УДК 665.6

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТАВА И СВОЙСТВ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

♦♦♦♦♦

CHEMICAL ANALYSIS OF THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF ATMOSPHERIC EMISSIONS FROM OIL REFINERIES

Багишян Луиза Спартаковна
студентка бакалавриата,
Кубанский государственный технологический университет
listcom94@icloud.com

Абу-Аси Диана Магер
студентка бакалавриата,
Кубанский государственный технологический университет
dianaabuasi@yandex.ru

Федотова Марина Владимировна
старший преподаватель
кафедры технологии нефти и газа,
Кубанский государственный технологический университет
Starodub.m@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена анализу состава и источников выбросов НПЗ, методы их контроля и влияние на экологию. Рассмотрены пути снижения загрязнения.

Ключевые слова: выбросы, НПЗ, мониторинг, экология.

Bagishyan Luiza Spartakovna
Undergraduate Student,
Kuban State Technological University
listcom94@icloud.com

Abu-Asi Diana Mager
Undergraduate Student,
Kuban State Technological University
dianaabuasi@yandex.ru

Fedotova Marina Vladimirovna
Senior Lecturer of the Department
of Oil and Gas Technology
Kuban State Technological University
Starodub.m@mail.ru

Annotation. This article analyzes the composition and sources of oil refinery emissions, their monitoring methods, and their impact on the environment. Possible ways to reduce pollution are also discussed.

Keywords: emissions, oil refineries, monitoring, ecology.

Нефтеперерабатывающие заводы являются ключевыми объектами энергетики, но их выбросы представляют собой сложные многокомпонентные смеси, негативно влияющие на окружающую среду». Остальное – общие слова, которые можно опустить.

Источники загрязнения атмосферы на НПЗ многочисленны и разнообразны. Их можно классифицировать на организованные (стационарные) и неорганизованные.

Организованные источники выбросов – выход ЗВ осуществляется посредством специальных технических устройств организованным способом (через трубы, отверстия, факельные устройства, установки очистки газа, газоходы и пр.);

Неорганизованные источники выбросов – выход ЗВ идёт ненаправленнымпотоком выброса, т.е. неорганизованно (через окна, двери, от открытых стоянок транспорта, мест выгрузки/хранения материалов и пр.) [5].

Ключевыми стационарными источниками являются трубчатые технологические печи, используемые для нагрева сырья, например, нефти или мазута в процессах первичной перегонки. На примере Туапсинского НПЗ можно выделить современные установки типа ЭЛОУ-АВТ, оснащённые радиально-конвективными печами, например, модели Н-1001, Н-2001, которые являются одним из главных источников газовых выбросов [1, 2]. Также значительный вклад вносят дымовые трубы теплоэлектроцентралей, обеспечивающие предприятие энергией.

К категории неорганизованных источников потерь относятся испарения нефтепродуктов из резервуаров хранения, газовыделения через неплотность технологической аппаратуры и коммуникаций, аварийные выбросы, а также выбросы от факелов и систем вентиляции.

Качественный и количественный состав выбросов напрямую зависит от типа перерабатываемой нефти (сернистая, парафинистая и др.) и особенностей технологи-

ческих процессов. Среди загрязняющих веществ выделяются неорганические соединения (CO, SO_2, H_2S, оксиды азота) и органические (углеводороды, включая бензол) [2]. Ранее для оценки часто использовался обобщённый показатель «сумма углеводородов», не учитывавший различную токсичность отдельных компонентов.

Для получения достоверной информации о структуре и уровне загрязнения необходим комплексный подход к мониторингу. Он включает продуманную схему отбора проб (например, на постах вблизи завода, в жилой зоне и на фоновой территории) и применение современных аналитических методов [2]. При исследовании выбросов непосредственно от технологических печей, например на Туапсинском НПЗ, используется инструментальный контроль с помощью газоанализаторов, позволяющий в режиме, близком к непрерывному, определять концентрации O_2, CO, CO_2 и оптимизировать процесс горения для снижения выбросов [1]. Для анализа сложных смесей углеводородов в атмосферном воздухе жилых районов успешно применяется газовая хроматография, позволяющая идентифицировать и количественно определять индивидуальные вещества, такие как этилен и пропилен.

Данные многолетних наблюдений свидетельствуют о стабильном превышении предельно допустимых концентраций ряда загрязнителей в зоне влияния НПЗ. Концентрации вредных веществ закономерно снижаются с удалением от источника, но остаются повышенными даже на значительном расстоянии. Регистрируются высокие уровни по «сумме углеводородов», оксиду углерода, диоксиду серы, сероводороду, а также по отдельным олефинам [2].

Гигиеническая оценка показывает, что в более чем половине всех отобранных проб содержание хотя бы одного вредного вещества превышает ПДК. Обнаруженные концентрации способны оказывать негативное физиологическое воздействие: сероводород-раздражать рецепторы и влиять на рефлекторные функции, диоксид серы-изменять ритм дыхания. Особую опасность представляют органические соединения: даже при подпороговых концентрациях отдельных олефинов их совместное присутствие создает эффект суммации, что может негативно сказываться на состоянии нервной системы и общей резистентности организма. Медико-статистические данные указывают на достоверно более высокий уровень заболеваемости органов дыхания среди детского населения в зоне влияния выбросов, а также на снижение иммунобиологической реактивности.

Проведённый анализ подтверждает, что атмосферные выбросы НПЗ формируют стабильный источник комплексного химического загрязнения. Даже при соблюдении нормативов по отдельным показателям сохраняется риск комбинированного воздействия многочисленных веществ, что представляет серьёзную угрозу для здоровья населения, особенно уязвимых групп.

Для коренного улучшения ситуации необходим системный подход, включающий:

1) предварительную очистку сырья от серы;

2) повышение герметичности оборудования и минимизацию неорганизованных выбросов;

3) внедрение эффективных систем газоочистки и утилизации попутных газов вместо их факельного сжигания;

4) автоматизацию процессов горения и контроля выбросов;

5) совершенствование мониторинга с переходом от контроля общих параметров к обязательному определению специфических опасных веществ (бензол, олефины) с использованием высокоточных методов, таких как газовая хроматография.

Аналитическое обеспечение контроля выбросов нефтеперерабатывающих предприятий требует применения высокоселективных и чувствительных методов, позволяющих определять следовые количества специфических загрязнителей в сложных матрицах. Ключевым методом для решения этой задачи является газовая хроматография (ГХ), часто в комбинации с различными детекторами (рис. 1).

Для определения лёгких углеводородов (C1-C5), включая метан, этан, этилен, пропан, пропилен и бутилены, наиболее эффективно используется хроматография с

пламенно-ионизационным детектором (ПИД), обладающим высокой чувствительностью к органическим соединениям. Однако для анализа серусодержащих компонентов выбросов, таких как сероводород (H_2S), метил-и этилмеркаптаны, диметилсульфид и сероокись углерода (COS), требуется применение более селективных детекторов. В этом случае оптимальным выбором является хроматография с пламенно-фотометрическим детектором (ПФД), избирательно реагирующим на соединения серы, или с атомно-эмиссионным детектором (АЭД). Для определения постоянных газов (O_2, N_2, CO, CO_2) и легких углеводородов в одном анализе может применяться метод с использованием двух детекторов – термохимического (для CO и CO_2) и ПИД (для углеводородов)-двумя параллельными колонками. Этот подход позволяет проводить комплексный анализ технологических и факельных газов, что критически важно для оценки эффективности работы установок и полноты сжигания.

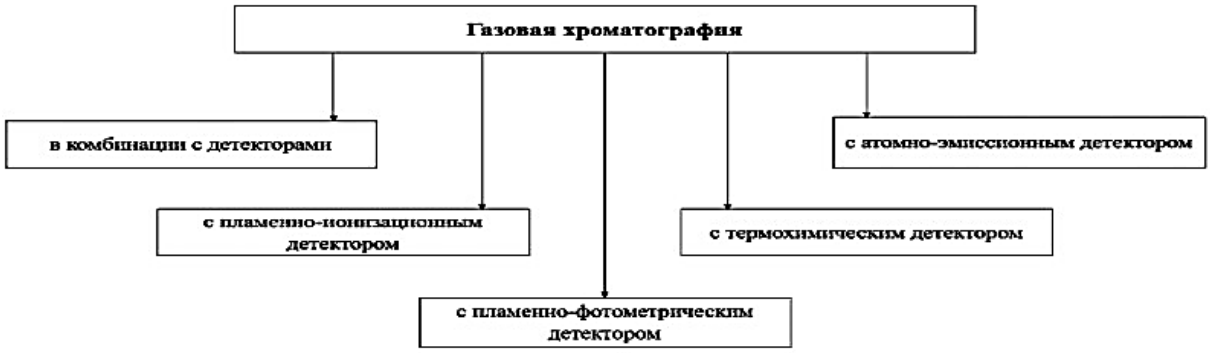


Рисунок 1 – Виды ГХ с детекторами

Точный мониторинг состава атмосферных выбросов является ключевой практической мерой для внедрения принципов промышленной экологии на нефтеперерабатывающих заводах. Согласно современной концепции, основой этой дисциплины является переход от традиционной, расточительной модели к безотходному или чистому производству. Задача такого анализа-не просто соблюдение нормативов, а реализация фундаментального принципа: рационального использования ресурсов и предотвращения загрязнения [с. 2, 3]. Контроль за каждым загрязнителем, от сероводорода до индивидуальных углеводородов, позволяет минимизировать образование токсичных отходов и приблизиться к идеалу максимально возможной цикличности материальных потоков [с. 5, 6].

Проведенный анализ наглядно демонстрирует, что проблема выбросов НПЗ остается сложной, но решаемой при системном подходе

Литература

1. Зайцев В.А. Промышленная экология : учеб. пособие. – 2012. – 512 с. ISBN 978-5-9963-0812-5
2. Инвентаризация источников загрязнения атмосферного воздуха западноказахстанского региона / С.Т. Губашева [и др.] // Инновации, инвестиции, техника и технологии. – 2021. – С. 63–66.
3. Гадаборшева Т.Б. Классификация источников выделения вредных веществ промышленными предприятиями на примере ОАО «Себряковцемент» / Т.Б. Гадаборшева, И.В. Марков // Естественные и технические науки. – 2014. – С. 1–3.
4. Анализ атмосферного воздуха в выбросах технологической печи нефтеперерабатывающего завода г. Туапсе / Я.А. Горева [и др.]. – 2017. – С. 2–7.
5. Чем отличается организованный ИЗАВ от неорганизованного? // Ваш эколог: [сайт]. – 2023. – 23 окт. – URL : https://vashecolog.ru/2023/10/23/chem-otlichaetsja-organizovannyj-izav-ot-neorganizovannogo (дата обращения 02.12.2025).

References

1. Zaitsev V.A. Industrial Ecology : textbook. – 2012. – 512 p. ISBN 978-5-9963-0812-5
2. Inventory of air pollution sources in the West Kazakhstan region / S.T. Gubasheva [et al.] // Innovations, investments, engineering and technology. – 2021. – P. 63–66.
3. Gadaborsheva T.B. Classification of sources of harmful substance emissions by industrial enterprises using the example of Sebryakovcement OJSC / T.B. Gadaborsheva, I.V. Markov // Natural and technical sciences. – 2014. – P. 1–3.
4. Analysis of atmospheric air in emissions from the process furnace of the Tuapse oil refinery / Ya.A. Goreva [et al.]. – 2017. – P. 2–7.
5. What is the difference between an organized and an unorganized IZAV? // Your Ecologist: [website]. – 2023. – October 23. – URL : https://vashecolog.ru/2023/10/23/chem-otlichaetsja-organizovannyj-izav-ot-neorganizovannogo (date of application 02.12.2025).