## КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра технологии нефти, газа и углеродных материалов

Д.З. Валиев, А.Г.-Х. Алфаяад, Р.А. Кемалов

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКТОРНОГО БЛОКА УСТАНОВКИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ В ASPEN HYSYS

Учебно-методическое пособие



Казань 2023 Печатается по решению учебно-методической комиссии ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Института геологии и нефтегазовых технологий Протокол №1 от 11 октября 2023 г. Заседания кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов Протокол № 6 от 26 июня 2023 года

### Рецензенты:

кандидат технических наук, ведущий специалист ПАО «Транснефть» Борисов С.В. кандидат химических наук, доцент КФУ Ибрагимова Д.А.

### Валиев Д.З.

Моделирование реакторного блока установки изомеризации в Aspen Hysys: учебно-методическое пособие / Д.З. Валиев, А.Г.-Х. Алфаяад, Р.А. Кемалов – Казань: Казанский федеральный университет, 2023. – 26 с.

В данной работе изложены принципы моделирования реакторного блока Penex установки изомеризации в Aspen Hysys.

Учебное пособие предназначено для студентов, которые обучаются в бакалавриате, магистратуре, аспирантуре по направлениям подготовки «Нефтегазовое дело» и может быть использовано в системах непрерывного профессионального образования по компьютерным технологиям.

© Валиев Д.З., 2023 © Казанский федеральный университет, 2023

### Оглавление

| ВВЕДЕНИЕ   | 4   |
|--|-----|
| 1 Процесс изомеризации   | .7  |
| 2 Описание моделирования модели технологической схемы установки  | 4 B |
| Aspen HYSYS  | 10  |
| 2.1 Этапы моделирования технологической схемы установки в Aspen  |     |
| HYSYS  | 10  |
| 2.1.1 Задание перечня компонентов и выбор метода расчета свойств |     |
| смесей   | 10  |
| 2.2 Задание перечня аппаратов и схемы их коммутации              | 13  |
| 2.2.1 Добавление материальных потоков в схему установки          | 15  |
| 2.3 Задание состава потока                                       | 16  |
| Вывод  | 24  |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ   | 25  |
| Литература   | 26  |

#### введение

Изомеризат, продукт установки изомеризации, представляет собой компонент смеси бензина с высоким октановым числом, характеризующийся низким (или отсутствующим вообще) содержанием ароматических веществ и серы, который также удовлетворяет как экономические, так и экологические требования. На качество изомеризата влияет ряд параметров, таких как состав сырья, параметры процесса, внимание инженера-технолога к повседневной работе и т.д. оптимизирован инженером-технологом. Во время оптимизации температуры на выходе из реактора регулируются в ведущем и ведомом реакторах, чтобы максимизировать скорость реакции в ведущем реакторе и управлять равновесными концентрациями в ведомом реакторе. Эта комбинация максимизирует желаемое соотношение компонентов продукта, так называемое изо-соотношение. Оптимальный вариант можно выбрать из двух вариантов: произвести максимальное количество баррелей изомеризата (максимальный выход жидкости) или произвести максимальное октановое число продукта. В этом учебном пособии рассматриваются возможность моделирования реактора Penex и установки изомеризации в Aspen Hysys. Схема реактора Penex представлена на рисунке 2.

Установка предназначена для непрерывной каталитической изомеризации пентанов, гексанов и их смесей. Реакции протекают в атмосфере водорода, над неподвижным слоем катализатора и в рабочих условиях, которые способствуют изомеризации и сводят к минимуму гидрокрекинг. В состав установки входят колонна деизопентанизатора, осушители жидкого сырья и подпиточного газа, реакторы Penex (ведущий и отстающий), стабилизатор продукта, щелочной скруббер и колонна деизогексанизатора, как показано на рисунках 1 и 2. Расчетные данные представляют собой основу для расчетов, обеспечивающих эффективную работу агрегата. Ho необходимо было дополнительно оптимизировать работу реакторов и активность катализатора в отношении реального сырья, перерабатываемого на установке.

На качество продукта установки изомеризации (изомеризации) влияет несколько факторов, таких как состав сырья, параметры процесса, ориентация инженеров-технологов на повседневную работу установки и т. д. Хотя некоторые параметры процесса устанавливаются проектной основой или отделом производства / планирования, другие, как и температура в реакторе, может быть оптимизирована инженером-технологом Penex. Если температуры реактора не регулируются в соответствии с составом сырья и параметрами процесса, число ниже октановое продукта снижается максимально достижимого значения, что представляет собой недостаточную загрузку установки, худшее качество продукта и прямые финансовые потери.

4

Поскольку реакция изомеризации является равновесной, равновесие изои нормальных парафинов будет достигаться на выходе из реактора. Когда это равновесие достигнуто, будет получено максимальное соотношение продуктов равновесное соотношение продуктов. Любая попытка превысить ИЛИ равновесное соотношение продуктов с идеей производства большего количества изо парафинов в выходящем потоке реактора могут привести только к меньшему выходу изопарафинов и увеличению пропана и меньшему выходу из-за гидрокрекинга.1 Параметры процесса, при которых равновесие изо- и нормальных парафинов, достигнутое в выходящем потоке реактора, близко к теоретическим значениям, определяются оптимизацией температур реактора. Это равновесие представляет собой максимально достижимое качество продукции Penex.

В основу универсальной системы моделирования HYSYS заложены общие принципы расчетов материально-тепловых балансов технологических схем. Как правило, любое производство состоит из стадий (элементов), на каждой из которых производится определенное воздействие на материальные потоки и превращение энергии. Последовательность стадий обычно описывается с помощью технологической схемы, каждый элемент которой соответствует определенному технологическому процессу (или группе протекающих процессов). Соединения между совместно элементами технологической схемы соответствуют материальным и энергетическим потокам, протекающим в системе. В целом моделирование технологической схемы основано на применении общих принципов термодинамики к отдельным элементам схемы и к системе в целом.

HYSYS включает набор следующих основных подсистем, обеспечивающих решение задачи моделирования химико-технологических процессов:

- набор термодинамических данных по чистым компонентам (база данных) и средства, позволяющие выбирать определенные компоненты для описания качественного состава рабочих смесей;

- средства представления свойств природных углеводородных смесей, главным образом – нефтей и газоконденсатов, в виде, приемлемом для описания качественного состава рабочих смесей, по данным лабораторного анализа;

- различные методы расчета термодинамических свойств, таких как коэффициента фазового равновесия, энтальпии, энтропии, плотности, растворимости газов и твердых веществ в жидкостях и фугитивности паров;

- набор моделей для расчета отдельных элементов технологических схем – процессов;

-средства для формирования технологических схем из отдельных элементов;

5

-средства для расчета технологических схем, состоящих из большого числа элементов, определенным образом соединенных между собой.

Библиотека программы HYSYS содержит данные по более чем 2500 чистым веществам, что дает возможность использовать программу практически для любых технологических расчетов процессов добычи и переработки углеводородного сырья, нефтехимии и химии. На практике, при решении задач, характерных для газовой и нефтяной промышленности, используются не более 100 компонентов.

В данном учебном пособии рассматривается один из программных продуктов компании AspenTech – Aspen HYSYS, на наш взгляд, очень удобный для технолога.

Программный продукт Aspen HYSYS является лидером на рынке инструментов по моделированию и оптимизации химико-технологических процессов и систем в химической промышленности.

### 1 Процесс изомеризации

Система DIP-Penex-DIH установки изомеризации легкой нафты HПЗ в Сисаке показана на рисунке 1. Установка производит продукт с самым высоким октановым числом и самый высокий выход продукта по сравнению с другими технологиями UOP для изомеризации легкой нафты3.



Рис.1. Система UOP DIP-Penex-DIH для производства высокооктановых изомеризатов

Сырье для установки изомеризации представляет собой смесь двух потоков: гидроочищенной легкой нафты, из установки гидроочистки и легкий продукт риформинга из колонны дегептанизатора. Изомеризация легкой нафты секции Пенекс и октановое происходит В число увеличивается при превращении линейных углеводородов C5 / C6 В разветвленные. Высокооктановые изопентаны отделяются от нормальных парафинов, гексанов и C7 +. углеводороды в колонке DIP. Реакторы Penex загружены платиновым катализатор на основе, в котором протекают реакции изомеризации. Раздел Пенекс проиллюстрировано на рисунке 2.



Рис. 2. Упрощенная схема участка Репех легкой нафты. установка изомеризации

Перед входом комбинированного потока жидких углеводородов и газа, богатого водородом в загрузочный нагреватель и в ведущий / ведомый реакторы оба потока сырья сушатся в осушители жидкости и подпиточного газа. Сушилки для подачи жидкости и газа предназначены для удалить кислородсодержащие соединения, которые навсегда деактивируют катализатор. После Комбинированное сырье нагревается до температур реактора, поступает в опережающий и запаздывающий

Реакторы Репех, работающие последовательно. После подачи сырья / выходящего потока реактора теплообменники и перед нагревателем загрузки, органические хлориды впрыскиваются в чтобы поддерживать кислотную функцию катализатора. После выхода из лаг-реактора поток продукта охлаждается в теплообменниках и затем направляется в стабилизатор для отделение легких углеводородов от жидкого потока. Хлориды очищаются от легких углеводородов в скруббере щелочным раствором. Нижняя часть стабилизатора направляется в колонку DIH, где находятся высокоценные изогексаны и соединения C5 отделяются как верхний продукт, в то время как метилпентаны, н-гексан и часть C6 циклические соединения рециркулируют обратно в ведущий реактор, обеспечивая высокое октановое число продукта. В нижний продукт содержит остатки циклов C6 и углеводороды C7 +. В

Продукт изомеризации, изомеризат, который представляет собой смесь головного погона DIP и DIH, в основном состоит из высокооктановых соединений, таких как изопентан, 2,2-диметилбутан и 2,3-диметилбутан.

# 2 Описание моделирования модели технологической схемы установки в Aspen HYSYS

Моделирование реакторного блока установки изомеризации проводилось нами в профильном программном обеспечении Aspen HYSYS при помощи термодинамического пакета Peng-Robinson.

В модели задавался состав исходной газовой смеси, представленный в рис. 6.

2.1 Этапы моделирования технологической схемы установки в Aspen HYSYS 2.1.1 Задание перечня компонентов и выбор метода расчета свойств смесей

При запуске программы открывается окно главного меню системы HYSYS, в котором необходимо выбрать «New» (рисунок 3).



Рис. 3. Окно главного меню системы HYSYS: создание новой Задачи

В открывшемся окне (рисунок 4) выберите пункт «Components Lists» и нажмите на кнопку «Add» для создания перечня выбранных компонентов (он первоначально пуст и по умолчанию называется «Component List-1»), откроется окно «Component List-1» (рисунок 5).

| 💽 i 🔒 🤊 🖃 🗊 📴 🔹 🕫 i   | ) 📊 🔿 🚍 🗊 📴 🗧 🗧 Untitled - Aspen HYSYS V9 - aspenONE   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| File Home View Cu   | stomize Resources  | Search aspenONE Exchange 🔎 🛆 🔞   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kut<br>Copy-<br>Paste<br>Clipboard  | Image: Components       Im | Convert to<br>Refining Assay<br>Options<br>Oil<br>PVT Laboratory<br>Measurements<br>OVI Data |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Properties <  | Component Lists × +  | -  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| All Items Component Lists Fluid Packages Component Maps Component | List Name Source Associated Fluid Packages Statu Add  Copy Delete Import  Front.   | 5  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <pre></pre>  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Messanes   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Safety Analysis   | Required Info : Fluid Packages Select property package<br>Required Info : Components Empty component list<br>Required Info : Master Component List Empty component list  | ***  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |  | 100% \ominus 🗌 🕀 🛄   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Рис. 4. Окно компонентов

| Home View Ci  | istomize Resources   |   |  |  | Untitled - Aspen      | HYSYS V9 - aspe              | nONE              |                                  |  | Search as             | penONE Exchange         | • • |
|---|--|---|--|--|-----------------------|------------------------------|-------------------|----------------------------------|--|-----------------------|-------------------------|-----|
| tut<br>opy<br>Paste<br>Component<br>Lists<br>Navis                          | Methods Assistant     AB Reactions     User Properties     Jate  | K Map Components<br>Update Properties<br>Components   | Petroleum<br>Assays<br>Refining 5      | <ul> <li>Hypotheticals Mana</li> <li>Convert</li> <li>Remove Duplicates<br/>Hypotheticals</li> </ul> | ger<br>Oil<br>Manager | Convert to<br>Refining Assay | Associ<br>Definit | ate Fluid Package<br>ions*<br>ns | PVT Laboratory<br>Measurements<br>PVT Data |                       |                         |     |
| oerties <   | Component List - 1   | × +   |  |  |                       |                              |                   |                                  |  |                       |                         |     |
| Component Lists<br>Component List - 1<br>Fluid Packages<br>Petroleum Assays | Source Databank: HY  | SYS<br>Type   |  | Group  |                       | Sel                          | ect:<br>rch for:  | Pure Compone                     | nts •                                      | Filter:<br>Search by: | All Families<br>Formula | •   |
| Reactions<br>Component Maps   |  |   |  |  |                       |                              | Circulati         | N                                | Full Name                                  | ( S                   | Family                  |     |
| User Properties   |  |   |  |  |                       |                              | Simulau           | Talvara                          | Full Mame,                                 | DharailMathara        | Formula                 |     |
|   |  |   |  |  | < Add                 |                              |                   | Toluene                          |  | PrienylMethane        | C/H8                    |     |
|   |  |   |  |  |                       |                              |                   | Toluene                          |  | Teluel                | C7H8                    |     |
|   |  |   |  |  | Replace               |                              |                   | Toluene                          |  | Methacide             | C7H8                    |     |
|   |  |   |  |  |                       | _                            |                   | Toluene                          |  | Toluene               | C7H8                    |     |
|   |  |   |  |  |                       |                              |                   | PhC1DiClSila                     | Silane, Dich                               | loromethylphenyl-     | C7H8CI2Si               |     |
|   |  |   |  |  | Remove                |                              |                   | PhC1DiCISila                     | Phenylm                                    | ethyldichlorosilane   | C7H8CI2Si               |     |
|   |  |   |  |  |                       |                              |                   | PhC1DiCISila                     | Dichloroer                                 | nethylphenylsilane    | C7H8Cl2Si               |     |
|   |  |   |  |  |                       |                              |                   | PhC1DiClSila                     | Methylph                                   | enyldichlorosilane    | C7H8Cl2Si               |     |
|   |  |   |  |  |                       |                              |                   | PhC1DiClSila                     | F  | henyIC1DiCISilane     | C7H8CI2Si               |     |
|   |  |   |  |  |                       |                              |                   | BZol                             |  | PhenylMethanol        | C7H8O                   |     |
|   |  |   |  |  |                       |                              |                   | BZol                             |  | BZol                  | C7H8O                   |     |
| Properties<br>Simulation<br>Safety Analysis<br>Energy Analysis              | Status:<br>Messages<br>Required Info : Fluid P<br>Required Info : Master<br>Required Info : Comp<br>Required Info : Comp | Empty.com<br>ackages Select proper<br>Component List Emp<br>onent List - 1 [HYSYS Da<br>prents Empty.compo. | ty package<br>ty compone<br>tabanks] E | nt list<br>mpty component list   |                       |                              |                   |                                  |  |                       |                         |     |

Рис. 5. Окно списка компонентов: редактирование перечня Компонентов

В правой части этого окна содержится список имеющихся библиотечных компонентов системы HYSYS. Найдите в библиотечном списке метан (CH<sub>4</sub>) (либо ваш первый компонент из состава), либо просматривая список, либо, что гораздо проще, осуществить поиск по названию или формуле компонента. Выберите в пункте поиск по «Search by» поиск по формуле «Formula» и введите

формулу метан (CH<sub>4</sub>) а в поле «Search for» (рисунок 6); отметьте курсором в библиотечном списке метан и нажмите кнопку «Add», при этом компонент будет перемещен из библиотеки в левый раздел выбранных компонентов. Аналогичным образом поступите для других компонентов (рисунок 6).

| Dutabank. This is |                |       |         | Select:     | Pure Components | Filter:             | All Families      |  |
|-------------------|----------------|-------|---------|-------------|-----------------|---------------------|-------------------|--|
| Component         | Туре           | Group |         | Search for: |                 | Search by:          | Full Name/Synonym |  |
| Hydrogen          | Pure Component |       |         |             |                 |                     |                   |  |
| Methane           | Pure Component |       |         | Simul       | lation Name     | Full Name / Synonym | Formula           |  |
| Ethane            | Pure Component |       | < Add   |             | n-Heptane       |                     | C7 C7H1           |  |
| Propane           | Pure Component |       |         |             | n-Octane        |                     | C8 C8H1           |  |
| i-Butane          | Pure Component |       |         |             | n-Nonane        |                     | C9 C9H2           |  |
| n-Butane          | Pure Component |       | Replace |             | n-Decane        | (                   | C10 C10H2         |  |
| i-Pentane         | Pure Component |       |         |             | n-C11           | (                   | C11 C11H2         |  |
| n-Pentane         | Pure Component |       |         |             | n-C12           | (                   | C12 C12H2         |  |
| Cyclopentane      | Pure Component |       | Remove  |             | n-C13           | (                   | C13 C13H2         |  |
| 22-Mbutane        | Pure Component |       |         |             | n-C14           | (                   | C14 C14H3         |  |
| 23-Mbutane        | Pure Component |       |         |             | n-C15           | (                   | C15 C15H3         |  |
| 2-Mpentane        | Pure Component |       |         |             | n-C16           | (                   | C16 C16H3         |  |
| 3-Mpentane        | Pure Component |       |         |             | n-C17           | (                   | C17 C17H3         |  |
| n-Hexane          | Pure Component |       |         |             | n-C18           | (                   | C18 C18H3         |  |
| Mcyclopentan      | Pure Component |       |         |             | n-C19           | (                   | C19 C19H4         |  |
| Cyclohexane       | Pure Component |       |         |             | n-C20           | (                   | C20 C20H4         |  |
| 22-Mpentane       | Pure Component |       |         |             | n-C21           | (                   | C21 C21H4         |  |
| 24-Mpentane       | Pure Component |       |         |             | n-C22           | (                   | C22 C22H4         |  |
| Benzene           | Pure Component |       |         |             | n-C23           |                     | C23 C23H4         |  |
|                   |                |       |         |             | n-C24           |                     | C24 C24H5         |  |
|                   |                |       |         |             | n-C25           |                     | C25 C25H5         |  |
|                   |                |       |         |             | n-C26           | (                   | C26 C26H5         |  |
|                   |                |       |         |             | n-C27           |                     | C27 C27H5         |  |
|                   |                |       |         |             | n-C28           | (                   | C28 C28H5         |  |
|                   |                |       |         |             | n-C29           |                     | C29 C29H6         |  |
|                   |                |       |         |             | n-C30           |                     | C30 C30H6         |  |
|                   |                |       |         |             | 22-Mpropane     | 22-N                | 4C3 C5H1          |  |
|                   |                |       |         |             | 2-Mhexane       | 2-N                 | 4C6 C7H1          |  |
|                   |                |       |         |             | 3-Mhexane       | 3-N                 | 1C6 C7H1          |  |
|                   |                |       |         |             | 3-Epentane      | 3-                  | EC5 C7H1          |  |
|                   |                |       |         |             | 23-Mpentane     | 23-N                | 1C5 C7H1          |  |
|                   |                |       |         |             | 33-Mpentane     | 33-N                | 4C5 C7H1          |  |
|                   |                |       |         |             | 223-Mbutane     | 223-N               | 1C4 C7H1          |  |
|                   |                |       |         |             | 2-Mheptane      | 2-N                 | 1C7 C8H1          |  |
|                   |                |       |         |             | 3-Mheptane      | 3-N                 | AC7 C8H1          |  |

Рис. 6. Окно выбранных компонентов

Когда Ваш перечень будет готов, перейдите на закладку *пакетов свойств* «**Fluid Packages**» (рисунок 7) и нажмите кнопку *добавить* «**Add**». Это действие выполняется для того, чтобы добавить пакет свойств, с помощью которого будут рассчитываться свойства смесевых композиций выбранных компонентов.

| 🖲 🔒 n 🗖 🔍 📴 🔹 🕫   | Untitled - Aspen HYSYS V9 - aspenONE  |                           |
|---|---|---------------------------|
| File Home View Cr<br>& Cut<br>Component Fluid<br>Lists Fluid<br>Component Navie<br>Properties                                     | witchnick Resources     Map Components     Image: Compone | search aspenUnic Exchange |
| All Items   Component Lists  Component Lists  Component List - 1  Finid Packages  Component Maps  Component Maps  User Properties | Fluid Package Component List Property Package Status  |                           |
| Properties  | Add T Edit Copy Delete  |                           |
| Closed Simulation   | Import Export   |                           |
| Safety Analysis     Energy Analysis   | Messages Required Info : Fluid Packages Select property package   | * 9 X                     |
|   | · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·   | 100% 🕀 💮 🕀                |

Рис. 7. Окно добавления пакета свойств

В открывшемся окне пакета свойств выберите один из термодинамических пакетов, имеющихся в HYSYS. Для нашей задачи выберите метод расчета Peng-Robinson (рисунок 8).

| Properties <        | Basis-1 × +                       |                          |                          |                                      |        |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------|
| All Items •         | Set Up Binary Coeffs StabTest Pha | se Order Tabular Notes   |                          |                                      |        |
| 4 📷 Component Lists |                                   |                          |                          |                                      |        |
| Component List - 1  | Package Type: HYSYS               |                          | Component List Selection | Component List - 1 [HYSYS Databanks] | - View |
| Fluid Packages      |                                   |                          |                          |                                      |        |
| Co Basis-1          | Property Package Selection        | Options                  |                          | Parameters                           |        |
| Detroleum Assays    | <70082                            | Enthalpy                 | Property Pack            | age EOS                              |        |
| Reactions           | Acid Gas - Physical Solvents      | Density                  |                          | Costald                              |        |
| Lo Component Maps   | Acid Gas - Liquid Treating        | Modify Tc, Pc for H2, He | Modify Tc. Pc fo         | r H2, He                             |        |
| Lo User Properties  | Acid Gas - Chemical Solvents      | Indexed Viscosity        | HYSYS                    | Viscosity                            |        |
|                     | Antoine<br>A SME Steam            | Peng-Robinson Options    |                          | HYSYS                                |        |
|                     | Braun K10                         | EOS Solution Methods     | Cubic EOS Analytical     | Method                               |        |
|                     | BWRS                              | Phase Identification     |                          | Default                              |        |
|                     | Chao Seader                       | Surface Tension Method   | HYSYS                    | Method                               |        |
|                     | Chien Null<br>Clean Evels Dire    | Thermal Conductivity     | API 12A3.2-1             | Method                               |        |
|                     | CPA                               | mennercondocting         |                          |                                      |        |
|                     | Esso Tabular                      |                          |                          |                                      |        |
|                     | Extended NRTL                     |                          |                          |                                      |        |
|                     | GCEOS                             |                          |                          |                                      |        |
|                     | General NRTL<br>Chural Dackage    |                          |                          |                                      |        |
|                     | Gravson Streed                    |                          |                          |                                      |        |
|                     | IAPWS-IF97                        |                          |                          |                                      |        |
|                     | Kabadi-Danner                     |                          |                          |                                      |        |
|                     | Lee-Kesler-Plocker                |                          |                          |                                      |        |
|                     | MBWR                              |                          |                          |                                      |        |
|                     | NBS STEDIO<br>AUDT                |                          |                          |                                      |        |
|                     | Pena-Robinson                     |                          |                          |                                      |        |
|                     | PR-Twu                            |                          |                          |                                      |        |
|                     | PRSV                              |                          |                          |                                      |        |
|                     | Sour PR                           |                          |                          |                                      |        |
|                     | Sour SRK                          |                          |                          |                                      |        |
|                     | SRK<br>SRF. Turre                 |                          |                          |                                      |        |
|                     | Sulsim (Sulfur Recovery)          |                          |                          |                                      |        |
|                     | Tww-Sim-Tassone                   |                          |                          |                                      |        |
|                     | UNIQUAC                           |                          |                          |                                      |        |
|                     | Wilson                            |                          |                          |                                      |        |
|                     |                                   |                          |                          |                                      |        |
| T Properties        |                                   | Property Dire            | 0                        |                                      |        |
|                     |                                   | Property Pkg             |                          |                                      |        |
| □-{□ Simulation     |                                   |                          |                          |                                      |        |
| 60)                 | Messanes                          |                          |                          |                                      |        |

Рис. 8. Окно выбора пакета свойств

После выбора пакета свойств, переходим к моделирование.

### 2.2 Задание перечня аппаратов и схемы их коммутации

Каждый объект технологической схемы имеет цветовуюстроку состояния, которая находится в нижней части формы объекта.

Цветовые индикаторы для объектов технологической схемы:

Красный – у объекта отсутствуют основные параметры или объект содержит ошибки;

**Жёлтый** – все соединения имеются, но оператор определён не полностью или содержит предупреждения;

Зелёный – этот оператор решён без ошибок.

Перейдите на закладку моделирование «Simulation». Одновременно с графическим планшетом (первоначально он пуст) на экране монитора появится окно объектов «Palette» со схематическими изображениями различных аппаратов химической технологии, снабженными всплывающими подсказками (рисунок 9).

| File     Home     Economics       J Cut     St     Image: Cut of the state of the stat | Untitled - Aspen HVSYS V9 - asper<br>Dynamics View Customize R<br>Process Utility Manager<br>Adjust Manager<br>Fluid Package Associations<br>Simulation Ta Solver Ta<br>Economics<br>Capital Cost<br>Utility Cost | NONE Plowsheet<br>tesources Flowsheet/Modify Format<br>Model Summary<br>Workbook Reports Input<br>Summaries<br>Energy<br>Available Energy Savings | Case Studies Stream Analysis* Pressure Relief<br>Case Studies Stream Analysis* Stream Analysis*<br>Stream Analysis* Stream Analysis*<br>EDR Exchanger Feasibility<br>Unknown OK At Risk | Search aspenONE Exchange 2 & 0                         |
|---|---|---|---|--|
| C UnitOps<br>C Streams<br>C Streams<br>C Equipment Design<br>C Model Analysis<br>C Data Tables<br>C Strip Charts<br>C Case Studies<br>C Data Fits   | USD USD/Year  | MW % of Actual  |   | Upstream Refining<br>Custom Dynamics<br>Common Columns |
| Properties  | ·   |   |   |  |
| Safety Analysis   | Messages  |   |   |  |
| Solver (Main) - Ready   |   |   |   | 112% 🖂 🗌 🕀 🖼 👘   |

Рис. 10. Окно моделирования системы HYSYS и окно объектов «Palette»

В процессе дальнейшей работы это окно может исчезнуть из поля Вашего зрения вследствие перекрытия другими окнами; для его повторной активизации достаточно открыть вкладку главного меню «Flowsheet/Modify» в списке нажать мышью кнопку «Models and Streams» (рисунок 11).

| File Home Economics   | Untitled - Aspen HYSYS V9 - aspenONE     Dynamics View Customize Resources     Attach Connection All Ji Size     Auto Attach & Break Connection All Joint Size     Auto Attach & Break Connection All Pan     Find     Foreigner State     Connection     Capital Cost Utility Cost | Flowsheet/Modify Format Flowsheet/Modify Format Regot Pressure Tools Stream Label 7 Energy Available Foremy Savings | All Move to Parent     Image: Constraint of the state of | Search a<br>Norkbook Tables<br>Default Colour S<br>lide Object *<br>Display Leger<br>Conditional For<br>sk | spenONE Exchange 2 & @<br>theme *<br>vd<br>matting 6   |
|---|---|---|---|--|--|
| C Workbook<br>C UnitOps<br>Stream Analysis<br>C Equipment Design<br>C Data Tables<br>C Data Tables<br>C Data Strip Charts<br>C C Studies<br>C Data Fits | USD USD/Year or<br>Flowsheet Case (Main) - Solver Active × +  | MW % of Actual off  | 0 0 0   |  | Pelette       □       □         Vpstream       Refining         Custom       Dynamics         Common       Columns         □       □ |
| Properties  | <u> </u>  |   |   |  |  |
| Safety Analysis   | Messages  |   |   |  |  |
| Solver (Main) - Ready   | L   |   |   | 112  | 2% 🖂 🕛 🕀 🔛 .::   |

Рис. 11. Фрагмент главного меню: активизация «Palette»

Чтобы при моделировании расчет происходил автоматическинеобходимо, чтобы был включен режим **Active**. При необходимости приостановить расчеты выбирается режим **On Hold** (рисунок 12).

| File      | Home   | Economics | Dynamics          | View    | Customiz  | e        | Resources | Flows             | heet/Modify         | Format |
|-----------|--------|-----------|-------------------|---------|---|----------|-----------|-------------------|---------------------|--------|
| 🔏 Cut     | SI     | - 9       | Process Utility N | Manager | The Active Active The Active The Active The Active |          |           | 🔚 🌌 Model Summary |                     |        |
| G_Copy ▼  | 🖶 Unit | Sets 🛓    | 🗧 Adjust Manage   | r       |   |          |           | 112               | E Flowsheet Summary |        |
| 🖺 Paste * |        | I         | Fluid Package A   |         |   | Workbook | Reports   | 🗋 Input           |                     |        |
| Clipboard | Ur     | nits      | Simulation        | 5       | Solver  | 15       |           | Sum               | imaries             |        |

Рис. 12. Фрагмент главного меню: режим автоматического расчета

### 2.2.1 Добавление материальных потоков в схему установки

В HYSYS имеется два типа потоков: материальный и энергетический. Материальный поток имеет состав и такие параметры как температуру, давление и расход. Энергетический поток имеет только один параметр – теплосодержание.

Имеется несколько способов задания материальных потоков в HYSYS:

Вы можете включать и выключать режим отображения на экране Кассы объектов, нажимая на клавишу <F4> или выбирая пункт Открыть/ Закрыть кассу объектов в меню схема.

| Меню     | Схема, добавить потокили                      |
|----------|---|
|          | горячая клавиша F11                           |
|          |   |
| Рабочая  | Задайте имя потока в поле **New** на закладке |
| тетрадь  | Материальные потоки                           |
| Касса    | Дважды щелкните курсором мыши по значку       |
| объектов | материального потока                          |

### 2.3 Задание состава потока

Выбирайте поток из Model Palette – Streams, и задавайте параметры и состав (рисунок 13, 14).

| Databank: HYSYS |                |       |         | Select:     | Pure Components | •         | Filter:     | All Families      |                   |  |
|-----------------|----------------|-------|---------|-------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|-------------------|--|
| Component       | Туре           | Group |         | Search for: |                 |           | Search by:  | Full Name/Synonym | Full Name/Synonym |  |
| Hydrogen        | Pure Component |       |         |             |                 |           |             |                   |                   |  |
| Methane         | Pure Component |       |         | Simu        | lation Name     | Full Name | e / Synonym | Formula           |                   |  |
| Ethane          | Pure Component |       | < Add   |             | n-Heptane       |           |             | C7 C7             | 7H1               |  |
| Propane         | Pure Component |       |         |             | n-Octane        |           |             | C8 C1             | 8H1               |  |
| i-Butane        | Pure Component |       |         |             | n-Nonane        |           |             | C9 C!             | 9H2               |  |
| n-Butane        | Pure Component |       | Replace |             | n-Decane        |           | c           | .10 C10           | 0H2               |  |
| i-Pentane       | Pure Component |       |         |             | n-C11           |           | c           | .11 C1:           | 1H2               |  |
| n-Pentane       | Pure Component |       |         |             | n-C12           |           | c           | .12 C1            | 2H2               |  |
| Cyclopentane    | Pure Component |       | Kemove  |             | n-C13           |           | c           | .13 C13           | 3H2               |  |
| 22-Mbutane      | Pure Component |       |         |             | n-C14           |           | c           | .14 C14           | 4H3               |  |
| 23-Mbutane      | Pure Component |       |         |             | n-C15           |           | c           | :15 C1            | 5H3               |  |
| 2-Mpentane      | Pure Component |       |         |             | n-C16           |           | c           | .16 C16           | 6H3               |  |
| 3-Mpentane      | Pure Component |       |         |             | n-C17           |           | c           | .17 C1            | 7H3               |  |
| n-Hexane        | Pure Component |       |         |             | n-C18           |           | c           | .18 C10           | 8H3               |  |
| Mcyclopentan    | Pure Component |       |         |             | n-C19           |           | c           | .19 C19           | 9H4               |  |
| Cyclohexane     | Pure Component |       |         |             | n-C20           |           | c           | .20 C2            | 0H4               |  |
| 22-Mpentane     | Pure Component |       |         |             | n-C21           |           | c           | .21 C2:           | 1H4               |  |
| 24-Mpentane     | Pure Component |       |         |             | n-C22           |           | c           | .22 C2            | 2H4               |  |
| Benzene         | Pure Component |       |         |             | n-C23           |           | c           | .23 C2            | 3H4               |  |
|                 |                |       |         |             | n-C24           |           | c           | :24 C24           | 4H5               |  |
|                 |                |       |         |             | n-C25           |           | c           | 25 C2             | 5H5               |  |
|                 |                |       |         |             | n-C26           |           | c           | .26 C2            | 6H5               |  |
|                 |                |       |         |             | n-C27           |           | c           | :27 C2            | 7H5               |  |
|                 |                |       |         |             | n-C28           |           | c           | .28 C21           | 8H5               |  |
|                 |                |       |         |             | n-C29           |           | c           | .29 C2            | 9H6               |  |
|                 |                |       |         |             | n-C30           |           | c           | :30 C3            | 0H6               |  |
|                 |                |       |         |             | 22-Mpropane     |           | 22-M        | C3 C1             | 5H1               |  |
|                 |                |       |         |             | 2-Mhexane       |           | 2-M         | C6 C1             | 7H1               |  |
|                 |                |       |         |             | 3-Mhexane       |           | 3-M         | C6 C7             | 7H1               |  |
|                 |                |       |         |             | 3-Epentane      |           | 3-E         | .C5 C1            | 7H1               |  |
|                 |                |       |         |             | 23-Mpentane     |           | 23-M        | C5 C5             | 7H1               |  |
|                 |                |       |         |             | 33-Mpentane     |           | 33-M        | C5 C7             | 7H1               |  |
|                 |                |       |         |             | 223-Mbutane     |           | 223-M       | C4 C1             | 7H1               |  |
|                 |                |       |         |             | 2-Mheptane      |           | 2-M         | C7 C1             | 8H1               |  |
|                 |                |       |         |             | 3-Mheptane      |           | 3-M         | C7 Ci             | 8H1               |  |

Рис. 13. Окно выбранных компонентов

| 7 <b>B</b> |           | 1 n / <mark>-</mark> n | 28 -   |            |           |        |                   |                     |            | измеризаций        | ä.hsc - Aspen HV | VS V9 - aspenONE   |                              |                                   |                          | _ 0   | 22           |
|------------|-----------|------------------------|--|------------|-----------|--------|-------------------|---------------------|------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------|--------------|
| Ĩ          | File      | Home Erono             | micr Demomicr Minus  | Curtomite  | Parourrar |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   | Search aspenONE Exchange |       |              |
|            | 0.4       | From Cl.               | Process Little Manager   | Costonia e | COR       | -      | Madal Summan      | De la la la cara    | Churdlan 🦛 | Annes American M   | til married      | allaf              |                              |                                   |                          |       |              |
|            | Came      | - Init Sate            | P Adjurt Manager   | Co Hold    |           |        | Elourbest Summary | All Data            |            | Equipment Design   | - Second         | Ward Dependencies  |                              |                                   |                          |       |              |
|            | Dute      | - one sets             | - Eluid Package Accoritions  | 10000      | Workbook  | Report | ts Dineut         | Compressor bo Ontin | iner Ma    | Louphern Design    | Contra Surt      | m and Depressuring |                              |                                   |                          |       |              |
|            | phone     | d Unite                | Simulation Fr  | Solver Fr  | *         | с,     | immariar          | Surge 💽 Optil       | Anaberie   | violoei whaijsis - | W riard Syste    | atu Amalurir       |                              |                                   |                          |       |              |
|            | provine   |                        | / Francostor   | 301111 -   | 6         |        | Energy Community  |                     | EDB Evel   |                    | illa.            | ty south in        |                              |                                   |                          |       |              |
|            | ID A      | daterial Stream: NG    | Economics  |            |           |        | chergy            |                     | know       | n OK               | At Risk          |                    |                              |                                   |                          |       |              |
| 1          |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            | 0                  | 0                |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            | W         | orksheet Attachme      | nts Dynamics   |            |           |        |                   |                     | al 👗       |                    | Ŭ                |                    |                              |                                   |                          |       |              |
| ▶          |           | Worksheet              | Stream Name<br>Vannur / Dhara Eraction   |            |           | NG     | Liquid Phase      |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       | -            |
|            |           | Properties             | Temperature (C)  |            | ,         | 40.00  | 40.00             |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           | Composition            | Pressure [bar]   |            |           | 35.34  | 35.34             |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           | Oil & Gas Feed         | Molar Flow [kgmole/h]  |            |           | 486,1  | 486,1             |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           | Petroleum Assay        | Mass Flow [kg/h]   |            | 3,840     | +004   | 3,840e+004        |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           | User Variables         | Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]  |            |           | 50,00  | 50,00             |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           | Notes                  | Molar Enthalpy [kcal/kgmole]   |            | -1,164    | e+004  | -1,164e+004       |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           | Cost Parameters        | Molar Entropy [kl/kgmole-C]  |            |           | -66,15 | -66,15            |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           | Normalized fields      | Heat Flow [kcal/h]   |            | -5,657    | 2+006  | -5,657e+006       |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           |                        | Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]  |            |           | 49,44  | 49,44             |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           |                        | Litility Turne   |            |           | 000-1  |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           |                        | a company a particular a part |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   | 10                       |       |              |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   | <b>1</b>                 |       |              |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              | //                                | - V-100                  |       |              |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            | •                  | 4                |                    | aow 6                        | <sup>∦</sup> <del>, , ⊘?</del> _  |                          |       |              |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     | 3          |                    | í.               | -101               | CL                           | UT-101 E-102                      |                          |       |              |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            | ISOM100            |                  |                    | Bowlet                       |                                   |                          |       |              |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   | 11                       |       |              |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     | -          |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           |                        |  |            | OK        |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           | Delete                 | Define from Stream.  |            | leenv     |        |                   | 6 8                 |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
| Ш.         | _         | Delet                  | e material stream  |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            | Prop      | perties                |  |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          |       |              |
|            | Sim       | ulation                |  |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          | ,     |              |
| 1          | )<br>Safe | ety Analysis           | Messages   |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   |                          | -     | 4 ×          |
|            |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            | Completed          |                  |                    |                              |                                   |                          |       | ~            |
| 6          | Ener      | rgy Analysis           |  |            |           |        |                   |                     |            | saving ca          | se Ci\users\a    | SGALE-1\ AnnData)  | local/TemplautoRecovery save | of usuenusauus (ovocaba) abc      |                          |       |              |
| 4          |           |                        |  |            |           |        |                   |                     |            | Completed          |                  | John - a (oppourd  | (cocar(resp)ratemeters) sare | or nameproduce (oxposity) and (11 |                          |       | *            |
| Sol        | ver (M    | ain) - Ready           |  |            |           |        |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   | 100% Θ                   |       | <u>بار (</u> |
|            |           |                        |  | W          |           | -      |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   | EN . De Om               | 15:47 | 1            |
|            |           |                        |  |            |           | J.     |                   |                     |            |                    |                  |                    |                              |                                   | - 12 -                   |       | 21           |

Рис. 14. Исходные данные для моделирования (Temperature, pressure, mass flow).

Теперь также выбирайте поток для ВСГ и задавайте параметры и состав (рисунок 15, 16).



Рис. 15. Исходные данные для ВСГ (Temperature, pressure, mass flow).

| Worksheet<br>onditions<br>roperties<br>omposition<br>hil & Gas Feed<br>etroleum Assay<br>Value<br>ser Variables<br>lotes<br>ost Parameters | Hydrogen<br>Methane<br>Ethane<br>Propane<br>i-Butane<br>n-Butane | Mass Flows<br>482,9933<br>31,0591<br>14,5538<br>0,0000 | Vapour Phase<br>482,9933<br>31,0591<br>14,5538 |
|--|--|--|--|
| ditions<br>serties<br>sposition<br>& Gas Feed<br>oleum Assay<br>fue<br>Variables<br>Es<br>Parameters<br>mained Valde                       | Hydrogen<br>Methane<br>Ethane<br>Propane<br>i-Butane<br>n-Butane | Mass Flows<br>482,9933<br>31,0591<br>14,5538<br>0,0000 | Vapour Phase<br>482,9933<br>31,0591<br>14,5538 |
| es<br>ition<br>as Feed<br>im Assay<br>riables<br>ameters<br>red Vialdr   | Hydrogen<br>Methane<br>Ethane<br>Propane<br>i-Butane<br>n-Butane | 482,9933<br>31,0591<br>14,5538<br>0,0000               | 482,9933<br>31,0591<br>14,5538                 |
| istion<br>as Feed<br>um Assay<br>riables<br>rameters   | Methane<br>Ethane<br>Propane<br>i-Butane<br>n-Butane             | 31,0591<br>14,5538<br>0,0000                           | 31.0591<br>14.5538                             |
| Sas Feed<br>um Assay<br>ariables<br>arameters  | Ethane<br>Propane<br>i-Butane<br>n-Butane                        | 14,5538 0,0000   | 14.5538  |
| leum Assay<br>ue<br>Variables<br>s<br>Parameters   | Propane<br>i-Butane<br>n-Butane                                  | 0.0000   |  |
| lue<br>Variables<br>s<br>Parameters  | i-Butane<br>n-Butane   | 0.0000   | 0.0000   |
| Variables<br>s<br>Parameters   | n-Butane   | 0,0000   | 0.0000   |
| s<br>Parameters  |  | 0,0000   | 0.0000   |
| arameters  | i-Pentane  | 0,0000   | 0.0000   |
| alized Vialde  | n-Pentane  | 0,0000   | 0.0000   |
| inzeu meius  | Cyclopentane   | 0,0000   | 0.0000   |
|  | 22-Mbutane   | 0.0000   | 0.0000   |
|  | 23-Mbutane   | 0,0000   | 0.0000   |
|  | 2-Mpentane   | 0.0000   | 0.0000   |
|  | 3-Mpentane   | 0,0000   | 0.0000   |
|  | n-Hexane   | 0,0000   | 0.0000   |
|  | Mcyclopentan   | 0,0000   | 0.0000   |
|  | Cyclohexane  | 0.0000   | 0.0000   |
|  | 22-Mpentane  | 0,0000   | 0.0000   |
|  | 24-Mpentane  | 0,0000   | 0.0000   |
|  | berizene   | 0,0000   | 0.0000   |
|  |  |  |  |
|  | Total  | 528,60617 kg/h   |  |
|  | Edit Vie   | w Properties   |  |



После этого поставьте на линию поток газ и ВСГ нагреватель (рисунок 17), и задайте температуру во вкладке параметр нагреватель 34,37 °C.

| ि 🖪 । 🖬 🤊 🔇          | <b>D</b> 80   | ¥ .                              |                                       |                        |                      | измеризаций.hsg   | - Aspen HYSYS V9 - aspenONE  |   |                        | - 0 - 11   |
|----------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------------|------------------------|----------------------|-------------------|------------------------------|---|------------------------|------------|
| File Home            | Economics     | Dunamics View Customize          | Resources                             |                        |                      |                   |                              | Sec   | irch aspenONE Exchange |            |
| X Out                | - 9           | Process Little Manager           | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · | Andel Summary          | Case Studies Retu    | and Appaheris T   | C Drassura Ballat            |   |                        |            |
| Camer -Un            | it Cate       | Adjust Managar                   |                                       |                        | Data Eltr Il Em      | view ant Design T | Sept Old DOMN and Department |   |                        |            |
| Copy - on            | 1. JAU        | Eluid Parkage Arroriationr       | Workbook Reports                      | Compressor No          | Ontimizer White      | upment besign     | Elara Surtam                 |   |                        |            |
| Cliphoard            | Unitr         | Simulation & Solver &            | * Cummaria                            | Surge 💽                | Anaberie<br>Anaberie | paler Analysis -  | Cofatu Anaburir              |   |                        |            |
| Claudation           | onics         | Samueland - Source -             |                                       |                        | EDB Evelo            |                   | and south                    |   |                        | 0          |
| Simulation           |               | Capital Cort Utility Cort        | C Energy                              |                        | Lioknown             |                   | Diek                         |   |                        |            |
| All Items            |               | Capital Cost Othiny Cost         | Av                                    | ailable Energy Savings | Onknown              | 0 11              | 0                            |   |                        |            |
| Workbook             |               | USD USD/Year                     |                                       | /W % of Actual         | 0                    | 0                 | 0                            |   |                        |            |
| > Streams            |               | 6                                |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
| Co Stream And        | Heater: E-100 |                                  |                                       |                        | - 0 -X-              |                   |                              |   |                        |            |
| Co Equipment         |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        | ~          |
| 🕞 Model Ana          | Design Ratin  | g Worksheet Performance Dynamics |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
| 🗔 Data Table         | Worksheet     | Name                             | 1                                     | 2 Q-1                  |                      |                   |                              |   |                        |            |
| Stop Charte          | Conditions    | Vapour                           | 0,3277                                | 0,4565 <empty></empty> |                      |                   |                              |   |                        |            |
| Data Etc             | Properties    | Temperature [C]                  | 37,93                                 | 150.0 <empty></empty>  |                      |                   |                              |   |                        |            |
| Lo Duco Filo         | PF Specs      | Pressure [bar]                   | 35,34                                 | 34,36 <empty></empty>  |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               | Molar Flow (kgmole/n)            | 2 902++004                            | 728,1 <empty></empty>  |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               | Std Ideal Lig Vol Flow [m3/h]    | 57.06                                 | 57.06 <empty></empty>  |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               | Molar Enthalpy [kcal/kgmole]     | -7797                                 | -3835 <empty></empty>  |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               | Molar Entropy [kl/kgmole-C]      | -12,11                                | 32,79 <empty></empty>  |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               | Heat Flow [kcal/h]               | -5,677e+006                           | -2,792e+006 2,884e+006 |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   | 10                     |            |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   | • V-100                |            |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      |                   | E-101                        | CUT-101 E-102   | <b>U</b>               |            |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      | ISOM100           |                              |   | <u>⊢</u>               |            |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      | Delete        |                                  | OK                                    |                        | Ignored              |                   |                              |   |                        |            |
|                      | L             |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
| I Properties         |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
|                      |               | e.                               |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
| Simulation           |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        |            |
| Safety Analys        | is .          | Messages                         |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        | + # ×      |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      | Completed.        |                              |   |                        | ^          |
| 6 Energy Analy       | 515           |                                  |                                       |                        |                      | Saving case       | :\Users\ASGALF~1\AppOata\L   | local\Temp\AutoRecovery save of измеризаций (0х904b4).ahc |                        |            |
| 4                    |               |                                  |                                       |                        |                      | completed.        |                              |   |                        | *          |
| Solver (Main) - Real | ły            |                                  |                                       |                        |                      | <u></u>           |                              |   | 100% 🖂 📃               | •          |
|                      | Alter and     |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   |                        | 15.55      |
|                      |               |                                  |                                       |                        |                      |                   |                              |   | en - 📴 🐑 👀             | 17.12.2021 |

Рис.17. Параметр нагреватель газа

Далее устанавливаете переход (Stream Cutter ) поток и реактор изомеризации (рис. 18).



Рисунок 18. переход (Stream Cutter) поток и реактор изомеризации Далее задайте механический параметр как на рисунке 19.

| Home Ecc<br>P Unit Sets<br>r Units<br>tion<br>Ys<br>Workbook<br>Stream Ana B M   | nomics Dynamic<br>P Clifty Mana<br>S Adjust Mana<br>R Fluid Packa<br>Simulation<br>Capital:<br>Powsh<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capital:<br>Capita | s Plant Data<br>or Vature<br>aper<br>Solver<br>USD UblitiesUSD/vc<br>USD UblitiesUSD/vc<br>eeet Case (Main) - Solver Active   | Oriented View<br>Model<br>Flowshee<br>E Reports input<br>Summaries<br>Energy<br>H + | Cuthonize Resources<br>Consorter Care Studies Stores<br>Consorter Care Studies Resources<br>Consorter Care Studies Resources<br>Consorter Care Studies Resources<br>Analysis<br>y Savinges MW (S) | Analysis * Piere System Safety<br>Exchangers - Unknown: © Ol | Depressuring - |  | Search aspenDNE Dahange | 0 22<br>0  |
|--|--|---|---|---|--|----------------|--|-------------------------|------------|
| Notes and an of the second sec | Enter Una Cyr. If<br>Simulation Cathe<br>Simulation<br>Connectors<br>Machanical<br>Basic Luning<br>Advanced Tumpi<br>Summary<br>Notes  | JOM100<br>Artion [ Workhest ] Solver ]<br>Reactor Lingsh [m]<br>Cashyt Density [kg/m3]<br>Void Fractor<br>Specify Reactor Type<br>Cashyt Density [kg/m3]<br>Lasg Reactor<br>Lag Reactor | 2.300<br>7,700<br>0.6500<br>0.78  |   |  | - 0 X          |  |                         | ×<br>• • • |

Рис. 19. Механический параметр реактора изомеризации

Далее переходите во вкладку Calibration (рисунок 20) и нажимаете на вклад Pull Data from Simulation (для переноса данных реактора).



Рисунок 20. Вкладка Calibration

Далее переходите на вкладку Objective Function (рисунок 21) и копируете данные Sigma и переносите их в вкладку Plant (рисунок 21).

|                               |                        |          |       |       |                 |                 |                 | _  | _       |   |   |  |
|-------------------------------|------------------------|----------|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|----|---------|---|---|--|
| Model Palette —               | o ×                    |          |       |       |                 |                 |                 |    |         |   |   |  |
| Vie 🚯 Isom Unit Op: ISI       | 001MC                  |          |       |       |                 |                 | - 0             | ×  |         |   |   |  |
| Simulation Calibr             | ation Worksheet Solver |          |       |       |                 |                 |                 |    |         |   |   |  |
| Calibration                   |                        |          |       |       |                 |                 |                 |    |         |   |   |  |
| Feed                          |                        | Included | Sigma | Plant | Model           | Delta           | Contribution    |    |         |   |   |  |
| All Objective Function        | IP4 Wt%                | 9        | 1.000 | 1,000 | <empty></empty> | <empty></empty> | <empty></empty> |    |         |   |   |  |
| Parameters<br>Rue Calibration | NP4 Wt%                | P        | 1,000 | 1,000 | <empty></empty> | <empty></empty> | <empty></empty> |    |         |   |   |  |
| Con Kinetic Factors           | ameters Wt%            | P        | 1,000 | 1,000 | <empty></empty> | <empty></empty> | <empty></empty> |    |         |   |   |  |
| Euto                          | NP5 Wt%                | M        | 1,000 | 1,000 | <empty></empty> | <empty></empty> | <empty></empty> |    |         |   |   |  |
| Mo                            | 5N5 Wt%                | E E      | 1,000 | 1,000 | <empty></empty> | <empty></empty> | <empty></empty> |    |         |   |   |  |
|                               | 22DMC4 Wt%             |          | 1,000 | 1,000 | <empty></empty> | <empty></empty> | <empty></empty> |    |         |   |   |  |
| Hee                           | 23DMU4 Wt%             | R        | 1,000 | 1,000 | Cempty >        | cempty.         | cempty -        |    | -       |   |   |  |
|                               | SMC5 WHS               | P        | 1 000 | 1 000 | cempty          | cempty          | (empty)         |    |         | ISOM  | 4 |  |
| Mar                           | NP6 Wt%                | 9        | 1.000 | 1,000 | <empty></empty> | <empty></empty> | <empty></empty> | 00 | 0       |   |   |  |
| Pin                           | 5N6 Wt%                | R        | 1.000 | 1,000 | <empty></empty> | <empty></empty> | <empty></empty> | 00 | 4       | and the second se |   |  |
| Hyd                           | A6 Wt%                 | R        | 1.000 | 1,000 | <empty></empty> | <empty></empty> | <empty></empty> |    | <b></b> | ISOM100   |   |  |
| Pret                          | 6N6 Wt%                | R        | 1,000 | 1,000 | <empty></empty> | <empty></empty> | <empty></empty> |    | 3       |   |   |  |
| Cha                           | NP7 Wt%                | R        | 1.000 | 1,000 | <empty></empty> | <empty></empty> | <empty></empty> |    |         |   |   |  |
| -                             | 6N7 Wt%                | R        | 1,000 | 1,000 | <empty></empty> | <empty></empty> | <empty></empty> |    |         |   |   |  |
| Sep                           |                        |          |       |       |                 |                 |                 |    |         |   |   |  |

Рис. 21. Вкладка Objective Function

Далее переходите на вкладку параметры и добавляете нижние и верхние границы (рисунок 22).

| D    | * Flowsheet           | Case (Main) - Solver Active 1 +         |          |               |             |             |    |        |  |
|------|-----------------------|---|----------|---------------|-------------|-------------|----|--------|--|
| Ň    | Isom Unit Op: ISOM    | 100                                     |          |               |             | - 0         | ×  |        |  |
|      | Simulation Calibratio | Worksheet Solver                        |          |               |             |             | _  |        |  |
|      | Calibration           | Reaction Activities                     |          |               |             |             |    |        |  |
| All  | Objective Function    |   | Included | Initial Value | Lower Bound | Upper Bound |    |        |  |
| -    | Parameters            | Global Activity<br>Instruction Activity | P        | 1,000         | 0,0000      | 100,0       |    |        |  |
| Con  | Kinetic Factors       | Hydrocracking Activity                  | R        | 1,000         | 0.0000      | 100,0       |    |        |  |
| Exte |                       | Hydrogenation Activity                  | R        | 1,000         | 0,0000      | 100,0       |    |        |  |
| Mo   |                       | Ring-opening Activity                   | R        | 1,000         | 0,0000      | 100,0       |    |        |  |
| Hea  |                       | Heavy Activity                          | N N      | 1,000         | 0.0000      | 100.0       |    |        |  |
| Same |                       | 23DMC4 Isomerization KEQ Intercept      | 4        | 1,000         | 0,0000      | 100.0       |    | ISOM 4 |  |
| Mar  |                       | 3MC5 Isomerization KEQ Intercept        | 5        | 1,000         | 0,0000      | 100,0       | -  |        |  |
| Rin  |                       | 22DMC4 Isomerization KEQ Intercept      | 먹        | 1.000         | 0,0000      | 100,0       | 00 |        |  |
| Hyd  |                       | IP5 Isomerization KEQ Intercept         | P        | 1,000         | 0.0000      | 100.0       |    |        |  |
| Pre  |                       | 5N6 Isomerization KEQ Intercept         | 2        | 1,000         | 0,0000      | 100,0       |    | 3      |  |
| Cha  |                       | IPA Isomerization KEO Intercent         | R        | 1,000         | 0.0000      | 100         |    |        |  |
| Sep  |                       |   |          |               |             |             |    |        |  |

Рис. 22. Вкладка параметры

Далее переходите на вкладку Run Calibration и нажимаете Initialize Calibration и после этого нажимаете на вкладку запустить калибровку, далее нажимаете на вкладку Transfer factors Simulation (рисунок 23).

| Copy* 2 Unit Sets<br>Paste*<br>pboard Units<br>mulation<br>Inems<br>UnitOps<br>Streams<br>Stream Ana<br>Stream Ana<br>Stream Ana | Adjust Manage<br>Fluid Package<br>Simulation<br>Capital:<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flowsheet<br>Flo | Consider Workbook Reports     Solver - Summaries     USD UtilitiesUSD/rear      Consider Maining-Solver Active = + | Plowsheet Compress<br>Input Compress<br>Energy Savings | Obla Fits     Sor     Optimizer     Analysis     MW (%) | Exchang              | GRECOWDOWN and D     Flare System     Satety ers - Unknown: 0 OK: | pressuring* | ×1  | 0 13 |
|--|--|--|--|---|----------------------|---|-------------|-----|------|
| Data Tables  | Bom Unit op. 1901  |  |  |   |                      |   |             | × _ |      |
| Strip Charts   | Simulation Calibrat  | son Worksheet Solver   |  |   |                      |   |             |     |      |
| Data Fits  | Calibration  | Initialize Calibration   | Run Calibration  | Transfer Fr   | actors to Simulation |   |             |     |      |
| Plant Data All   | Objective Function   | European   |  | Orthogra  |                      |   |             |     |      |
| -  | Parameters   | Summary  | 150.0  | CS- RON   |                      | 77.01   |             |     |      |
| Cor  | Run Calibration  | Inlet remperature (C)  | 163.6  | C5+ MOI   |                      | 7636  |             |     |      |
| Exte   | Kinesi, raciona  | Temperature Rise (C)   | 13.58  | C6+ RON   |                      | 77.44   |             |     |      |
| Mo   | 1  | Hydrogen Consumption (STD m3/h)  | 580.2  | C6+ MOR   | 2                    | 76.14   |             |     |      |
| 2/1  | 1  | Inlet H2 to HC Ratio [mol/mol]   | 0,5762   |   |                      |   |             |     |      |
| Hea  | 1  | Pressure Drop [kPa]  | 7,364e-004   |   |                      |   |             |     |      |
| Mar  |  | Isomer Ratios  |  | Yields  |                      |   |             | 00  |      |
| Hyd  | 1  | PIN  | 0,8373   |   | Weight %             | Volume %  |             |     |      |
| Pres   | (  | iC4/C4P*100  | 88,71  | H2 Consumers  | 11,42                | 8,83  |             | 3   |      |
| Cha  | 4  | iC5/C5P*100  | 49,12  | C5+   | 93,68                | 83,51   |             |     |      |
| Rea  | 1  | 22DMB/C6P*100  | 22,37  | C7+   | 1,60                 | 1,23  |             |     |      |
|  | 1  | 23DMB/C6P*100  | 12,23  | Benzene   | 0,00                 | 0,00  |             |     |      |
| Sep  | 1  | (2MP+3MP)/C6P 100  | 33,17  |   |                      |   |             |     |      |
|  |  | Parameters   |  |   |                      |   |             |     |      |
|  | 1  | Global Activity  |  | 100,0 *   |                      |   |             |     |      |
|  | 1  | Isomerization Activity   |  | 1,939   |                      |   |             |     |      |
|  | 1  | Hydrocracking Activity   |  | 100,0 📰   |                      |   |             |     |      |
|  |  | Hydrogenation Activity   |  | 10,05   |                      |   |             |     |      |
|  | ( I  | Ring-opening Activity  |  | 0,0000  |                      |   |             |     |      |
|  | <i>(</i>   | Heavy Activity   |  | 81,41   |                      |   |             |     |      |
|  | 1  | 2MC5 Isomerization KEQ Intercept   |  | 0,0000  |                      |   |             |     |      |
| Properties   | 1 1  | 23DMC4 Isomerization KEQ Intercept   |  | 3,866 +   |                      |   |             |     | ۷    |
| Carrier Contractor   |  | IMCS lesmastration continuariant   |  |   |                      |   |             |     | >    |

Рис. 23. Вкладка Run Calibration

Далее устанавливайте холодильник и задаете необходимое давление и температуру (рисунок 24)

| Cut Na<br>Copy* 🛱<br>Paste*<br>board<br>nulation<br>Rems | ewUserlife • 🖓<br>• Unit Sets 🕺<br>Units s<br>• • | Utility Manager<br>Adjust Manager<br>Truid Packages<br>Insulation Solver<br>Capital: USD Utilities: USD/Ve<br>Rowsheet Case (Main) - Solver Active | Reports Input Commaries | Case Stu<br>compressor<br>Surge Optimize<br>Anu-<br>Anu-<br>MW (% | dies Stream Analysis* Pro<br>Plequipment Design* AddLC<br>r McModel Analysis* Plan<br>alysis<br>alysis<br>D Exchangers - Unit | uur Rafel<br>MDOWI and Deressung *<br>System<br>Safety<br>OKI & Ruk & Su | 0 2 |
|--|---|--|-------------------------|---|---|--|-----|
| Unit   | Material Stream: 5                                |  |                         |   | - 0 >   |  | ^   |
| Stree  | Worksheet Attachme                                | ents Dynamics  |                         |   |   |  |     |
| Egui   | Worksheet   | Stream Name  | 5                       | Vapour Phase  | Liquid Phase  |  |     |
| Moc Moc  | Conditions  | Vapour / Phase Fraction  | 0,5223                  | 0,5223  | 0,4777  |  |     |
| Data   | Properties  | Temperature [C]  | 140,0                   | 140,0   | 140,0   |  |     |
| Strip  | Oil & Gas Feed                                    | Pressure [kg/cm2_g]  | \$3,00                  | 33,00   | 33,00   |  |     |
| Case   | Petroleum Assay                                   | Maar Flow (kgmole/n)   | 3 365++004              | 0051  | 3 2 70+ -004  |  |     |
| Data   | K Value   | Std Ideal Lin Vol Elnis (m3/b)   | 5,50,54,004             | 20.67   | 26.00   |  |     |
| Pian   | User Variables                                    | Molar Enthaloy Iki/komolel   | -1.015e+005             | -5061e+004  | -1 572++005   |  |     |
|  | Cost Parameters                                   | Molar Entropy [k]/kgmple-C1  | -338.6                  | -180.7  | -511.3  |  |     |
|  | Normalized Yields                                 | Heat Flow [kl/h]   | -6,437e+007             | -1,676e+007   | -4.761e+007   |  |     |
|  |   | Lig Vol Flow @Std Cond [m3/h]  | 65,58                   | 30,56   | 35,53   |  |     |
|  |   | Fluid Package  | REFSRK                  |   |   |  |     |
|  |   | Utility Type   |                         |   |   | 0.100 //   |     |
|  |   |  |                         |   |   | 2 CUT-100 ISOM100  |     |

Рис. 24. Параметры холодильника

Далее добавляете второй реактор и повторите те самые шаги, как было с первым реактором. Далее добавляете приход (Stream Cutter) поток (рисунок 25).



Рис. 25. Приход (Stream Cutter) поток

Далее устанавливайте холодильник и задайте параметры (рисунок 26).

| CptdUSU_USU:       DSU/W       Texty Survey _ MV (_S)       Textury Survey _ MV (_S)       Textury Survey _ MV (_S)         How       How       How       How       How       How         How       How       How       How       How       How         How       How       How       How       How       How       How         How       How       How       How       How       How       How         How       How       How       How       How       How       How         How       How       How       How       How       How       How       How         How   | Seach apenONE Echange 😰 ۵ 📢 | essure Relief<br>DWDOWN and<br>are System<br>Safet | ysis * 🕼<br>Design * 🕅 | ies Stream Analy<br>LEquipment D<br>Model Analy<br>lysis | Resources<br>Case Studier<br>Data Fits<br>essor<br>Coptimizer<br>Analys | View Customize    | Equation Oriented | amics Plant Data Ec<br>Anager TO Active<br>Manager TO On Hold<br>ackages Without Solver To Without Solver | Economics Dyna<br>Se V Wility M<br>S Adjust N<br>Fluid Pa<br>Simulatio | Home<br>NewUser<br>Tunit S |
|---|-----------------------------|--|------------------------|--|---|-------------------|-------------------|---|--|----------------------------|
| Device Case (Made) - Solver Active:         +           marker         ×           marker         ×           Marker         Dependent           Consider         Dependent           Dependent         0.0000           Consider         Dependent           Note (Depine)         3112           Consiter         Dependent <t< th=""><th>s 0 🛞.</th><th>known: 0 C</th><th>changers -</th><th>D br</th><th>MW (%)</th><th>Energy Savings: _</th><th>:USD/Year</th><th>ital:USD Utilities:</th><th>&lt; Capit</th><th></th></t<>   | s 0 🛞.                      | known: 0 C   | changers -             | D br   | MW (%)  | Energy Savings: _ | :USD/Year         | ital:USD Utilities:   | < Capit  |                            |
| Rec<br>n<br>n<br>n<br>n<br>n<br>n<br>n<br>n<br>n<br>n<br>n<br>n<br>n  |                             |  |                        |  |   |                   | Solver Active × + | wsheet Case (Main) - Solve  | · Flow   |                            |
| No.         Matrixii Share         -         -         ×           Matrixii Share         Team Name         Upport         Matrixii Share         Upport           Matrixii Share         Team Name         0         Upport         Matrixii Share         Upport           Old         Marein Share         0.0000         0.0000         0.0000         0.0000           Outport         Mapeen/Lege         0.0000  | ^                           |  |                        |  |   |                   |                   |   |  | ps .                       |
| Normality         Workshert         Term Name         0         Vapur Phase         Liquid Phase           Aller         Workshert         Sterm Name         0         0.0000         0.0000         0.0000           Old Gas Feel         Wood Phase         Sterm Name         0         0.0000         0.0000         0.0000           Old Gas Feel         Wood Phase         Sterm Name         0         0.0000         0.0000         0.0000           Old Gas Feel         Wood Phase         Sterm Name         0         0.0000         0.0000         0.0000           Old Gas Feel         Wood Phase         0         0.0000<   |                             | ×  | -                      |  |   |                   |                   |   | Material Stream: 8   | 15<br>Ana                  |
| Name         Worker         Likkensteller         Upper           Versite         Marker         Name         0.0000         0.0000           Properies         Breaster Big Orn J, gl         32.00         32.00         32.00           Operies         Breaster Big Orn J, gl         32.00         32.00         32.00           Operies         Breaster Big Orn J, gl         32.00         32.00         32.00           Operies         Breaster Big Orn J, gl         32.00         32.00         32.00           Value         Mark Free Big Nell         33.172=004         618.8         42.22         416.4           Mark Free Big Nell Stream Start         Nel   |                             |  |                        |  |   |                   |                   | 0   | Madada and and a   | ment                       |
| Name         Variable         Digeneration         Digeneration <thdigeneration< th=""> <thdigeneration< th=""></thdigeneration<></thdigeneration<>   |                             |  | Dhara                  | a David  | Margare Dhana   |                   |                   | ents   Dynamics   | Attachme   | Anat                       |
| Lode<br>Dia Gas Faret<br>Note<br>Note<br>Star         Description<br>(Note Free Upmole N)         0.0000<br>(Note Free Upmole N)         0.0000(N)   |                             |  | 0.6624                 | 6 (  | 0.3376  | 0.3376            | tion              | Vapour / Phase Fraction   | Conditions   | harts                      |
| h<br>b<br>b<br>b<br>b<br>b<br>b<br>b<br>b<br>b<br>b   |                             |  | 0,0000                 | 0 0  | 0,0000  | 0,0000            |                   | Temperature [C]   | Properties   | tudie                      |
| Inter         Out Gui Pere         Out Gui Pere         Out Gui Pere           With Weatherst<br>Water Veraulterst<br>Nates<br>Cost Presenterst<br>Notes during (Magnetic)         3.312 - 0.04         61.80         40.73           Nates free (Magnetic)         Mater free (Magnetic)         3.312 - 0.04         61.80         40.73           Nates<br>Cost Presenterst<br>Notes         Mater free (Magnetic)         1.312 - 0.01         40.80         40.73           Nates<br>Notes         Mater free (Magnetic)         1.312 - 0.01         91.83         40.70         1.11         41.52-0.01           Mater free (Magnetic)         Mater free (Magnetic)         1.312 - 0.01         91.83         40.70         1.01         91.83         40.70           Nate free (Magnetic)         Mater free (Magnetic)         1.01         91.83         40.70         1.01         91.84         40.70           Nate free (Magnetic)         1.01         40.49         1.01         91.84         40.87         1.01         91.94         1.01         1.   |                             |  | 32,00                  | 0  | 32,00   | 32,00             |                   | Pressure [kg/cm2_g]   | Composition  | ts                         |
| Ki Xuan     Mar foro fig/h     3.312e-004     61.6     3.230e-004       User Vacab     Mar foro fig/h     1.312e-005     -0.114     -1.052e-005       Kots Pamatad Web     Mar foro fig/h     -1.237e-005     -0.114     -1.052e-005       Kots Pamatad Web     Mar foro fig/h     -1.237e-005     -0.114     -1.052e-005       Kots Pamatad Web     Mar foro fig/h     -1.237e-005     -0.114     -1.052e-005       Kots Pamatad Web     Mar foro fig/h     -1.237e-005     -1.14     -1.052e-005       Kots Pamatad Web     Mar foro fig/h     -1.277re-007     -4.608e-005     -7.771e-007       Kots Pamatad Web     Rom 1     -7.77re-007     -6.027     -6.027     -6.027       Kots Pamatad Web     Rom 1     -7.77re-007     -6.027     -6.027     -6.027     -6.027       Kots Pamatad Web  |                             |  | 416,4                  | 2  | 212,2   | 628,6             | /h]               | Molar Flow [kgmole/h]   | Oil & Gas Feed   | ata                        |
| User Variables         Mail and feeling (Magnoid)         -1.33 = 0.13         40.73           Notes         Mail feeling (Magnoid)         -1.31 = 0.03         -3.81 = 0.05           State feeling (Magnoid)         -1.31 = 0.03         -3.81 = 0.05         -3.81 = 0.05           State feeling (Magnoid)         -1.31 = 0.05         -3.81 = 0.05         -3.81 = 0.05           State feeling (Magnoid)         -1.31 = 0.05         -3.81 = 0.05         -3.81 = 0.05           Nate feeling (Magnoid)         -0.07 = 0.05         -3.81 = 0.05         -3.81 = 0.05           Nate feeling (Magnoid)         -0.07 = 0.05         -0.07 = 0.05         -0.07 = 0.07 = 0.07           Nate feeling (Magnoid)         -0.07 = 0.05         -0.07 = 0.07  |                             |  | e+004                  | 9 3,250e   | 618,9   | 3,312e+004        |                   | Mass Flow [kg/h]  | K Value  |                            |
| Lots         Mair Instrug (Mignole)         -1,271 e-003         -1,182 e-005           Coff Parameters         Mair Instrug (Mignole)         -1,271 e-003         -6,608 e-005         -1,711 e-007           Monitori Unit         Head From (Mignole)         -1,271 e-007         -6,608 e-005         -1,711 e-007           Liq Vol Row (Sci Com (Init))         -1,271 e-007         -6,608 e-005         -1,711 e-007         -6,608 e-005         -1,711 e-007           Unity Type   |                             |  | 49,73                  | 3  | 6,383   | 56,12             | w [m3/h]          | Std Ideal Liq Vol Flow [m3  | User Variables   |                            |
| Normalized Vieta         Normalized Vieta   |                             |  | e+005                  | 4 -1,852e  | -3114   | -1,237e+005       | igmole]           | Molar Enthalpy [kJ/kgmol  | Notes<br>Cost Parameters   |                            |
| Ling Vol Flow (2) Sol Cool (m3/h) (5.1)<br>Rod Ryan (2) Sol Cool (m3/h) (5.1)<br>Usity Type<br>Usity Type<br>(Usity Type)<br>(Usity Type) |                             |  | 007                    | 5 .7711  | -6.608e+005   | -7.777e+007       | gmole-Cj          | Heat Flow [k]/kgmole  | Normalized Yields  |                            |
|   |                             |  | 49.49                  | 9  | 5019  | 65.18             | ond [m3/h]        | Lig Vol Flow @Std Cond In   |  |                            |
|   |                             |  |                        |  |   | Basis-1           |                   | Fluid Package   |  |                            |
|   |                             |  |                        |  |   |                   |                   | Utility Type  |  |                            |
|   |                             |  |                        |  |   |                   |                   |   |  |                            |
| •   | *                           |  |                        |  |   |                   |                   |   |  | es                         |

Рис. 26. Параметры холодильника

Далее добавляете сепаратор, чтобы показать состав конечного продукта (рисунок 27)



Рис. 27. Сепаратор

На этом этапе завершено моделирование реактора блока установки изомеризации.

Теперь можно сравнить приход сырья (газ) с расходом полученных продуктов на 10 потока (рисунок 28).

| Stream: Ca    | рые              |                                       |              | - 0 × , | Untitled - A        | spen HYSYS V10 - aspenONE |                  |              |              |               | - ø ×         |
|---------------|------------------|---------------------------------------|--------------|---------|---------------------|---------------------------|------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Attachm       | mts Dynamics     |                                       |              | 1400    | Material Stream: 10 |                           |                  |              | - 1          | th aspenONE E | schange 🔛 🗠 🕯 |
| heet          |                  | Mass Flows                            | Liquid Phase | pent    | Worksheet Attachm   | ents Dynamics             |                  |              |              |               |               |
| ons           | Hydrogen         | 0.0000                                | 0.0000       | Anal    | Worksheet           |                           | Mass Flows       | Vapour Phase | Liquid Phase |               |               |
| es            | Methane          | 0.0000                                | 0.0000       |         | Conditions          | Hydrogen                  | 15,0094          | 0.0000       | 15 0094      |               |               |
| ution         | Ethane           | 0,0000                                | 0.0000       |         | Properties          | Methane                   | 8 9082           | 0.0000       | 8 9082       |               | cr 57         |
| is reed       | Propane          | 712,1376                              | 712,1376     |         | Composition         | Ethane                    | 15,8155          | 0.0000       | 15,8155      |               |               |
| im Assay      | i-Butane         | 485,8509                              | 485,8509     |         | Oil & Gas Feed      | Propane                   | 735.4123         | 0.0000       | 735.4123     |               |               |
| in the second | n-Butane         | 36,6052                               | 36.6052      |         | Petroleum Assay     | i-Butane                  | 723 3456         | 0.0000       | 723 3456     |               |               |
| napies        | i-Pentane        | 712,1376                              | 712 1376     |         | K Value             | n-Butane                  | 02 0050          | 0.0000       | 02 0850      |               | ^             |
| mater         | n-Pentane        | 5786,9497                             | 5786 9497    |         | User Variables      | -Dentane                  | 2264 1522        | 0.0000       | 2264 1522    |               |               |
| and Vielde    | Cyclopentane     | 782.0202                              | 782 0202     |         | Notes               | n-Pentane                 | 3401 1330        | 0.0000       | 3401 1330    |               |               |
| and menors    | 22-Mbutane       | 831,9364                              | 831.9364     |         | Cost Parameters     | Cuclonentane              | 770 7164         | 0.0000       | 770 7164     |               |               |
|               | 23-Mbutane       | 1530,7630                             | 1530 7630    |         | Normalized Tields   | 22. Minutana              | 3465 5406        | 0.0000       | AACS CADE    |               |               |
|               | 2-Mpentane       | 7520,7052                             | 7520 7052    |         |                     | 23. Minutana              | 2440, 5400       | 0.0000       | 2442 6615    |               | _             |
|               | 3-Moentane       | 5071 4844                             | 5071 4844    |         |                     | 2. Monstere               | 2442.0015        | 0.0000       | 2442.0013    |               |               |
|               | n-Hexane         | 5450 8474                             | 5450 8474    |         |                     | 2-mpentane                | 01/20//4         | 0,0000       | 01/3/0//4    |               | _             |
|               | Mcvclopentan     | 2672 1798                             | 2672 1798    |         |                     | - Herene                  | 4043.0440        | 0.0000       | 4043.0440    |               |               |
|               | Curinheyane      | 1008 1561                             | 1000 1551    |         |                     | Menterate                 | 2041.5736        | 0,0000       | 2041.5736    |               | _             |
|               | Benzene          | 419 2960                              | 419 2960     |         |                     | Culeboonan                | 1573.3938        | 0.0000       | 1573,3938    |               | _             |
|               | 22.Magetage      | 10055                                 | 10055        |         |                     | Cyclohexane               | 1728.1963        | 0.0000       | 1728.1963    |               |               |
|               | 24.Mosetane      | 1,9900                                | 1,9900       |         |                     | senzene                   | 0.0008           | 0.0000       | 0,0008       |               |               |
|               | everyopheritanie | 1,3311                                | 1,3311       |         |                     | 22-Mpentane               | 1.9957           | 0.0000       | 1,9957       |               |               |
|               |                  |                                       |              | 7       |                     |                           |                  |              |              |               |               |
|               | Total            | 33114,39713 kg/h<br>v PropertiesBasis | 0            |         |                     | Total                     | 32500,50155 kg/h |              |              |               | *<br>*        |

Рис. 28. Сравнение полученных результатов моделирования

### Вывод

Исходя из полученных результатов моделирования видно, что количество п-пентана, которая поступает в приходе 5786,950 кг/ч и в расходе составила 3491,133 кг/ч. Повышается количество і-пентана 3364,152 кг/ч (рисунок 25). Проведенные результаты показывают, моделирование схемы и расчеты выполнены в полном объеме, установка изомеризации рабочая.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процесс изомеризации является одним из самых рентабельных способов получения высокооктановых компонентов бензинов с улучшенными экологическими свойствами. Актуальность установок изомеризации также возросла с введением новых сверхжестких ограничений на экологические свойства автомобильных бензинов, включая ограничение по фракционному содержанию ароматических соединений и бензола. составу, Установки изомеризации позволяют получить топливо с характеристиками, отвечающими жестким стандартам Евро-4 и Евро-5. Интенсивное наращивание мощностей процесса изомеризации осуществляется за счет реконструкции существующих и строительства новых установок. Одновременно проводятся модернизация и интенсификация действующих установок изомеризации под процессы с рециркуляцией не превращённых нормальных парафинов. Сырьём изомеризации являются легкие бензиновые фракции с концом кипения от 62 °С до 85 °C. Повышение октанового числа достигается за счёт увеличения доли изопарафинов. Процесс осуществляется, как правило, в одном или двух реакторах при температуре, в зависимости от применяемой технологии, от 110 до 450 °С и давлении до 35 атм.

### Литература

1. Краснобородько, Д.А. Моделирование экстрактивной ректификации с помощью информационно-моделирующей программы Aspen Hysys.: учеб. пособие / Д.А. Краснобородько, Р.Ю. Кулишенко, В.А. Холоднов. СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2018.-62 с.

2. Будник В.А. Методическое пособие по программе подготовки студентов технологических дисциплин. Работа в среде Hysys. Салават: 2010. - 28 с.

3. Ana Vuković. Reactor temperature optimization of the light naphtha isomerization unit // goriva i maziva. 2013. No 52(3). C.195-206.

4. Потапов И. А. Разработка совместного процесса изомеризациигидроочистки бензиновых фракций. URI: <u>http://hdl.handle.net/123456789/1673</u>

5. Алфаяад А.Г., Валиев Д.З., Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф. Анализ процесса изомеризация лёгких бензиновых фракций // Природные энергоносители и углеродные материалы & Natural energy sources and carbon materials. – 2021. – № 4(10); URL: energy-sources.esrae.ru/4-51 (дата обращения: 18.12.2021).