

УДК 66.021.2.3.048

EDN [JYMKGV](#)



## Цифровизация установок первичной переработки нефти

**А.Е. Салякин\*, С.А. Никитин, Э.В. Гарифуллина, В.В. Бронская, О.С. Харитоновна, А.Г. Мухаметзянова**

Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. Карла Маркса, 68, Казань, 420015, Россия

\*E-mail: mcrofficial182@gmail.com

**Аннотация.** В данной статье рассмотрено влияние цифровых технологий на мировую экономику и на нефтегазовую отрасль, дана оценка развития цифровых технологий в нефтегазовой отрасли, выделена роль установки первичной переработки нефти как источника сырья для проведения всех процессов вторичной переработки нефти. Представлены основные проблемы эксплуатации установок первичной переработки нефти, рассмотрены пути решения этих проблем с использованием цифровых технологий.

**Ключевые слова:** первичная переработка нефти, цифровые технологии, проблемы эксплуатации установок первичной переработки нефти, нейронные сети, дополненная реальность, летательные дроны.

## Digitalization of primary oil refining units

**A.E. Salyakin\*, S.A. Nikitin, E.V. Garifullina, V.V. Bronskaya, O.S. Kharitonova, A.G. Mukhametzyanova**

Kazan national research technological university, Karl Marx str., 68, Kazan, 420015, Russian Federation

\*E-mail: mcrofficial182@gmail.com

**Abstract.** This article examines the impact of digital technologies on the global economy and the oil and gas industry, assesses the development of digital technologies in the oil and gas industry, highlights the role of the primary oil refining unit as a source of raw materials for all secondary oil refining processes, presents the main problems in the operation of primary oil refining units, ways to solve these problems using digital technologies are considered.

**Keywords:** Primary oil refining, digital technologies, problems of operating primary oil refining units, neural networks, augmented reality, flying drones.

## 1. Введение

В настоящее время во всех отраслях мировой экономики происходит полномасштабное внедрение цифровых технологий в рамках четвертой промышленной революции. Благодаря техническому прогрессу и быстро развивающейся отрасли информационных технологий, ведущие отрасли мировой экономики улучшают и оптимизируют существующие процессы и технологии для получения максимальной прибыли, контроля и мониторинга производства.

## 2. Цифровизация нефтегазовой отрасли

По данным исследования MIT Sloan Management Review и Deloitte нефтегазовая промышленность на текущий момент занимает 14-е место с точки зрения цифровой зрелости, уступая таким секторам, как телекоммуникации, СМИ и розничная торговля [1]. Цифровая трансформация позволит нефтегазовой отрасли снизить эксплуатационные расходы, сократить случаи внеплановых остановов установок, повысить эффективность нефтеперерабатывающих заводов, а также вывести на новый уровень степень охраны труда и промышленной безопасности вместе с повышением эффективности рабочей силы. Возможные преимущества вынуждают ведущие нефтегазовые компании выбирать цифровизацию производства главным направлением своего развития. По информации от представителей компаний на сегодняшний день ЛУКОЙЛ развивает программы цифровых двойников, экосистемы, цифровой персонал, роботизацию; ПАО «Газпром нефть» осуществляет политику цифровой трансформации на всех этапах деятельности – от геологоразведки до реализации продукции; в ПАО «ТАТНЕФТЬ» цифровые технологии охватывают процессы от сбора и обработки геолого-технологической информации до принятия решений по выбору оптимальных геолого-технических мероприятий; в Роснефть реализуется комплексный план цифровизации компаний, который включает такие программы, как: «цифровое месторождение», «цифровой завод», «цифровая цепочка поставок», «цифровая АЗС». Все это является доказательством того, что нефтегазовая отрасль готова и стремится к полномасштабной цифровизации [2-4].

На сегодняшний день наиболее перспективными проектами по внедрению информационных технологий в процессы нефтегазопереработки является разработка математических и гидродинамических моделей, цифровых двойников установок, а также

роботизация и использование устройств дополненной и виртуальной реальности. Одной из перспективных установок по внедрению цифровых модернизаций является установка первичной переработки нефти – ЭЛОУ АВТ.

### 3. Установка первичной переработки нефти и проблемы ее эксплуатации

Электрообессоливающая установка с атмосферно-вакуумной трубчаткой (рисунок 1) – установка первичной переработки нефти, предназначенная для обессоливания и обезвоживания нефти с последующим разделением на фракции. Установка ЭЛОУ-АВТ встречается практически на каждом нефтеперерабатывающем заводе. Без нее невозможно проведение вторичной переработки нефти, так как ЭЛОУ-АВТ подготавливает и снабжает НПЗ всеми необходимыми фракциями, которые являются сырьем для процессов вторичной переработки.

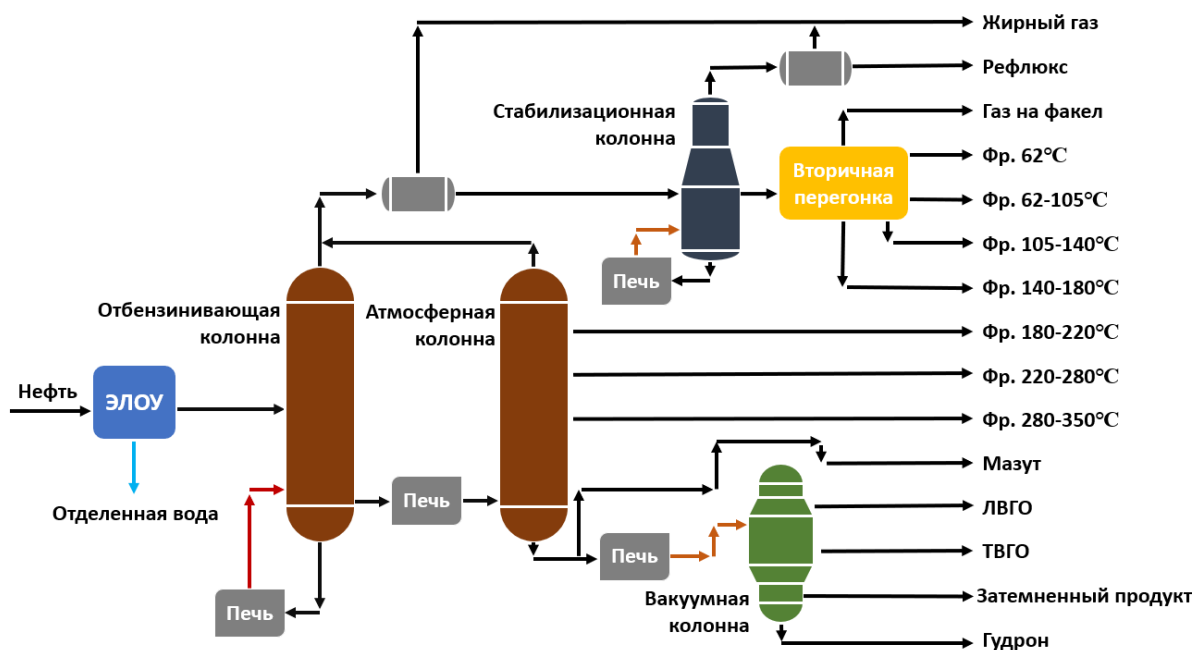


Рисунок 1. Принципиальная схема ЭЛОУ-АВТ.

ЭЛОУ-АВТ состоит из следующих блоков:

- 1) Блок ЭЛОУ (электрообессоливающая установка),
- 2) Блок АТ (атмосферная трубчатка),
- 3) Блок ВТ (вакуумная трубчатка).

Установки первичной переработки нефти являются самыми распространенными установками и встречаются на каждом заводе, но это не исключает того факта, что на таких установках нередко возникают технологические проблемы, требующие анализа и решения с помощью современных методов. На сегодняшний день основной тенденцией при модернизации таких установок является повышение рентабельности эксплуатации с соблюдением меняющегося законодательства в области охраны окружающей среды. При эксплуатации таких установок возникают проблемы нестабильного температурного режима, который влечет за собой снижения качества получаемых топлив вместе со снижением глубины переработки нефти; проблемы в работе динамического оборудования при вовлечении вязкой и тяжелой нефти из-за появления маслянистых отложений; проблемы коррозии эксплуатируемого оборудования из-за увеличенного содержания сернистых соединений в нефти [5]. Актуальные проблемы установки первичной переработки нефти приведены на рисунке 2.



**Рисунок 2.** Актуальные проблемы установки первичной переработки нефти.

Все эти проблемы возможно решить с помощью технологий, активно развивающихся в процессе цифровизации производства.

#### **4. Цифровые технологии как решение проблем эксплуатации**

Колебание температурного режима колонны возникает из-за непостоянства физико-химических характеристик и состава проходящей на нефтеперерабатывающий

завод нефти. Хотя на каждом заводе и установлена современная система АСУТП с КИП, которая выполняет частичное управления процессом, выводит на экран оператора технологической установки все необходимые для управления параметры, а также разработан регламент на эксплуатацию установки, оператор в силу своего человеческого фактора не всегда может отследить тенденцию изменения физико-химических характеристик сырья и продуктов и сделать правильный выбор в части управления для минимизации снижения качества продуктов.

Для решения этой проблемы необходима не просто АСУТП, которая может управлять процессом посредством регулирования и блокировок заданных параметров, а система, способная на основе полученных данных от АСУТП, КИП и данных из регламента установки принимать решения о необходимом управлении при изменении каких-то переменных. Речь идет о перспективной на сегодняшний день нейронной сети, которая способна анализировать информацию. Ни одна АСУТП не сможет встать на один уровень с нейронной сетью, так как нейросеть обладает важнейшим преимуществом, которое делает ее незаменимой – нейронная сеть способна обучаться на основе полученных данных и принимаемых решений. Благодаря этому машинному обучению нейросеть сохраняет в себе преимущества оператора с точки зрения самоличного управления процессом, но при этом лишается человеческого фактора, будучи машиной, а не человеком [6-7]. Таким образом, для решения проблемы колебания температурного режима из-за изменяющихся физико-химических свойств нефти и максимального эффективного управления процессом перспективным направлением является разработка нейронной сети, которая будет самостоятельно обучаться управлению процессом и с которой сообща будет работать оператор технологической установки.

Проблемы в работе динамического оборудования возникают из-за образования маслянистых отложений на внутренней стенке оборудования при переработке вязкой и тяжелой нефти. Для решения этой проблемы, помимо поддержания регламентных норм пуска и работы аппарата от изготовителя, для минимизации возможности образования отложений, также рекомендуют соблюдать требования по сборке оборудования и торцевых уплотнений.

Для обучения соответствующего персонала нефтеперерабатывающего завода правильной сборке оборудования можно задействовать активно развивающуюся технологию дополненной или виртуальной реальности. Благодаря этой технологии, сотрудникам при использовании специального оборудования будут доступны дополнительные наглядные инструкции по проведению определенных операций. Благодаря этому, сотрудники могут увеличить понимание процесса сборки оборудования и его составляющих для минимизации ошибок и четкому следованию регламенту сборки, что позволит минимизировать возможность образования отложений из-за неправильной сборки частей динамического оборудования [7].

Проблема высокой коррозионной активности перерабатываемой нефти знакома заводам республики Татарстан, так как на них в основном перерабатывают нефть из Ромашкинского месторождения, в которой содержится большое количество серосодержащих соединений. Из-за высокой коррозионной активности перерабатываемой нефти емкостное оборудование может разрушаться от снижения прочностных характеристик, что может привести к разливу горючих материалов на территории опасного производственного объекта. Поэтому при переработке такого сырья необходимо проводить постоянный мониторинг за состоянием оборудования, который, в силу больших габаритов колонных аппаратов, выполнять проблематично. Для решения этой проблемы применяют современные летательные дроны, которые выполняют систематический облет каждого емкостного аппарата и, благодаря лазерному сканированию и инновационным цифровым технологиям, способны выявлять и вовремя сообщать о возможном разрушении оборудования, что способствует минимизации возможности разлива нефтепродуктов.

Помимо решения проблем эксплуатации установок первичной переработки нефти, цифровые технологии также можно использовать для модернизации установок. Одним из основных способов повышения эффективности проводимых массообменных процессов на установке является переобвязка оборудования, с вводом новых потоков в колонное оборудование. Так как проводимый процесс, с точки зрения сущности процесса, является многокомпонентной ректификацией, то для корректного расчета модернизации необходимо построение современной цифровой модели с учетом гидродинамики, теплового и материального баланса, которая будет полноценно

отражать влияние изменяющихся в процессе модернизации аспектов. Выполнение такой модели невозможно без использования современных цифровых расчетных продуктов, которые будут учитывать все физические законы проводимого процесса [8-9].

## 5. Выводы

Таким образом, внедрение цифровых технологий в процессы первичной переработки нефти позволит повысить эффективность ведения процесса, решить актуальные проблемы эксплуатации установки, повысить промышленную безопасность, а также позволит найти актуальные способы модернизации установки.

## Список литературы

1. Цифровизация нефтегазового сектора в России и мире: краткий обзор <https://habr.com/ru/companies/onlinepatent/articles/742636/>
2. Линник Ю.Н., Кирюхин М.А. Цифровые технологии в нефтегазовом комплексе // Вестник университета. – 2019. – № 7. – С. 37-39.
3. Этапы цифровой трансформации университета / Э.В. Гарифуллина, И.В. Красина, В.В. Бронская, А.А. Азанова, М.Р. Гараева // Управление устойчивым развитием. – 2022. – № 1(38). – С. 67-72.
4. Абукова Л.А., Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Цифровая модернизация нефтегазового комплекса России // Нефтяное хозяйство. – 2017. – № 10. – С. 54-58.
5. Технологические установки первичной переработки. Анализ возникающих проблем <https://magazine.neftegaz.ru/articles/oborudovanie/545771-tekhnologicheskie-ustanovki-pervichnoy-pererabotki-analiz-voznikayushchikh-problem-/>
6. Расчетные методы прогнозирования содержания светлых фракций в нефтях / Л.Р. Султанова, Р.Н. Костромин, В.В. Бронская, О.С. Харитонова, Т.В. Игнашина, Э.В. Гарифуллина // Вестник Технологического университета. – 2022. – Т. 25, № 6. – С. 105-109.
7. Экспериментальное исследование физической абсорбции газов с различной растворимостью / Р.Г. Галимуллин, В.В. Бронская, Т.В. Игнашина, Э.В. Гарифуллина, М.И. Кондратьева, О.С. Харитонова // Вестник Технологического университета. – 2023. – Т. 26, № 8. – С. 14-19.

8. Кинетика абсорбции малых концентраций газов из газоздушных смесей / Р.Г. Галимуллин, Э.В. Гарифуллина, В.В. Бронская, Т.В. Игнашина // Вестник Технологического университета. – 2023. – Т. 26, № 1. – С. 11-17.
9. VR-технологии в преподавании дисциплин технологического профиля / Р.Р. Габдрахманов, Э.В. Гарифуллина, А.А. Фирсин, А.В. Давыдов, В.В. Бронская // Информационно-вычислительные технологии и их приложения : Сборник статей XXVII Международной научно-технической конференции, Пенза, 24–25 августа 2023 года / Под научной редакцией В.В. Кузиной. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 77-79.