

УДК 621-039-542

EDN
[LSZEFP](#)

Внедрение 3D моделирования в нефтегазовую промышленность: путь к оптимизации, безопасности и конкурентоспособности

Д.С. Гайфуллин*, Э.В. Гарифуллина, Н.Ю. Башкирцева

Казанский национальный исследовательский технологический университет, пр. Карла Маркса, 68, Казань, Республика. Татарстан, 420015, Россия

*E-mail: damir230702@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию внедрения 3D-моделирования в нефтегазовую промышленность как инструмента для оптимизации процессов, повышения безопасности и снижения эксплуатационных затрат. Рассмотрены ключевые аспекты применения технологии, включая проектирование, техническое обслуживание и обучение персонала. На примере реакторного блока установки каталитической изомеризации продемонстрированы возможности 3D-моделирования в среде Model Studio CS. Показано, как создание цифровых двойников позволяет минимизировать ошибки проектирования, оптимизировать материальные потоки и снизить риски аварийных ситуаций. В статье также рассмотрены преимущества интеграции программного пакета Aspen Hysys для технологических расчетов. Особое внимание уделено практической реализации 3D-моделирования, включая детализацию фундаментов, трубопроводов и эстакад.

Ключевые слова: 3D-моделирование, нефтегазовая промышленность, оптимизация проектирования, техническое обслуживание, безопасность производства.

The introduction of 3D modeling in the oil and gas industry: the path to optimization, safety and competitiveness

D.S. Gaifullin*, E.V. Garifullina, N.Yu. Bashkirtseva

¹ Siberian Federal University, 79 Svobodny pr., Krasnoyarsk, 660041, Russia

² Krasnoyarsk State Agrarian University, 90 Mira Avenue, Krasnoyarsk, 660049, Russia

*E-mail: damir230702@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the introduction of 3D modeling in the oil and gas industry as a tool for optimizing processes, increasing safety and reducing operating costs. The key aspects of technology application, including design, maintenance and personnel training, are considered. Using the example of the reactor unit of a catalytic isomerization plant, the possibilities of 3D modeling in the Model Studio CS environment are demonstrated. It is shown how the creation of digital twins makes it possible to minimize design errors, optimize material flows and reduce the risks of emergency situations. The article also discusses the advantages of integrating the Aspen Hysys software package for technological calculations. Special attention is paid to the practical implementation of 3D modeling, including the detailing of foundations, pipelines and overpasses.

Keywords: 3D modeling, oil and gas industry, design optimization, maintenance, production safety.

1. Введение

В современных условиях нефтегазовая промышленность сталкивается с рядом вызовов, требующих изменения оптимизации инженерных процессов, снижения сроков технического обслуживания и повышения безопасности производства. Одним из наиболее перспективных и эффективных инструментов цифровой трансформации является внедрение 3D-моделирования, позволяющее создавать точные виртуальные копии объектов, проводить детальный анализ технологических процессов и принимать обоснованные решения на всех стадиях жизненного цикла [1].

2. Постановка задачи (Цель исследования)

В рамках данного исследования необходимо определить, каким образом внедрение 3D-моделирования позволяет улучшить процессы проектирования, технического обслуживания и ремонта в нефтегазовой отрасли. Также возможно рассмотреть практическую иллюстрацию 3D-модели установки, демонстрирующую, как цифровое моделирование может обеспечить сокращение затрат, снижение риска простоев и повышение безопасности эксплуатации оборудования.

2.1. Что такое 3D моделирование и как оно применяется в нефтегазовой отрасли?

3D моделирование — это процесс создания трехмерных цифровых моделей объектов, процессов или систем с использованием специализированного программного обеспечения. В нефтегазовой промышленности 3D моделирование применяется для проектирования и визуализации месторождений, буровых установок, трубопроводов, перерабатывающих заводов и других объектов.

Технология позволяет создавать точные цифровые копии реальных объектов, что дает возможность анализировать их работу, выявлять потенциальные проблемы и оптимизировать процессы еще на этапе проектирования. Кроме того, 3D моделирование используется для обучения персонала, моделирования аварийных ситуаций и разработки стратегий их предотвращения.

2.2. Преимущества 3D-моделирования

- Оптимизация проектирования и строительства. Традиционные методы проектирования часто требуют значительных временных и финансовых затрат. 3D моделирование позволяет сократить сроки проектирования за счет автоматизации процессов и минимизации ошибок. Благодаря точным цифровым моделям, инженеры могут заранее выявить и устранить потенциальные

проблемы, что снижает риски дорогостоящих переделок на этапе строительства [2].

- **Повышение безопасности.** Нефтегазовая промышленность связана с высокими рисками для персонала и окружающей среды. 3D моделирование позволяет создавать симуляции аварийных ситуаций, что помогает разрабатывать эффективные планы действий в чрезвычайных ситуациях. Кроме того, виртуальные тренажеры на основе 3D моделей используются для обучения сотрудников, что повышает их готовность к реальным вызовам.
- **Снижение затрат.** Использование 3D моделей позволяет оптимизировать использование материалов и ресурсов, что приводит к значительной экономии. Например, точное моделирование трубопроводов помогает минимизировать потери при транспортировке нефти и газа. Кроме того, снижение количества ошибок на этапе проектирования и строительства также способствует сокращению затрат [3].
- **Улучшение взаимодействия между командами.** 3D моделирование обеспечивает наглядность и понятность проектов для всех участников процесса, включая инженеров, менеджеров и заказчиков. Это улучшает коммуникацию между командами и способствует более эффективному принятию решений.
- **Повышение конкурентоспособности.** Компании, внедряющие 3D моделирование, получают значительное конкурентное преимущество. Они могут быстрее реагировать на изменения рынка, предлагать более качественные и экономически эффективные решения, а также минимизировать риски, связанные с реализацией проектов [4].

3. Методы и материалы исследования

Для начала работы была определена область размещения реакторного блока установки каталитической изомеризации пентан-гексановой фракции, предназначенная для моделирования установки в среде Model Studio CS и составлена подробная технологическая схема данного блока (рисунок 1).

На основе составленной схемы был рассчитан материальный баланс и проведены технологические расчеты, используемого оборудования с применением специализированного программного пакета Aspen Hysys [5-7].

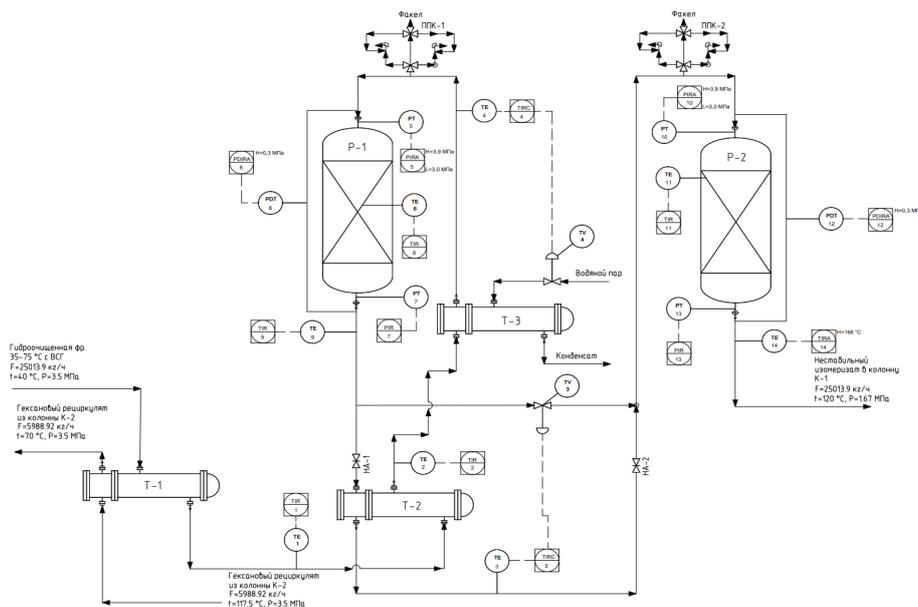


Рисунок 1. Подробная технологическая схема реакторного блока с предварительным подогревом сырья.

4. Полученные результаты

В процессе создания установки в среде Model Studio CS было спроектировано трехмерное изображение (рисунок 2) реакторного блока с полной детализацией фундаментов, опор, стоек, эстакад обслуживания аппаратов и трубопроводов [8]. Функциональные возможности программы позволяют автоматически формировать аксонометрические проекции трубопроводов, что в комплексе обеспечивает точную визуализацию направления материальных потоков между аппаратами, а также детальное размещение оборудования на установке [9].



Рисунок 2. Трехмерное изображение реакторного блока с предварительным подогревом сырья.

5. Выводы

Таким образом, внедрение 3D моделирования в нефтегазовую промышленность открывает новые горизонты для оптимизации процессов, повышения безопасности и

снижения затрат. Так, к примеру, данную модель можно использовать для реальных установок нефтегазового кластера для создания цифровых двойников и моделирования аварийных ситуаций на предприятиях тем самым обезопасив сотрудников. В условиях растущей конкуренции и ужесточения экологических норм, 3D моделирование становится не просто инструментом, а необходимостью для успешного развития отрасли.

Список литературы

1. Цифровизация в нефтегазовой промышленности: что это и зачем она нужна: сайт. – URL: <https://ifellow.ru/media-center/tsifrovizatsiya-v-neftegazovoy-promyshlennosti-chto-eto-i-zachem-ona-nuzhna/> (дата обращения: 11.02.2025).
2. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы VI Международной научно-практической конференции / под общ. ред. А. А. Семенова; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2023. – 423 с.
3. Захарова, А.А. Оптимизация процессов 3D-моделирования месторождений нефти и газа / А.А. Захарова, М.А. Иванов. // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 312. – № 5. – С. 119
4. Шахраманьян, М.А. Некоторые вопросы повышения конкурентоспособности и зрелости инфраструктурных проектов с использованием технологий информационного анализа / М.А. Шахраманьян, В.П. Куприяновский // International Journal of Open Information Technologies ISSN. – 2022. – Т. 10. – № 12. – С.123-172.
5. Шафиков, Р.Р. Моделирование гидродинамических процессов, протекающих внутри сепарационного оборудования, применяемых на газоконденсатных месторождениях / Р.Р. Шафиков, М.М. Фарахов, Э.В. Гарифуллина, В.В. Бронская, В.А. Алексеев // Вестник Технологического университета. – 2023. – Т. 26. – № 12. – С.124-128.
6. Гайфуллин, Д.С. Моделирование установки низкотемпературной изомеризации в среде Aspen Hysys и анализ работы моделей / Д.С. Гайфуллин, Э.В. Гарифуллина, Башкирцева Н.Ю. // V Всероссийская (национальная) научная конференция «Наука, технологии, общество: Экологический инжиниринг в обнаруженных территориях развития» (НТО-V-2024). – 2024. – № 13. – С. 56-61.
7. Шафиков, Р.Р. Сравнение гидравлических характеристик прямоточно-центробежных элементов сепараторов газоконденсатных месторождений / Р.Р. Шафиков,

- Л.Н. Шагаев, Э.В. Гарифуллина, В.В. Бронская // Вестник технологического университета. – 2024. – Т. 27. – № 8. – С.104-108.
8. Мурзин, В.М. Импортзамещение программного обеспечения в проектном образовании / В.М. Мурзин, Э.В. Гарифуллина, А.В. Окружнов // Вестник Технологического университета. – 2024. – Т. 27. – № 7. – С. 120-125.
9. Мурзин, В.М. Модель простого информационного пространства в проектном образовании / В.М. Мурзин, Э.В. Гарифуллина, А.В. Окружнов // Вестник технологического университета. – 2024. – Т. 27. – № 6. – С. 128-132.