

DOI: 10.33184/dokbsu-2020.4.3

Разработка базы данных для хранения и анализа промышленных данных нефтеперерабатывающего производства

М. А. Алекторова¹, К. Ф. Коледина^{1,2*}

¹Уфимский государственный нефтяной технический университет
Россия, Республика Башкортостан, 450064 г. Уфа, улица Космонавтов, 1.

²Институт нефтехимии и катализа УФИЦ РАН
Россия, Республика Башкортостан, 450075 г. Уфа, проспект Октября, 141.

*Email: koledinakamila@mail.ru

В работе исследуется промышленный процесс каталитического риформинга бензина. Разработана база данных для удобного хранения информации данных промышленного процесса каталитического риформинга бензина. Проведен анализ данных и построена линейная зависимость между промышленными данными.

Ключевые слова: каталитический риформинг, промышленный процесс, анализ данных, линейная регрессия, база данных.

Введение

Сложные промышленные процессы характеризуются большим количеством данных, содержащих информацию о технологических режимах, выходах продуктов в каждую смену и др. В данной работе исследуется промышленный процесс каталитического риформинга бензина. Каталитический риформинг – это процесс, в котором перерабатывают бензиновые фракции для получения ароматических углеводородов, бензина для автомобилей [1, 2]. Для удобного хранения информации по процессу предлагается разработать базу данных и провести анализ на основе алгоритмов анализа данных.

Хранение данных

Исходными данными каталитического риформинга бензина является информация по групповым углеводородам с значениями термодинамических параметров и изменение концентраций компонентов в ходе процесса.

При разработке базы данных нефтеперерабатывающих процессов выделены следующие сущности:

- 1) Компоненты. Предназначена для хранения информации о компонентах, которые нужны для каталитического риформинга. Атрибутами являются: наименование – химическое наименование компонента, химическая формула, молярная масса и температура кипения.
- 2) Установка. Предназначена для хранения информации об установках, на которых происходит переработка фракций. Атрибутами являются: наименование установки, год открытия, местоположение, мощность установки, рабочее давление, пределы кипения.
- 3) Операторы. Предназначена для хранения информации об операторах, совершающих технологический процесс. Атрибутами являются: ФИО оператора, дата рождения, паспортные данные и его обязанности.
- 4) Термодинамические характеристики. Предназначена для хранения информации о термодинамических характеристиках компонентов. Атрибутами являются: обозначение, наименование, энтальпия образованная при 298К, энтропия при 298К, теплоемкость при постоянном давлении при 298К.
- 5) Промышленные данные. Предназначена для хранения информации о промышленных данных. Атрибуты: масса катализатора, концентрации компонентов бензина.

Разработана логическая модель базы данных нефтеперерабатывающих процессов (рис. 1) [3]. Связь между сущностями «Установка» и «Компоненты» – многие ко многим: в каждой установке может быть несколько компонентов и каждый компонент участвует в нескольких установках. Связь «Установка» и «Оператор» – многие к одному: например, в Уфимском НПЗ на одной установке работает несколько операторов, но каждый оператор работает только на одной установке. Связь «Компонент» и «Термодинамические характеристики» – один ко многим: у каждого компонента несколько термодинамических параметров. Связь «Компонент» и «Промышленные данные» один ко многим: по каждому компоненту задается множество промышленных данных (в сутки, в час и т.д.)

В базе данных организовано хранение данных, считывание из Excel.

Анализ данных

Обработку промышленных данных каталитического риформинга бензина производили в среде языка R [4, 5]. Данный продукт часто применяется при анализе ввиду реализации в нем большого числа алгоритмов анализа больших данных.

На начальном этапе построена линейная регрессия зависимости концентрации пропана от времени контакта реакционной смеси с катализатором.

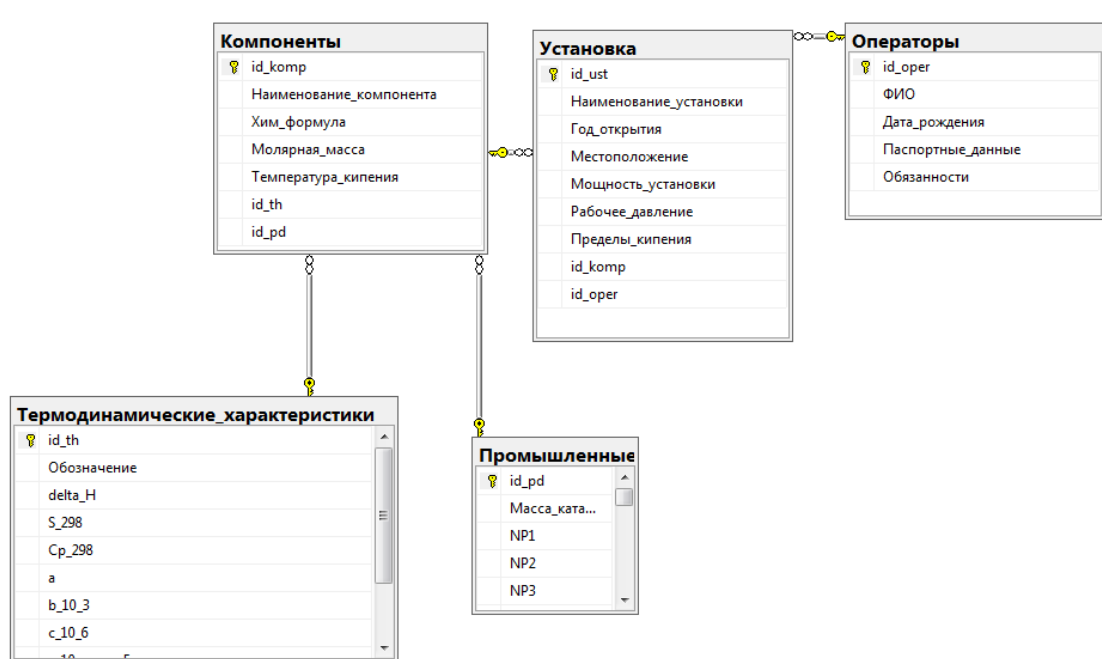


Рис. 1. Логическая модель базы данных нефтеперерабатывающих процессов.

Для работы взяли данные для профиля концентраций. В нем представлены органические соединения, масса катализатора и их условное время контакта смеси с катализатором.

Первоначально строится облако точек (рис. 2), которое отражает зависимость между массой и временем реакции для пропана.

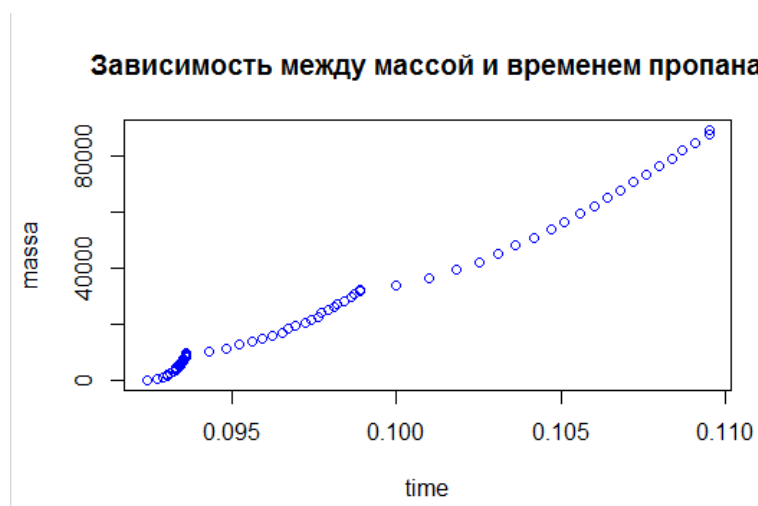


Рис. 2. Облако точек между массой и временем пропана.

2 этап – нахождение уравнения регрессии.

Далее, на основании имеющихся данных строится линейная однофакторная регрессия с применением функции, отражающей значение функции в нуле (рис. 3).

```
> myregress=lm(formula=massa ~ time)
> myregress

Call:
lm(formula = massa ~ time)

Coefficients:
(Intercept)      time
   -442400      4781814
```

Рис. 3. Уравнение регрессии.

Таким образом, уравнение регрессии имеет вид: $-442400x + 4781814 = y$, где x – значение линейной функции в нуле, y – коэффициент при переменной «time» (т.е. угол наклона прямой).

На рис. 4 представлено соответствие расчетной линии регрессии и промышленных данных.

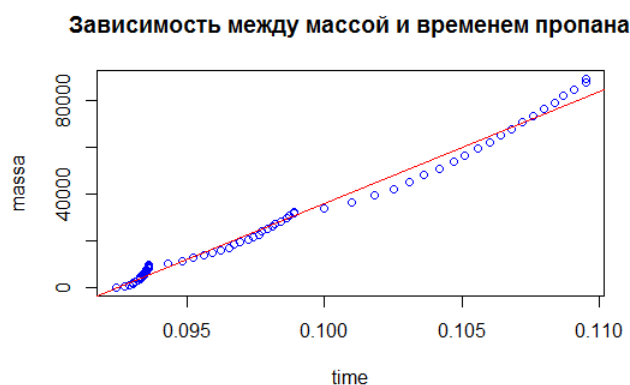


Рис. 4. Зависимость между массой и временем пропана.

Выводы относительно зависимости исследуемых признаков (на основе визуального анализа облака точек и результатов проверки гипотезы о равенстве нулю коэффициента корреляции между фактором и переменной отклика): Визуальный анализ: зависимость массы и времени пропана – линейная, а при увеличении массы пропана условное время контакта смеси с катализатором увеличивается.

Результаты проверки гипотезы о том, что признаки (в нашем случае это – масса от времени) независимы, т.е. коэффициент корреляции ρ между этими признаками равен 0. Для проверки этой гипотезы используется критерий Стьюдента.

Значение критерия Стьюдента равно нулю, следовательно, гипотеза об отсутствии зависимости между признаками не подтвердилась, а значит, линейная зависимость существует.

Заключение

Был проведен анализ данных и построена линейная зависимость между промышленными данными. Разработана база данных для удобного хранения информации данных промышленного процесса каталитического риформинга бензина.

Литература

1. Р. З. Зайнуллин, К. Ф. Коледина, А. Ф. Ахметов, И. М. Губайдуллин Кинетика каталитического риформинга бензина // Кинетика и катализ. 2017. том 58. №3. с. 292–303.
2. Зайнуллин Р. З., Коледина К. Ф., Ахметов А. Ф., Губайдуллин И. М. Возможные пути модернизации реакторного блока каталитического риформинга на основе кинетической модели // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2018. №6. С. 78–97
3. И. М. Губайдуллин, К. Ф. Коледина, Р. Р. Фасхутдинов, А. Т. Гильмутдинов База данных кинетических моделей сложных реакций металлокомплексного катализа: учебное пособие. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. 61 с. ISBN 978–5-7831–1737–4.
4. Роберт И. Кабаков. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R / пер. с англ. Полины А. Волковой. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 588 с.
5. Зарядов И. С.(2010) Введение в статистический пакет R: типы переменных, структуры данных, чтение и запись информации, графика. Учебно-методическое пособие, РУДН, 2010.

Статья рекомендована к печати кафедрой технологии нефти и газа Уфимского государственного нефтяного технического университета (д-р.физ.-мат. наук, проф. И. М. Губайдуллин)

Development of a database for storing and analyzing industrial data of oil refining production

M. A. Alektorova¹, K. F. Koledina^{1,2*}

¹*Ufa state petroleum technical university*

1 Kosmonavtov Street, 450064 Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.

²*Institute of Petrochemistry and Catalysis of RAS*

141 Oktyabtya Prospect, 450075 Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.

*Email: koledinakamila@mail.ru

The work examines the industrial process of catalytic reforming of gasoline. A database has been developed for convenient storage of data on the industrial process of catalytic reforming of gasoline. Data analysis was carried out and a linear relationship between industrial data was built.

Keywords: catalytic reforming, industrial process, data analysis, linear regression, database.