

УДК 665.7

**КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ
НА ЭТАПЕ СЛИВА В РЕЗЕРВУАРЫ НЕФТЕБАЗ
QUALITY CONTROL OF PETROLEUM PRODUCTS DURING THE
DISCHARGE STAGE INTO OIL DEPOT TANKS**

М.М. Исмаилов, студент II курса гр. МУС09-24-01

М.М. Закирничная, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой автоматизации,
телекоммуникации и метрологии

Научный руководитель: А.М. Хасанова, доцент, заведующий базовой
кафедрой измерительных систем

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет» в г. Уфа

Аннотация. В статье рассматривается проблема системного характера: действующая система мониторинга качества топлива на этапе слива из железнодорожных цистерн в резервуары нефтебаз является недостаточно эффективной в связи с тем, что существующая система мониторинга не фиксирует аномалии, выраженные в виде резких выбросов значений плотности нефтепродуктов из-за его усреднения. Обосновывается необходимость корректировки методологии контроля плотности нефтепродуктов на этапе слива в резервуары нефтебаз.

Ключевые слова: контроль качества, дизельное топливо, АСУ ТП, мгновенные отклонения, усреднение.

Abstract. This article examines a systemic issue: the current system for monitoring fuel quality during the discharge stage from railway tanks into oil depot tanks is insufficiently effective. This is because the existing monitoring system fails to record anomalies manifested as sharp spikes in petroleum product density values due to data averaging. The necessity of adjusting the methodology for monitoring the density of petroleum products at the stage of discharge into oil depot tanks is substantiated.

Keywords: quality control, diesel fuel, automated process control systems (APCS), instantaneous deviations, averaging.

Качество нефтепродуктов — один из ключевых факторов устойчивой работы топливной отрасли, напрямую влияющий на надёжность транспортных средств, соблюдение экологических норм и безопасность потребителей. Основным назначением нефтебаз является бесперебойное снабжение потребителей нефтепродуктом надлежащего качества [1, 2].

Одним из наиболее уязвимых участков в цепи контроля качества дизельного топлива является процесс его слива из железнодорожных цистерн в резервуары. На первый взгляд, система надёжна, так как

применяется двухуровневый подход: лабораторный анализ проб перед сливом и мониторинг параметров топлива в процессе слива в резервуары. Однако на практике выявляются аномалии при этом не фиксируемые. Это создаёт иллюзию стабильности, тогда как в реальности в резервуары может попадать продукт, не соответствующий заявленным качествам [3, 4].

Определение степени эффективности существующих систем контроля качества нефтепродуктов при сливе в резервуары проводилось на примере одной из нефтебаз Уфимского района в период с ноября по декабрь 2024 года. Данные представляли собой значения плотности на начало и конец операции слива зимнего дизельного топлива класса 5, а также его усредненную плотность. Анализировалось 37 операций слива. Для определения степени вертикального расслоения нефтепродукта в железнодорожной цистерне определялось значение разности между плотностью на начало слива и усредненной, а также между плотностью на конец слива и усредненной.

Результаты анализа представлены на рисунках 1 и 2.

Также для определения выбросов необходимо построение сравнительного графика. Сильные вертикальные расслоения и резкие выбросы возникают лишь в том случае, когда в нефтепродукте присутствуют механические примеси или вода, которые не удалось определить при лабораторном анализе пробы, взятой из железнодорожной цистерны [5, 6] (рис. 3).



Рисунок 1 – Распределение разности плотностей на начало операции слива дизельного топлива в резервуары



Рисунок 2 – Распределение разности плотностей в конце операции слива дизельного топлива в резервуары

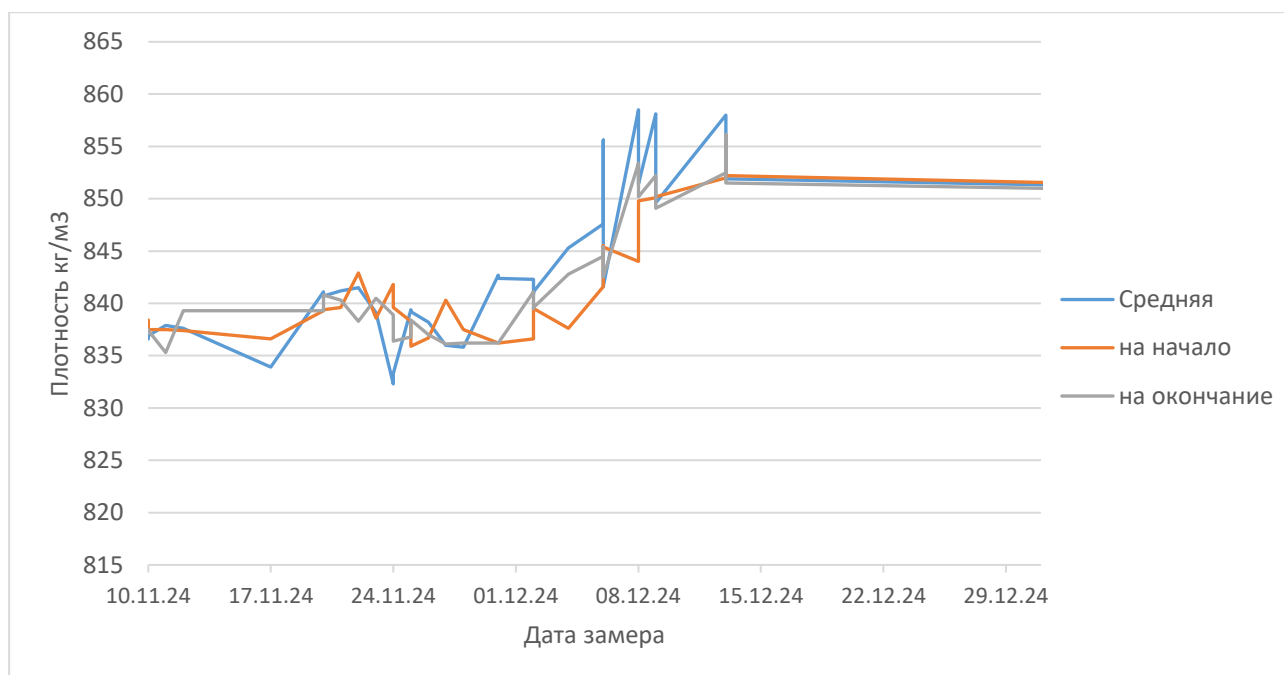


Рисунок 3 – Сравнительный график плотностей топлива

В результате анализа выявлено, что плотность дизельного топлива соответствует нормативному диапазону и не превышает 830 кг/м³, регламентированное ГОСТ 305-2013 при его приведении к 15 °С [7]. Следовательно топливо ненадлежащего качества не было обнаружено

текущей системой контроля, в последствии было слито в резервуары персоналом нефтебазы и в дальнейшем отправлено потребителям.

Однако, в одном из 37 операций слива плотность на старте составила 821 кг/м^3 , а среднее значение — $828,6 \text{ кг/м}^3$. При средней плотности, равной $828,6 \text{ кг/м}^3$, мгновенная плотность имеет значение 836 кг/м^3 . В результате около 400 кг фракции, содержащие воду или механические примеси, попало в резервуар без регистрации события системой контроля.

На сравнительном графике хорошо заметно, что мгновенные «пики» превышения носят квазислучайный характер. Гистограммы показывают асимметрию распределения разности плотностей: левая часть кривой короче, что свидетельствует о превалировании положительных дельт — поступлении более тяжёлых фракций снизу цистерны.

Следует отметить, что из тридцати семи операций слива нефтепродуктов в девяти, что составляет около 24 %, зафиксированы отклонения параметров, не распознанные системой. Экстраполяция этих данных на годовой объём нефтебазы (350 тыс. тонн), показало, что до 3000 тонн в год поступают в резервуары с незарегистрированными отклонениями по качеству. Поскольку аналогичные подходы к мониторингу качества нефтепродуктов применяются на большинстве объектов в отрасли, проблема имеет системный характер и потенциально охватывает весь сектор хранения и логистики транспорта.

Полученные данные свидетельствуют о наличии системной уязвимости в существующих алгоритмах контроля качества топлива на нефтебазах. Масштаб проблемы выходит за рамки одной нефтебазы: аналогичные методики мониторинга применяются на большинстве объектов отрасли, что указывает на системный характер риска для всего сектора хранения и логистики транспорта нефтепродуктов.

Проведённый анализ системы контроля качества нефтепродукта при сливе показал, что мгновенные отклонения плотности дизельного топлива в ходе исследования составили не менее 24 процентов из общего числа операций слива и остались незафиксированными из-за усреднения. Необходим переход от статических алгоритмов усреднения к интеллектуальным системам аналитики. Перспективным направлением является внедрение цифровых решений на базе машинного обучения, которые смогут в реальном времени выявлять аномалии по совокупности параметров (плотность, температура, давление, время) и автоматически сигнализировать о потенциальных отклонениях.

Внедрение подходов, включающих в себя методы машинного обучения повысит прозрачность и управляемость логистических цепочек, минимизирует экономические и репутационные риски, а также обеспечит соответствие отрасли современным стандартам цифровизации и устойчивого развития.

Список литературы

1. Шувалов, Г. В. Приборы экспресс-анализа нефтепродуктов / Г. В. Шувалов. – Текст: непосредственный // Гео-Сибирь. – 2007. – Т. 4, № 2. – С. 113-117.
2. Лернер, О. Автоматизация контроля качества нефти и нефтепродуктов / О. Лернер, А. Афанасьев. – Текст: непосредственный // Аналитика. – 2013. – № 3. – С. 60-63.
3. Обухов, М. К. Обеспечение качества нефти и нефтепродуктов при транспортировке и хранении / М. К. Обухов. – Текст: непосредственный // Альманах научных работ молодых ученых XLVII научной и учебно-методической конференции ИТМО. – 2017. – Т. 6. – С. 23-26.
4. Алаторцев, Е. И. К вопросу о методическом обеспечении контроля и сохранения качества нефти и нефтепродуктов / Е. И. Алаторцев. – Текст: непосредственный // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2021. – № 10. – С. 33-36.
5. Левитин Р.Е. Изменение качества нефтепродуктов в процессе доставки их потребителю / Р. Е. Левитин. – Текст: непосредственный // научный журнал «Нефтегазовое дело». - 2007. -№ 1. - С. 89-98.
6. Межгосударственный стандарт «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности», ГОСТ 3900-2022 [Электронный ресурс]. – URL: www.consultant.ru/search/?q=ГОСТ+3900-2022 (дата обращения: 21.02.2026).
7. Межгосударственный стандарт «Топливо дизельное. Технические условия», ГОСТ 305-2013 [Электронный ресурс]. – URL: www.consultant.ru/search/?q=ГОСТ+3900-2022 (дата обращения: 21.02.2026).