов механическими или механо-химическими методами.
2. Доочистка с помощью адсорбционной системы с неподвижным слоем сорбента АГ-3.

#### **Список литературы**

1. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
2. Другов Ю.С., Родин А.А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. Практическое руководство: науч. изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 270 с.
3. Методика выполнения измерений содержаний нефтепродуктов в природных и сточных водах газохроматографическим методом с пламенно-ионизационным детектором. МВИ-05-94. М.: 1994. Система сертификации ГОСТ Р. Центр

сертификации воды и метрологического обеспечения экологического мониторинга – АО ЦСВ (аттестат аккредитации № РОСС.RU 0001. 21. ПВ 01).