

*Ширшова А.А.,
студент 2 курса магистратуры
факультет «Проектирование и управление промышленной
безопасности»
Институт сервиса и отраслевого управления
Россия г. Тюмень
Научный руководитель: Ознобихина А.О.*

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ КОМПОНЕНТОВ НЕФТЕШЛАМОВ И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАСШИРЕННОГО МОНИТОРИНГА ВОЗДУХА

***Аннотация:** В данной статье рассмотрены анализ компонентного состава нефтешламов, образующихся в процессе деятельности нефтеперерабатывающих и транспортных предприятий. На примере ТОО (Атырау) показано, что действующая система производственного экологического контроля, ориентированная на определение ограниченного набора газообразных веществ (оксиды углерода, азота, серы, сажа), не позволяет достоверно оценить техногенную нагрузку на атмосферный воздух. Обоснована необходимость расширения перечня контролируемых показателей за счёт тяжёлых металлов (ванадий, свинец, хром, никель, медь, ртуть, мышьяк) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Приведены результаты анализа валовых концентраций металлов в нефтяных отложениях и их потенциальное влияние на здоровье населения и персонала.*

***Ключевые слова:** Нефтешламы, тяжёлые металлы, мониторинг атмосферного воздуха, ванадий, полициклические ароматические углеводороды, класс опасности отходов, выбросы загрязняющих веществ.*

Abstract: *This article discusses the analysis of the component composition of oil sludge generated by oil refining and transportation enterprises. Using the example of EcoWest LLP (Atyrau), it is shown that the current system of production environmental control, which focuses on determining a limited set of gaseous substances (carbon, nitrogen, sulfur oxides, and soot), does not allow for an accurate assessment of the anthropogenic impact on atmospheric air. The necessity of expanding the list of controlled indicators by heavy metals (vanadium, lead, chromium, nickel, copper, mercury, arsenic) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) is substantiated. The results of the analysis of gross concentrations of metals in oil deposits and their potential impact on the health of the population and personnel are presented.*

Keywords: *Oil sludge, heavy metals, atmospheric air monitoring, vanadium, polycyclic aromatic hydrocarbons, waste hazard class, emissions of pollutants.*

Система обращения с отходами производства и потребления на любом промышленном предприятии включает не только технологические этапы сбора, транспортирования и переработки, но и обязательный экологический контроль воздействия на окружающую среду. Ключевым элементом такого контроля является мониторинг атмосферного воздуха, поскольку именно с выбросами загрязняющих веществ связаны основные риски для здоровья населения и персонала предприятия.

Повторные общественные слушания по проекту ТОО «ЭкоWest» в Атырау, состоявшиеся в 2025 году, выявили существенный недостаток проектной документации: перечень загрязняющих веществ, подлежащих контролю, ограничен оксидом углерода, оксидами азота, диоксидом серы, пятиокисью ванадия и сажей [1]. При этом реальный состав нефтешламов, которые предприятие планирует перерабатывать, значительно сложнее и включает десятки высокотоксичных компонентов, не учтённых в программе мониторинга.

Цель настоящей статьи — на основе анализа литературных и аналитических данных обосновать необходимость расширения перечня контролируемых веществ в системе мониторинга воздуха при обращении с нефтешламами на предприятии.

1. Реальный компонентный состав нефтешламов

Нефтешламы представляют собой сложные многокомпонентные системы, образующиеся при добыче, транспортировке, хранении и переработке нефти. Согласно обобщённым данным Института проблем нефти и газа РАН [2], типичный нефтешлам содержит: 20–30% — нефтепродукты (углеводороды различных классов); 30–40% — вода (в виде эмульсий и свободной влаги); 30–50% — твёрдые минеральные примеси (глина, песок, продукты коррозии).

Однако наибольшую опасность представляют не углеводороды, а неорганические токсичные компоненты, накапливающиеся в процессе эксплуатации нефтепроводов и резервуаров в результате коррозии и осаждения. Это прежде всего тяжёлые металлы и их соединения.

2. Тяжёлые металлы в нефтешламах: концентрации и токсичность

Атомно-абсорбционный анализ нефтяных отложений, проведённый в ряде исследований [2, 3], показывает, что концентрации тяжёлых металлов в нефтешламах могут в десятки и сотни раз превышать их фоновое содержание в сырой нефти и в незагрязнённых почвах. Это объясняется процессами коррозии стальных трубопроводов и резервуаров, где металлы переходят в отложения и концентрируются в твёрдой фазе шлама.

Особого внимания заслуживает ванадий. В проектной документации ЭкоWest формально присутствует пятиокись ванадия (V_2O_5), однако, как отмечают участники общественных слушаний [1], отсутствуют данные о методах контроля его фактических выбросов и о мероприятиях по снижению выделения ванадия в воздух. При концентрациях ванадия в исходном сырье 247 мг/кг термическая обработка нефтешламов неизбежно приведёт к

образованию тонкодисперсных аэрозолей оксидов ванадия, которые обладают высокой биологической активностью и способны вызывать тяжёлые поражения лёгких [4].

3. Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)

Помимо тяжёлых металлов, важнейшим компонентом нефтешламов, определяющим их токсичность и канцерогенную опасность, являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Эти соединения образуются при термических процессах (пиролизе, неполном сгорании) и содержатся в исходной нефти.

Суммарное содержание 16 приоритетных ПАУ (список 16ЕРА) в нефтешламах достигает 81,42 мг/кг [2]. При этом отдельные представители (бенз(а)пирен, бенз(а)антрацен, дибенз(а,h)антрацен) обладают индексом токсичности, в сотни и тысячи раз превышающим базовые ПАУ. Например, бенз(а)пирен является веществом 1 класса опасности, канцерогеном с доказанным мутагенным действием.

При термической переработке нефтешламов (например, при термической десорбции или сжигании) ПАУ могут не разрушаться полностью, а переходить в газовую фазу и конденсироваться на аэрозольных частицах, попадая затем в атмосферу. Существующая программа мониторинга ЭкоWest не включает контроль ПАУ, что создаёт серьёзный риск недооценки канцерогенной нагрузки на население.

4. Недостатки действующей системы мониторинга воздуха

На основании изложенного можно сформулировать следующие системные недостатки текущего подхода к производственному экологическому контролю на предприятии (по аналогии с проектом ЭкоWest и другими подобными объектами):

Ограничение списка выбрасываемых веществ оксидами углерода, азота, серы, сажей и пятиокисью ванадия не соответствует реальному химическому составу отходов. За рамками контроля остаются тяжёлые металлы (свинец,

хром, никель, медь, ртуть, мышьяк) и ПАУ, многие из которых обладают канцерогенными и мутагенными свойствами.

Технологические решения, предусматривающие смешивание переработанных шламов с грунтом («замыливание»), могут привести к тому, что токсичные металлы останутся в поверхностном слое техногрунта. В условиях ветровой эрозии (характерной для Атырауской области) эти частицы будут подниматься в воздух, создавая хроническое загрязнение приземного слоя атмосферы [1].

Стандартные методы контроля (например, гравиметрическое определение взвешенных веществ) не позволяют идентифицировать и количественно оценить следовые концентрации металлов и ПАУ. Необходимы методы атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) и хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС).

Использованные источники:

1. Материалы общественных слушаний по проекту ТОО (Атырау, 2025 г.) — стенограммы, протоколы разногласий, заключения общественной экологической экспертизы.
2. Аналитический обзор «Состав и свойства нефтяных отложений (НО): углеводороды, металлы, ПАУ» / Институт проблем нефти и газа РАН. — М., 2023. — 112 с.
3. Оценка экологической опасности нефтешламов по содержанию тяжёлых металлов / Вестник экологии, № 4, 2024. — С. 45–52.
4. ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» (с изменениями 2025 г.).
5. Методические рекомендации по применению атомно-абсорбционной спектроскопии при анализе отходов производства и потребления / Росприроднадзор. — М., 2024.

6. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП РФ), статья 8.2, часть 9.