

УДК 681.3

EDN [UPRDHG](#)

## Цифровое моделирование процесса абсорбции в инженерной среде RTSIM

А.Р. Рыжакова, А.Н. Багапов, Э.В. Гарифуллина\*, В.В. Бронская

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

\*E-mail: [GarifullinaEV@fnnh.ru](mailto:GarifullinaEV@fnnh.ru)

**Аннотация.** Моделирование технологических процессов в нефтегазохимическом комплексе является одной из важнейших задач. В этой взрывопожароопасной отрасли, где используются дорогостоящие сырье и продукты, любое изменение требует тщательного моделирования и последующего внедрения на промышленных установках. Установка аминовой очистки кислых газов играет ключевую роль в переработке сернистых нефтей и газов. В процессе аминовой очистки в качестве абсорбента применяются амины. Моделирование данного процесса позволяет достичь максимальной степени очистки газа при минимальном расходе абсорбента, что не только снижает материальные затраты, но и обеспечивает безопасность исследований за компьютером. В рамках цифрового моделирования процесса аминовой очистки кислых газов в среде RTSIM.карьера была решена задача определения оптимального количества абсорбента, необходимого для минимизации содержания сероводорода в отходящем газе.

**Ключевые слова:** моделирование, абсорбция, аминовая очистка.

## Digital simulation of the absorption process in the RTSIM engineering environment

A.R. Ryzhakova, A.N. Bagapov, E.V. Garifullina, V.V. Bronskaya \*

Kazan National Research Technological University, 68 Karl Marx st., Kazan, 420015, Russia

\*E-mail: [GarifullinaEV@fnnh.ru](mailto:GarifullinaEV@fnnh.ru)

**Abstract.** Modeling of technological processes in the petrochemical complex is one of the most important tasks. In this explosive and fire-prone industry, where expensive raw materials and products are used, any change requires careful modeling and subsequent implementation in industrial installations. The amine acid gas treatment plant plays a key role in the processing of sulfurous oils and gases. In the process of amine purification, amines are used as an absorbent. Modeling of this process allows achieving the maximum degree of gas purification with minimal consumption of absorbent, which not only reduces material costs, but also ensures the safety of computer research. In the context of digital simulation of the process of amine cleaning acidic gases using the RTSIM software environment, the problem of determining the optimal amount of absorbent required to minimize the content of hydrogen sulfide in the exhaust gas was solved.

**Keywords:** modeling, absorption, amine purification.

## 1. Введение

Моделирование технологических процессов нефтегазохимического комплекса представляет большой интерес. Нефтегазоперерабатывающая отрасль является взрывопожароопасной, с дорогим сырьем и продуктами. Любое вмешательство в процесс, даже при условии его улучшения, необходимо проводить сначала на моделях, а при успешном моделировании, применять на промышленных установках.

Установка аминовой очистки кислых газов является неотъемлемой в процессах переработки сернистых нефтей и газов. Важным компонентом процесса является абсорбент. В аминовой очистке в качестве абсорбента выступают амины. Моделирование процесса, при котором можно получить рациональный технологический режим позволяющий получить максимально очищенный газ при минимальном расходе абсорбента, является актуальной задачей и позволяет как снизить материальные затраты на проведение подобных экспериментов, так и провести исследование в безопасности, находясь за компьютером [1-4].

## 2. Постановка задачи (Цель исследования)

При цифровом моделировании процесса аминовой очистки кислых газов в среде РТСИМ.карьера решается задача безопасного исследования процесса, при котором проводится определение необходимого количества абсорбента, подаваемого в абсорбер, при минимальном содержании сероводорода в отходящем газе.

Аминовая очистка — это процесс удаления кислых компонентов из газовых смесей с использованием аминов. Этот метод широко применяется в химической промышленности для очистки газов от сероводорода, углекислого газа, хлористого и фтористого водорода, а также других кислых примесей. Существует несколько видов аминовой очистки, которые различаются типом используемого амина и условиями проведения процесса: моноэтаноламиновая, диэтаноламиновая и метилдиэтаноламиновая очистки. К основным этапам аминовой очистки относят подготовку газа, абсорбцию, десорбцию и обработку отходов.

Преимуществами этого метода являются высокая эффективность очистки, возможность работы с различными типами газов и относительная простота процесса.

Наибольшей популярностью процесс аминовой очистки пользуется при очистке нефти и нефтепродуктов. Таким образом удастся уменьшить содержание серы и снизить выброс вредных веществ в окружающую среду, более эффективно использовать сырье и уменьшить количество отходов [5-6].

### 3. Методы и материалы исследования

Для изучения и цифрового моделирования процесса аминовой очистки кислых газов применялось программное обеспечение РТСИМ.карьера. В РТСИМ абсорбер представляет собой насадочную колонну, в нижнюю часть которой подается кислый газ, а в верхнюю - абсорбент МЭА. На линии подачи кислого газа и на линии очищенного газа на границу установки находятся анализаторы, по показаниям которых можно определить содержание сероводорода в газе (рисунок 1).

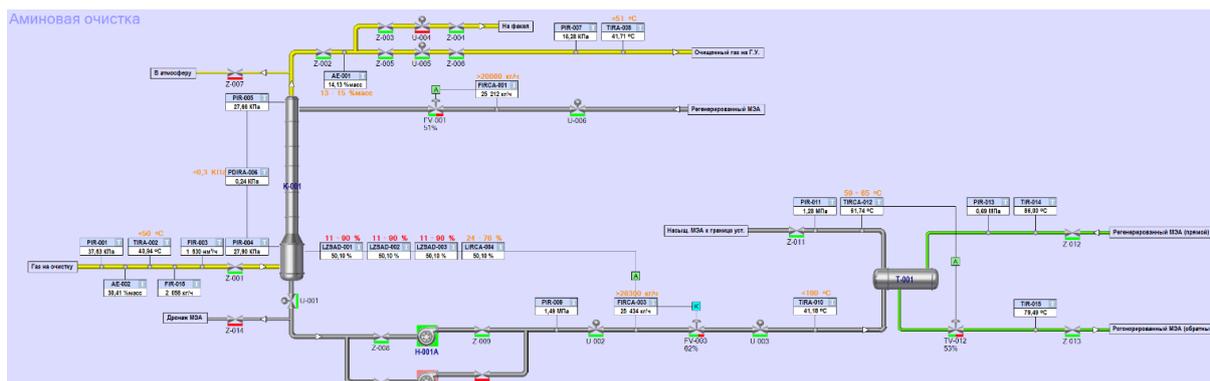
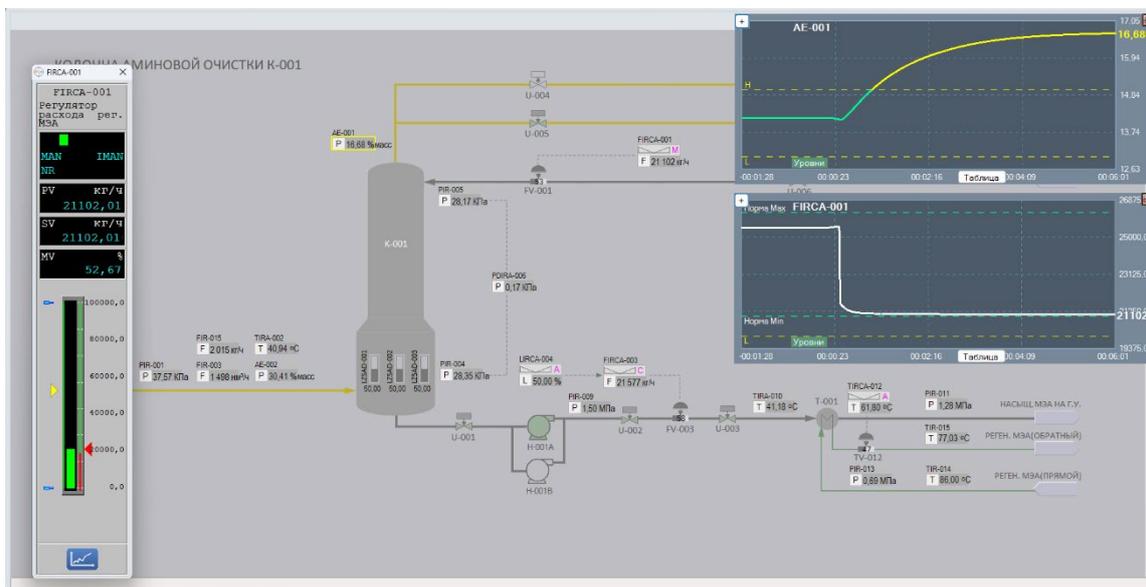


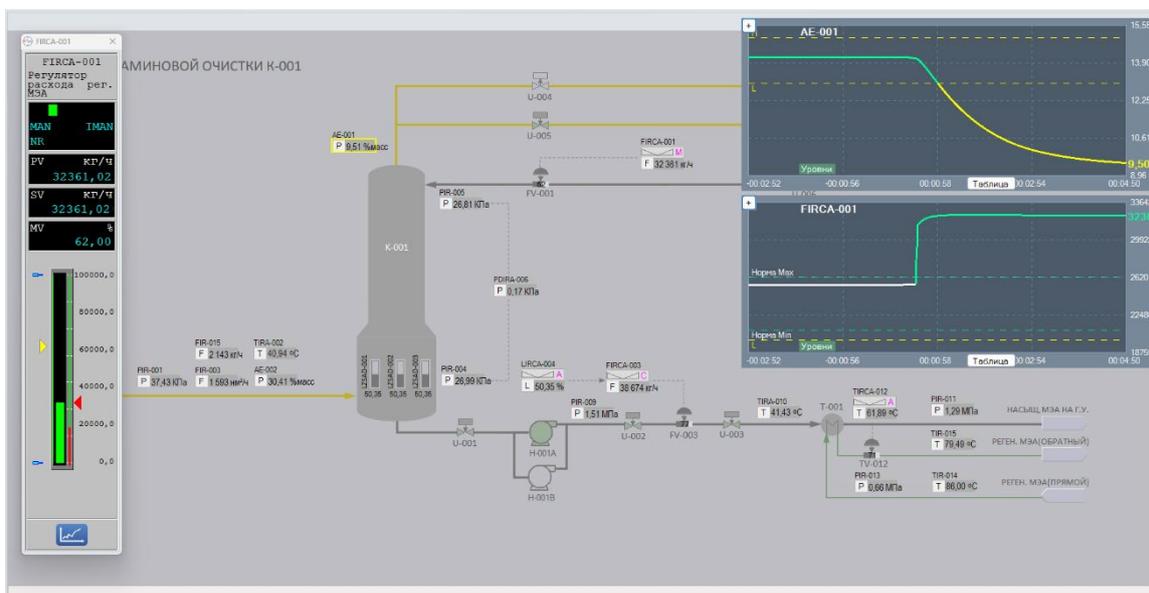
Рисунок 1. Установка аминовой очистки кислого газа в среде РТСИМ.Карьера.

### 4. Полученные результаты

Для изучения влияния расхода МЭА на содержание сероводорода к границе установки, в РТСИМ.Карьера было смоделировано две ситуации: увеличение расхода МЭА до 32т/ч и уменьшение расхода абсорбента до 21т/ч (рисунок, 2,3).



**Рисунок 2.** Влияние уменьшения расхода МЭА на содержание сероводорода в отходящем газе.



**Рисунок 3.** Влияние увеличения расхода МЭА на содержание сероводорода в отходящем газе.

## 5. Выводы

Цифровая модель установки аминовой очистки позволяет без вреда окружающей среде изучить данный технологический процесс. Изменяя подачу абсорбера, установили закономерности изменения содержания кислых газов. Увеличение расхода абсорбента приводит к снижению содержания сероводорода в отходящем газе, но максимальное

увеличение расхода МЭА приводит к захлебыванию колонны и срабатыванию паз. Уменьшение расхода абсорбента, как и должно быть - приводит к увеличению содержания сероводорода в отходящем газе. Исходя из вышесказанного рекомендуется использовать режим, в котором подается 25 т/ч МЭА и при этом процентное содержание сероводорода на выходе составляет 14%.

### Список литературы

1. 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.
2. Габдрахманов Р.Р. Цифровые тренажеры технологических процессов РТСИМ.Карьера для обеспечения безопасности в нефтехимическом комплексе / Р.Р. Габдрахманов, Э.В. Гарифуллина, В.В. Бронская, А.И. Черевина, Э.И. Мустеева // В сборнике: Наука, технологии, общество: Экологический инжиниринг в интересах устойчивого развития территорий. Сборник научных статей. Красноярск, 2023. – С. 131-135.
3. 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.
4. Федотов Р.А. Модифицированный алгоритм планирования процессов / Р.А. Федотов, В.В. Бронская, Д.С. Бальзамов, Т.В. Игнашина, Э.В. Гарифуллина, К.Х. Гарипов, А.В. Шипин // Научно-технический вестник Поволжья. – 2024. – № 7. – С. 203-205.
5. Галимуллин Р.Г. 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 Харитоновна // Вестник Технологического университета. – 2023. – Т. 26. – № 8. – С. 14-19.
6. Галимуллин Р.Г. 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.