

О. А. Кузнецов

**МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ
ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ
В ASPEN HYSYS V8**



**Москва-Берлин
2015**

УДК 004+66.0
ББК 32.9
К89

Кузнецов, О. А.

К89 Моделирование установки переработки нефти в Aspen HYSYS V8 /
О. А. Кузнецов. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 133 с.

ISBN 978-5-4475-5995-3

Вы познакомитесь с особенностями создания модели нефти, созданием гипоконпонентов. Модель установки создаётся сначала в стационарном режиме, потом переводится в динамический режим. Уделено большое внимание построению сложной колонны.

УДК 004+66.0
ББК 32.9

ISBN 978-5-4475-5995-3

© Кузнецов О. А., текст, 2015

© Издательство «Директ-Медиа», оформление, 2015

Введение

Будет построена модель установки переработки нефти, используя следующие основные этапы:

1. Создание пользовательских установок.
2. Выбор пакета свойств.
3. Выбор газовых компонентов.
4. Характеризация нефти.
5. Создание предварительно нагретой сырой нефти и применение паровых потоков.
6. Установка и определение операторов предварительного фракционирования.
7. Установка и задание параметров колонны фракционирования сырой нефти.

В этом разделе сырая нефть будет разделена на фракции: бензиновую, керосиновую, дизельную, атмосферный газойль и мазут. Предварительно нагретая сырая нефть поступает в первичный сепаратор, где пары отделяются от жидкости, которая нагревается в печи. Пары первичного сепаратора обходят печь и смешиваются с горячей сырой нефтью из печи. Объединённый поток питает атмосферную фракционирующую колонну.

Главная технологическая схема этого процесса показана на рисунке 1.

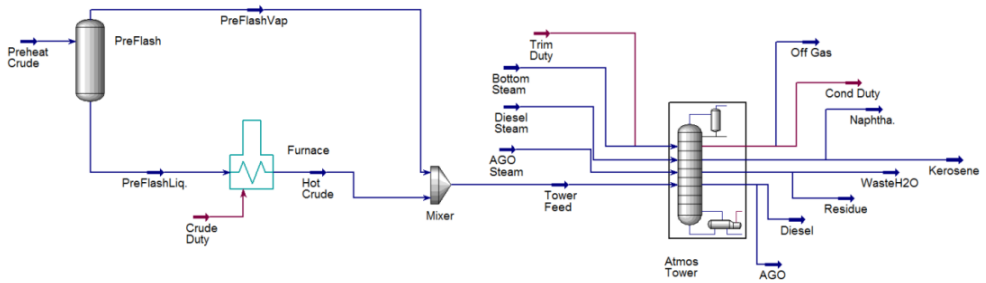


Рисунок 1

Колонна представляет собой абсорбер с конденсатором, с тремя боковыми стриппингами, и тремя промежуточными циркуляционными орошениями. Подсхема колонны показана на рисунке 2.

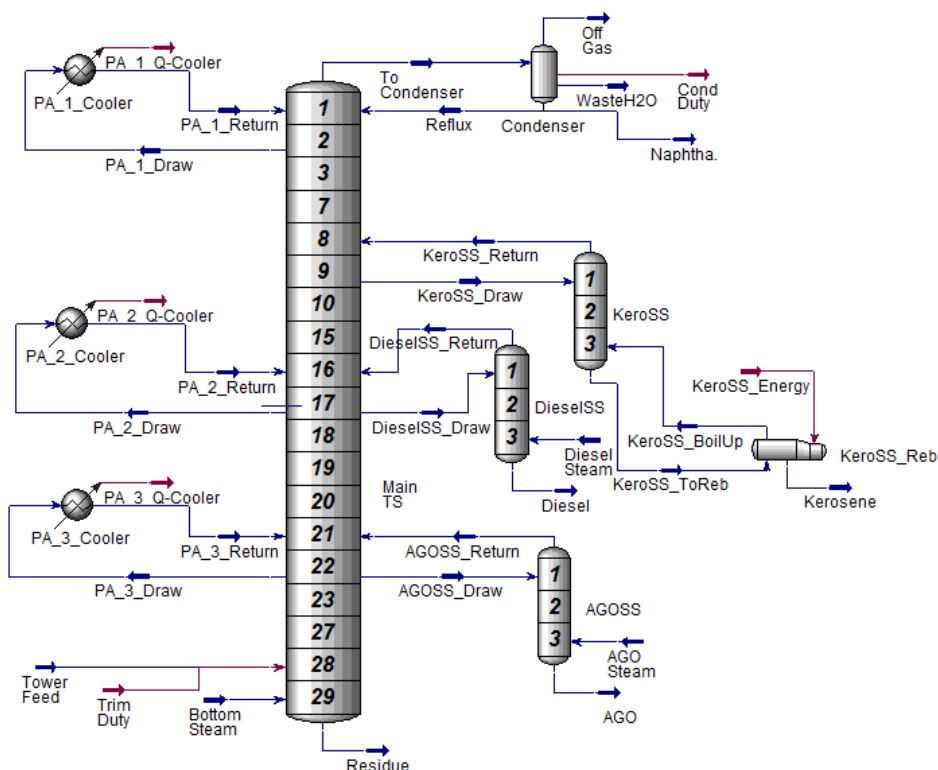


Рисунок 2

Колонна состоит из 29 тарелок и парциального конденсатора. Питающий поток подаётся на 28 тарелку, а перегретый пар поступает на нижнюю тарелку. Кроме этого, осуществляется подвод энергии на 28 тарелку, в виде энергетического потока Trim Duty. Поток нефти, также как и вода, выводятся из трехфазного конденсатора. Атмосферный мазут выводится из низа колонны.

Каждый из трёхтарельчатых боковых стриппингов обеспечивают продуктами разгонки. Керосин выводится из ребойлера бокового стриппинга KeroSS, дизель из стриппинга DieselSS, а атмосферный газойль из AGOSS.

Два основных инструмента, Workbook и PFD, используются для инсталляции потоков, операторов и проверки результатов во время создания модели. Оба эти инструмента обеспечивают большой гибкостью в строительстве модели и быстром доступе к требуемой информации.

Workbook отражает информацию о потоках и операторах в табличном формате, в то время как PFD графически представляет технологическую схему.

Workbook будет использоваться в начале построения технологической схемы, с указанием данных об входных потоках до установки предварительного сепаратора. Далее будет использоваться PFD для установки остальных операций: сырьевой печи и колонны.

На последующих страницах будет подробно изложено построение модели этой задачи в HYSYS. Обучение иллюстрировано на протяжении всего построения модели, от выбора пакета свойств и компонентов, характеристики сырой нефти, инсталляции потоков и операторов, до рассмотрения окончательных результатов. Средства доступные в HYSYS используются для иллюстрации возможностей программы.

1. СТАЦИОНАРНАЯ МОДЕЛЬ

1.1. Настройка параметров модели

1. Запускаем AspenHYSYS.
2. Появляется окно, представленной на рисунке 3.

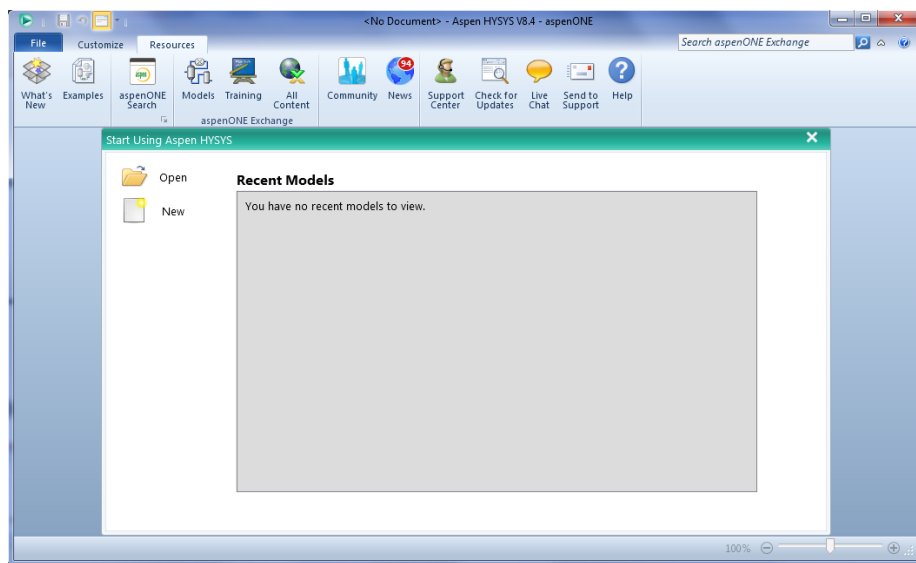


Рисунок 3

3. Нажимаем изображение чистого листа с расположенной рядом надписью **New**.

Первая задача заключается в задании параметров модели.

4. Выберите **File>Options**. Появляется окно Simulation Options.

Наиболее важные настройки сделаем в этом окне. HYSYS не допускает изменения некоторых из представленных по умолчанию наборов единиц измерения, однако, можно создать новый набор путем клонирования одного из существующих наборов. В этом уроке создадим новый набор единиц измерения, основанный на наборе Euro SI и настроим его.

5. Выберите **Units of Measure**.
6. В группе **Available Unit Sets** выбираем набор **EuroSI**.

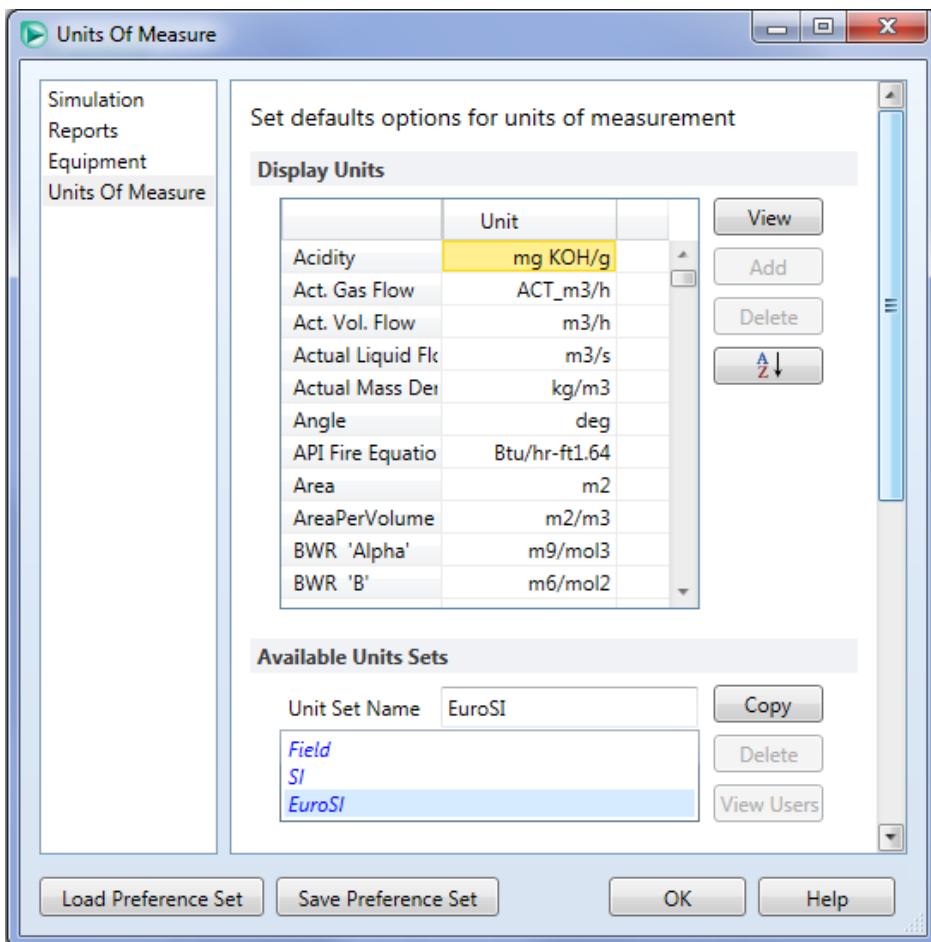


Рисунок 4

7. Нажимаем **Copy**. Создан новый набор единиц измерения, названный **NewUser**.

8. В поле **Unit Set Name** введём пользовательское имя для нового набора единиц **EuroSI-density**. Можно изменить единицу измерения для любого параметра входящего в этот новый набор.

9. В группе **Display Units** прокрутим список вниз, пока не найдём **Pressure**. По умолчанию установлено bar. Для специалиста удобнее измерять давление газа в kg/cm^2 . Откроем выпадающий список в ячейке рядом с **Pressure**. Прокрутим вниз список и выберем **kg/cm²**.

10. Новый набор единиц измерения определён. Нажмём **OK** для закрытия окна свойств.

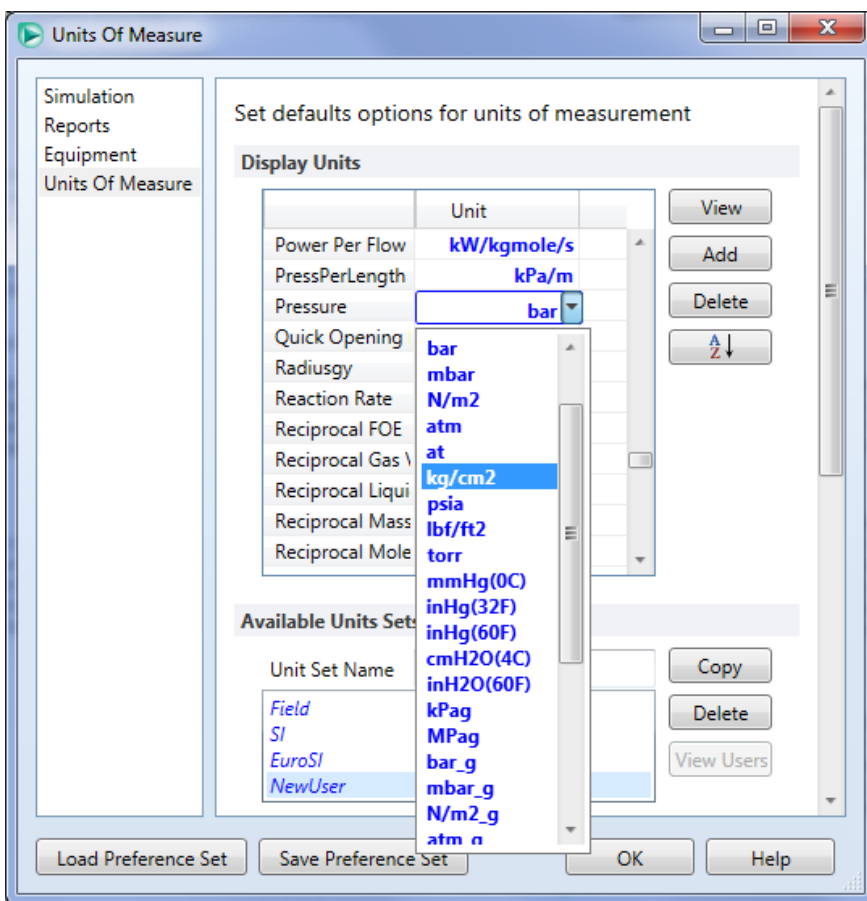


Рисунок 5

1.2. Построение модели

1.2.1. Выбор компонентов

Перед определением пакета свойств в HYSYS создадим список компонентов для него. В нашем примере список компонентов содержит неуглеводородные компоненты, газовую часть нефти и гипотетические компоненты. Вначале надо добавить в список компонентов неуглеводородные и газовые компоненты из библиотеки чистых компонентов HYSYS.

1. Нажмите на навигационной панели **Component List**.
2. На вкладке Component List нажмите на стрелку вниз рядом с кнопкой Add и выберите **HYSYS** из выпадающего списка.
3. Появилось новое окно **Component List – 1**.

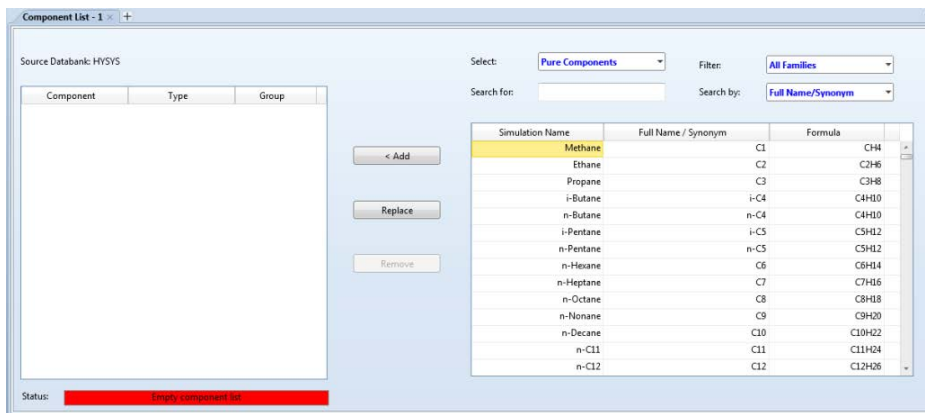


Рисунок 6

Есть несколько способов выбора компонентов для модели. Один из способов заключается в использовании соответствующих свойств. Обратите внимание, что каждый компонент представлен в списке тремя способами:

Метод соответствия	Описание
Simulation Name	Имя отражающееся в модели
Full Name / Synonym	Имя IUPAC (или аналогичное) и синонимы для многих компонентов
Formula	Химическая формула компонента. Это полезно, когда не уверены в библиотечном имени компонента, но известна формула

В поле **Search by:** можно выбрать тип соответствия. Основываясь на нём HYSYS будет располагать компоненты наилучшим образом соответствующие введённой информации в ячейку **Search for:**

4. Дополнительно: Переименуем список компонентов, нажав правой кнопкой мыши на его названии в панели навигации. В меню инспекции выбираем **Rename** и вводим новое название.

В этом учебном примере добавим следующие компоненты: H_2O , C_3 , $i-C_4$, $n-C_4$, $i-C_5$ и $n-C_5$.

Сначала добавим H_2O , используя тип соответствия.

5. Выберем **Full Name/Synonym** из выпадающего списка для ячейки **Search by:**.

6. Перейдём в ячейку **Search for:**.

7. Начинаем печатать «water» (вода). HYSYS отберет из библиотеки компоненты, которые соответствуют введённой информации.

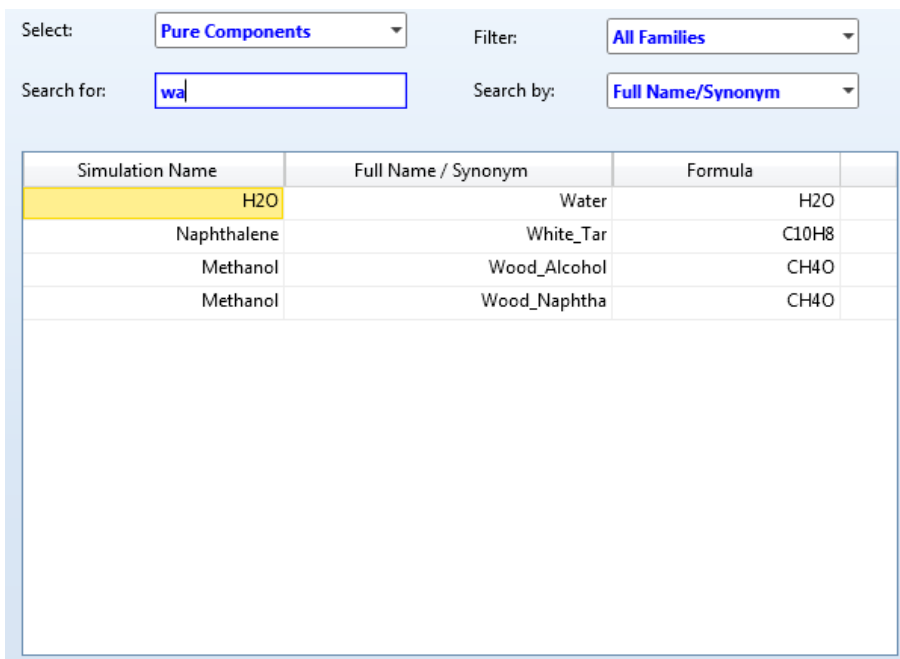


Рисунок 7

8. Выделяем Water и добавляем в Source Databank одним из следующих вариантов:

- Нажимаем клавишу **Enter**
- Нажимаем кнопку **<Add**
- Двойной щелчок по компоненту

Можно также использовать Filter (фильтр) для отображения только компонентов принадлежащих определённой группе. Далее добавим Propane в список компонентов с помощью фильтра.

9. Убедитесь, что поле Search for пустое и нажмите на стрелку справа поля Filter. Появится список, как показано ниже.

10. Выбираем **Hydrocarbons** (углеводороды). Остальные компоненты, как известно, углеводороды.

11. Двойным нажатием по **Propane** добавляем его в список компонентов.

Далее добавим оставшиеся компоненты газовой части от n-C4 до n-C5. Следующая процедура показывает быстрый способ добавления компонентов, которые расположены последовательно в библиотечном списке.

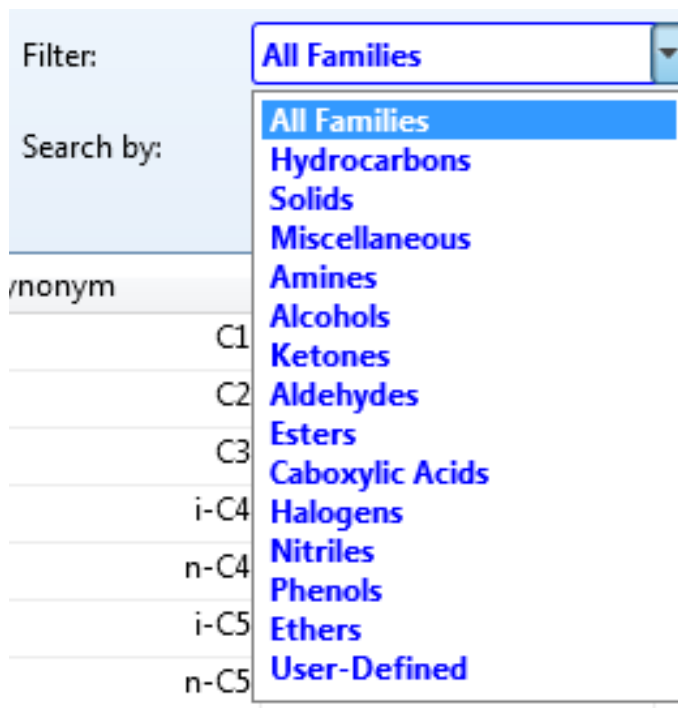


Рисунок 8

12. Выделите первый компонент для добавления (в нашей задаче и-C4).

13. Сделайте одним из способов:

- Удерживая клавишу SHIFT, нажмите последний компонент в списке, в нашей задаче n-C5. Все компоненты с и-C4 до n-C5 выделены. Отпустите клавишу SHIFT.

- Нажмите и тяните от и-C4 до n-C5. Все компоненты будут выделены.

Для выделения последовательных компонентов используйте клавишу SHIFT. А для выделения компонентов, располагающихся произвольно, применяйте клавишу CTRL.

Нажмите **<Add**. Выбранные компоненты перемещены в группу Source Databank: HYSYS. Для удаления компонента из списка Source Databank: HYSYS выделите его и нажмите Remove.

Сформированный список компонентов представлен на рисунке 9.

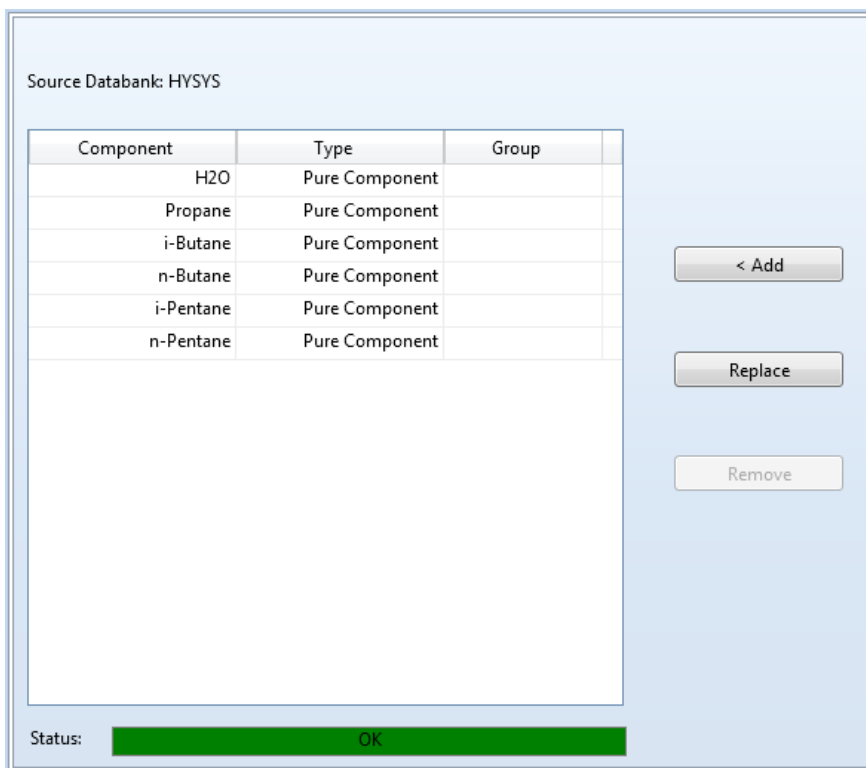


Рисунок 9

1.2.2. Указание пакета свойств

Пакет свойств содержит компоненты и методы расчёта их свойств, которые HYSYS будет использовать для определения параметров технологической схемы.

В зависимости от того, что требуется, пакет свойств может содержать другую информацию, например характеристики нефти.

Можно создавать, изменять любым образом пакет свойств в моделях. В большинстве случаев, например как в нашем примере, будет требоваться только один пакет свойств для всей модели.

Пакет свойств с нашим примере будет содержать пакет характеристик (Peng Robinson) для чистых компонентов H₂O, C₃, и-C₄, н-C₄, и-C₅, н-C₅ и гипотетических компонентов, которые будут сгенерированы при характеристизации нефти.

1. Нажмите **Fluid Packages** на панели навигации. Внизу окна Fluid Packages, справа от кнопки Add, раскройте выпадающий список и выберите **HYSYS**.

HYSYS создаёт пакет свойств с именем по умолчанию Basis-1. Можно изменить имя этого пакета свойств, проинспектировав правой

кнопкой мыши имя пакета на панели навигации и выберите Rename. В открывшемся окне впечатайте новое имя.

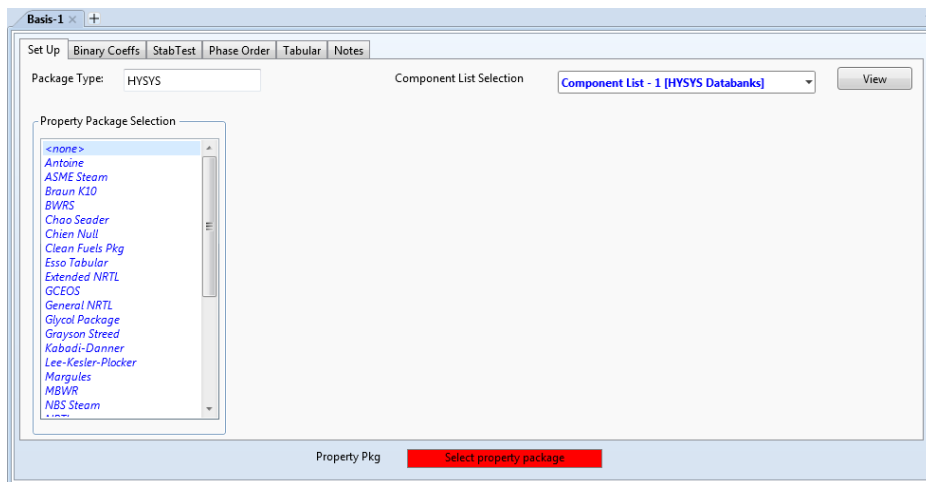


Рисунок 10

Окно пакета свойств разделено на ряд вкладок, которые обеспечивают всей необходимой информацией для полного определения пакета свойств. В нашем примере, однако, будет использоваться только вкладка Set Up.

На вкладке Set Up выбран текущий пакет <none>. Перед началом характеристики нефти надо выбрать пакет свойств, который будет обрабатывать гипотетические компоненты.

2. Выбираем пакет свойств **Peng Robinson** в группе Property Package Selection.

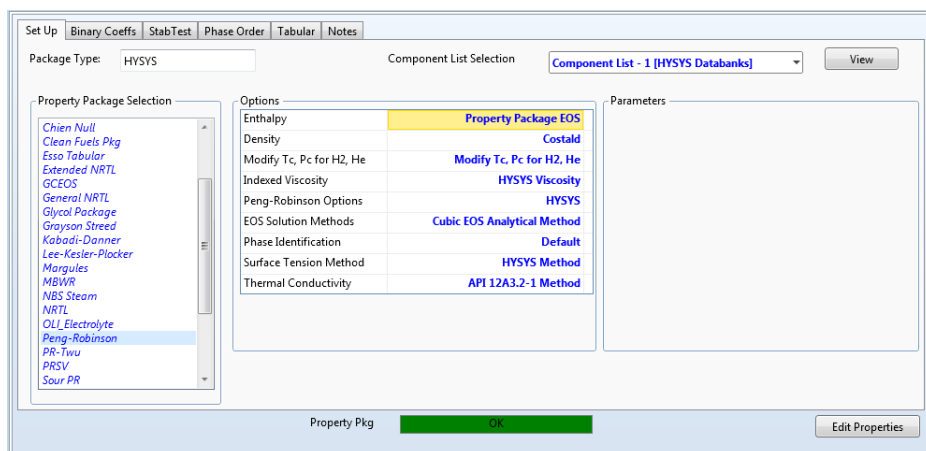


Рисунок 11

Если в задаче используется несколько пакетов свойств и списков компонентов, можно воспользоваться выпадающим списком в группе Component List Selection для прикрепления списка компонентов к конкретному пакету свойств.

Кнопка View открывает окно Component List View выбранного списка компонентов.

Если выбранный список компонентов содержит не подходящий для данного пакета свойств компонент, HYSYS открывает окно Components Not Recommended for Property Package (компонент не рекомендуется для пакета свойств). В этом окне можно удалить несовместимый компонент из списка компонентов или оставить его, также можно поменять пакет свойств в группе Selected Prop Pkg.

На панели навигации в разделе Fluid Packages появилась папка Basis-1 содержащая характеристики выбранного пакета свойств с прикрепленным к нему списком компонентов. Проинспектировав эту папку можете изменить имя папки.

1.2.3. Создание гипоконентов

Следующим этапом будет создание и добавление гипотетических компонентов (гипоконентов) в список компонентов. В нашем примере характеризуем нефть с помощью Oil Manager.

1.2.3.1. Характеризация нефти

Используем следующие данные лабораторного анализа

Свойства сырой нефти	
Молекулярная масса	300
Плотность (в единицах API)	48.75

Содержание компонентов газовой фазы, % об.	
Изобутан	0,19
н-Бутан	0,11
Изопентан	0,37
н-Пентан	0,46

Разгонка образца (ИТК)		
Доля отгона	Температура	Молекулярный вес
0	26	68
10	124	119
20	176	150
30	221	182
40	275	225
50	335	282
60	400	350
70	490	456
80	590	585
90	692	713
98	766	838

Плотность фракций разгонки	
13	725
33	758
57	796
74	832
91	897

Вязкость фракций		
Доля отгона	Вязкость при 40°C, мПа·с	Вязкость при 100°C, мПа·с
10	0,2	0,1
30	0,75	0,3
50	4,2	0,8
70	39	7,5
90	600	122,3

1.2.3.2. Вход в нефтяную среду

Процедура характеристики нефти в HYSYS используется для преобразования лабораторных данных в нефтяные высококомпоненты.

1. Войти в среду характеристики нефти можно одним из способов:

- На панели навигации выбрать на **Oil Manager**.
- На ленте во вкладке Home, в группе Oil нажать **Oil Manager**.

Откроется вкладка Oil Manager.

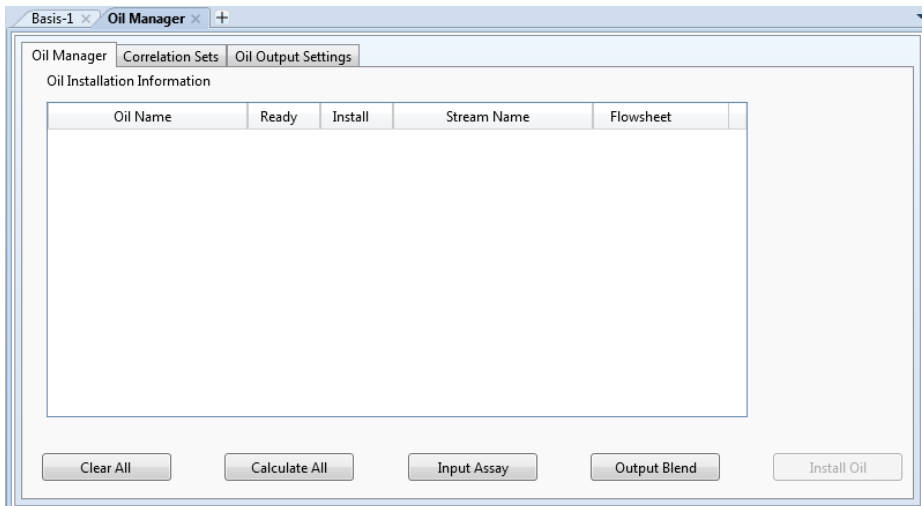


Рисунок 12

2. Для входа в окно ввода лабораторных данных нажимаем **Input Assay**. В этом окне можно создавать, изменять и делать различные манипуляции с моделями различных нефтей и их смесей. В нашем примере будет применяться одна модель нефти.

В основном надо сделать три действия для характеристики нефти:

- Ввести лабораторные данные характеризующие нефть.
- Разбить созданную модель на гипотетические компоненты для получения смеси.
- Инсталлировать гипотетические компоненты в пакет свойств.

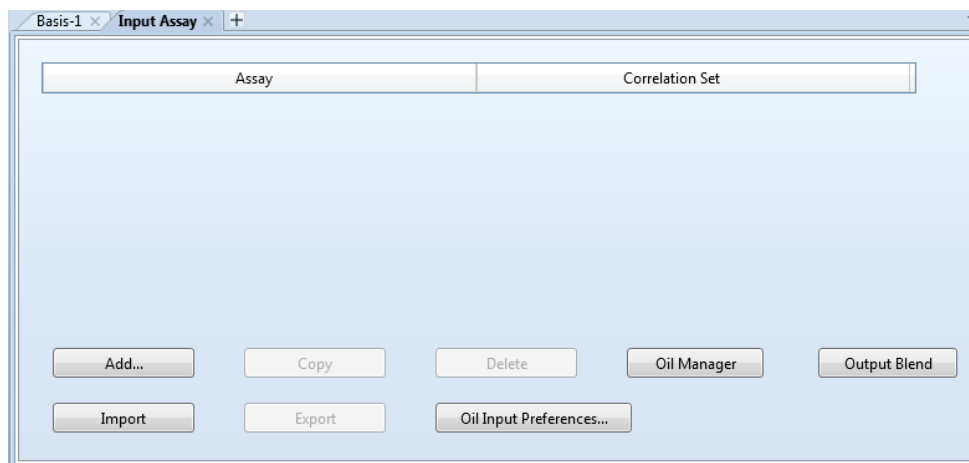


Рисунок 13

1.2.3.3. Задание лабораторных данных

1. Создадим новую модель нефти нажатием на кнопку **Add...** Появляется окно ввода данных.

HYSYS, как видно на рисунке 14, по умолчанию присваивает имя модели нефти Assay-1. Изменить имя можно на панели навигации, проинспектировав соответствующую папку.

Когда окно новой модели нефти открывается первый раз, оно содержит минимум информации. В зависимости от выбранного типа вводимой информации (Assay Data Type) окно изменяется соответствующим образом. В нашем примере модель в основном зависит от данных ИТК.

2. В выпадающем списке Assay Data Type выбираем **ТВР** (ИТК). Окно изменилось под ввод данных ИТК.

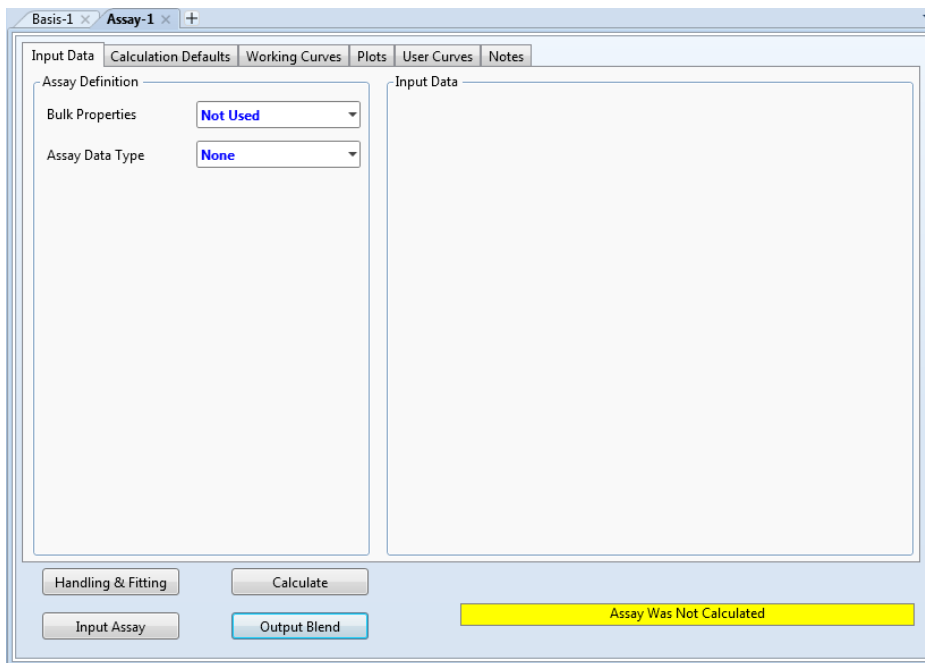


Рисунок 14

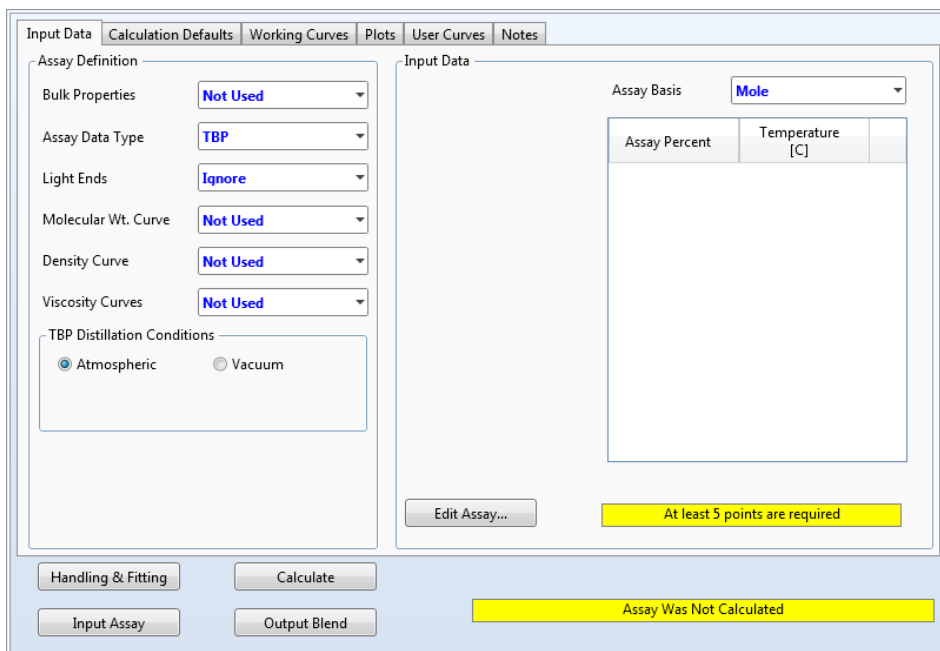


Рисунок 15

На следующем этапе введём состав газовой части в модель нефти.
3. В выпадающем списке Light Ends выберем **Input Composition**.

4. В группе Input Data переключитесь на **Light Ends**.
5. Убедитесь, что выбрано **Liquid Volume %** в выпадающем списке Light Ends Basis.
6. Перейдите в ячейку **Composition** для i-Butane.
7. Введите 0,19 и нажмите **ENTER**. Автоматически перемещаемся вниз в ячейку n-Butane.
8. Вводим долю оставшихся компонентов, как показано на рисунке 169. Общая доля газовой части в модели нефти (Percent of Light Ends in Assay) подсчитана и показана внизу таблицы.

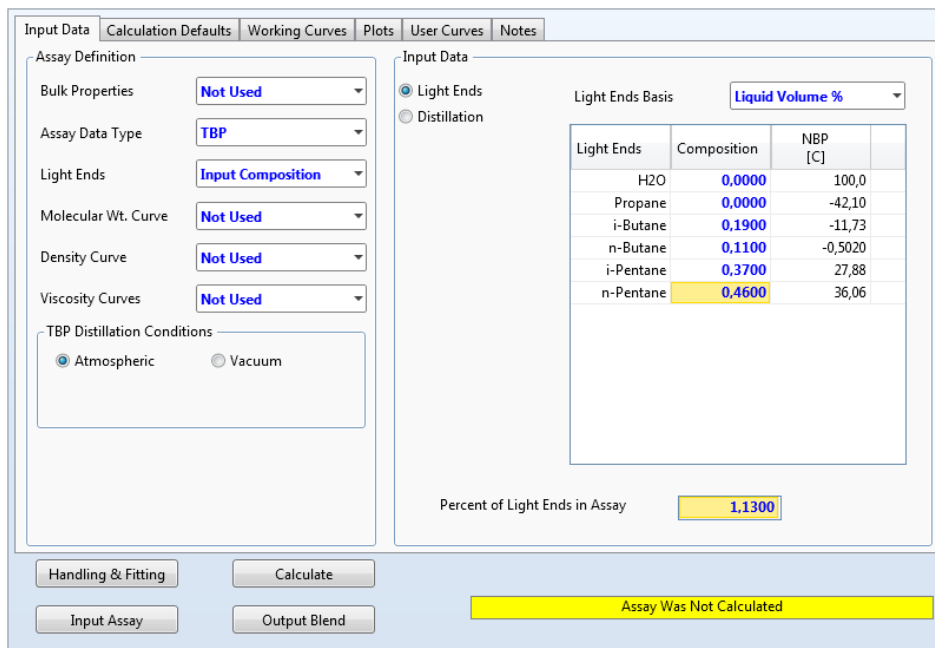


Рисунок 16

Перед вводом других данных о нефти надо активировать молекулярный вес, плотность и вязкостную зависимость, выбрав соответствующий тип зависимости в группе Assay Definition. Сейчас эти три зависимости не используются.

9. В выпадающем списке **Bulk Properties** выбираем **Used**. Новый переключатель с именем Bulk Props появился в группе Input Data.

10. В выпадающем списке **Molecular Wt. Curve** выбираем тип зависимости **Dependent** (зависимый). Новый переключатель с именем **Molecular Wt** появился в группе Input Data.

11. В выпадающих списках **Density Curve** и **Viscosity Curves** выбираем тип зависимости **Independent** (независимый). Для вязкости появляются два переключателя, HYSYS позволяет вводить значения вязкости при двух температурах.

В окне сейчас содержится всего семь кнопок переключения в группе Input Data. Лабораторные данные будем вводить в том же порядке, в каком расположены кнопки.

В следующих параграфах введём следующие лабораторные данные анализа нефти:

- Общий молекулярный вес и плотность
- Данные разгонки нефти ИТК
- Данные зависимости молекулярного веса
- Данные независимой плотности
- Данные независимой вязкости (при двух температурах)

1.2.3.4. Задание общих свойств нефти

1. Выберем **Bulk Props** в Input Data и таблица общих свойств появится справа от переключателей.

2. В таблице перейдём в ячейку **Molecular Weight**. Наберём 300 и нажмём **ENTER**. Автоматически переместимся вниз в ячейку Standard Density.

3. В ячейку **Standard Density** вводим 48,75 и нажимаем пробел. Справа от ячейки находится поле содержащее единицу измерения по умолчанию. Выберите требуемую единицу измерения (API_60) и нажмите ENTER.

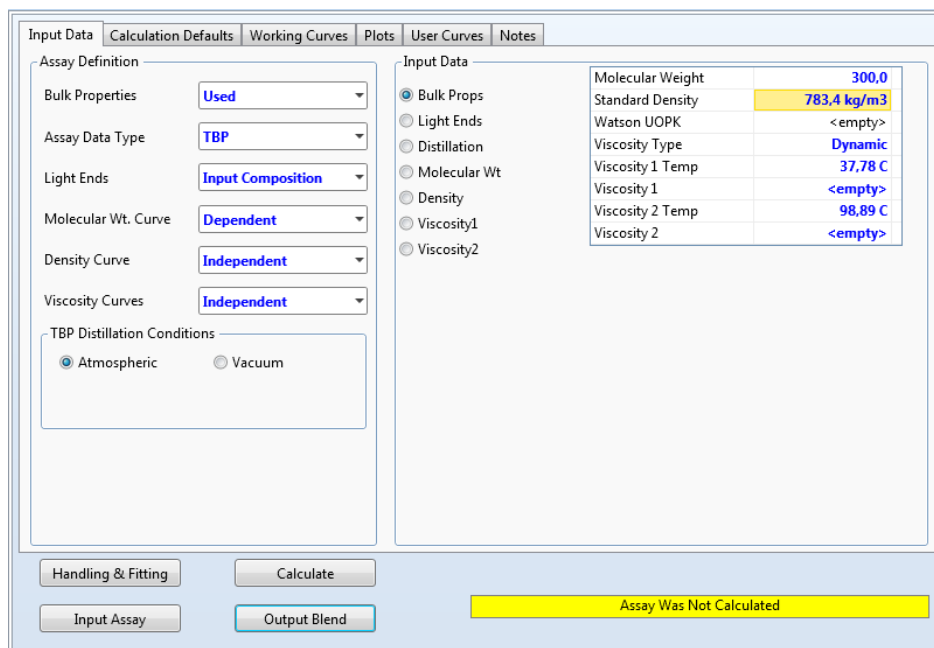


Рисунок 17

Характеристический фактор УОРК и вязкость не известны для данной нефти. HYSYS обеспечивает ввод вязкости для двух температур по умолчанию (37,78°C и 98,89°C), но эти параметры игнорируются, так как не известны. Поскольку значения для вязкости отсутствуют, нет необходимости удалять или изменять температурные значения и тип вязкости.

1.2.3.5. Ввод значений истинных температур кипения

На этом этапе введём значения истинных температур кипения дистилляции (ИТК).

1. Перейдём на вкладку **Calculation Defaults**.

2. В группе Extrapolation Methods (метод экстраполяции) выберем метод **Lagrange** для всех параметров из выпадающего списка.

3. Вернёмся на вкладку **Input Data**.

4. Выберем переключатель **Distillation**.

Появляется соответствующая матрица данных ИТК. HYSYS отображает сообщение внизу матрицы «At least 5 points are required» (требуется по крайней мере 5 точек), перед тем как анализ может быть рассчитан.

5. В выпадающем списке Assay Basis выбираем **Liquid Volume**.

6. Нажимаем **Edit Assay...** Появляется окно Assay Input Table.

7. Выбираем верхнюю ячейку в колонке Assay Percent.

8. Вводим **0** и нажимаем **ENTER**.

9. Переместитесь в соответствующую пустую ячейку Temperature. Введите 26 и нажмите **ENTER**.

10. Повторите шаги 8 и 9 для ввода оставшихся данных разгонки, как показано ниже.

11. Нажмите **OK** для возврата в окно Assay.

1.2.3.6. Ввод данных молекулярного веса

1. Выберете переключатель **Molecular Wt**.

Появляется соответствующая матрица. Однако данные молекулярного веса являются зависимыми, колонка Assay Percent отображает те же значения, какие были введены для анализа температур кипения. Таким образом надо ввести только значения молекулярного веса для каждой полученной фракции.

2. Нажмите **Edit Assay...** и появится окно Assay Input Table.

3. Выберете первую пустую ячейку в колонке Mole Wt.

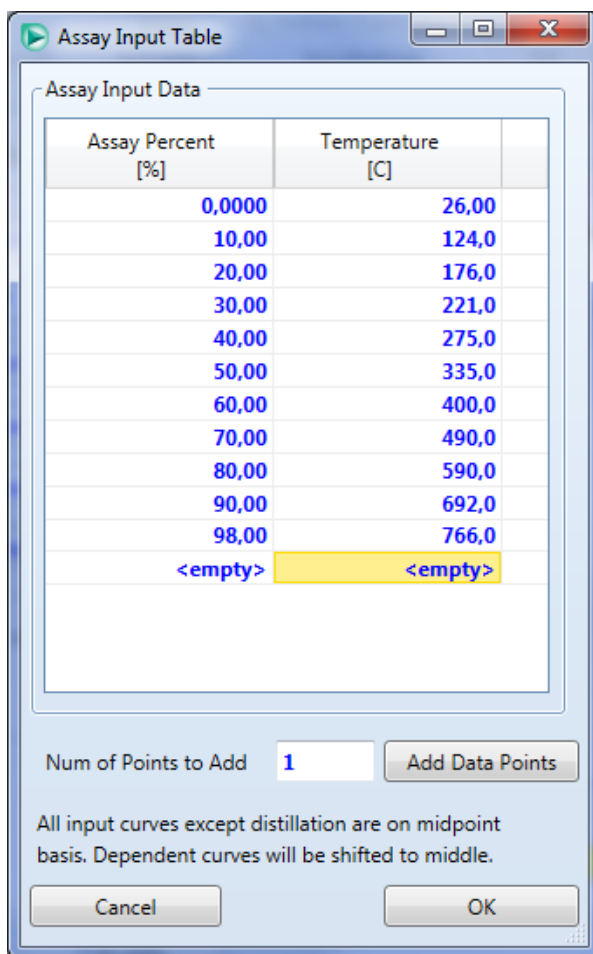


Рисунок 18

4. Введите 68 и нажмите клавишу со стрелкой вниз.
5. Введите оставшиеся значения молекулярного веса, как показано ниже.
6. Нажмите **ОК** для завершения ввода.

1.2.3.7. Ввод данных о плотности

1. Выберите **Density**.

Появляется соответствующая матрица анализа. Однако данные плотности являются независимыми, надо вводить в обе колонки Assay Percent и Density.

2. Применяя аналогичный метод, как и для предыдущих анализов, введите зависимости плотностей как показано здесь.

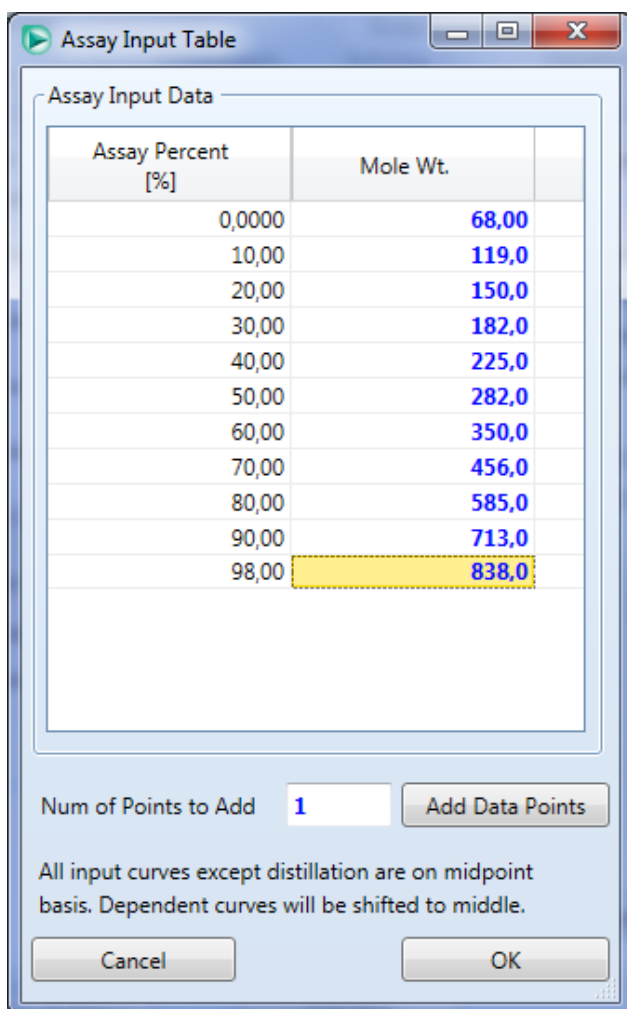


Рисунок 19

1.2.3.8. Ввод данных о вязкости

1. Выберите **Viscosity 1**. Появляется соответствующая матрица анализа.
2. Убедитесь, что в выпадающем списке Viscosity Type, расположенном над матрицей, выбрано **Dynamic**.
3. В группе Viscosity Curves выберите **Use Both**. Температурные поля будут для каждой из двух зависимостей вязкости.
4. Нажмите **Edit Assay...** для доступа к окну Assay Input Table.
5. Введите данные о первой вязкости, как показано. Эта вязкость соответствует температуре 40°C. Значение температуры введите в поле Temperature.

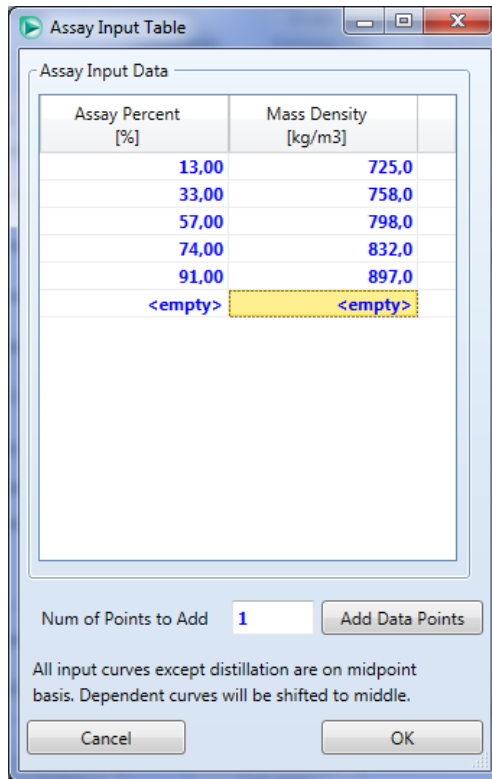


Рисунок 20

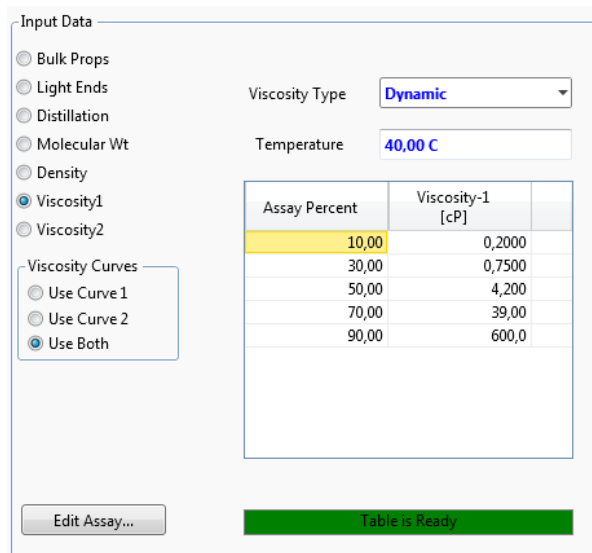


Рисунок 21

6. Переключитесь на **Viscosity 2**.
7. Введите данные анализа соответствующие температуре 2, равной 100°C, как показано на рисунке 22.

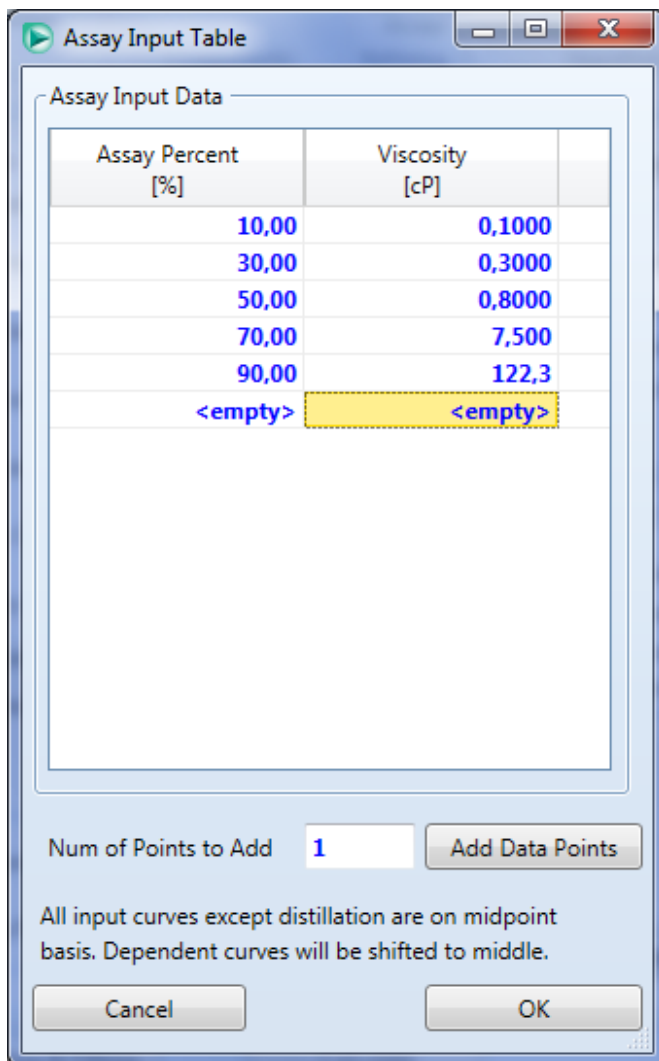


Рисунок 22

Анализ теперь полностью определён на основании введённых данных.

8. Нажмите **Calculate** внизу окна Assay. HYSYS рассчитал анализ и статус внизу окна изменился на Assay Was Calculated.

9. Перейдите на вкладку **Working Curves** окна Assay для просмотра результатов расчёта.

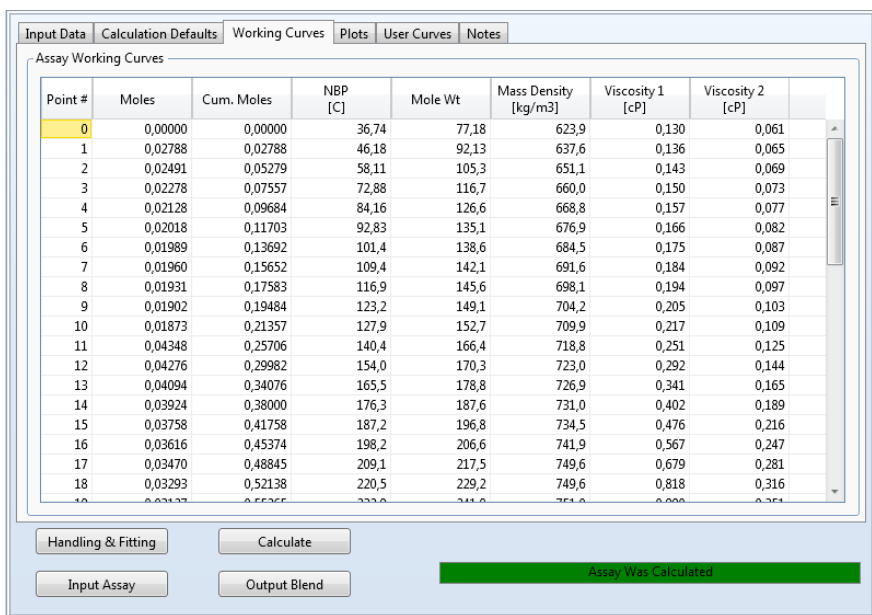


Рисунок 23

HYSYS рассчитал 50 значений для каждой из рабочих зависимостей анализа.

10. Для просмотра введённой информации об анализе в графическом формате, перейдите на вкладку **Plots**. По умолчанию HYSYS представляет график разгонки (ИТК). График представлен ниже.

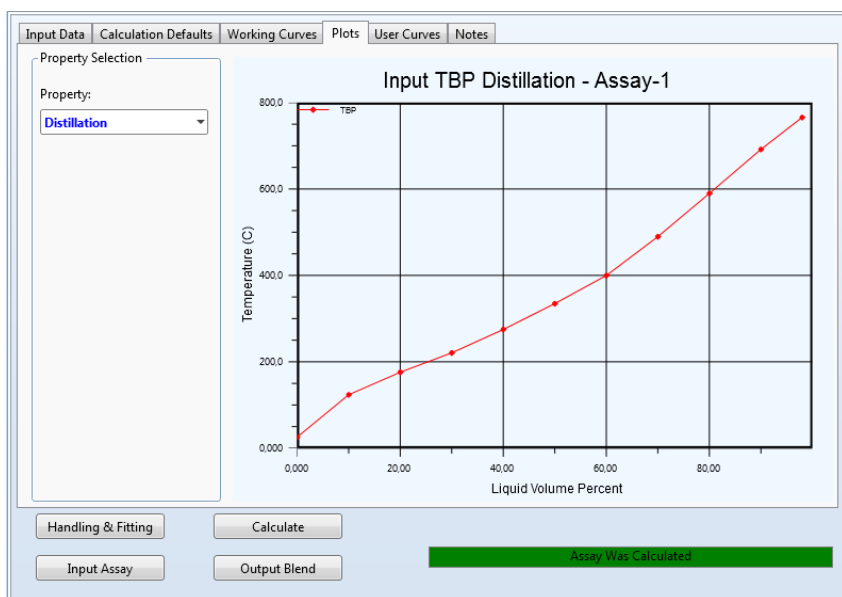


Рисунок 24

Вид выводимого графика зависит от переменной в выпадающем списке Property.

По оси абсцисс отложена доля отгона в объёмных процентах. По оси ординат температура в градусах Цельсия. Можете просмотреть другие из введённых зависимостей, выбрав соответствующую переменную в выпадающем списке Property.

Остальные вкладки в окне Assay обеспечивают доступ к информации, которая не требуется в нашем примере.

1.2.4. Нарезка введённых данных (создание смеси)

Сейчас, когда анализ рассчитан, следующим шагом будет нарезка анализа на индивидуальные нефтяные гипоккомпоненты.

1. На панели навигации перейдите на **Output Blend**.

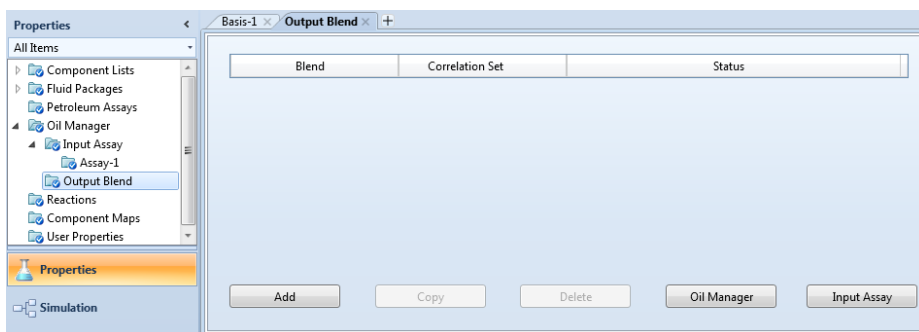


Рисунок 25

2. Нажмите **Add**. HYSYS создаст новую смесь и выведет его окно.

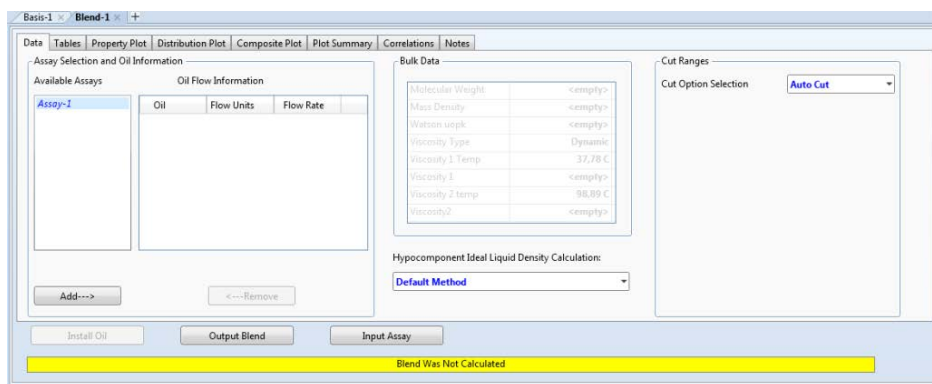


Рисунок 26

3. Из списка Available Assays выбираем **Assay-1**.
4. Нажимаем **Add---**. Это приведёт к двум действиям:
 - Анализ будет трансформирован в таблицу данных нефтяного потока. Когда имеется только один анализ, не надо вводить расход в эту таблицу.
 - Смесь автоматически будет рассчитана при текущих установках нарезки.

В нашем примере смесь была рассчитана на основе **Auto Cut**, опции по умолчанию Cut Option. HYSYS рассчитал смесь на основе следующих по умолчанию параметров для диапазонов точек кипения и числа нарезок в диапазоне, расчёт программа проводит в градусах Фаренгейта:

- от начала кипения (НК) до 800 °F: шаг нарезки 25°F, создаётся (800-НК)/14 гипоконпонентов;
- от 800°F до 1200°F: шаг нарезки 50°F, создаётся 8 гипоконпонентов;
- от 1200°F до 1400°F: шаг нарезки 100°F, создаётся 2 гипоконпонента.

Начальная точка кипения является началом первого диапазона температур. Эта температура соответствует температуре кипения самого тяжёлого компонента газовой фазы, в нашем случае это н-Пентан с температурой кипения равной 96.9°F. В первом диапазоне сгенерировано $(800-96,9)/25=28$ гипоконпонентов. Общий результат нарезки диапазонов $28+8+2=38$ гипоконпонентов.

5. Перейдём на вкладку **Tables** для просмотра рассчитанных свойств гипоконпонентов.

The screenshot shows the 'Component Physical Properties' table in the HYSYS software. The table has the following columns: Comp Name, NBP [C], Mole Wt., Density [kg/m3], Viscosity1 [cP], and Viscosity2 [cP]. The 'Table Control' section on the left shows 'Main Properties' selected and 'Blend-1' chosen for the oil. A green status bar at the bottom indicates 'Blend Was Calculated'.

Comp Name	NBP [C]	Mole Wt.	Density [kg/m3]	Viscosity1 [cP]	Viscosity2 [cP]
NBP_45	45,04	83,99	629,7	0,13214	6,2502e-002
NBP_57	56,98	97,76	643,4	0,13840	6,6184e-002
NBP_72	72,20	110,9	655,7	0,14571	7,0426e-002
NBP_86	86,15	124,2	666,5	0,15518	7,5819e-002
NBP_100	99,64	136,7	679,4	0,16825	8,3095e-002
NBP_114	113,7	142,7	692,2	0,18481	9,2043e-002
NBP_127	126,7	150,3	705,9	0,20825	0,10423
NBP_142	142,3	161,6	716,4	0,23753	0,11872
NBP_156	155,5	169,5	722,0	0,27570	0,13656
NBP_169	169,2	177,7	726,6	0,33283	0,16131
NBP_183	183,1	189,1	731,6	0,40967	0,19202
NBP_197	197,1	201,0	737,4	0,50913	0,22804
NBP_211	210,9	214,1	747,2	0,63717	0,26884
NBP_225	224,7	227,9	749,9	0,79454	0,31041
NBP_239	238,8	241,8	751,1	0,98111	0,34939

Рисунок 27

Эти компоненты могут применяться при моделировании. Однако, предположим, что вы не хотите использовать начальную точку кипения в качестве начала первого температурного диапазона. Можно задать другую начальную точку, изменив на вкладке Data в группе Cut Ranges опцию Cut Option Selection на **User Ranges**. Для наглядности, используем 40°C в качестве начальной точки.

6. Вернёмся на вкладку **Data**.

7. Из выпадающего списка Cut Option Selection выберем User Ranges. Появляется группа Ranges Selection.

Так температура кипения самого тяжёлого компонента газовой фракции является начальной точкой диапазона нарезки, эти гипоконпоненты были сгенерированы на основе свободной газовой части. То есть газовая часть рассчитана отдельно и не включена в эти гипоконпоненты.

8. В поле **Starting Cut Point** введём 40°C. Это начальная температура для первого диапазона. Назначим для других диапазонов значения температур в градусах Цельсия, с разбивкой на такое же количество гипоконпонентов.

9. В колонке Cut End point T таблицы выберем верхнюю ячейку **<empty>**. Введём значение 400°C.

10. В оставшиеся ячейки введите значения, как на рисунке 26.

Ranges Selection

Lower Temp Limit	36,743 C
Upper Temp Limit	786,661 C

Starting Cut Point

Cut End point T [C]	Num. of Cuts
400,000	28
650,000	8
750,000	2
<empty>	

Submit

Рисунок 28

11. После ввода, нажмите **Submit** для расчёта смеси на основе заданных температурных границ диапазонов и значений числа нарезок. Сообщение Blend Was Calculated появляется в строке статуса.

12. Перейдите на вкладку Tables для просмотра свойств нефтяных гипоккомпонентов.

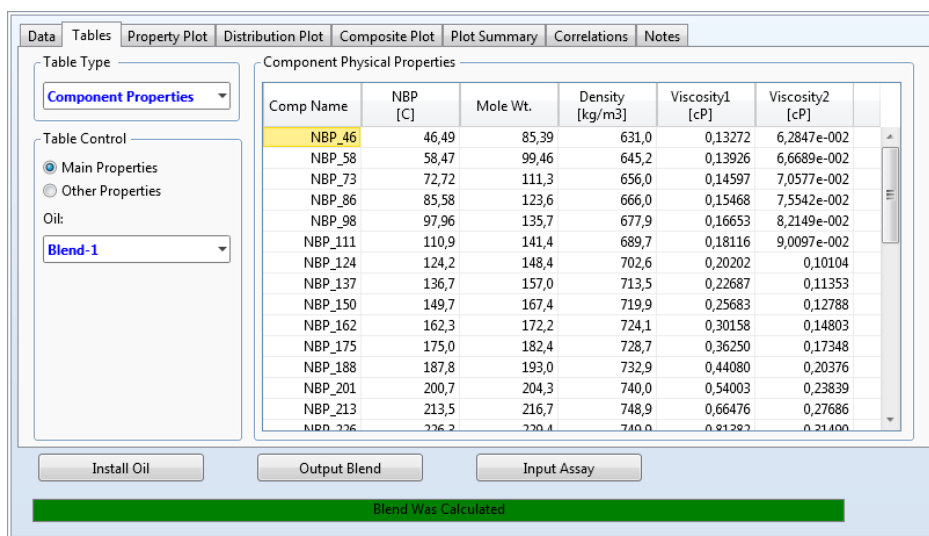


Рисунок 29

Используйте вертикальную прокрутку для просмотра компонентов, которые не видны в таблице **Component Physical Properties**.

HYSYS предоставил начальную температуру кипения и конечную температуру кипения. Начальной температурой кипения явилась температура кипения наиболее тяжёлого компонента газовой части (в нашем примере н-Пентан). Конечная температура кипения была рассчитана путём экстраполяции ИТК до 100% дистилляции.

1.2.4.1. Просмотр нефтяной разгонки

Для просмотра возможности разгонки нефти на фракции выберите **Oil Distributions** из выпадающего списка Table Type. Вкладка Tables изменится соответствующим образом.

Внизу группы Cut Input Information выбран переключатель Straight Run и HYSYS по умолчанию обеспечивает точки отсечения ИТК для каждого прямоугольного продукта. Таблица Cut Distributions показывает распределение для каждого продукта в смеси. Так как в группе Table Control в Basis выбрано Liquid Vol, продукты представлены соответственно в объёмных долях жидкости.

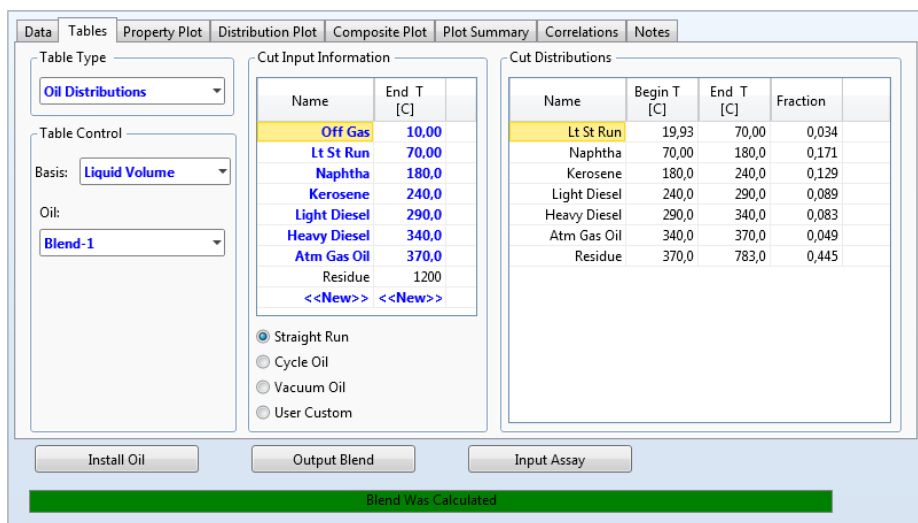


Рисунок 30

Эти доли могут быть использованы для оценки расхода продуктов для колонны фракционирования. Например, объёмная доля керосина составляет 0,129. При расходе питания колонны в объёме 100 м³/час, выход керосина ожидается в объёме 100·0,129=12,9 м³/час.

При желании можно исследовать другие отчёты и графики изменив выбор в Table Type или просматривая информацию на других вкладках в окне смеси.

1.2.5. Инсталляция нефти

Следующим шагом процедуры характеристики нефти является инсталляция нефти, которая включает следующее:

- Нефтяные гипоконпоненты добавляются в пакет свойств.
- Рассчитанный состав газовой части и нефти трансформируется

в материальный поток для использования в модели.

1. Внизу окна Blend-1 нажимаем **Install Oil**.

2. В появившемся окне Blend-1:Install Oil выбираем ячейку колонки **Stream Name**.

3. Печатаем имя Preheat Crude и нажимаем Enter. HYSYS создаёт новый поток названный Preheat Crude на технологической схеме связанный с пакетом свойств и с моделированной нефтью.

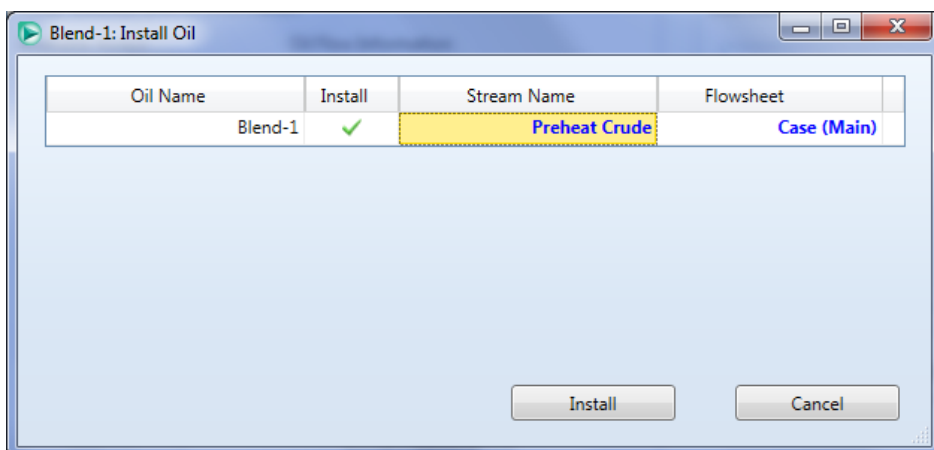


Рисунок 31

В нашем примере только один пакет свойств (Basis-1) и одна технологическая схема (Main), поэтому поток создан на главной схеме. HYSYS присвоил рассчитанный состав нефти и газовой части потоку Preheat Crude. Свойства нового потока могут быть просмотрены в среде моделирования.

4. Нажмите **Install**.

Процедура характеристики завершена.

5. На панели навигации выберите Component List-1 в группе Component Lists.

6. Гипокомпоненты, сгенерированные в ходе процедуры характеристики нефти теперь появились в таблице Source Databank: HYSYS. Гипотетические компоненты отмечаются звёздочкой после имени компонента.

1.2.5.1. Просмотр свойств компонентов

Для просмотра свойств какого-либо компонента двойным щелчком на его имени откройте его окно свойств.

Откройте окно свойств компонента **NBP[0]111***.

Окно компонента обеспечивает полный доступ к информации о компоненте. Для чистых компонентов доступ к информации обеспечивается только для просмотра. Нельзя изменить какие-либо параметры для библиотечных (чистых) компонентов.

Закройте окно компонента.

Source Databank: HYSYS

Component	Type	Group
H2O	Pure Component	
Propane	Pure Component	
i-Butane	Pure Component	
n-Butane	Pure Component	
i-Pentane	Pure Component	
n-Pentane	Pure Component	
NBP[0]46*	Oil Hypothetical	Blend-1 Hypos
NBP[0]58*	Oil Hypothetical	Blend-1 Hypos
NBP[0]73*	Oil Hypothetical	Blend-1 Hypos
NBP[0]86*	Oil Hypothetical	Blend-1 Hypos
NBP[0]98*	Oil Hypothetical	Blend-1 Hypos
NBP[0]111*	Oil Hypothetical	Blend-1 Hypos
NBP[0]124*	Oil Hypothetical	Blend-1 Hypos
NBP[0]137*	Oil Hypothetical	Blend-1 Hypos
NBP[0]150*	Oil Hypothetical	Blend-1 Hypos
NBP[0]162*	Oil Hypothetical	Blend-1 Hypos

Рисунок 32

NBP[0]111*

ID Critical Point TDep UserProp Type

Component Identification

Component Name	NBP[0]111*
Family / Class	Hydrocarbon
Chem Formula	
ID Number	10005
Group Name	Blend-1 Hypos
CAS Number	

UNIFAC Structure

Structure Builder...

<<< No Structure Available >>>

User ID Tags

	Tag Number	Tag Text
1	<empty>	Not Spec'd

Estimate Unknown Props Edit Properties Edit Visc Curve

Рисунок 33

1.3. Вход в среду моделирования

1. Для входа в среду моделирования нажмите **Simulation** на панели навигации.
2. При входе в среду моделирования обычно открывается вкладка Flowsheet Main. В нашем примере перейдём в рабочую тетрадь выбрав **Workbook** на панели навигации, или нажав **CTRL+W**.

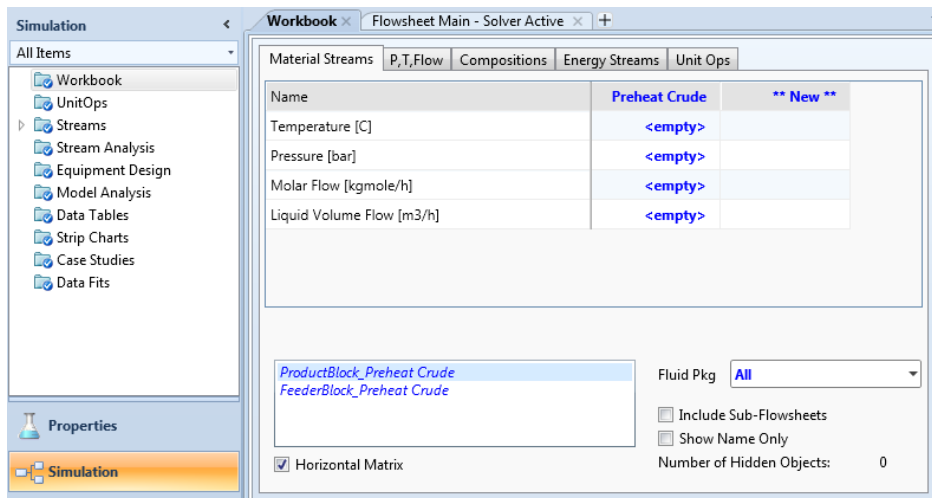


Рисунок 34

Следует отметить, что поток с именем Preheat Crude, созданный в ходе процедуры характеристики нефти появился на технологической схеме и в рабочей тетради. Этот поток полностью не определён. Перед заданием параметров потока можете посмотреть состав потока, который был рассчитан.

1.3.1. Просмотр состава потока питания

1. В рабочей тетради перейдите на вкладку **Composition** для просмотра состава потока.

Компоненты газовой части и нефтяные гипоконпоненты представлены в мольных долях. Для просмотра компонентов, которые не видны, используйте стрелки вниз и вверх или полосу прокрутки.

Перед продолжением инсталляции потоков и операторов, сохраните задачу.

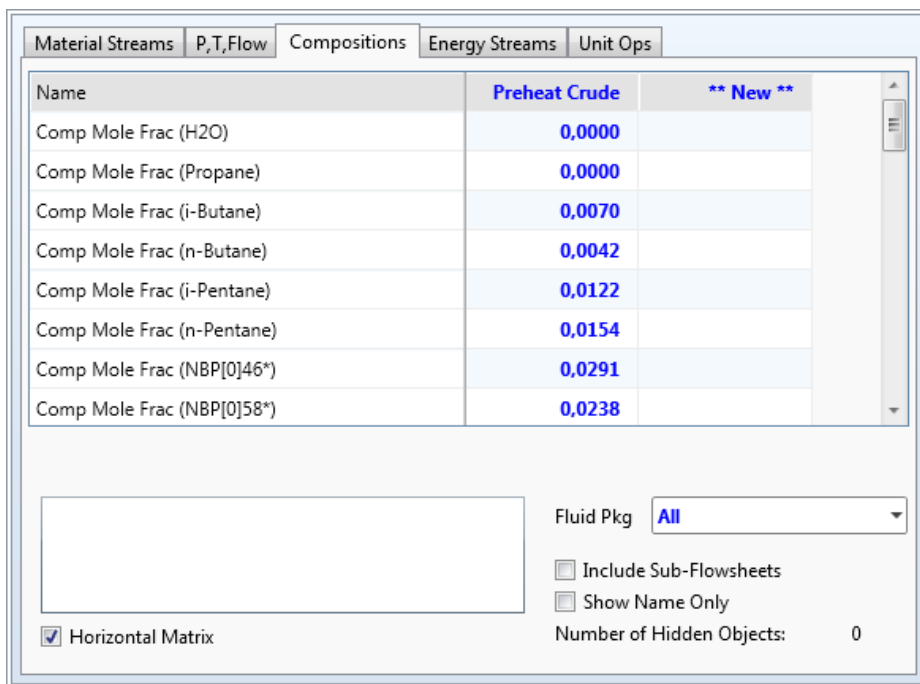


Рисунок 35

2. Сделайте это одним из способов:
 - Нажмите значок **Save** на панели быстрого доступа.
 - Выберите **Save** из меню **File**.
 - Нажмите **CTRL+S**.
3. В поле **File Name** напечатайте имя задачи, например Refining. Не надо вводить расширение *.hsc, HYSYS добавит его автоматически.

1.4. Работа в рабочей тетради

1.4.1. Задание условий потока питания

В основном, первым шагом в среде моделирования является установка одного или нескольких потоков питания, однако, поток Preheat Crude был уже установлен в ходе процедуры характеристики нефти. Сейчас должны находиться на вкладке Compositions рабочей тетради.

1. Нажмите вкладку **Material Streams**. Подогретый поток сырой нефти имеет температуру 230°C и давление 5,2 бар.

2. В потоке Preheat Crude выберите ячейку Temperature и введите 230. HYSYS отразит единицу измерения по умолчанию для температуры, в нашем примере °C.

Material Streams		P,T,Flow	Compositions	Energy Streams	Unit Ops
Name	Preheat Crude		** New **		
Temperature [C]	230	C			
Pressure [bar]	<empty>				
Molar Flow [kgmole/h]	<empty>				
Liquid Volume Flow [m3/h]	<empty>				

Рисунок 36

3. Если это корректная единица измерения, нажмите **ENTER**. HYSYS принимает значение температуры. HYSYS переместился на ячейку Pressure.

Когда нажимаете ENTER, после ввода свойства потока, то в рабочей тетради перемещаетесь в нижнюю ячейку, при условии, что ниже-расположенная ячейка является пустой. Иначе активной остаётся ячейка ввода.

Если известно давление потока в других единицах измерения, кроме единицы по умолчанию – бар, HYSYS допускает ввод в любой из большого числа единиц измерения и автоматически конвертирует в размерность по умолчанию. Для примера давление потока Preheat Crude введём в более привычных для производителей единицах, кг/см².

4. В ячейку **Pressure** введите 5,3.

5. Нажмите пробел. Поле содержащее размерность становится активным.

6. В выпадающем списке выберите нужную единицу измерения, кг/см². HYSYS принимает значение давления и автоматически конвертирует в единицу измерения по умолчанию.

Material Streams		P,T,Flow	Compositions	Energy Streams	Unit Ops
Name	Preheat Crude		** New **		
Temperature [C]	230,0				
Pressure [bar]	5,3	bar			
Molar Flow [kgmole/h]	<empty>				
Liquid Volume Flow [m3/h]	<empty>				

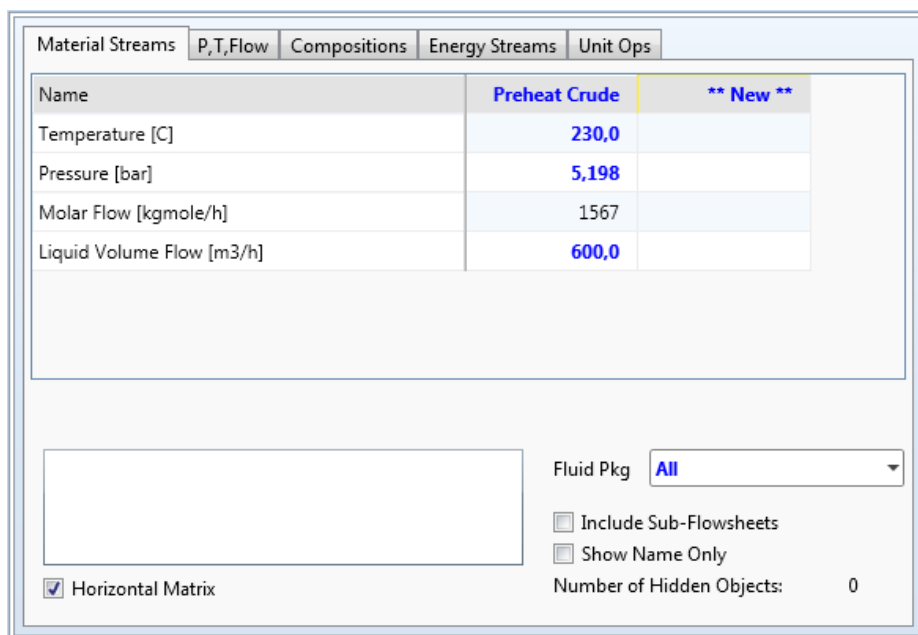
Рисунок 37

7. Перейдите в ячейку Liquid Volume Flow, введите 600 и нажмите ENTER.

Поток теперь полностью определён, HYSYS рассчитал и предоставил остальные свойства потока.

Если HYSYS не рассчитал поток, убедитесь, что решатель активирован. На ленте в группе Solver активирована кнопка Active.

Свойства потока Preheat Crude показаны ниже.



The screenshot shows the 'Material Streams' dialog box in HYSYS. The 'Preheat Crude' stream is selected, and its properties are displayed in a table. The values for Temperature, Pressure, Molar Flow, and Liquid Volume Flow are highlighted in blue, indicating they are user-defined. The 'Name' column is highlighted in black, indicating it is a calculated value. The 'Fluid Pkg' is set to 'All', and the 'Horizontal Matrix' checkbox is checked.

Name	Preheat Crude	** New **
Temperature [C]	230,0	
Pressure [bar]	5,198	
Molar Flow [kgmole/h]	1567	
Liquid Volume Flow [m3/h]	600,0	

Fluid Pkg: All

Include Sub-Flowsheets

Show Name Only

Number of Hidden Objects: 0

Horizontal Matrix

Рисунок 38

Параметры, заданные пользователем, выделены синим цветом, а рассчитанные программой черным.

Следующим шагом будет установка вспомогательных паровых потоков, которые будут соединены с фракционирующей колонной позже.

1.4.2. Установка вспомогательных паровых потоков

1. На вкладке Material Streams нажмите на заглавную ячейку обозначенную ****New****.

2. Напечатайте имя нового потока Bottom Steam и нажмите ENTER. HYSYS создаст новый поток.

HYSYS допускает пробелы в имени потока или оператора.

3. В ячейку **Temperature** введите 190°C.

4. В ячейку **Pressure** введите 10 бар.

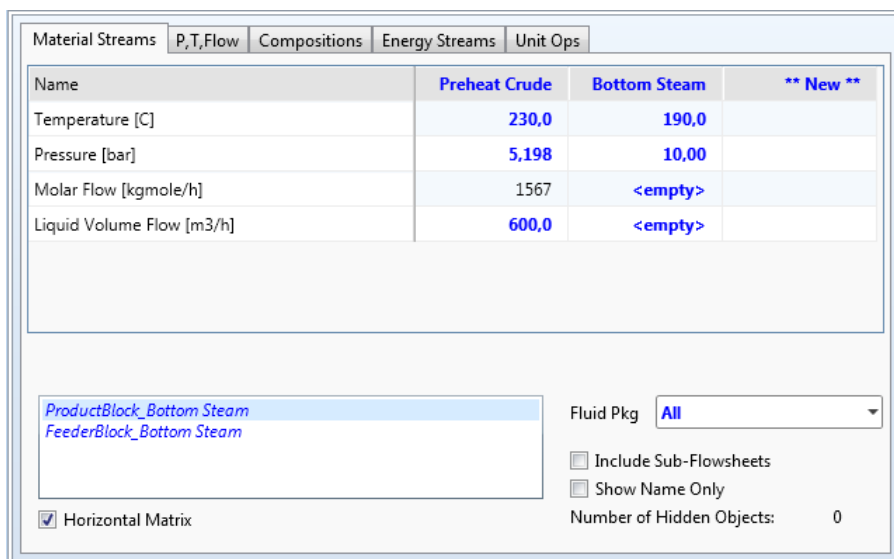


Рисунок 39

Требуется задать массовый расход потока, равный 3 400 кг/час. Для это надо на вкладке Material Streams создать соответствующую строку.

5. На вкладке Workbook ленты выберите **Setup**. Откроется окно, на котором можно настраивать рабочую тетрадь.

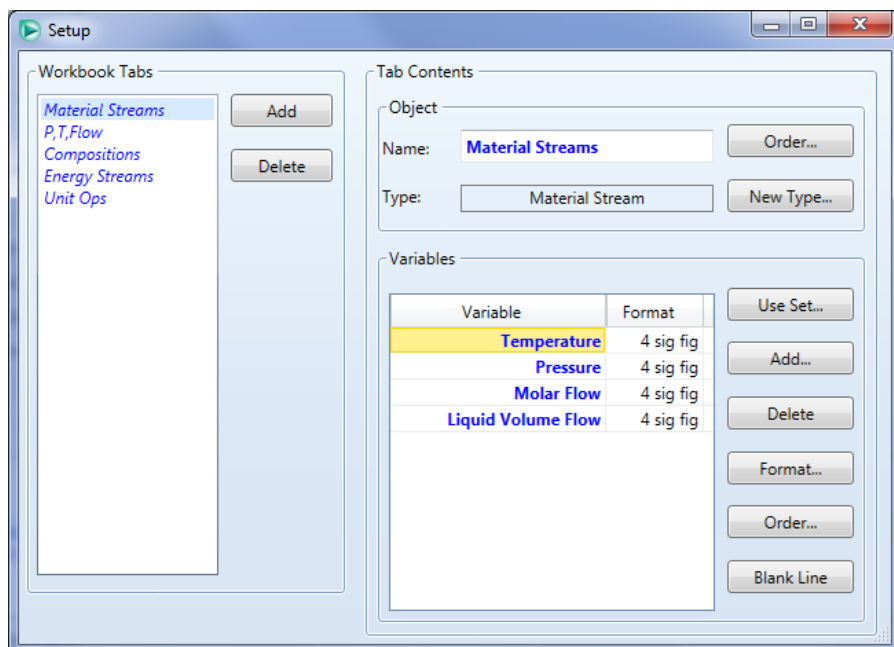


Рисунок 40

6. Материальный поток уже выделен в группе Workbook Tabs, поэтому для добавления нового параметра на страницу в группе Variables нажмите **Add**. Откроется окно Select Variable(s) ForMain.

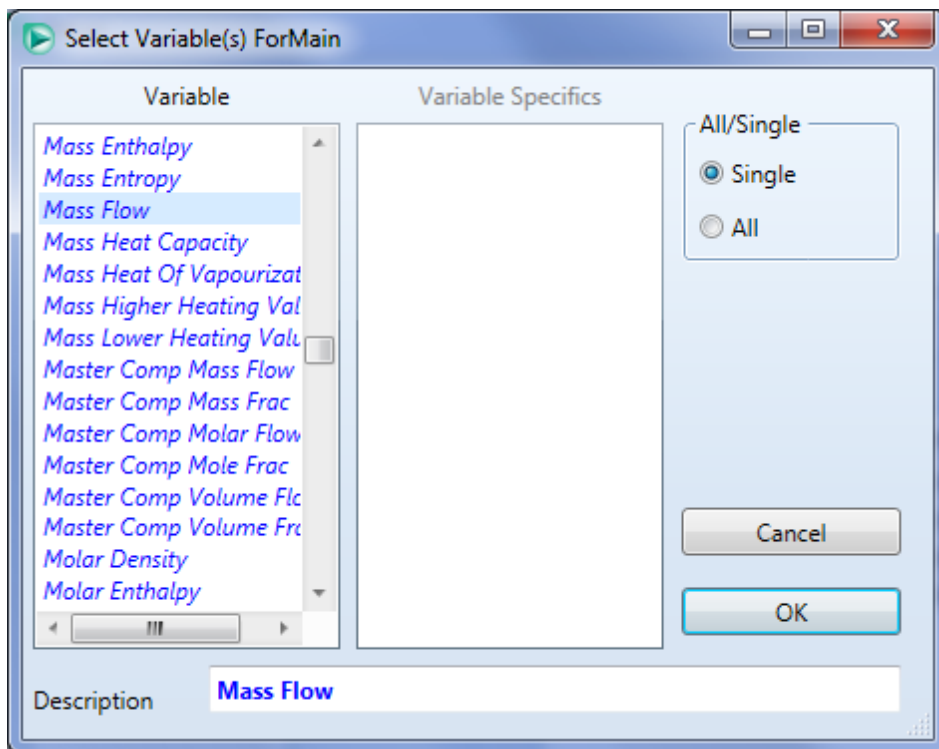


Рисунок 41

7. В списке переменных Variable выберите Mass Flow и нажмите **OK**.

8. Закройте окно Setup.

9. В ячейку **Mass Flow** потока Bottom Steam введите 3400 кг/час.

10. Создайте новый поток **Diesel Steam**.

11. Задайте следующие состояния потока:

- Temperature 150°C
- Pressure 3.5 bar
- Mass Flow 1 300 kg/h

Рабочая тетрадь выглядит как показано ниже.

Name	Preheat Crude	Bottom Steam	Diesel Steam	** New **
Temperature [C]	230,0	190,0	150,0	
Pressure [bar]	5,198	10,00	3,500	
Molar Flow [kgmole/h]	1567	<empty>	<empty>	
Liquid Volume Flow [m3/h]	600,0	<empty>	<empty>	
Mass Flow [kg/h]	4,701e+005	3400	1300	

Fluid Pkg: All

Include Sub-Flowsheets
 Show Name Only
Number of Hidden Objects: 0

Horizontal Matrix

Рисунок 42

1.4.2.1. Ввод состава

Сейчас, когда условия вспомогательных потоков заданы, следующим шагом будет ввод состава.

1. Нажмите вкладку **Compositions** на рабочей тетради. Компоненты представлены в мольных долях, по умолчанию.
2. В колонке Bottom Steam нажмите на ячейке для первого компонента, H₂O.
3. Так как в потоке присутствует только вода, введите 1 для мольной фракции воды, затем нажмите ENTER.

Появляется окно Input Composition for Stream: Material Stream: Bottom Steam, позволяющее совершить ввод состава.

	MoleFraction
H2O	1,0000
Propane	<empty>
i-Butane	<empty>
n-Butane	<empty>
i-Pentane	<empty>
n-Pentane	<empty>
NBP[0]46*	<empty>
NBP[0]58*	<empty>
NBP[0]73*	<empty>
NBP[0]86*	<empty>
NBP[0]98*	<empty>
NBP[0]111*	<empty>
NBP[0]124*	<empty>
NBP[0]137*	<empty>
NBP[0]150*	<empty>
NBP[0]162*	<empty>
NBP[0]175*	<empty>
NBP[0]188*	<empty>
NBP[0]201*	<empty>

Composition Basis

Mole Fractions
 Mass Fractions
 Liq Volume Fractions
 Mole Flows
 Mass Flows
 Liq Volume Flows

Composition Controls

Erase
Equalize Composition

Cancel

Normalize Total 1,0000 OK

Рисунок 43

Когда открыто модальное окно, нельзя выполнять никакие другие операции до закрытия модального окна нажатием на Cancel или ОК.

4. Нажмите **ОК** и все концентрации других компонентов станут равны нулю. HYSYS принимает состав, и возвращает в рабочую тетрадь.

Поток полностью определён, HYSYS рассчитывает оставшиеся характеристики потока.

5. Повторите шаги со 2 по 4 для оставшегося вспомогательного потока, Diesel Steam.

6. Перейдите на вкладку **Material Streams**. Рассчитанные свойства двух вспомогательных потоков представлены здесь.

Name	Preheat Crude	Bottom Steam	Diesel Steam	** New **
Temperature [C]	230,0	190,0	150,0	
Pressure [bar]	5,198	10,00	3,500	
Molar Flow [kgmole/h]	1567	188,7	72,16	
Liquid Volume Flow [m3/h]	600,0	3,407	1,303	
Mass Flow [kg/h]	4,701e+005	3400	1300	

ProductBlock_Preheat Crude
FeederBlock_Preheat Crude

Fluid Pkg: All

Include Sub-Flowsheets
 Show Name Only
Number of Hidden Objects: 0

Horizontal Matrix

Рисунок 44

Если хотите удалить поток, перейдите в ячейку Name этого потока и нажмите DELETE. HYSYS попросит подтвердить ваши действия.

Далее познакомитесь с другим методом создания нового потока.

7. Для добавления третьего вспомогательного потока, сделайте одно из следующего:

- Находясь на технологической схеме нажмите F11.
- Двойным щелчком нажмите на значке **Material Stream** на палитре объектов.
- Нажмите на значке **Material Stream** на палитре объектов, затем нажмите на значок **Create selected object type**.

Каждый из этих методов открывает окно нового потока. По умолчанию имя нового материального потока назначается цифрой, начиная с 1, а имена энергетических потоков, начинаются с Q-100.

8. В окне потока перейдите в ячейку **Stream Name** и переименуйте поток в **AGO Steam**.

9. Нажмите **Enter**.

10. В ячейку **Temperature** введите 150.

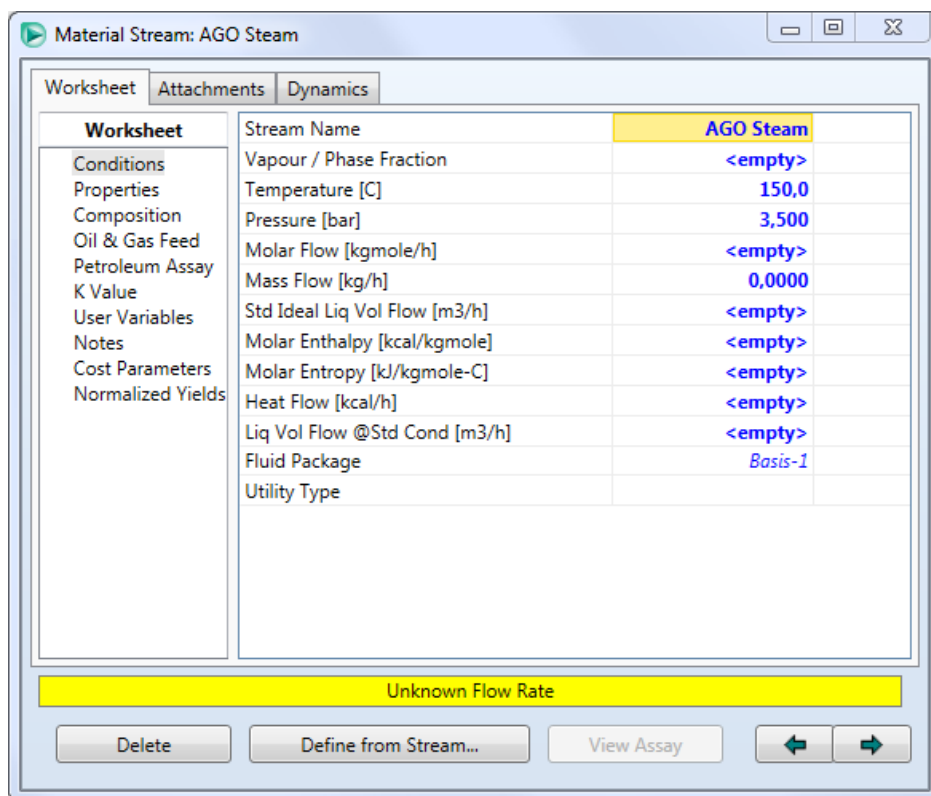


Рисунок 45

11. Выбираем страницу **Composition** для ввода состава нового потока.

12. Нажимаем кнопку **Edit**. Появляется окно Input Composition for Stream. Текущей установкой Composition Basis является выбор по умолчанию Mole Fractions. Введем состав потока в значениях массового расхода.

13. В группе Composition Basis выбираем переключатель **Mass Flows**.

14. Переход

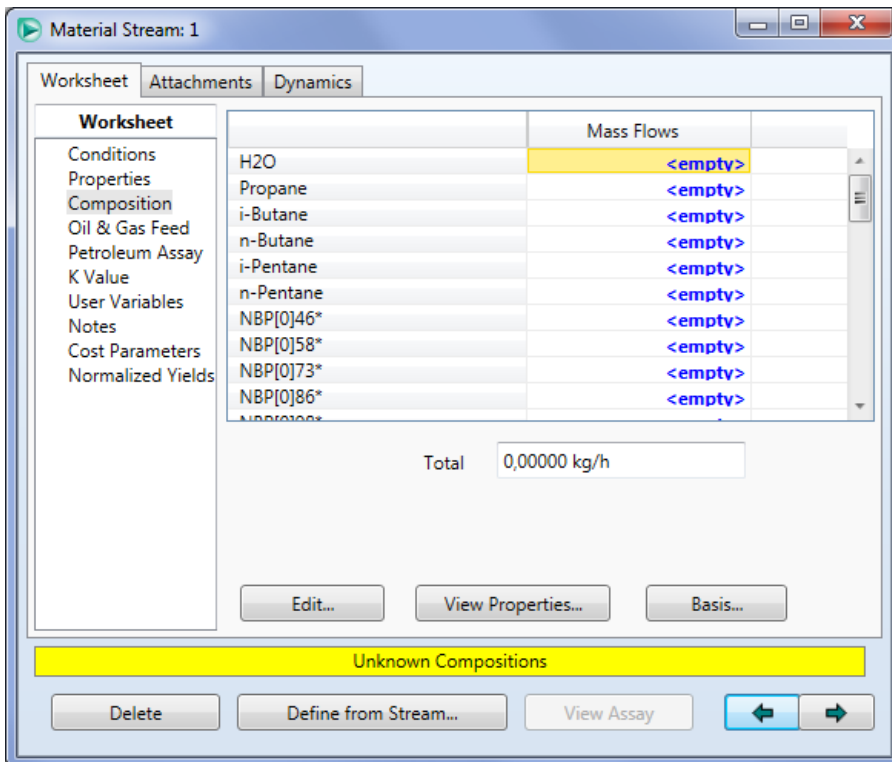


Рисунок 46

15. им в ячейку CompMassFlow для H₂O.

16. Печатаем значение массового потока 1100 и нажимаем ENTER. Так как других компонентов нет в потоке, ввод состава завершён.

17. Нажимаем кнопку ОК для закрытия этого окна и возврата в окно потока.

Так как только H₂O содержит значение, HYSYS автоматически присваивает для других компонентов нулевое значение.

HYSYS выполняет мгновенный расчёт для определения неизвестных свойств потока AGO Steam, на индикаторе состояния отображается ОК. Можно посмотреть свойства каждой фазы используя полосу прокрутки по горизонтали или увеличив окно. В нашем случае поток является перегретым паром, поэтому жидкой фазы не существует, а паровая фаза идентична общей фазе. Для просмотра состава воспользуйтесь прокруткой справа.

18. Закройте окно потока AGO Steam.

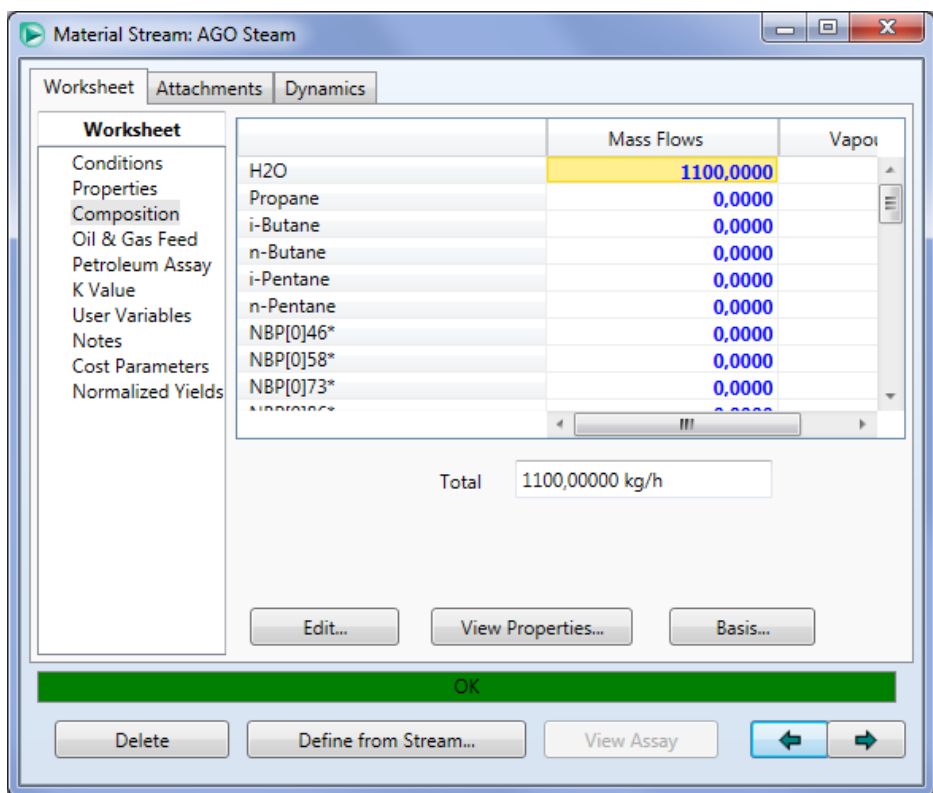


Рисунок 47

1.5. Установка аппаратов

Теперь, когда питающие и вспомогательные потоки известны, на следующем этапе установим необходимые операторы аппаратов для переработки сырой нефти.

1.5.1. Установка сепаратора

Первым аппаратом является сепаратор, применяемый для разделения потока питания на жидкую и паровую фазы. Как и большинство команд в HYSYS, установку оператора можно осуществить несколькими способами. Один из них реализуется через вкладку Unit Ops рабочей тетради.

1. Открываем рабочую тетрадь, выбрав оконную вкладку **Workbook** или соответствующую папку на панели навигации.
2. Переходим на вкладку **Unit Ops**.
3. Нажимаем кнопку **Add UnitOp**. Появляется окно Unit Ops с базой всех доступных операторов.
4. В группе Categories выделяем **Vessels**. HYSYS создаёт список операторов, соответствующих только этой категории.

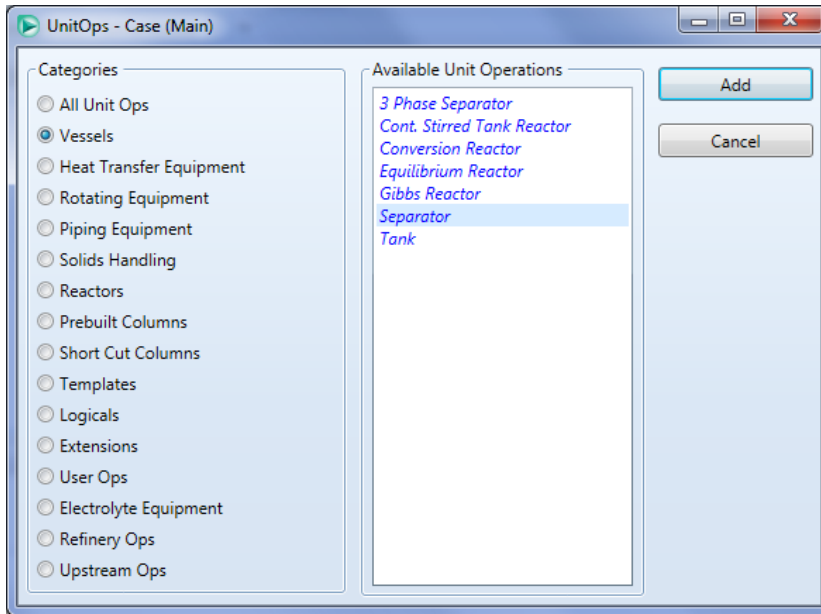


Рисунок 48

5. Добавить сепаратор можно следующим образом:

- Выбираем **Separator** в списке Available Unit Operations и нажимаем кнопку **Add** или клавишу **Enter**.
 - Делаем двойной щелчок на **Separator**.
- Появляется окно Separator, показанное на рисунке 49.

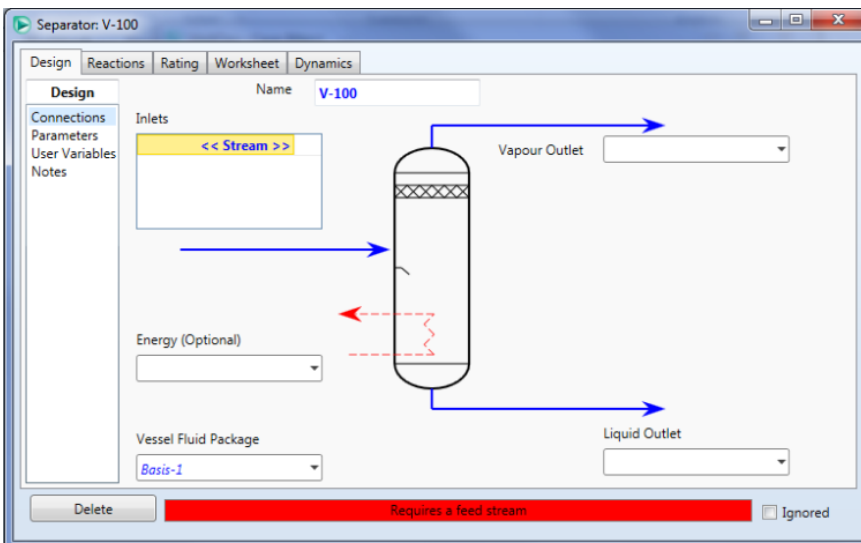


Рисунок 49

6. Переходим в поле **Name**, печатаем **PreFlash** и нажимаем **Enter**.
7. В матрице Inlets нажимаем ячейку **<<Stream>>**.
8. Нажимаем стрелку для открытия выпадающего списка доступных потоков.
9. Выбираем **Preheat Crude** из списка. Этот поток появляется в матрице Inlets и обозначение **<<Stream>>** автоматически перемещается вниз, в новую свободную ячейку. В строке состояния появляется надпись **Requires a product stream**, требующая указать продуктовый поток.

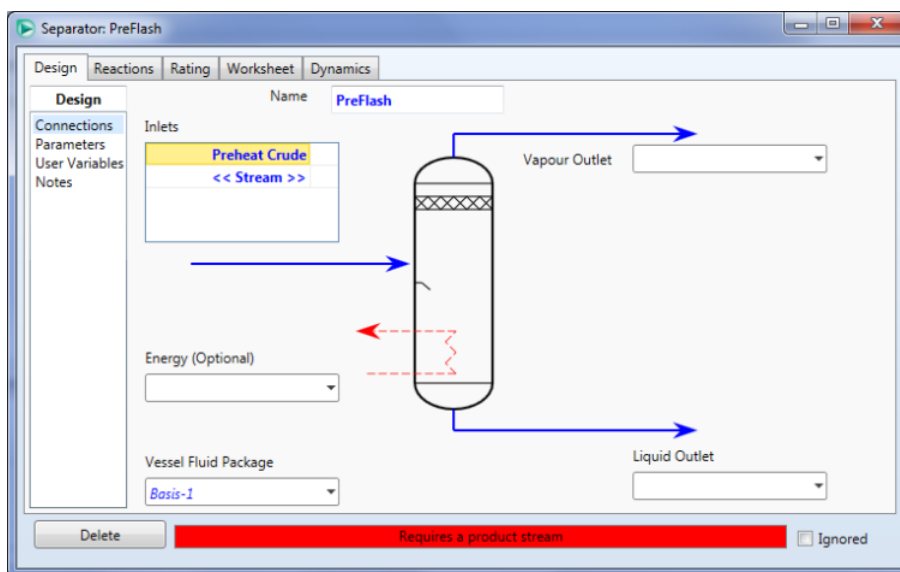


Рисунок 50

10. Нажимаем поле **Vapour Outlet**, или переходим при помощи клавиши **Tab**.
11. Печатаем **PreFlashVap** в этом поле и нажимаем **Enter**. HYSYS создаёт новый поток, до этого не существовавший.
12. Переходим в поле **Liquid Outlet** и печатаем **PreFlashLiq**. HYSYS создаёт ещё один поток.

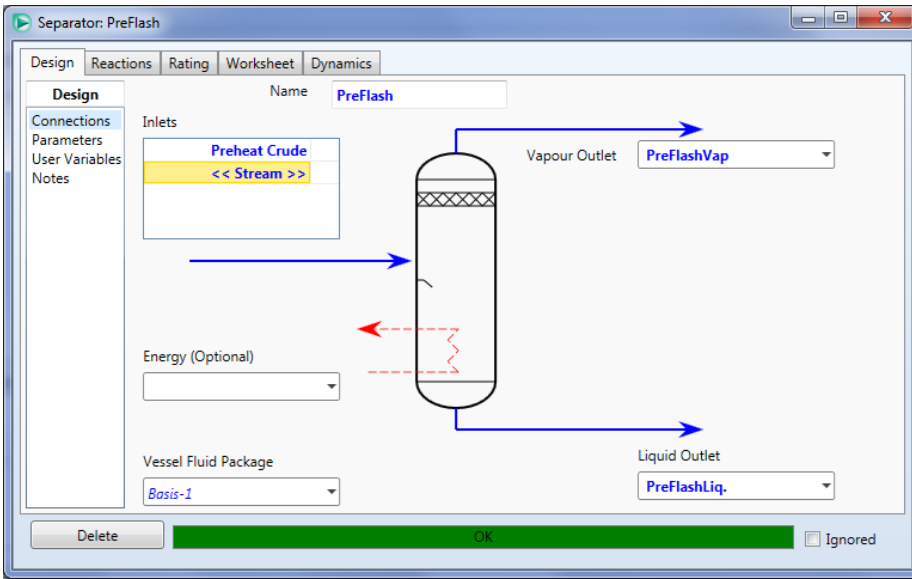


Рисунок 51

Статус бар становится зелёным с надписью ОК, показывая, что оператор и связанные с ним потоки полностью рассчитаны.

13. Переходим на страницу **Parameters**. По умолчанию нулевое **Delta P** (падение давления) является приемлемым для этого примера. Уровень жидкости (Liquid Level), установленный по умолчанию, также приемлем.

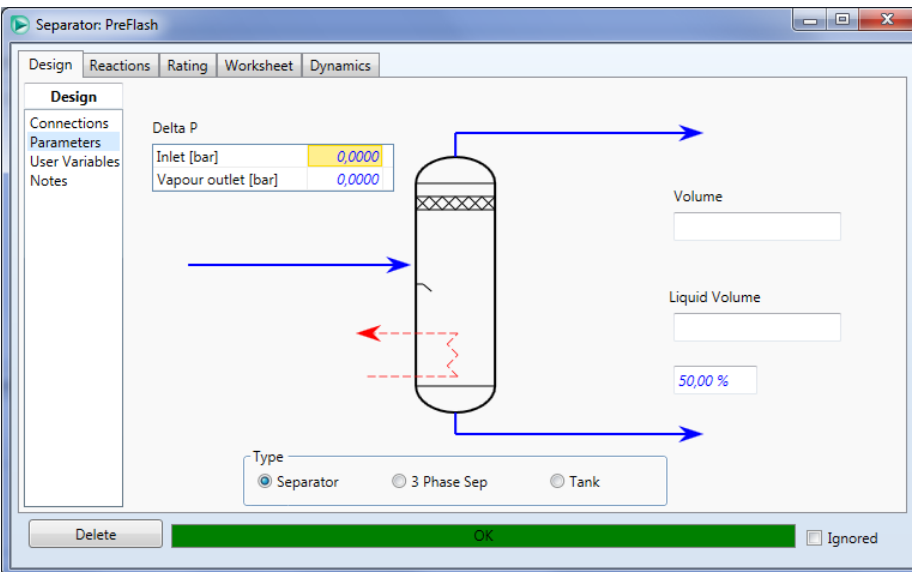


Рисунок 52

14. Для просмотра рассчитанных выходных потоков перейдём на вкладку **Worksheet**. Эта часть рабочей таблицы отображает только потоки, связанные с оператором.

Name	Preheat Crude	PreFlashLiq	PreFlashVap
Vapour	0,0950	0,0000	1,0000
Temperature [C]	230,0	230,0	230,0
Pressure [bar]	5,198	5,198	5,198
Molar Flow [kgmole/h]	1567	1418	148,8
Mass Flow [kg/h]	4,701e+005	4,510e+005	1,906e+004
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	600,0	572,2	27,79
Molar Enthalpy [kcal/kgmole]	-1,127e+005	-1,199e+005	-4,378e+004
Molar Entropy [kl/kgmole-C]	1125	1190	498,6
Heat Flow [kcal/h]	-1,766e+008	-1,701e+008	-6,514e+006

Рисунок 53

15. Теперь, сепаратор полностью рассчитан, закройте его окно, и будет видно окно UnitOps. Новый сепаратор появится на вкладке.

Name	Object Type	Inlet	Outlet	Ignored	Calc. Level
PreFlash	Separator	Preheat Crude	PreFlashLiq, PreFlashVap	<input type="checkbox"/>	500

View UnitOp Add UnitOp

Include Sub-Flowsheets

Рисунок 54

Таблица отражает имя оператора Name, тип объекта (Object Type), подключённые потоки (Inlet и Outlet), а также Ignored и расчётный уровень (Calculation Level).

1.5.2. Установка печи

Установим сырьевую печь. Смоделируем её как нагреватель.

1. Перейдем в оконную вкладку PFD.
2. Для установки печи справа от сепаратора PreFlash создадим пустое пространство используя полосу прокрутки.
3. На палитре объектов выберем Heater. Курсор изменит свой вид, станет чёрной рамкой со знаком плюс. Рамка показывает размер и расположение значка оператора.
4. Расположим курсор на PFD справа от сепаратора.

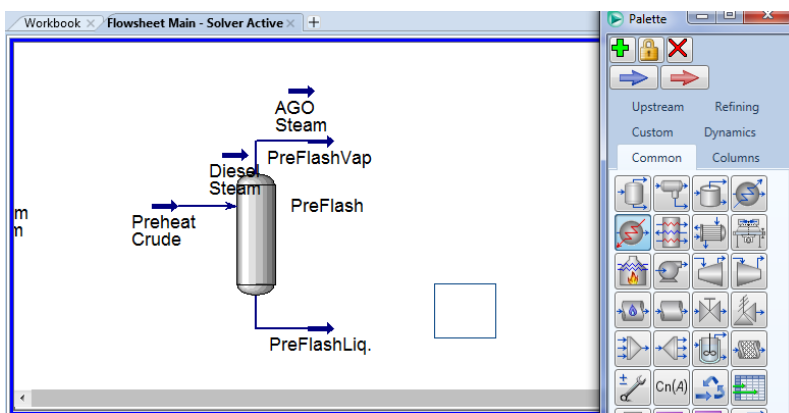


Рисунок 55

5. Нажмите левую кнопку мыши, и HYSYS создаст новый нагреватель с именем по умолчанию E-100.

Далее изменим значок нагревателя на более подходящий для печи.

6. Правой кнопкой мыши нажмите на значок нагревателя. Появится меню инспекции.

7. Выбираем команду **Change Icon...** из меню инспекции. Появляется окно Select Icon.

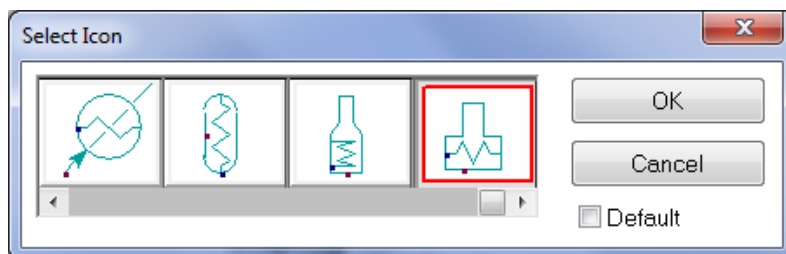


Рисунок 56

8. Выбираем значок печи (прокрутить направо) и нажимаем кнопку ОК.

1.5.2.1. Подключение потоков к печи

1. Нажимаем **Attach** в группе Flowsheet вкладки Flowsheet/Modify ленты для перехода в режим соединения. Для временного перехода в режим соединения удерживайте клавишу CTRL.

2. Поместите курсор на правый конец значка потока **PreFlashLiq**. Маленький квадратик появится на конце курсора. Всплывающее описание «Out» указывает, какая часть потока сейчас доступна для подключения. В нашем случае выход потока.

3. С видимой надписью «Out» нажмите и удерживайте кнопку мыши. Белый квадратик становится черным, указывая о начале процедуры соединения.

4. Тащите курсор вперёд, к левой (входной) стороне печи. Появится линия между значком потока PreFlashLiq и курсором. Точка подключения появится на входе печи.

5. Поместите курсор рядом с точкой подключения печи, и линия соединится с этой точкой. Кроме этого белый квадрат появится на конце курсора, указывая на приемлемую конечную точку для соединения.

6. Отпустите кнопку мыши, и произойдёт соединение с входом печи.

7. Разместите курсор на правом краю значка печи. Появятся точка соединения и надпись «Product».

8. Нажмите и удерживайте кнопку мыши. Белый квадрат становится черным.

9. Переместите курсор вправо от печи. Появится значок потока с линией соединяющей его с выходом печи. Значок потока информирует, что будет создан новый поток.

10. Отпустите кнопку мыши, при этом должен быть виден значок потока. HYSYS создаст новый поток с именем по умолчанию **1**.

11. Создадим энергетический поток печи. Начните соединение с нижней левой точки подключения на значке печи. Она имеет красный цвет и обозначение «Energy Stream». Новый поток автоматически именуется Q-100, и статус печи становится желтым (предупреждение). Этот статус сообщает, что все необходимые соединения сделаны, но подключённые потока полностью не известны.

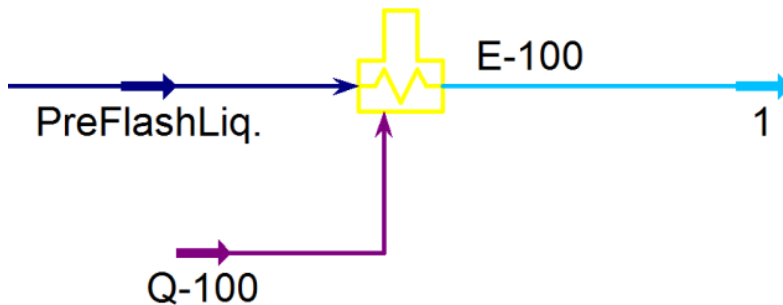


Рисунок 57

12. Нажмите **Attach** для выхода из режима соединения. Выходной и энергетический потоки печи неизвестны в данный момент. Они обозначены светло-голубым и пурпурным цветом соответственно.

1.5.2.2. Изменение свойств печи

1. Двойным нажатием на значок печи открываем её окно свойств.
2. Выбираем вкладку **Design**, затем страницу **Connections**. В соответствующих ячейках появляются имена входного, выходного и энергетического потоков.

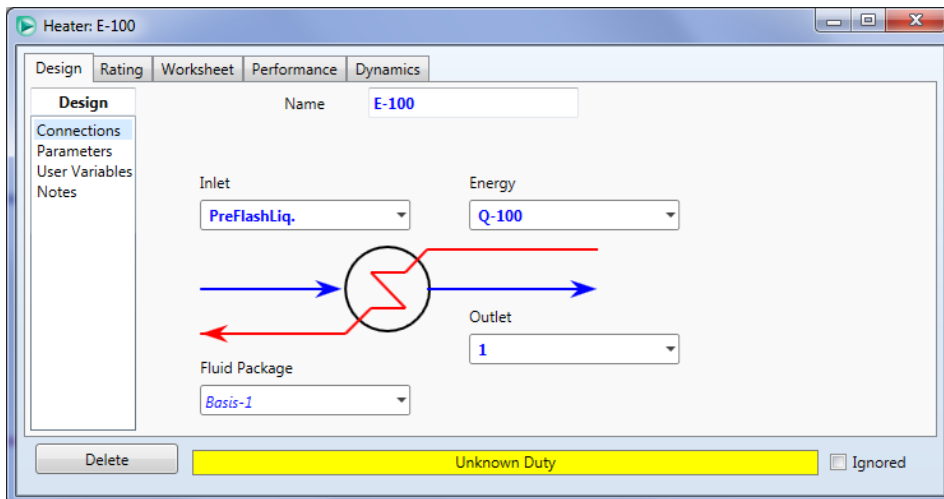


Рисунок 58

3. В поле **Name** изменяем имя оператора на **Furnace**.
4. Переходим на страницу **Parameters**.
5. В ячейке **Delta P** вводим значение 0,7 бар и закрываем окно свойств.

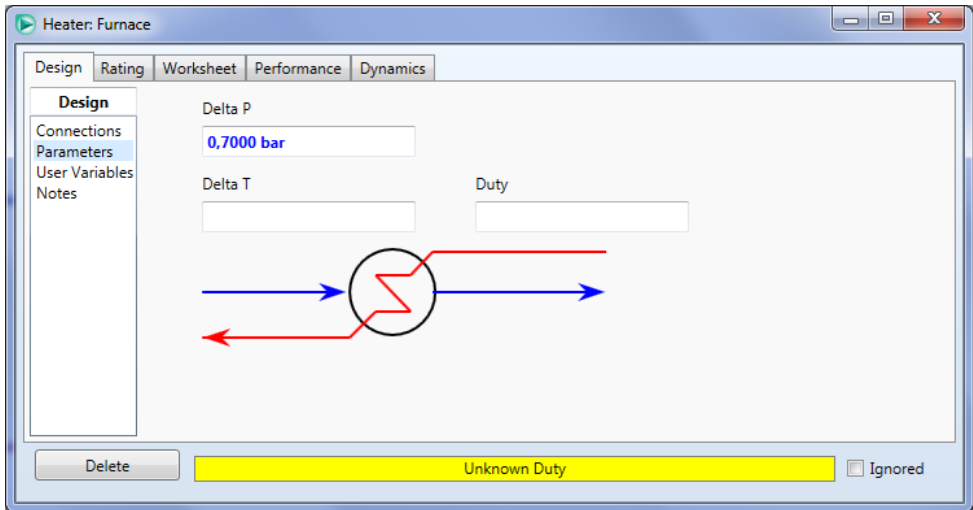


Рисунок 59

Печь имеет одну степень свободы. Может быть задана температура выходного потока или значение нагрузки энергетического потока. В нашем примере зададим температуры на выходе из печи.

6. Двойным нажатием на значке выходного потока **1** открываем окно его свойств.

7. В поле **Stream Name** изменяем имя на **Hot Crude**.

8. В ячейке **Temperature** зададим температуру **340°C**.

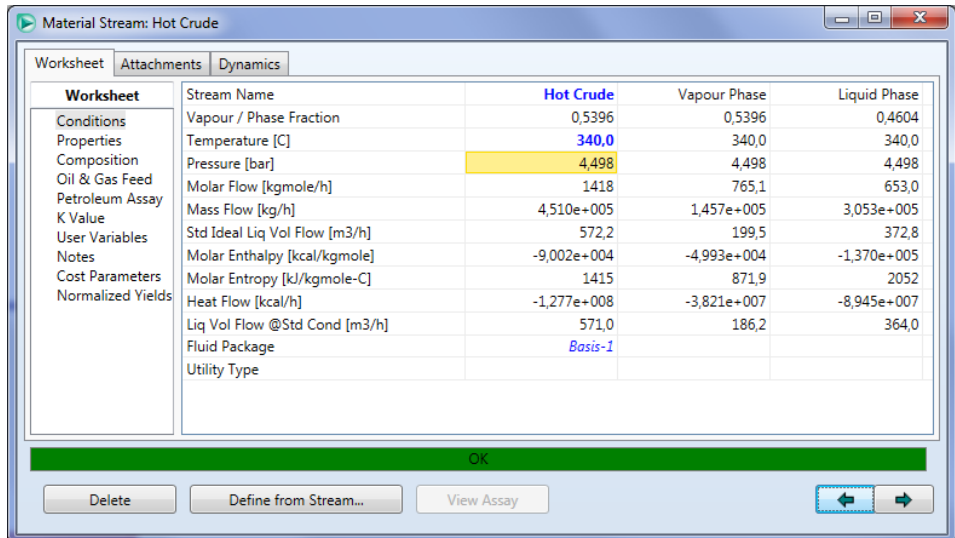


Рисунок 60

Недостающая степень свободы для печи использована, поэтому HYSYS смог рассчитать горячий поток и определить остальные его свойства.

9. Закройте окно свойств для возврата в окно PFD. Печь Furnace имеет зелёный статус и все подсоединённые потоки известны.

10. Двойным нажатием на значке энергетического потока Q-100 откроем его окно свойств. Требуемая тепловая нагрузка рассчитанная HYSYS появилась в ячейке Heat Flow.

11. В ячейке **Stream Name** переименуем энергетический поток в **Crude Duty** и закроем это окно свойств.

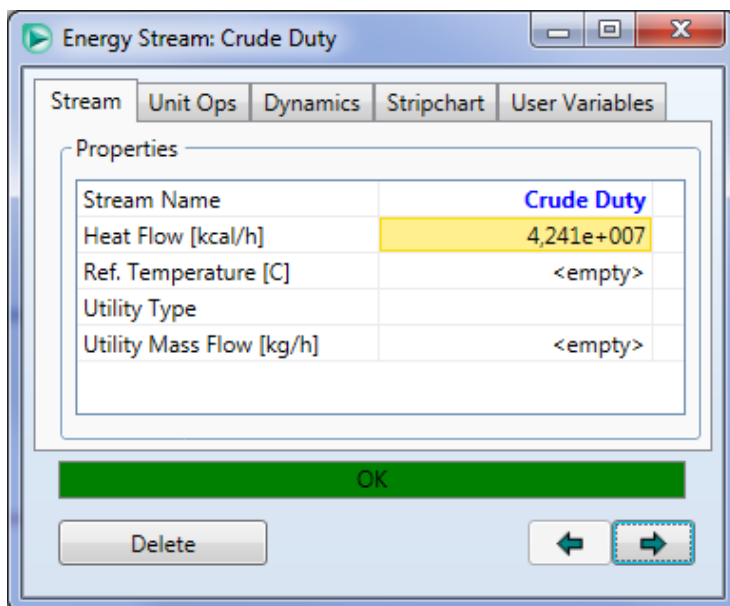


Рисунок 61

1.5.3. Установка смесителя

Произведём установку оператора смесителя. Он применяется для объединения горячего потока сырой нефти с парами, прошедшими печь байпасом. Полученный поток питает сырьевую колонну.

1. Сделаем некоторое пустое пространство справа от печи с помощью горизонтальной прокрутки. При необходимости передвиньте другие объекты.

2. Нажмите значок **Mixer** на панели объектов.

3. Расположите курсор на PFD справа от значка потока Hot Crude.

4. Щелкните для размещения смесителя на PFD. HYSYS создаст новый смеситель с именем по умолчанию **MIX-100**.

5. Нажмите и удерживайте **CTRL** для временного переключения в режим соединения, пока смеситель не подключится (не отпускайте до тринадцатого шага).
6. Расположите курсор на правом конце значка потока **PreFlash-Vap**. Появятся точка подключения и надпись «Out».
7. Нажмите и удерживайте кнопку мыши. Переместите курсор вперёд, к левой стороне смесителя (входной). Несколько точек подключения появятся на входе смесителя. Множество точек подключения появляется потому, что смеситель позволяет входить несколькими потоками питания.
8. Расположите курсор около входа смесителя, и когда появится белый квадрат на конце курсора, отпустите кнопку мыши для создания соединения.
9. Повторите шаги с 6 по 8 для подключения потока **Hot Crude** к смесителю.
10. Расположите курсор на правом конце значка смесителя. Появится точка подключения и надпись «Product».
11. Нажмите и тяните вправо. Появится белый значок потока с тянущейся линией к выходу смесителя.
12. Отпустите кнопку мыши. HYSYS создаст новый поток с именем по умолчанию **1**.
13. Отпустите клавишу **CTRL** для выхода из режима соединения.
14. Двойным щелчком по значку выходного потока выводим его окно свойств. Когда создали выходной поток смесителя HYSYS автоматически объединил два входных потока и рассчитал смесь для определения её свойств.
15. В ячейке **Stream Name** переименуем поток в **Tower Feed**, и закроем окно свойств потока.

Worksheet	Stream Name	Tower Feed	Vapour Phase	Liquid Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	0,5940	0,5940	0,4060
Properties	Temperature [C]	335,7	335,7	335,7
Composition	Pressure [bar]	4,498	4,498	4,498
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	1567	930,7	636,2
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	4,701e+005	1,699e+005	3,002e+005
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	600,0	233,9	366,1
User Variables	Molar Enthalpy [kcal/kgmole]	-8,563e+004	-4,851e+004	-1,399e+005
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	1329	830,4	2059
Cost Parameters	Heat Flow [kcal/h]	-1,342e+008	-4,515e+007	-8,902e+007
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	600,0	218,4	357,8
	Fluid Package	Basis-1		
	Utility Type			

Рисунок 62

16. Дважды нажмите на значок смесителя **MIX-100**. Измените имя на **Mixer** и закройте окно его свойств.

1.5.3.1. Изменение размеров значков

Изменим размеры значков на PFD для более легкого чтения схемы.

1. На ленте во вкладке **View**, в группе **Zoom**, нажмите на **Zoom to Fit** для представления схемы полностью, включая объекты, которые не были видны перед этим. Возможно вид окна PFD будет выглядеть как на рисунке 218.

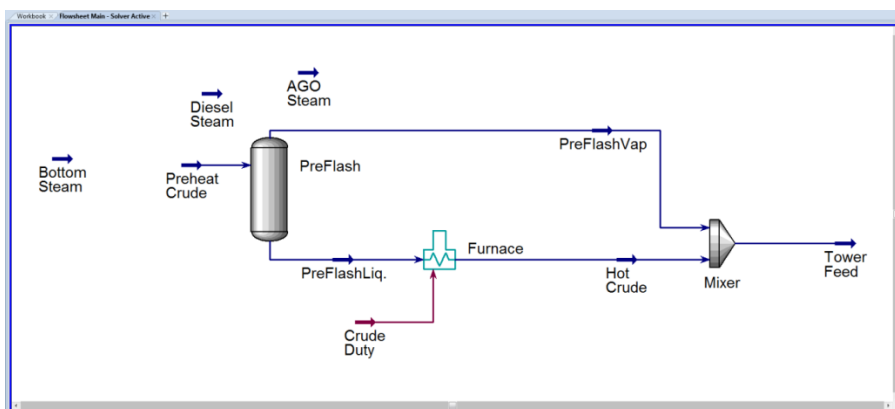


Рисунок 63

2. На ленте во вкладке **Flowsheet/Modify**, в группе **Flowsheet**, нажмите на **Size** для перехода в режим изменения размеров значков.

3. Нажмите на значок печи. Рамка с элементами изменения размеров появится вокруг значка.

4. Расположите курсор на элементе изменения размеров. Курсор станет с двумя стрелками.

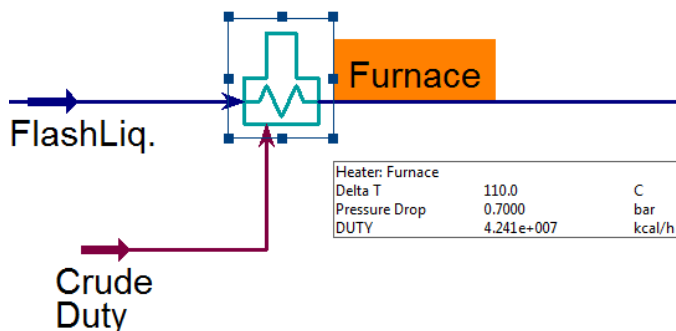


Рисунок 64

5. Нажмите и потяните для увеличения размера значка.
6. Нажмите на **Size** на ленте во вкладке **Flowsheet/Modify**, в группе **Flowsheet** для выхода из режима изменения размеров.

1.5.4. Добавление энергетического потока

В этом разделе добавим энергетический поток. Перед инсталляцией колонны должен быть создан энергетический поток для представления корректирующей энергии на 28 тарелке основной колонны.

1. На палитре объектов дважды щёлкните на значке **Energy Stream**. HYSYS создаст новый энергетический поток с именем по умолчанию Q-100 и выведет его окно свойств.
2. В поле **Stream Name** поменяйте название на **Trim Duty**.
3. Закройте окно свойств энергетического потока.
4. Сохраните задачу одним из следующих образов:
 - Нажмите **CTRL+S**
 - Выберите **Save** в меню **File**
 - Нажмите значок **Save**

1.5.5. Установка колонны

HYSYS имеет ряд готовых шаблонов колонн, которые можно инсталлировать и настроить путём подключения потоков, изменения числа тарелок и спецификаций по умолчанию, а также добавления бокового оборудования.

Если выбрать шаблон готовой сырьевой колонны все равно надо будет настроить колонну путём изменения тарелок для отбора и ввода боковых потоков и спецификаций по умолчанию. Хотя использование шаблонов исключает большую часть работы до нескольких страниц, рекомендуемых для первой установки сырьевой колонны в HYSYS. После этого будет комфортно работать с боковым оборудованием, используя шаблон.

Один из этих шаблонов может использоваться для нашего примера (сырьевая колонна с тремя боковыми стриппингами). Однако основная колонна **Refluxed Absorber** с верхним конденсатором будет установлена и настроена в нашей задаче для показа как инсталлировать необходимое боковое оборудование.

1. Перед инсталляцией колонны в меню **File** выберите **Options**.
2. В открывшемся окне **Simulation Options** на странице **Simulation** в разделе **General Options** убедитесь, что стоит галочка у **Use Input Experts**. Закройте окно **Simulation Options**.
3. Откройте палитру объектов и в разделе **Columns** двойным нажатием откройте **Refluxed Absorber Column Sub-Flowsheet**. Откроется первая страница эксперта установки колонны **Refluxed Absorber Column Input Expert**.

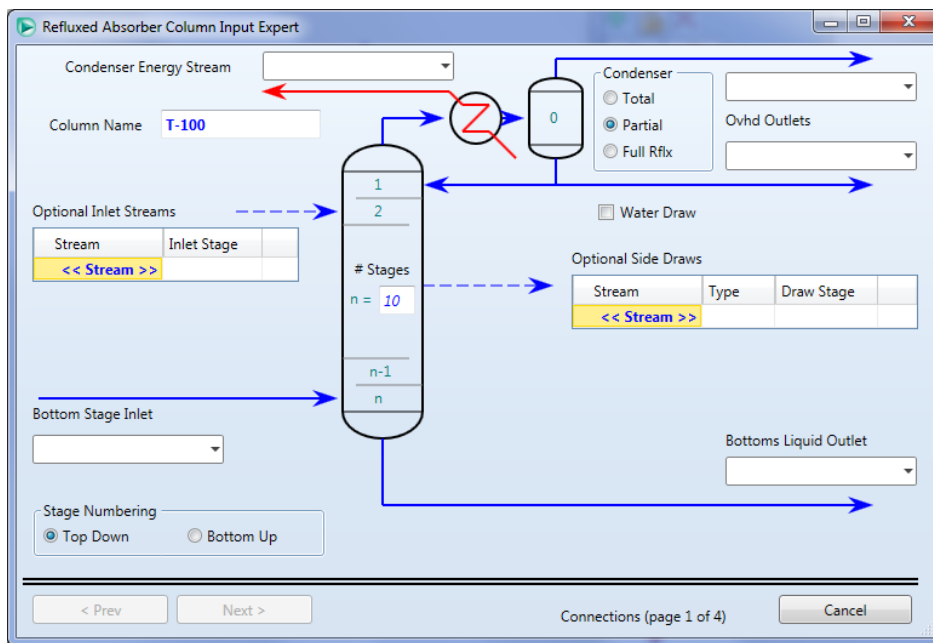


Рисунок 65

Если желаете установить готовый шаблон сырьевой колонны, то:

1. На палитре объектов, в группе **Columns** дважды нажмите на значке **Blank Column Sub-Flowsheet**.

2. В появившемся окне **Column Flowsheet** выберите **Read an Existing Column Template...** Появится окно **Available Column Templates** со списком файлов шаблонов (*.col) которые находятся в директории HYSYS\template. В этой директории представлены шаблоны трех- и четырехстриппинговых сырьевых колонн.

3. Выберите **3sscrudef.col** и нажимайте кнопку ОК. Появится окно новой колонны. Теперь вы можете настраивать новую колонну.

Когда вы устанавливаете готовый шаблон колонны, HYSYS по умолчанию задаёт определённую информацию, такую как число тарелок. Текущее активное поле **#Stages** (число тарелок) выделено жирной рамкой. Это теоретические тарелки, по умолчанию их эффективность равна единице. Если присутствуют конденсатор и ребойлер, то они рассматриваются отдельно от тарелок, и не включены в общее число тарелок.

1.5.5.1. Входные потоки и число тарелок

В нашем примере колонна имеет 29 теоретических тарелок.

1. Вводим **29** в поле **# Stages**.

2. Перейдите в таблицу **Optional Inlet Streams**, нажав на ячейке <<Stream>>.

3. Нажмите на стрелку в правой части ячейки для открытия выпадающего списка с доступными потоками питания.

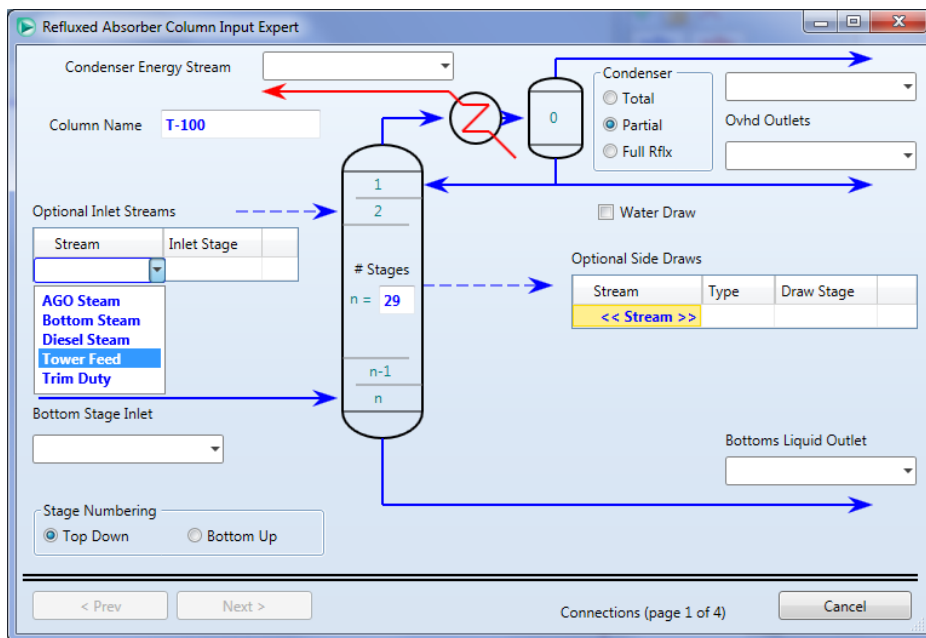


Рисунок 66

4. Выберите **Tower Feed** в качестве потока питания колонны. HYSYS обеспечит по умолчанию ввод потока в середину тарельчатой секции, для нашего примера это 15 тарелка (**15_Main TS**). Однако, поток питания надо ввести на 28 тарелку.

5. В таблице **Optional Inlet Streams** выбираем ячейку **Inlet Stage** для **TowerFeed**.

6. Печатаем **28** и нажимаем Enter или выбираем **28_Main TS** из выпадающего списка тарелок.

7. Нажимаем в той же таблице <<Stream>>, который автоматически переместился вниз на одну ячейку, когда подключили поток питания колонны.

8. Из выпадающего списка потоков выбираем поток **Trim Duty**, который также питает 28 тарелку.

Stream	Inlet Stage
Tower Feed	28_Main TS
Trim Duty	28_Main TS
<< Stream >>	

Рисунок 67

9. Перейдите в поле **Bottom Stage Inlet**.
10. В этом поле справа нажмите стрелку и откройте выпадающий список доступных потоков питания.
11. Выберите **Bottom Steam** в качестве потока питания низа колонны.

1.5.5.2. Выходящие потоки

В группе **Condenser** по умолчанию установлен парциальный конденсатор (Partial). Справа находятся два верхних выходящих потока, пар и жидкость. В нашем примере верхний паровой поток не имеет расхода, а выходят из конденсатора две жидкие фазы, углеводороды и вода. Углеводородный жидкий поток выводится в поле Ovhd Outlets, а затем водяной поток выведем используя таблицу Optional Side Draws.

Хотя расход верхнего парового потока равен нулю, не будем менять тип конденсатора на Total. Сейчас только переключатель Partial позволяет задать трёхфазный конденсатор.

1. Нажмите верхнее поле **Ovhd Outlets**.
2. Введите **Off Gas** в качестве имени верхнего парового продуктового потока. HYSYS создаст и прикрепит это имя новому потоку.
3. В нижнее поле **Ovhd Outlets** введите имя **Naphtha**.
4. В таблице **Optional Side Draws** нажмите ячейку <<Stream>>.
5. Введите имя выходного потока **WasteH2O**. HYSYS автоматически разместит углеводородный поток (обозначенный как L в колонке Type) выводящийся с 15 тарелки.
6. Нажмите на ячейку Type (**L**) для потока WasteH2O.
7. Задайте тип потока – вода, введя **W**, или выбрав W из выпадающего списка.
8. Нажмите ячейку Draw Stage (**15_Main TS**) для потока WasteH2O.
9. Выбираем **Condenser** из выпадающего списка. Конденсатор стал трёхфазным.

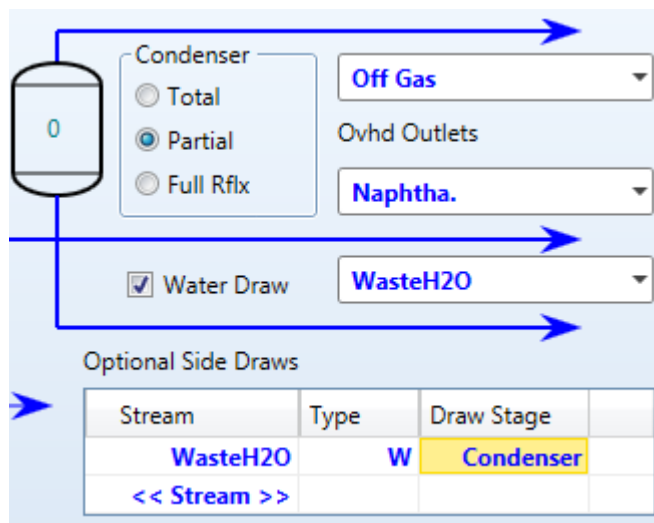


Рисунок 68

10. В поле **Column Name** вводим **Atmos Tower**.
 11. В поле **Bottoms Liquid Outlet** печатаем **Residue** для создания нового потока.
 12. В поле **Condenser Energy Stream** печатаем **Cond Duty** для определения нового потока. Нажимаем **Enter**.
- Первая страница эксперта ввода будет выглядеть, как показано ниже.

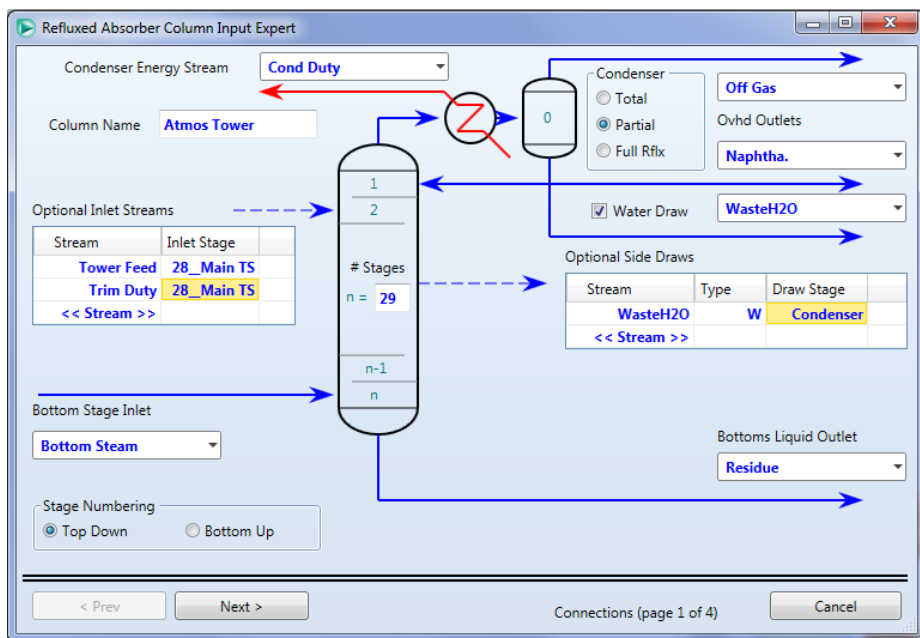


Рисунок 69

Все подключенные потоки на этой странице создали в подсхеме колонны потоки с такими же именами.

Кнопка Next сейчас стала доступна, указывая, что необходимая информация была предоставлена для перехода на следующую страницу эксперта ввода.

13. Нажмите кнопку **Next** для перехода на страницу профиля давления.

1.5.5.3. Начальные оценочные значения

1. На странице **Pressure Profile** задайте следующие параметры:
 - Давление в конденсаторе (Condenser Pressure) 1,35 бар
 - Падение давления в конденсаторе (Condenser Pressure Drop) 0,6 бар
 - Давление нижней тарелки (Bottom Stage Pressure) 2,25 бар

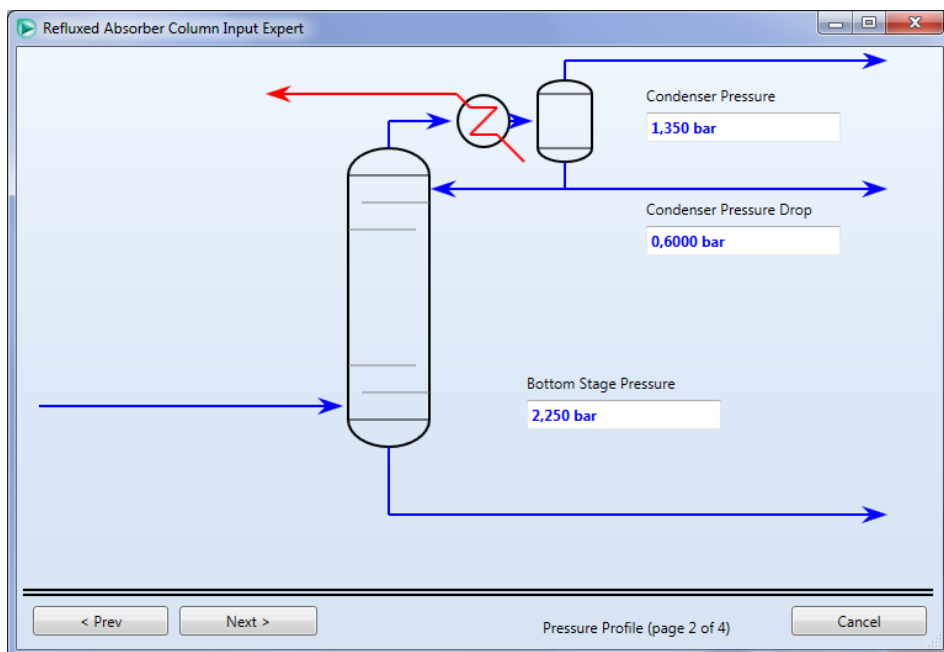


Рисунок 70

2. Нажмите кнопку **Next** для перехода на страницу дополнительных оценок. Хотя HYSYS постоянно не требуются оценки для сведения расчётов колонны, хорошие оценки приводят к более быстрому решению.

3. Задайте следующие параметры:
 - Конденсатор 40°C

- Верхняя тарелка 120°C
- Нижняя тарелка 370°C

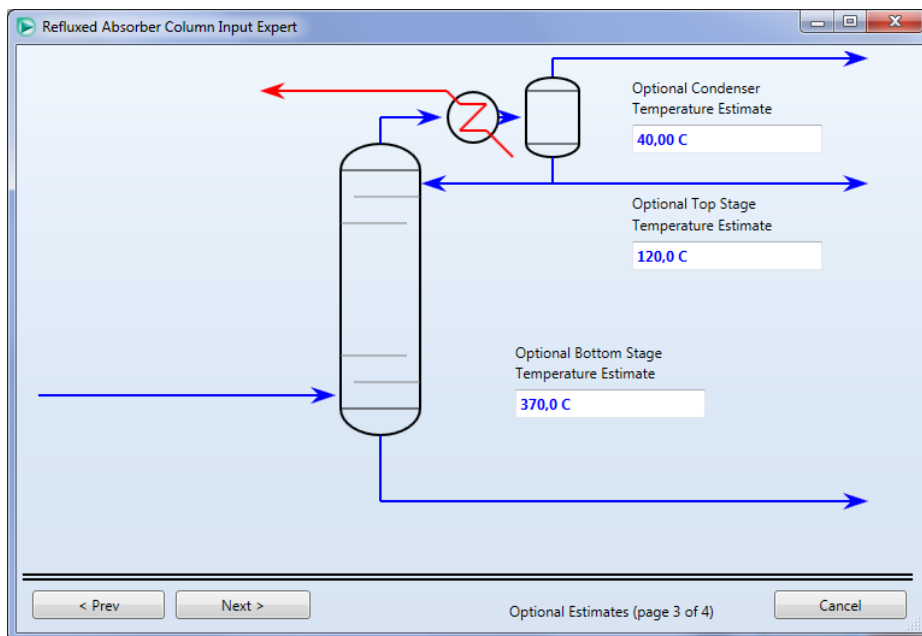


Рисунок 71

4. Нажмите кнопку **Next** для перемещения на четвёртую, и последнюю страницу эксперта ввода. Эта страница позволяет задать значения для спецификаций колонны по умолчанию, которые HYSYS создал.

В основном рефлюксный абсорбер с парциальным конденсатором имеет две степени свободы, для которых HYSYS предоставляет две спецификации по умолчанию. Для двух предоставленных спецификаций, флегмовое число используется как активная спецификация, а расход верхнего пара только как оценочная.

5. Из выпадающего списка **Flow Basis** выбираем **Volume**. Размерность расходных спецификаций м³/ч.

6. Установите следующие параметры:

- Расход пара (Vapour Rate) – 0
- Флегмовое число (Reflux Ratio) – 1

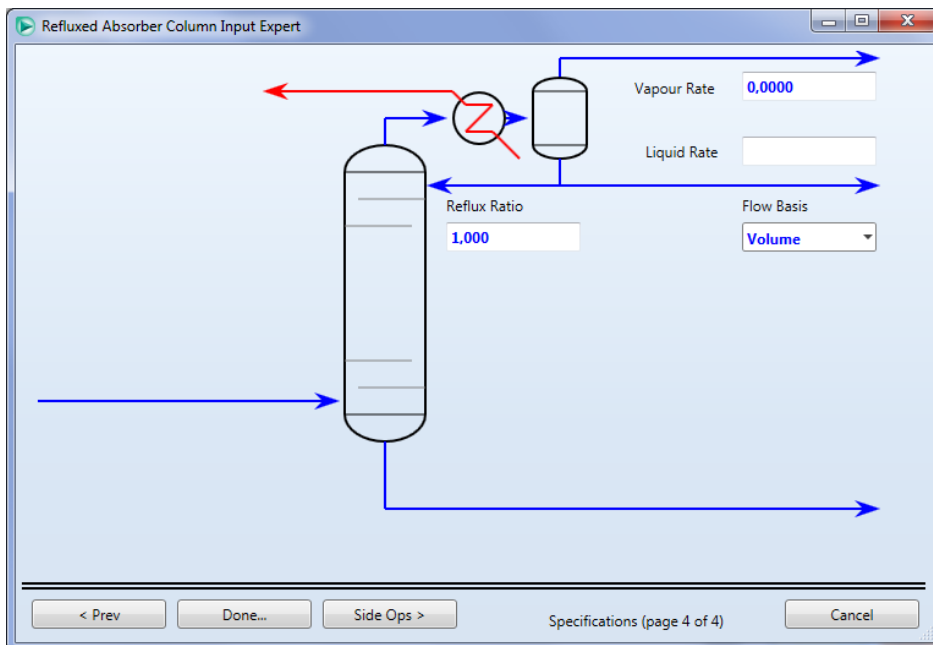


Рисунок 72

7. Нажмите кнопку **Done**. Появится окно колонны.

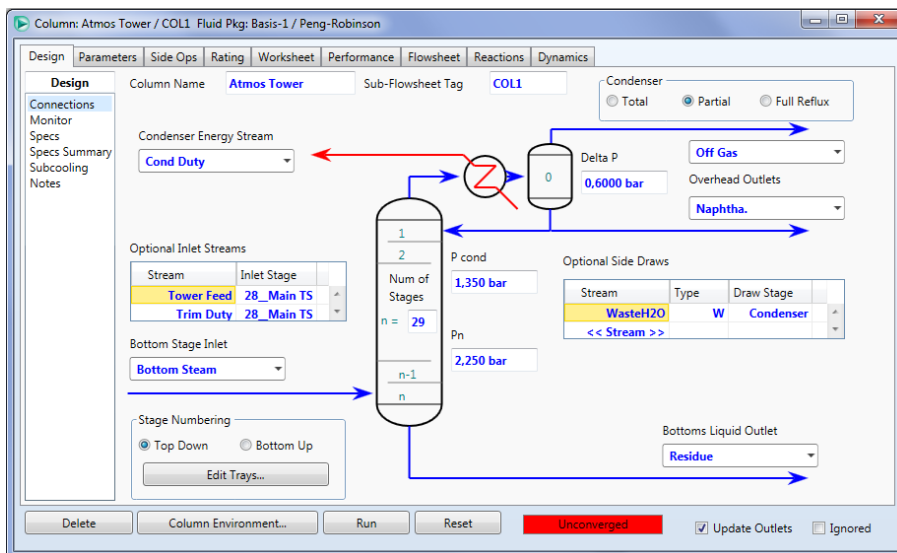


Рисунок 73

1.5.5.4. Добавление значений спецификациям

1. На вкладке **Design** выбираем страницу **Monitor**.

Главная особенность этой страницы – отражение статуса колонны, как она рассчитывается, обновление информации с каждой итерацией. Можно изменить значение спецификациям, активировать и деактивировать спецификации с помощью решателя колонны, непосредственно на этой странице.

Текущая степень свободы (Degrees of Freedom) равна единице, указывая, что только две спецификации активны.

Основная колонна имеет три степени свободы. Сейчас, две спецификации активны, следовательно, степень свободы равна единице. Число степеней свободы возрастёт с добавлением бокового оборудования.

Как отмечалось ранее, рефлюксный абсорбер с парциальным конденсатором имеет две степени свободы и, следовательно, требует две активных спецификации. В нашем примере, однако, третья степень свободы была создана, когда поток Trim Duty подключили к питанию, с неизвестной тепловой нагрузкой. HYSYS не сделал спецификации для третьей степени свободы, следовательно надо добавить спецификацию водяного потока, обозначенную WasteH2O Rate, в качестве третьей активной спецификации.

2. Выберите страницу **Specs**. Здесь удалим две спецификации и добавим одну новую.

3. В группе **Column Specifications**, выберите **Reflux Rate** и нажмите кнопку **Delete**.

4. Также удалите спецификацию **Btms Prod Rate**.

5. Далее добавим спецификацию WasteH2O Rate. Нажмите кнопку **Add**. Появится окно **Add Specs**.

6. Выберите **Column Draw Rate** и нажмите кнопку **Add Spec(s)...** Появится окно **Draw Spec: Draw Rate**.

7. В ячейке **Name** печатаем **WasteH2O Rate**. Никакой другой информации не требуется, так как эта спецификация неактивна и только оценочная при расчёте колонны.

Спецификация потока вводится так, что число степеней свободы остаётся равной нулю в течение всего этого примера. Это хорошая практика держать степень свободы равной нулю во время модификации колонны, так чтобы можно решить колонну после каждой модификации.

8. Закройте окно. Новая спецификация появится в группе **Column Specifications**. Степень свободы сейчас равна нулю.

9. Перейдите на страницу **Connections**.

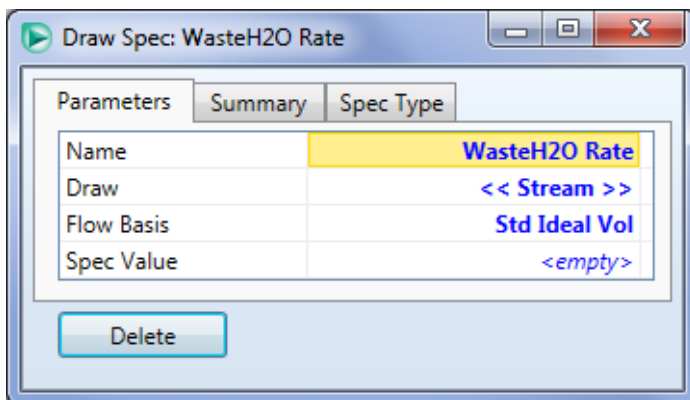


Рисунок 74

Страница Connections похожа на первую страницу эксперта ввода. Сейчас колонна имеет стандартный вид, на странице колонна показана схематически с именами подключённых потоков. Когда боковое оборудование будет добавлено к колонне, то страница станет не стандартного вида. Имеется большое число возможных нестандартных видов колонн, в зависимости от типа и числа добавляемых боковых операторов. Следовательно, HYSYS изменяет страницу Connections в табличный формат, чаще, чем в схематичный, всякий раз, когда колонна становится не стандартной.

Далее добавим боковое оборудование и посмотрим как страница Connections изменится.

1.5.5.5. Установка бокового оборудования

1. Перейдите на вкладку **Side Ops** окна колонны.

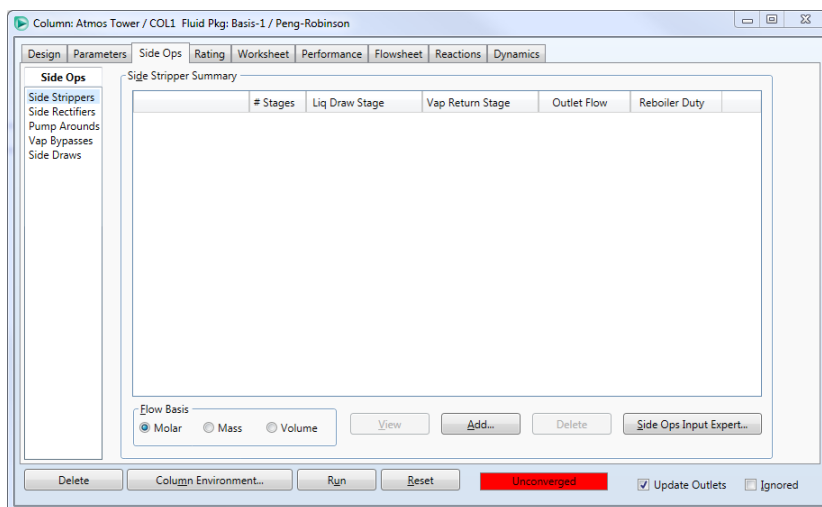


Рисунок 75

В этой вкладке можно задавать, просматривать, редактировать и удалять боковое оборудование. Таблица отражает сводную информацию для данного типа боковых операторов, в зависимости от страницы, на которой находитесь.

Когда установите боковое оборудование, оно будет отражено в под-схеме колонны. Можно построить сложную колонну в подсхеме, а в главной схеме она будет отражаться как один оператор. Для передачи параметров требуемого потока из подсхемы, можно просто вывести поток на главную схему.

2. Убедитесь, что находитесь на странице **Side Streppers**.
3. Нажмите кнопку **Add**. Появится окно **Side Stripper – SS1**.

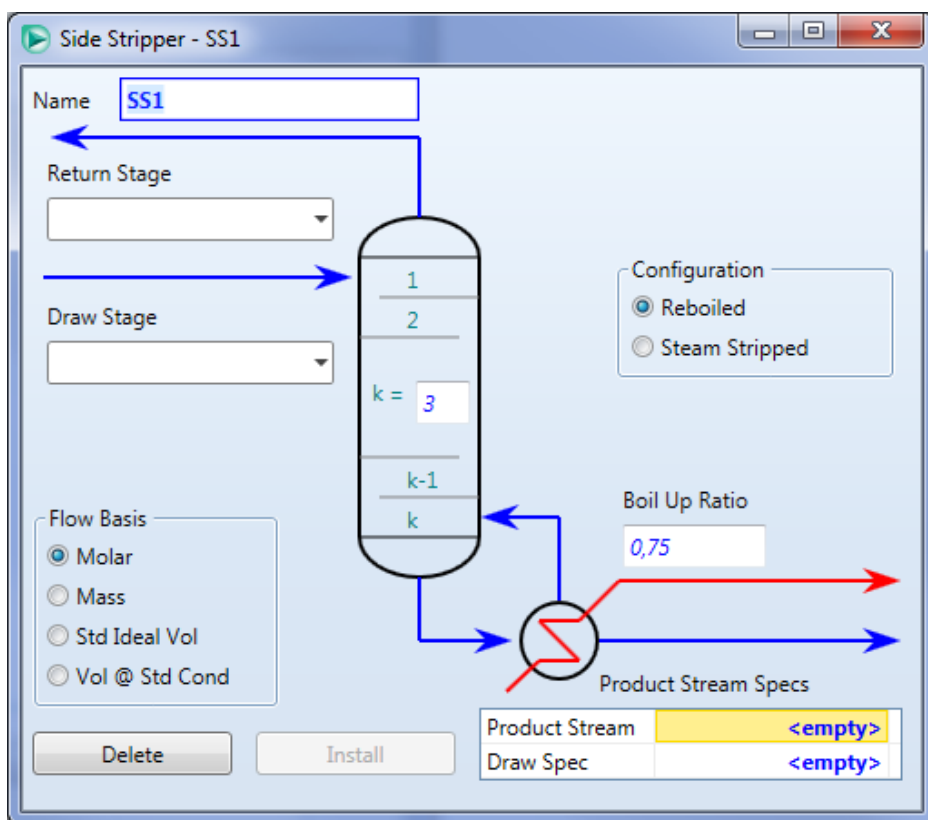


Рисунок 76

4. В поле **Name** измените имя на **KeroSS**.

Этот стриппинг состоит из трёх тарелок с ребойлером, паровым числом равным 0,75. Поэтому оставьте в группе **Configuration** переключатель на **Reboiled**, параметры **k=** и **Boil Up Ratio** без изменения.

5. В выпадающем списке **Return Stage** выберете восьмую тарелку (**8_Main TS**).

6. В выпадающем списке **Draw Stage** выберете девятую тарелку (**9 Main TS**).

7. В группе **Flow Basis** выберете переключатель **Std Ideal Vol**.

8. В поле **Product Stream** введите **Kerosene**.

Информация о распределении прямогонных продуктов была рассчитана при характеристике нефти (рисунок 28). Керосиновая фракция составляет 0,129 объёмных долей от нефти. Для 600 м³/ч потока питания колонны, ожидаем выход керосина составит $600 \cdot 0,129 = 77,4$ или приблизительно 77 м³/ч.

9. В поле **Draw Spec** введите **77**. Окно смоделированного бокового стриппинга будет выглядеть как следующем рисунке.

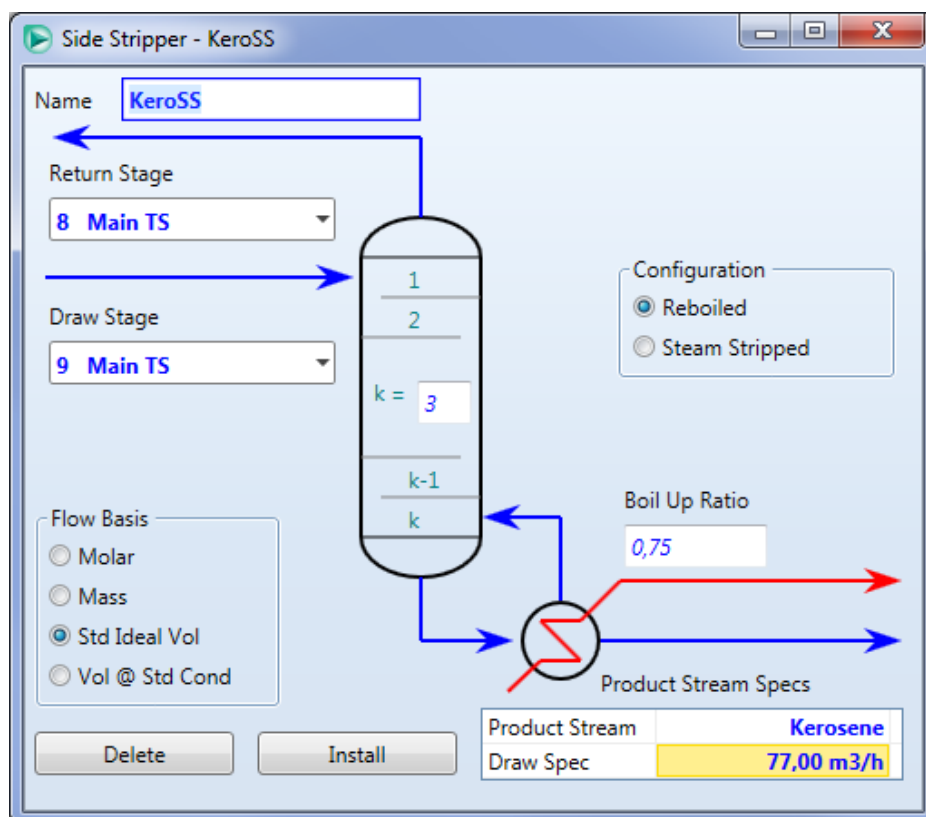


Рисунок 77

10. Нажмите кнопку **Install**, и итоговое окно будет отражать введенные параметры.

11. Закройте окно для возврата в окно колонны. Итоговая информация для нового бокового оператора появится в таблице Side Stripper Summary на вкладке Side Ops.

Side Stripper Summary						
	# Stages	Liq Draw Stage	Vap Return Stage	Outlet Flow [kgmole/h]	Reboiler Duty [kcal/h]	
KeroSS	3	9_Main TS	8_Main TS	<empty>	<empty>	

Рисунок 78

12. Аналогично установите два оставшихся стриппинга **DieselSS** и **AGOSS**. В эти стриппинги подводится водяной пар, поэтому в группе **Configuration** выберете **Steam Stripped**. Подключите соответствующие паровые потоки и создайте продуктовые потоки, указав ожидаемый их расход. К названию стриппингов автоматически добавляется @COL1. Сформированные окна стриппингов будут выглядеть, как на рисунках 77 и 78.

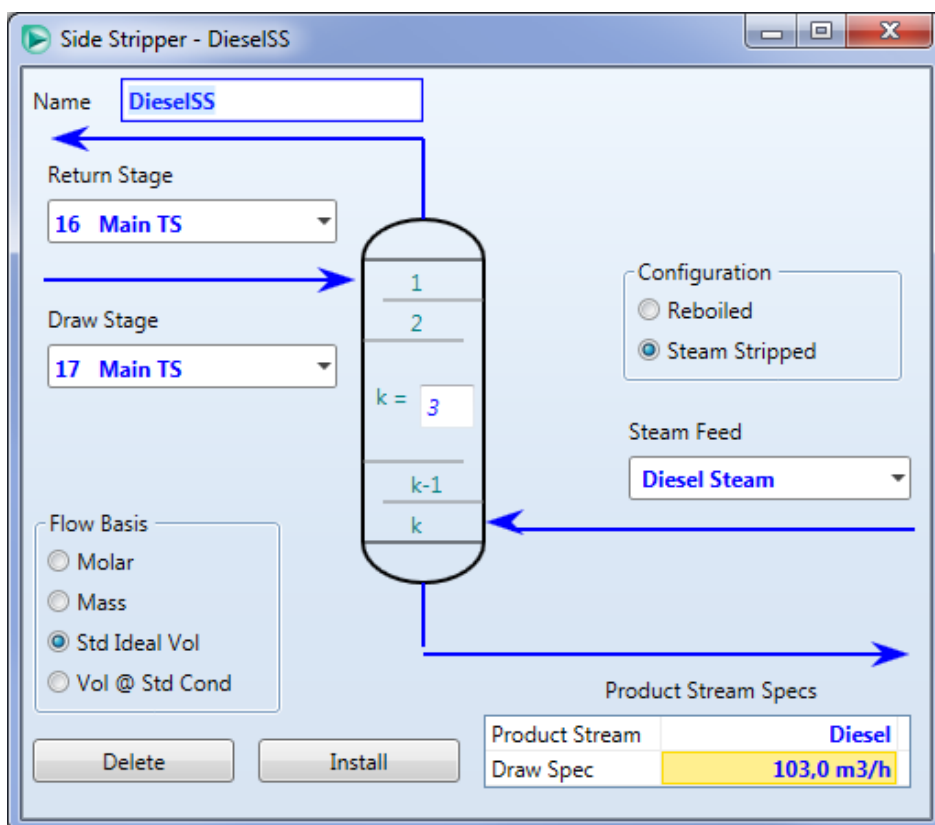


Рисунок 79

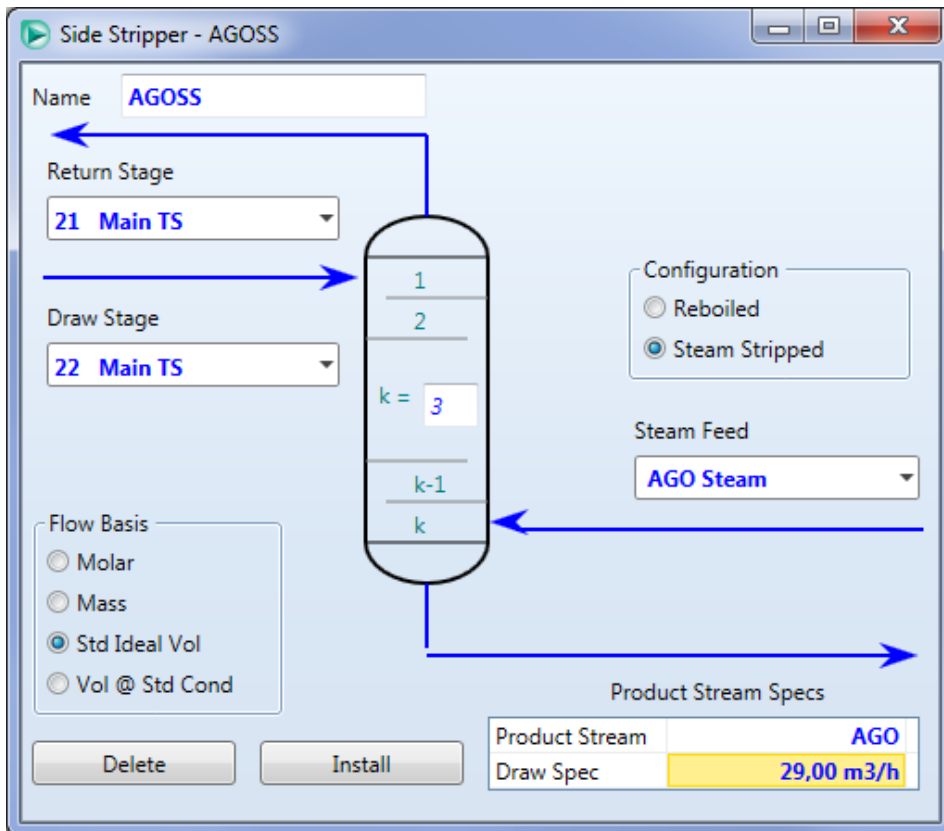


Рисунок 80

Хотя это не требуется, имена паровых потоков питания, созданные для этих стриппингов, идентичны именам вспомогательных паровых потоков, созданных ранее в главной схеме. Условия этих паровых потоков питания, которые находятся в подсхеме колонны, неизвестны в данный момент. Условия потоков главной схемы продублированы в этих потоках подсхемы, когда выполнено подключение потока.

Полученная таблица Side Stripper Summary выглядит так

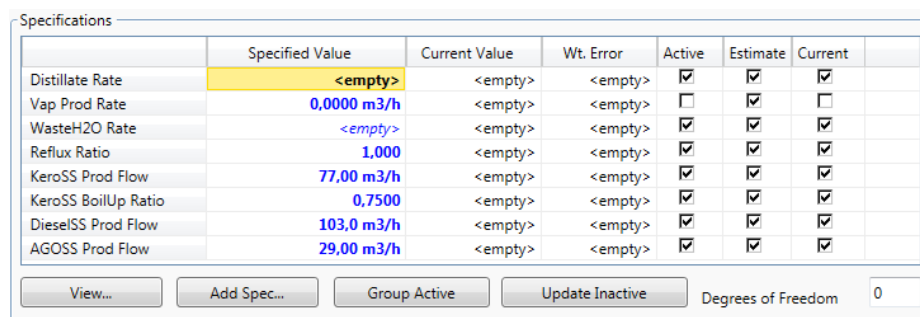
Side Stripper Summary						
	# Stages	Liq Draw Stage	Vap Return Stage	Outlet Flow [kgmole/h]	Reboiler Duty [kcal/h]	
KeroSS	3	9_Main TS	8_Main TS	<empty>	<empty>	
DieselSS	3	17_Main TS	16_Main TS	<empty>		
AGOSS	3	22_Main TS	21_Main TS	<empty>		

Рисунок 81

13. Перейдите на вкладку **Design** и выберите страницу **Monitor**.

Таблица Specifications на этой странице имеет вертикальную полосу прокрутки, показывая, что новые спецификации располагаются ниже. Измените размеры окна для просмотра всей таблицы.

14. Нажмите и потяните нижнюю границу окна вниз, пока полоса прокрутки не исчезнет, сделав всю таблицу целиком видимой.



	Specified Value	Current Value	Wt. Error	Active	Estimate	Current
Distillate Rate	<empty>	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Vap Prod Rate	0,0000 m3/h	<empty>	<empty>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
WasteH2O Rate	<empty>	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Reflux Ratio	1,000	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
KeroSS Prod Flow	77,00 m3/h	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
KeroSS BoilUp Ratio	0,7500	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DieseISS Prod Flow	103,0 m3/h	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
AGOSS Prod Flow	29,00 m3/h	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

View... Add Spec... Group Active Update Inactive Degrees of Freedom 0

Рисунок 82

Инсталляция боковых стриппингов добавила четыре дополнительных степени свободы. HYSYS создал спецификации продуктовых потоков (Prod Flow) для каждого стриппинга, и спецификацию парового числа (BoilUp Ratio) для керосинового стриппинга. Новые спецификации автоматически стали активными, погасив четыре степени свободы. Общая степень свободы снова стала нулевой.

Добавление боковых стриппингов создало ещё четыре степени свободы для основной колонны, и в результате общее число степеней свободы равно семи. Однако сейчас семь спецификаций активны, и поэтому общее число степеней свободы равно нулю.

1.5.5.6. Инсталляция промежуточных циркуляционных орошений

1. Перейдите на вкладку **Side Ops** и выберите страницу **Pump Arouds**.

2. Нажмите кнопку **Add**. Появится начальное окно **Pump Arouds**.

3. В выпадающем списке **Return Stage** выберите первую тарелку (**1_Main TS**).

4. В выпадающем списке **Draw Stage** выберите вторую тарелку (**2_Main TS**).

5. Нажмите кнопку **Install** и появится более детальное окно циркуляционного насоса.

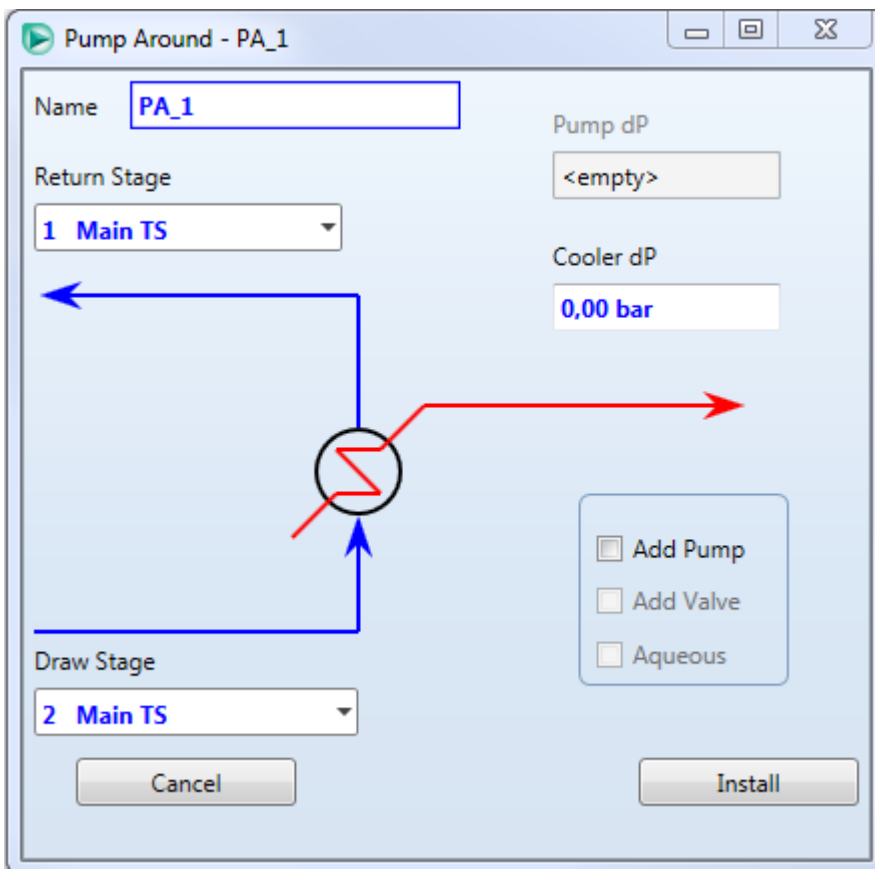


Рисунок 83

Каждая схема промежуточного циркуляционного насоса имеет две спецификации, связанные с ней. По умолчанию это расход циркулирующего потока (Rate) и перепад температур между отбираемым потоком и возвращаемым (Dt). Для нашего примера спецификацию перепада температур поменяем на спецификацию нагрузки циркуляционного насоса. Расход примем равным $330 \text{ м}^3/\text{час}$.

6. В пустой ячейке, для спецификации **PA_1_Rate(Pa)**, введите **330**.

7. Двойным щелчком в таблице второй спецификации открываем ее окно.

8. Из падающего списка типа спецификации **Spec Type** выберете нагрузку (**Duty**).

9. В ячейке значения спецификации **Spec Value** введите **-3,5e6**.

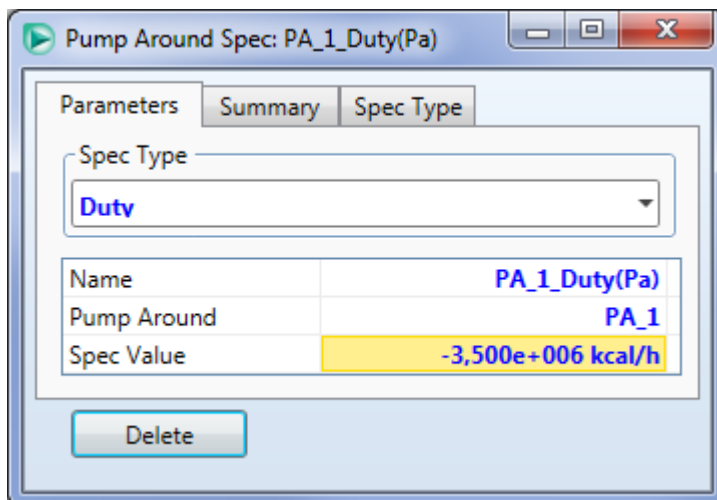


Рисунок 84

10. Закройте окно спецификации нажатием на крестик.

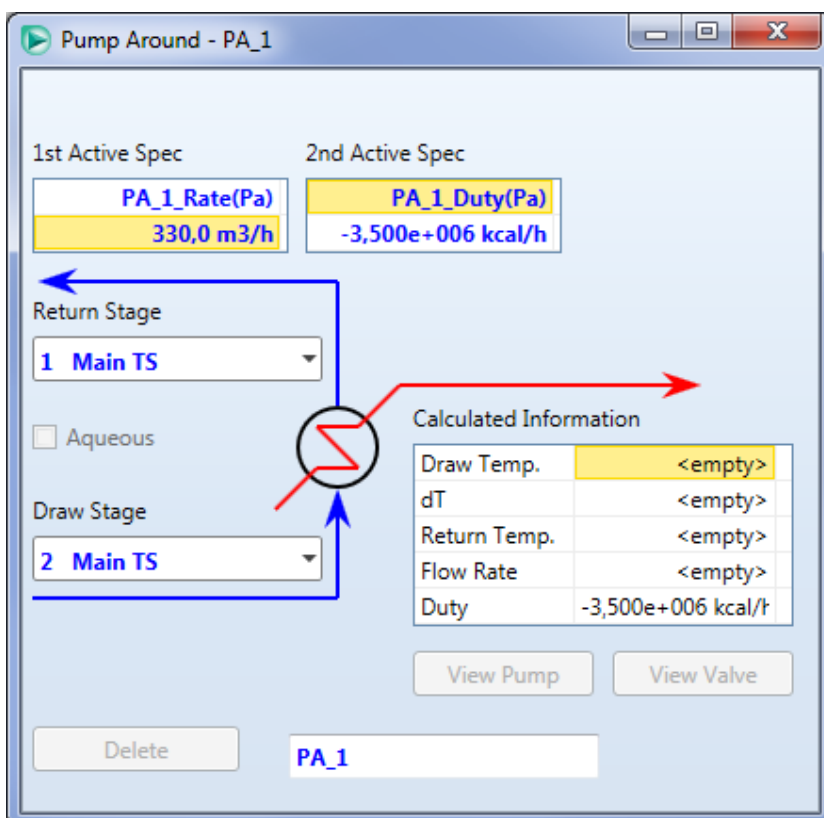


Рисунок 85

Значения оставшихся параметров определяются, когда колонна будет рассчитана.

11. Закройте окно циркуляционного насоса нажатием на крестик.

12. Повторите предыдущие операции для задания оставшихся двух циркуляционных насосов. Для обоих насосов расход равен $200 \text{ м}^3/\text{час}$, а нагрузка $-2,5 \cdot 10^6 \text{ ккал}/\text{час}$.

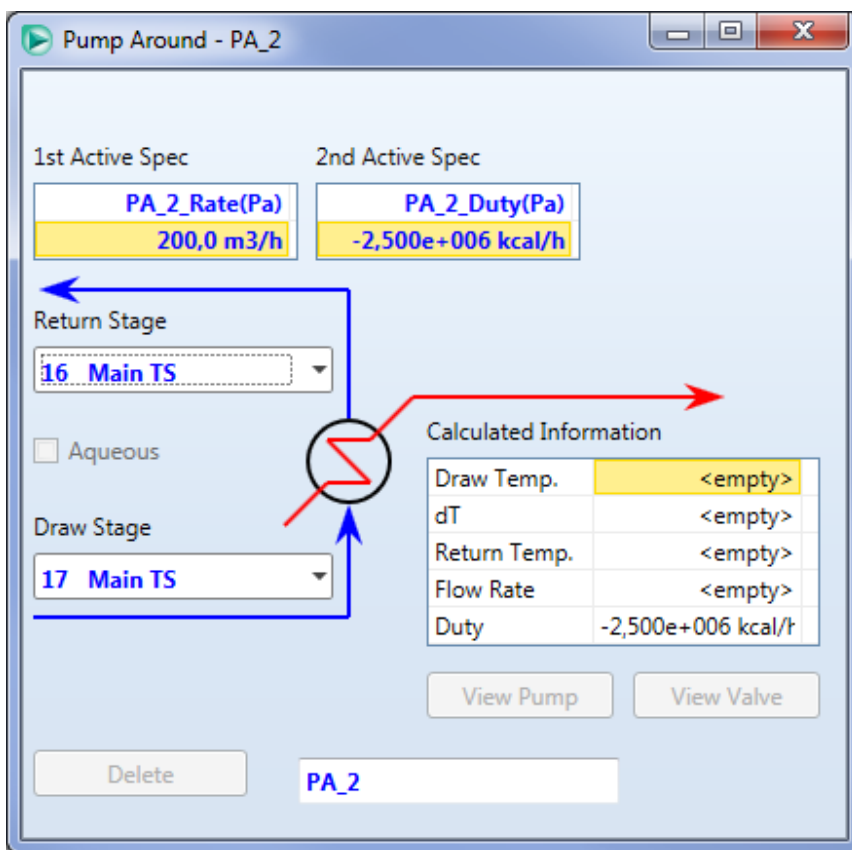


Рисунок 86

В таблице Liquid Pump Around Summary представлены основные параметры циркуляционных насосов.

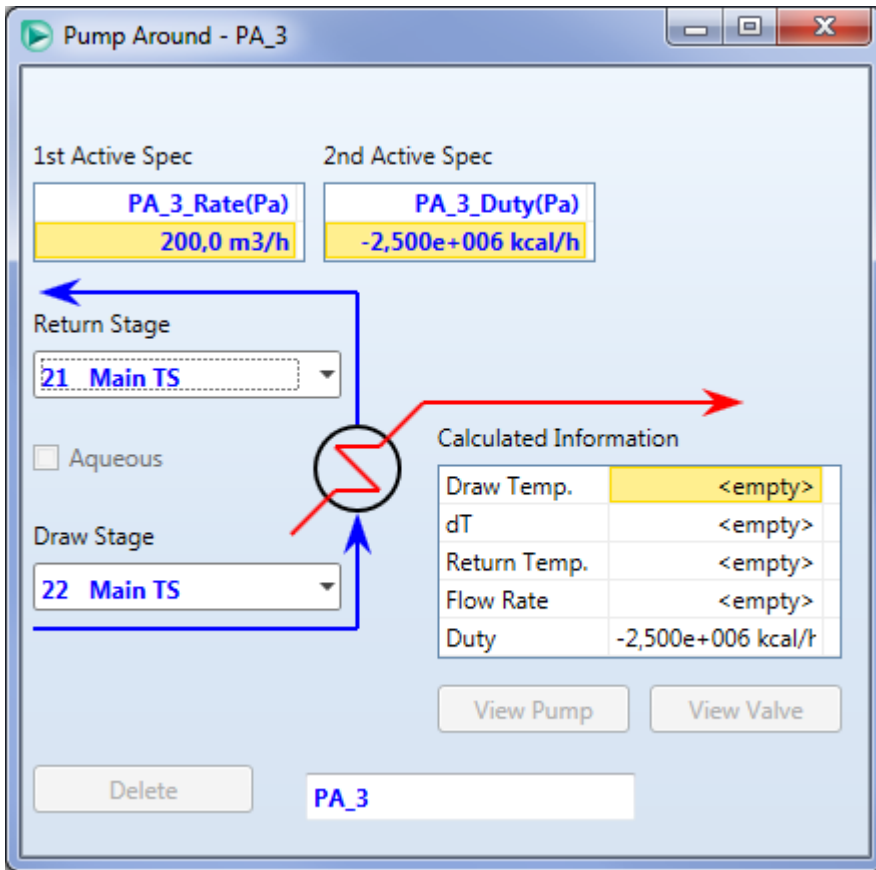


Рисунок 87

Liquid Pump Around Summary

	Draw Stage	Return Stage	Flow [kgmole/h]	Duty [kcal/h]	Draw T [C]	Return T [C]	Expor
PA_1	2_Main TS	1_Main TS	<empty>	-3,500e+006	<empty>	<empty>	<input type="checkbox"/>
PA_2	17_Main TS	16_Main TS	<empty>	-2,500e+006	<empty>	<empty>	<input type="checkbox"/>
PA_3	22_Main TS	21_Main TS	<empty>	-2,500e+006	<empty>	<empty>	<input type="checkbox"/>

Рисунок 88

13. Перейдите на вкладку **Design** и выберите страницу **Monitor**. Измените размер окна таким образом, что бы таблица Specification была видна полностью.

Specifications

	Specified Value	Current Value	Wt. Error	Active	Estimate	Current
Distillate Rate	<empty>	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Vap Prod Rate	0,0000 m3/h	<empty>	<empty>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
WasteH2O Rate	<empty>	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Reflux Ratio	1,000	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
KeroSS Prod Flow	77,00 m3/h	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
KeroSS BoilUp Ratio	0,7500	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DieselSS Prod Flow	103,0 m3/h	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
AGOSS Prod Flow	29,00 m3/h	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PA_1_Rate(Pa)	330,0 m3/h	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PA_1_Duty(Pa)	-3,500e+006 kcal/h	-3,500e+006	-0,0000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PA_2_Rate(Pa)	200,0 m3/h	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PA_2_Duty(Pa)	-2,500e+006 kcal/h	-2,500e+006	-0,0000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PA_3_Rate(Pa)	200,0 m3/h	<empty>	<empty>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PA_3_Duty(Pa)	-2,500e+006 kcal/h	-2,500e+006	-0,0000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

View... Add Spec... Group Active Update Inactive Degrees of Freedom 0

Рисунок 89

Добавление каждого циркуляционного насоса добавляло две дополнительные степени свободы. Как и для стриппингов, спецификации циркуляционных насосов были добавлены в список и автоматически активированы.

Добавление всех насосов привело к увеличению на шесть степеней свободы. В результате стало 13 доступных степеней свободы. Сейчас 13 спецификаций активны, и таким образом отсутствуют свободные степени свободы.

14. Выберите страницу **Connections**.

Column: Atmos Tower / COL1 Fluid Pkg: Basis-1 / Peng-Robinson

Design Parameters Side Ops Rating Worksheet Performance Flowsheet Reactions Dynamics

Design Column Name **Atmos Tower** Sub-Flowsheet Tag **COL1**

Connections Monitor Specs Specs Summary Subcooling Notes

Inlet Streams

Internal Stream	External Stream	Inlet Stage	Transfer Basis	Split
Trim Duty	Trim Duty	28_Main TS	None Req'd	<input type="checkbox"/>
Bottom Steam	Bottom Steam	29_Main TS	P-H Flash	<input type="checkbox"/>
KeroSS_Energy	<< Stream >>	KeroSS_Reb	None Req'd	<input type="checkbox"/>
Diesel Steam	Diesel Steam	3_DieselSS	P-H Flash	<input type="checkbox"/>
AGO Steam	AGO Steam	3_AGOSS	P-H Flash	<input type="checkbox"/>
** New **	<< Stream >>			

Stage Numbering
 Top Down
 Bottom Up
 Edit Trays...
 Split Inlets

Outlet Streams

Internal Stream	External Stream	Outlet Stage	Type	Transfer Basis
Residue	Residue	29_Main TS	L	P-H Flash
Naphtha	Naphtha	Condenser	L	P-H Flash
Off Gas	Off Gas	Condenser	V	P-H Flash
Cond Duty	Cond Duty	Condenser	Q	None Req'd
WasteH2O	WasteH2O	Condenser	W	P-H Flash
Kerosene	Kerosene	KeroSS_Reb	L	P-H Flash
Diesel	Diesel	3_DieselSS	L	P-H Flash
AGO	AGO	3_AGOSS	L	P-H Flash
PA_1_Q-Cooler	<< Stream >>	<empty>	Q	None Req'd
PA_2_Q-Cooler	<< Stream >>	<empty>	Q	None Req'd
PA_3_Q-Cooler	<< Stream >>	<empty>	Q	None Req'd
** New **	<< Stream >>			

dP Top: 0,6000 bar
 P Top: 1,350 bar
 dP Bot:
 P Bot: 2,250 bar

Delete Column Environment... Run Reset Unconverged Update Outlets Ignored

Рисунок 90

Вид страницы Connections стандартного рефлюксного абсорбера по существу идентична первой странице эксперта ввода рефлюксного абсорбера, со схематичной колонной, показывающей питающие и продуктовые потоки. Добавление бокового оборудования к стандартной рефлюксной колонне сделало её нестандартной. Страница Connections поэтому была изменена, чтобы показать в табличном кратком виде всё оборудование, питающие и продуктовые потоки.

Всего колонна имеет 40 теоретических тарелок:

- 29 в основной тарельчатой секции;
- 1 конденсатор для основной секции;
- 9 в боковых стриппингах (3 стриппинга с 3 тарелками каждый);
- 1 ребойлер для керосинового стриппинга.

Схематично имеем 4 тарельчатых секции – одна основная и три стриппинговых.

1.5.5.7. Завершение подключения колонны

Когда были определены потоки на начальной странице эксперта ввода, HYSYS автоматически создал потоки подсхемы колонны с такими же именами. Например, когда поток Bottom Stream был подключён как поток питания, HYSYS создал идентичный поток в подсхеме с именем Bottom Stream. В таблице Inlet Streams на странице Connections потоки главной схемы являются внешними (External Stream), а потоки подсхемы – внутренними (Internal Stream).

Если прокрутить список Inlet Streams, то видно, что паровые потоки стриппингов DieselSteam и AGOSteam являются и внутренними и внешними. Это значит, что эти потоки подключились к созданным ранее потокам главной схемы.

Для целей этого примера не требуется выводить энергетические потоки циркуляционных насосов PA_1_Q-Cooler, PA_1_Q-Cooler и PA_1_Q-Cooler на основную схему, поэтому их ячейки External Stream остаются неопределёнными.

1.5.5.8. Добавление спецификаций колонны

Выберете страницу Monitor. Текущее значение числа степеней равно нулю, колонна готова к расчёту. Однако, перед запуском расчёта колонны заменим две активные спецификации, Waste H₂O Rate и Keross BoilUP Ratio, на следующие:

- Спецификацию оверфлеш для тарелки питания (количество жидкости стекающей в секцию питания с вышележащей тарелки)
- Спецификацию нагрузки ребойлера керосинового стриппинга

1.5.5.9. Добавление спецификации оверфлеш

1. На вкладке **Design** переходим на страницу **Specs**.

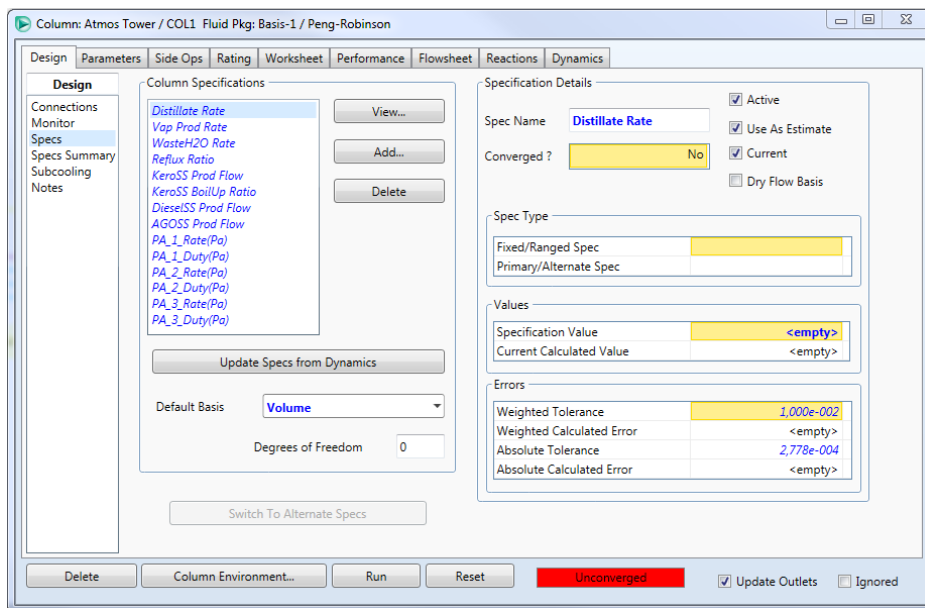


Рисунок 91

2. В группе **Column Specifications** нажимаем кнопку **Add**. Появляется окно **Add Specs**.

3. В качестве типа спецификации выбираем **Column Liquid Flow**.

4. Нажимаем кнопку **Add Spec(s)...** и появляется окно **Liq Flow Spec**.

5. Изменяем имя на **Overflash**.

6. В ячейке **Stage** выбираем **27_Main TS** из выпадающего списка имеющихся тарелок.

Обычное значение оверфлеша составляет 3–5% от общего питания колонны. Возьмём среднее значение 4%, и для 600 м³/ч оверфлеш будет равен 24 м³/ч.

7. В ячейке **Spec Value** введём значение **24**.

8. Закройте окно. Новая спецификация появится в списке **Column Specifications**.

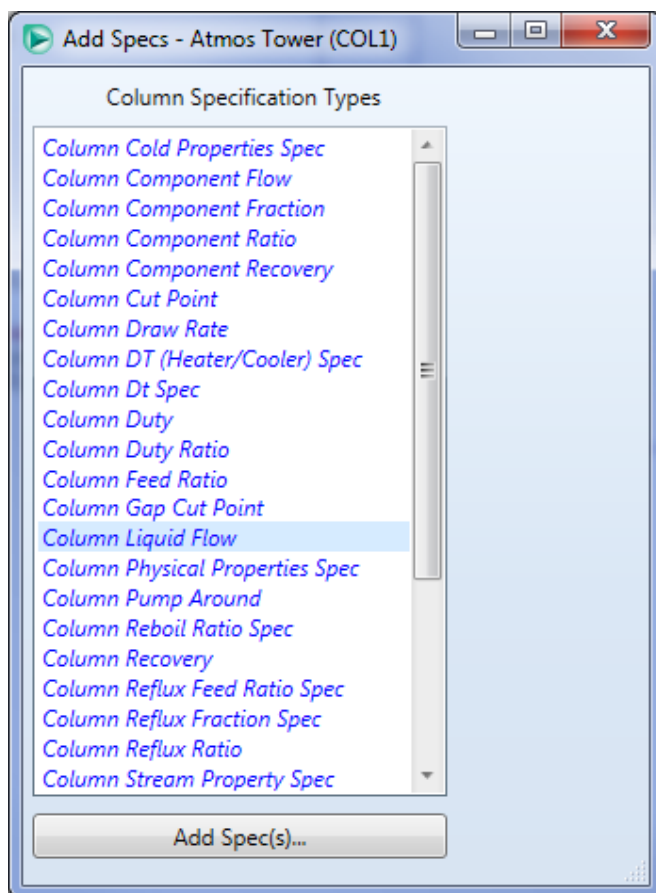


Рисунок 92

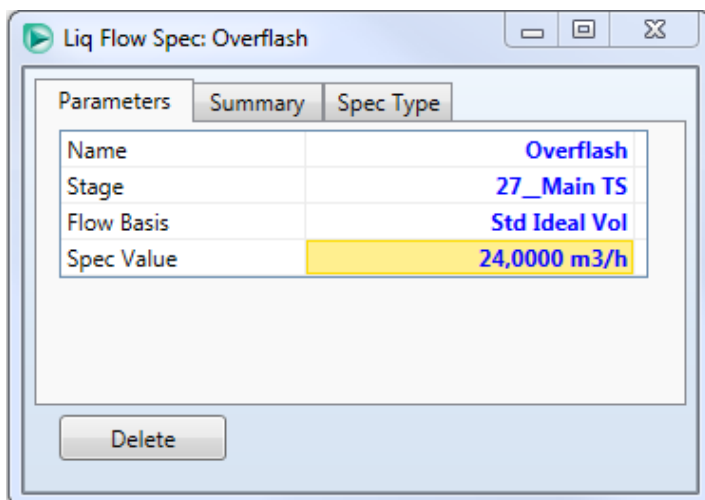


Рисунок 93

1.5.5.10. Добавление спецификации нагрузки

1. Нажмите кнопку **Add** снова для добавления второй новой спецификации.
2. Выберите **Column Duty** из Column Specification Type, затем нажмите кнопку **Add Spec(s)**. Откроется окно Duty Spec.
3. В ячейке **Name** измените имя на **Kero Reb Duty**.
4. В ячейке **Energy Stream** выберите **KeroSS_Energy@COL1** из выпадающего списка.
5. В ячейку **Spec Value** введите **1,9e6 kcal/h**.

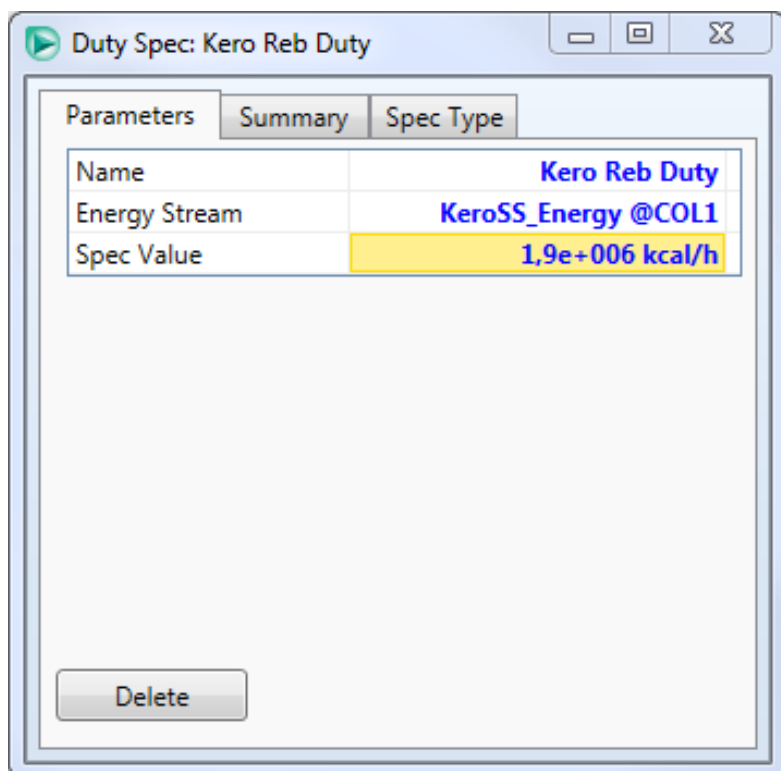


Рисунок 94

6. Закройте окно для возврата на страницу спецификаций колонны. Сформированный список спецификаций колонны выглядит как на рисунке 93.

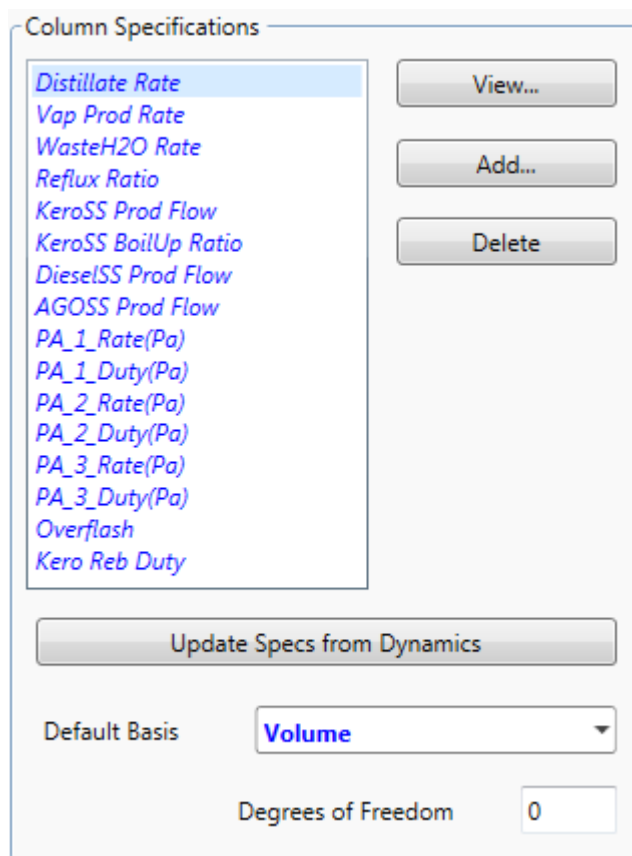


Рисунок 95

1.5.5.11. Запуск расчёта колонны

1. Перейдите на страницу **Monitor** для просмотра таблицы Specifications. Degrees of Freedom равно нулю, и колонна готова к расчёту. Однако, значение спецификации расхода дистиллята должно быть сначала задано. Кроме этого, некоторые спецификации, которые сейчас активны, хотим использовать только как оценочные, и наоборот.

Если колонна начала рассчитываться самостоятельно прежде, чем нажали кнопку Run, щелкните по кнопке Stop и можете изменять активность спецификаций.

Сделайте следующие окончательные изменения для спецификаций:

2. Для спецификации **Distillate Rate** в ячейку **Specified Value** введите **125 м³/ч**.
3. Активируйте спецификацию **Overflash**, поставив галочку в поле **Activ**.
4. Активируйте спецификацию **Kero Reb Duty**.

5. Активируйте спецификацию **Vap Prod Rate**.
6. Деактивируйте спецификацию **Reflux Ratio**.
7. Деактивируйте спецификацию **Waste H2O Rate**.
8. Деактивируйте спецификацию **KeroSS BoilUp Ratio**.

HYSYS начинает рассчитывать и информирует о ходе расчёта, при каждой итерации. Колонна сошлась, как показано на рисунке 94.

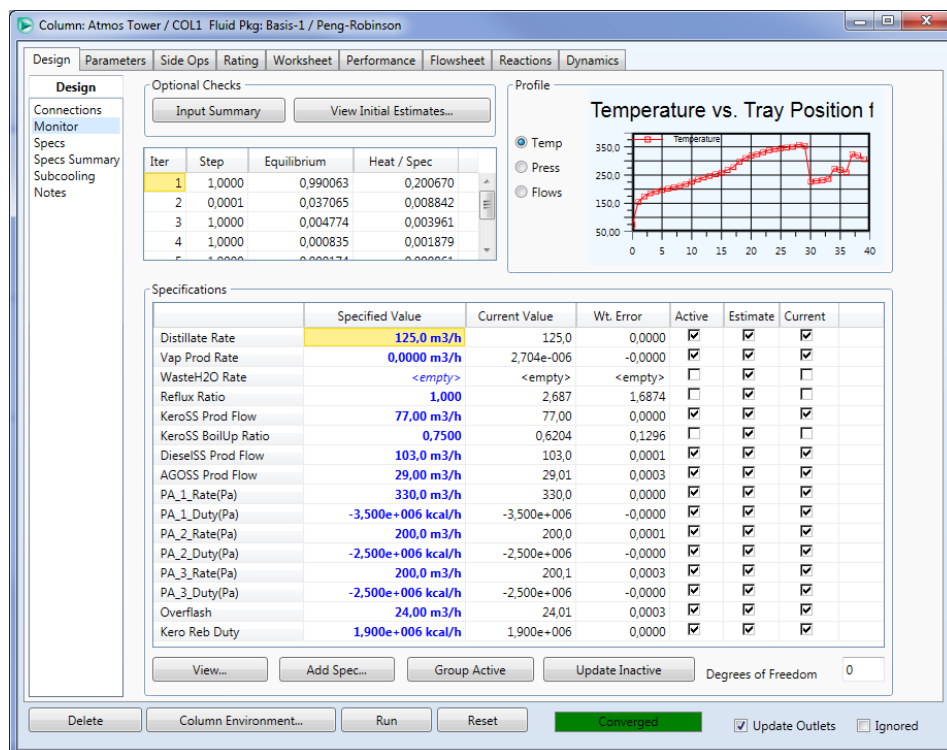


Рисунок 96

Температурный профиль колонны сейчас отражается в верхнем правом углу окна. Для просмотра профиля давления или расхода выберите соответствующий переключатель.

9. Перейдите на вкладку **Performance** и выберите страницу **Column Profiles** или **Feed/Products** для более подробного просмотра полученных результатов.

Страница **Column Profiles** выглядит как на рисунке 97.

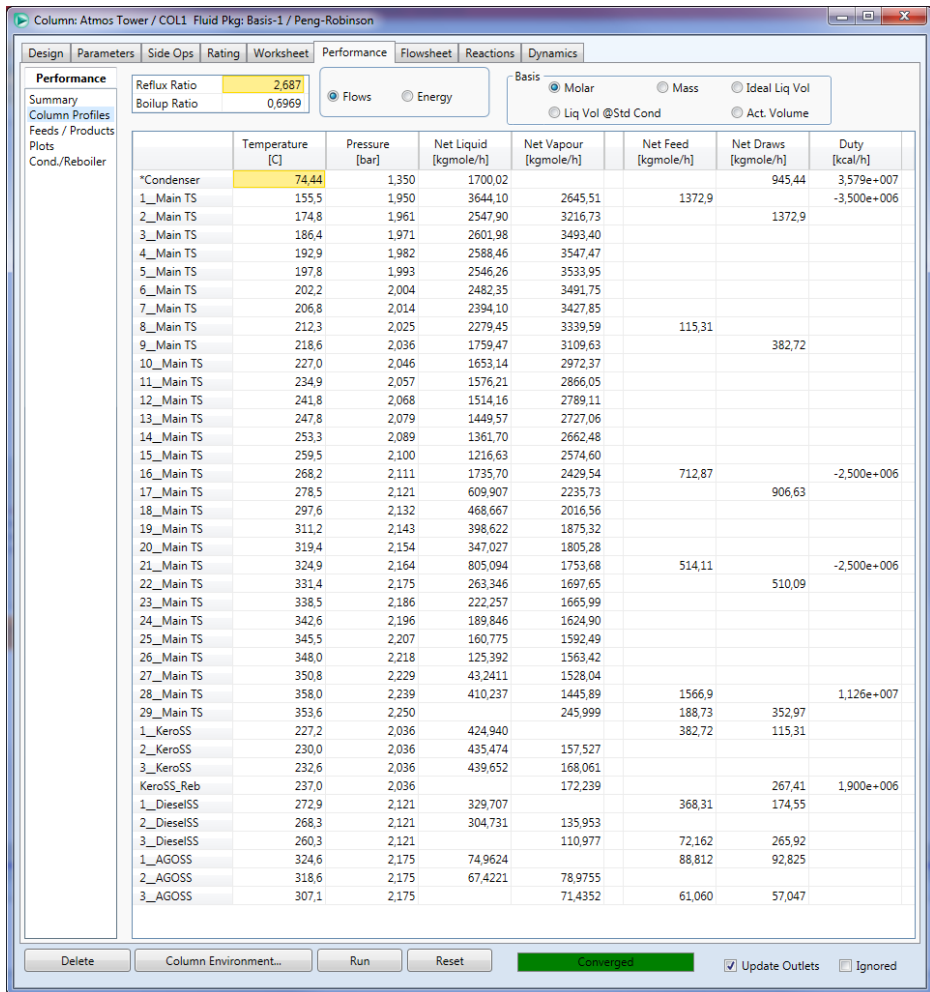


Рисунок 97

На верху окна в группе **Basis** выберите переключатель **Act. Volume** для просмотра расходов пара и жидкости в м³/ч.

1.5.5.12. Просмотр профиля температур кипения продуктовых потоков

Можно посмотреть кривые температур кипения всех продуктовых потоков на одном графике.

1. На вкладке **Performance** выберите страницу **Plots**.

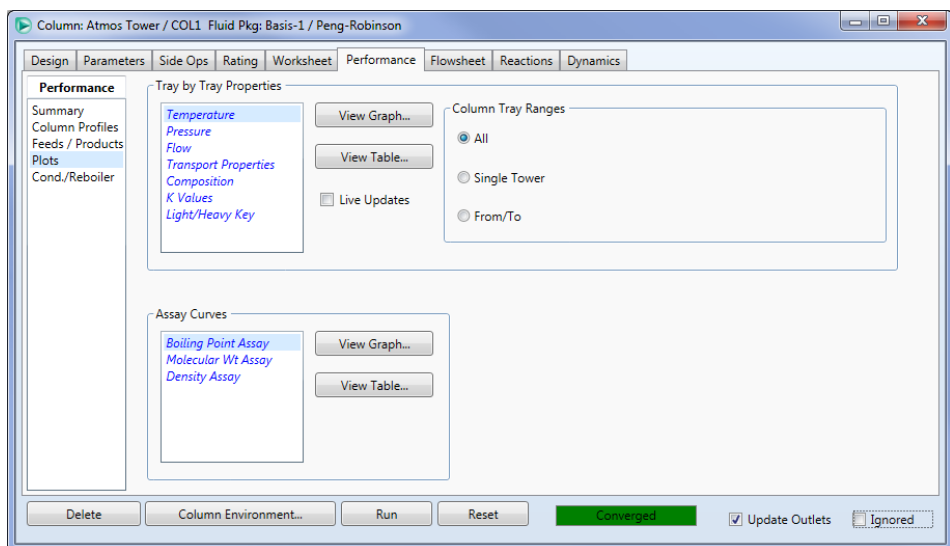


Рисунок 98

2. В группе **Assay Curves** выбираем **Boiling Point Assay**.
3. Нажимаем кнопку **View Graph** и открывается окно **Boiling Point Properties**.

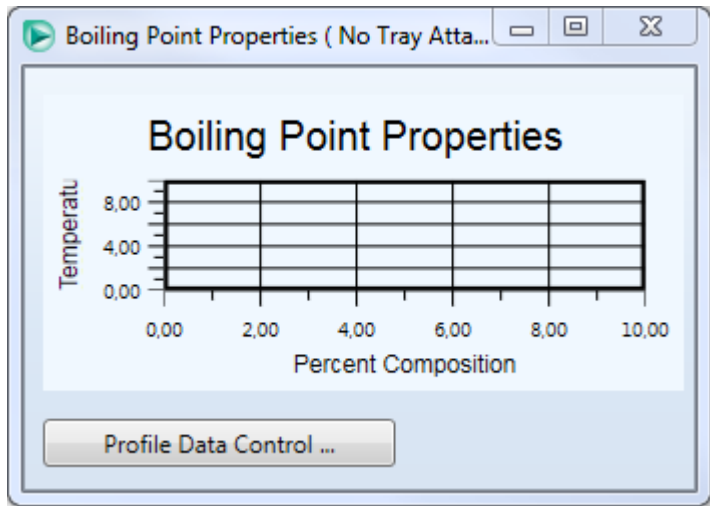


Рисунок 99

4. Нажмите кнопку **Percent Data Control...** и откроется окно **Data Control**.

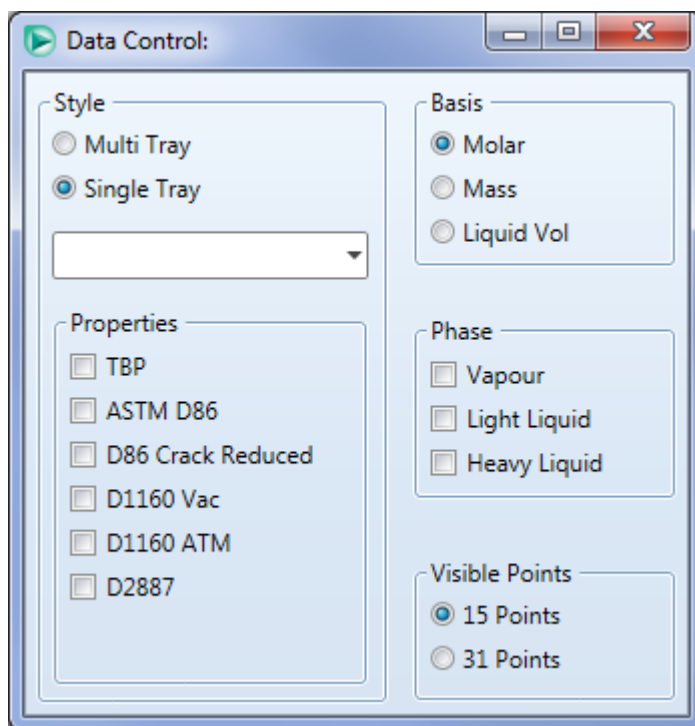


Рисунок 100

5. В группе **Style** выберете **Multi Tray**. Окно Data Control изменилось и стало показывать таблицу с тарелками колонны и окнами для галочек рядом с каждой тарелкой.

Можно посмотреть свойства температурных зависимостей для одной тарелки или для нескольких тарелок. Температурные зависимости для всех тарелок, с которых выводится продукт, представляет интерес для данного примера.

6. Активируйте следующие тарелки, поставив рядом с каждой галочку:

- Condenser (бензин)
- 29_Main TS (мазут)
- KeroSS_Reb (керосин)
- 3_DieselSS (дизельное топливо)
- 3_AGOSS (атмосферный газойль)

Профиль истинных температур кипения (ИТК) для лёгкой жидкой фазы на каждой тарелке можно рассмотреть в объёмных долях.

7. В группе **Style** выберете **TBP** из выпадающего списка под таблицей тарелок.

8. В группе **Basis** выберете **Liquid Vol**.

9. В группе **Phase** поставьте галочку рядом с **Light Liquid**.

10. В группе **Visible Points** оставьте значение **15 Points**. Можно отразить большее количество точек для кривой выбрав 31 Points.

Сформированное окно Data Control будет выглядеть как на рисунке 99.

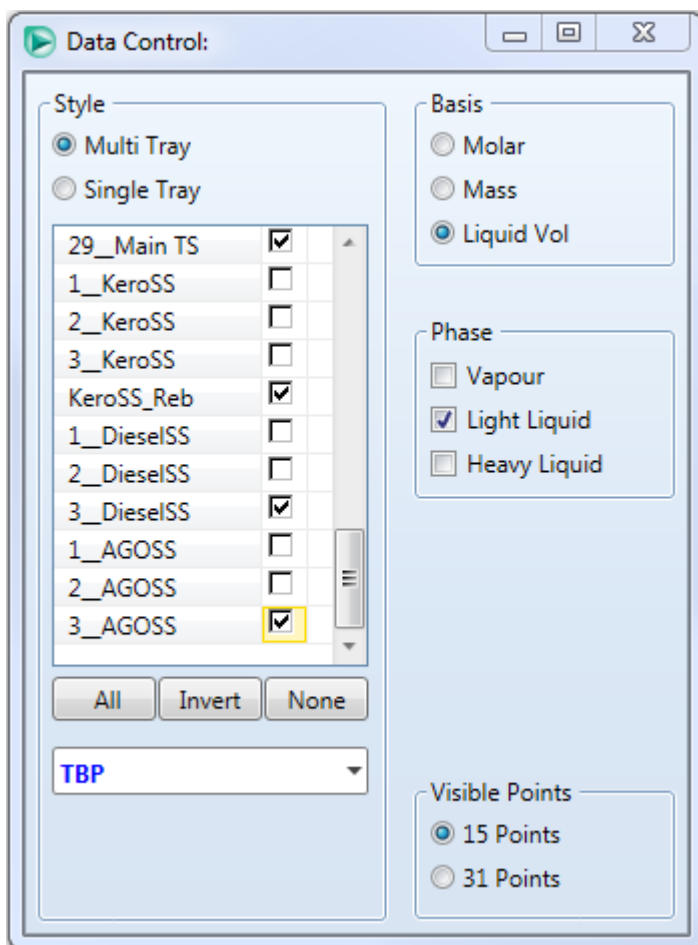


Рисунок 101

11. Закрыв окно Data Control, вернитесь в окно Boiling Point Properties, на котором выведены графики ИТК.

12. Сделайте окно Boiling Point Properties более видимым, нажав на значок **Maximize** в правом верхнем углу или нажмите и потяните границу окна.

Окно Boiling Point Properties должно иметь вид как на рисунке 102.

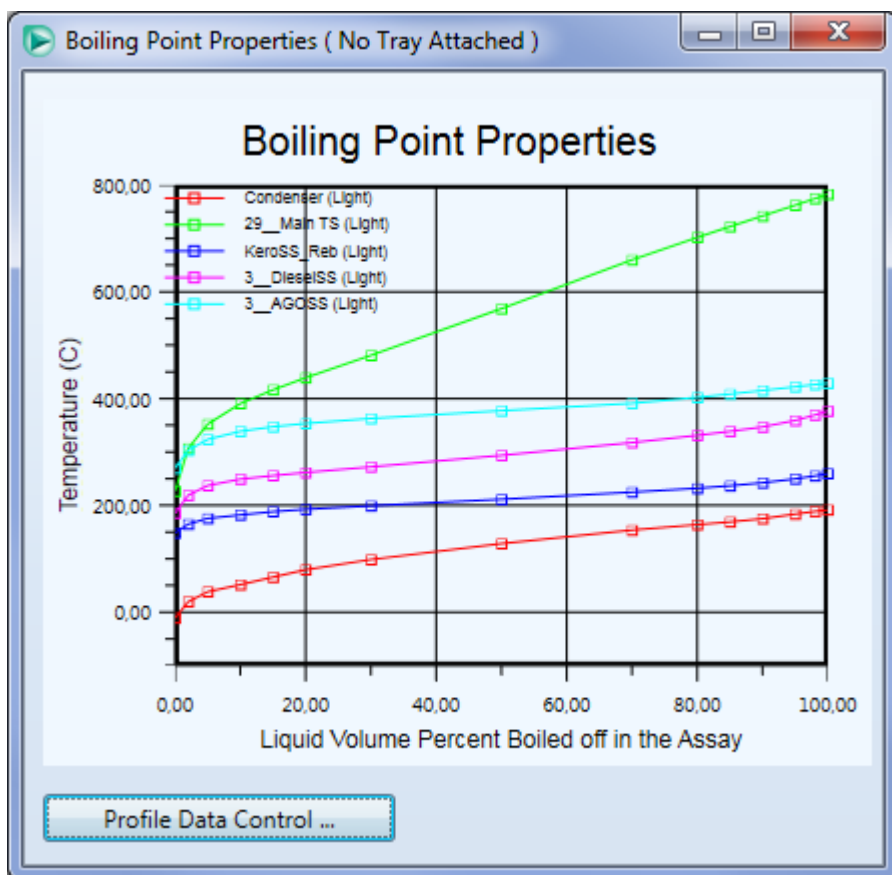


Рисунок 102

Можно переместить легенду, нажав двойным щелчком область внутри графика. Затем нажать и передвинуть легенду на новое место.

13. Когда закончите просматривать график, закройте окно.

1.5.5.13. Переход в подсхему колонны

При рассмотрении колонны можно сфокусироваться только на подсхеме колонны. Для этого войдите в среду колонны.

1. Нажмите кнопку **Column Environment** внизу окна колонны.
 2. В среде колонны можно:
 - посмотреть подсхему колонны PFD
 - посмотреть в рабочей тетради объекты подсхемы колонны
 - открыть окно «внутренней» колонны, нажав на её изображение.
- Это окно по сути такое же как у «внешней» колонны на главной схеме. Подсхема колонны PFD показана на рисунке 103.

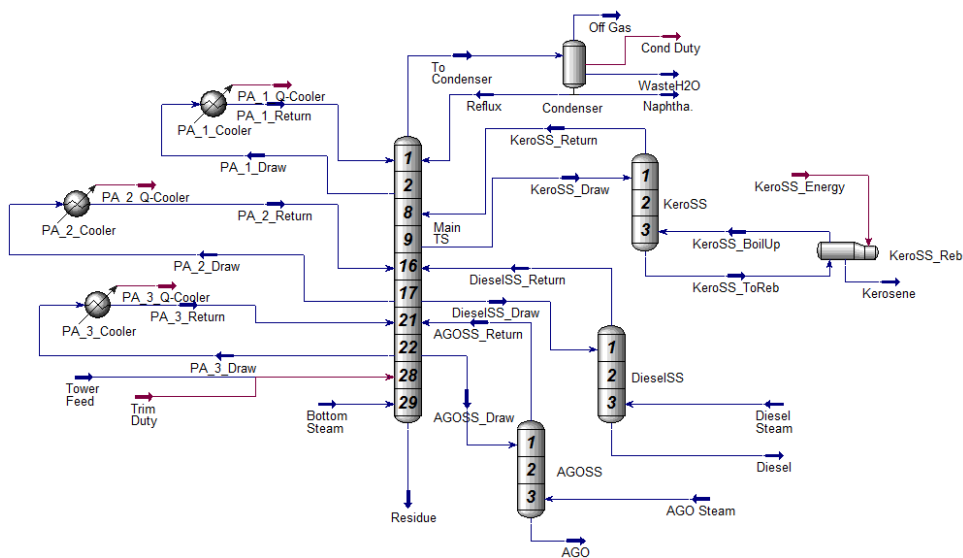


Рисунок 103

1.5.5.14. Настройка PFD колонны

Можно настроить PFD, показанный выше, изменяя размеры колонны и пряча некоторые тарелки колонны для улучшения общей читаемости PFD. Скроем некоторые тарелки основной колонны:

1. На ленте во вкладке **View**, в группе **Zoom** нажмите **Zoom to Fit** для расположения всех операторов в видимой части окна.
2. Правой кнопкой мыши проинспектируйте изображение колонны. Появится меню инспекции объекта.
3. Выберите **Show Trays...** из меню. Откроется окно **Stage Visibility**.
4. В группе **Tray Section Representation** переключитесь на **Selected Expansion**.
5. Нажмите кнопку **Check All**.
6. Скройте тарелки 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 24, 25 и 26 убрав галочку в графе Show напротив указанных тарелок.
7. Закройте окно Stage Visibility и вернитесь в PFD. Маршруты некоторых потоков на PFD могут быть неподходящие. На следующем шаге улучшим расположение потоков.
8. На ленте, во вкладке **Flowsheet/Modify**, в группе **Flowsheet** нажмите **Auto Position All** и HYSYS перестроит PFD логическим образом.

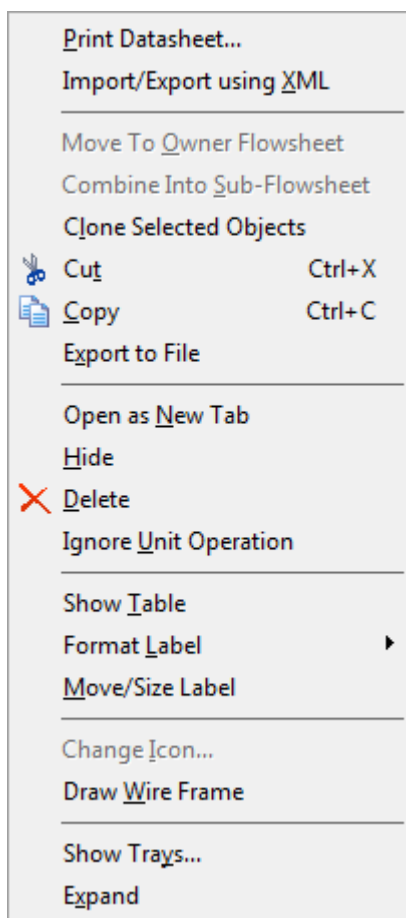


Рисунок 104

1.5.5.15. Увеличение значков

Следующей задачей настройки PFD будет увеличение значка основной колонны.

1. Нажмите на значок основной тарельчатой секции (Main TS).
2. На ленте, во вкладке **Flowsheet/Modify**, в группе **Flosheet** нажмите **Size** и рамка, с восьмью ручками для изменения размеров, появится вокруг значка.
3. Расположите курсор на ручке, расположенной справа посередине, и курсор изменит вид, показывая направления изменения размеров значка.
4. Нажмите и потащите вправо курсор. Появится линия, показывающая новый размер значка.

5. Когда линия покажет новый размер значка примерно в два раза больше начального, отпустите кнопку мыши. Значок тарельчатой секции примет новый размер.

6. Нажмите на ленте **Size** для выхода из режима изменения размеров значков.

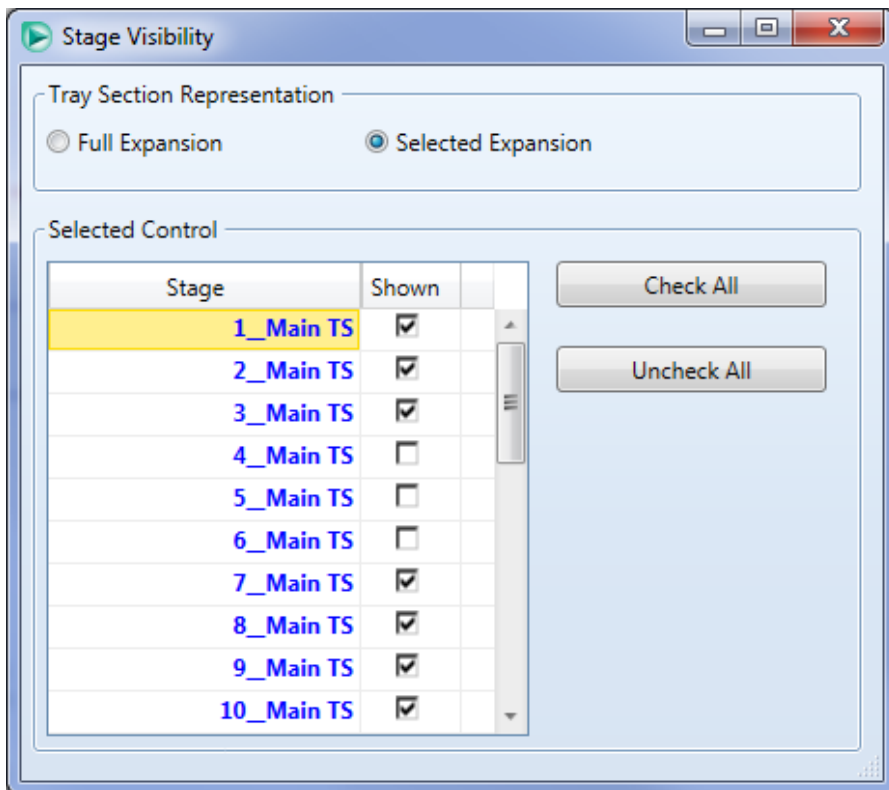


Рисунок 105

Последней задачей настройки PFD будет перемещение некоторых потоков и названий операторов таким образом, что бы они не накладывались друг на друга.

7. Нажмите на значок, который хотите переместить, или его название.

8. Правой кнопкой проинспектируйте и выберите **Move/Size Label**.

9. Переместите название на новое место, нажав и переместив его мышкой, или при помощи стрелок на клавиатуре.

10. Для просмотра рабочей тетради колонны нажмите **Workbook** на панели навигации.

Flowsheet CO11 - Solver Active - Workbook								
Material Streams	P,T,Flow	Compositions	Energy Streams	Unit Ops				
Name	Preheat Crude...	Bottom Steam...	Diesel Steam...	AGO Steam @...	PreFlashVap...	PreFlashLiq. @...	Hot Crude @...	Tower Feed @...
Temperature [C]	230,0	190,0	150,0	150,0	230,0	230,0	340,0	335,7
Pressure [bar]	5,198	10,00	3,500	3,500	5,198	5,198	4,498	4,498
Molar Flow [kgmole/h]	1567	188,7	72,16	61,06	148,8	1418	1418	1567
Liquid Volume Flow [m3/h]	600,0	3,407	1,303	1,102	27,79	572,2	572,2	600,0
Mass Flow [kg/h]	4,701e+005	3400	1300	1100	1,906e+004	4,510e+005	4,510e+005	4,701e+005
Name	Off Gas @Main	Naphtha. @M...	WasteH2O @...	Residue @Main	Kerosene @M...	Diesel @Main	AGO @Main	** New **
Temperature [C]	74,45	74,44	74,44	353,6	237,0	260,3	307,1	
Pressure [bar]	1,350	1,350	1,350	2,250	2,036	2,121	2,175	
Molar Flow [kgmole/h]	2,602e-005	632,6	312,9	353,0	267,4	265,9	57,05	
Liquid Volume Flow [m3/h]	2,704e-006	125,0	5,648	266,1	77,00	103,0	29,01	
Mass Flow [kg/h]	1,764e-003	8,677e+004	5636	2,243e+005	5,729e+004	7,902e+004	2,288e+004	

Рисунок 106

11. Когда закончите работать в среде колонны, для возврата в главную схему перейдите в PFD и на ленте, во вкладке **Flowsheet/Modify**, в группе **Hierarchy** нажмите **Go to Parent**.

На PFD должен быть вид схемы как на рисунке 107.

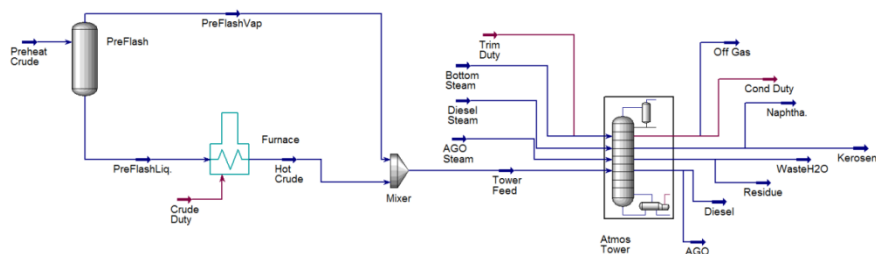


Рисунок 107

1.6. Просмотр и анализ результатов

1. Откройте рабочую тетрадь для просмотра полученных результатов расчёта основной схемы. Выбрав **Workbook** на панели навигации, увидим вкладку Material Streams.

Flowsheet Main - Solver Active - Workbook								
Material Streams	P,T,Flow	Compositions	Energy Streams	Unit Ops				
Name	Preheat Crude	Bottom Steam	Diesel Steam	AGO Steam	PreFlashVap	PreFlashLiq.	Hot Crude	Tower Feed
Temperature [C]	230,0	190,0	150,0	150,0	230,0	230,0	340,0	335,7
Pressure [bar]	5,198	10,00	3,500	3,500	5,198	5,198	4,498	4,498
Molar Flow [kgmole/h]	1567	188,7	72,16	61,06	148,8	1418	1418	1567
Liquid Volume Flow [m3/h]	600,0	3,407	1,303	1,102	27,79	572,2	572,2	600,0
Mass Flow [kg/h]	4,701e+005	3400	1300	1100	1,906e+004	4,510e+005	4,510e+005	4,701e+005
Name	Off Gas	Naphtha.	WasteH2O	Residue	Kerosene	Diesel	AGO	** New **
Temperature [C]	74,45	74,44	74,44	353,6	237,0	260,3	307,1	
Pressure [bar]	1,350	1,350	1,350	2,250	2,036	2,121	2,175	
Molar Flow [kgmole/h]	2,602e-005	632,6	312,9	353,0	267,4	265,9	57,05	
Liquid Volume Flow [m3/h]	2,704e-006	125,0	5,648	266,1	77,00	103,0	29,01	
Mass Flow [kg/h]	1,764e-003	8,677e+004	5636	2,243e+005	5,729e+004	7,902e+004	2,288e+004	

Рисунок 108

1.6.1. Применение навигатора объектов

Теперь, когда получены результаты, можно просмотреть рассчитанные свойства конкретного потока или оператора. Навигатор объектов позволяет получить быстрый доступ к окнам любого потока или оператора в любое время в процессе моделирования.

1. Откройте навигатор одним из следующих способов:

- Нажмите **F3**

• На ленте, во вкладке **Flowsheet/Modify**, в группе **Tools** нажмите **Find Object**

• Проинспектируйте правой кнопкой мыши свободное место на PFD и выберите **Select Object...** При открытом меню инспекции можно нажать **S**

Откроется окно навигатора объектов.

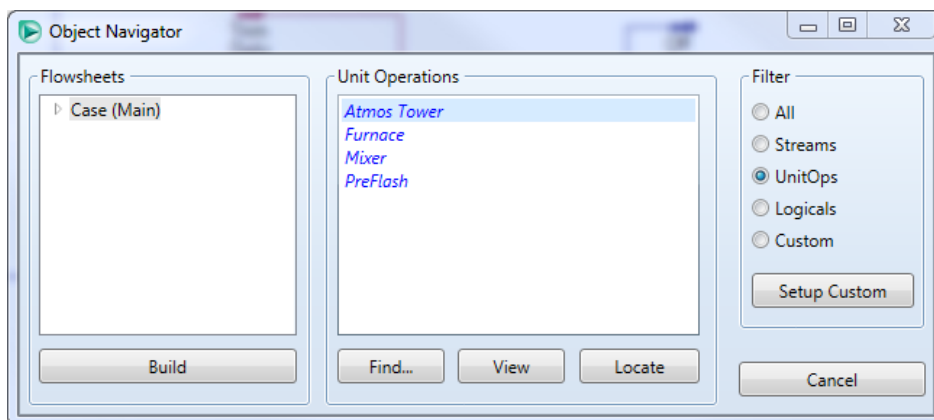


Рисунок 109

В группе **Filter** выбрана селективная кнопка **UnitOps**, поэтому в списке **Unit Operations** выведены только операторы аппаратов. Для открытия окна оператора выделите его в списке и нажмите кнопку **View**, или нажмите двойным щелчком. Тип отражаемых объектов изменяется выбором кнопок в группе **Filter**. Например, для вывода всех потоков и операторов, переключите на **All**.

Выбрать объект можно при помощи кнопки **Find...** Когда появится окно **Find Object**, введите имя объекта и нажмите кнопку **OK**.

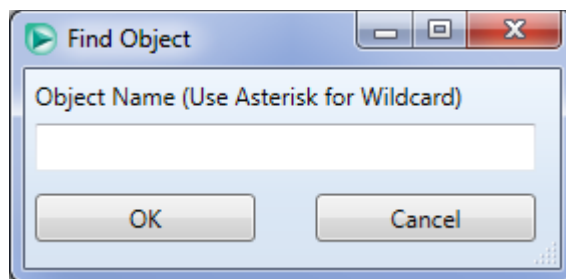


Рисунок 110

HYSYS откроет окно объекта, чьё имя ввели. Можно начать или закончить строку поиска звёздочкой (*), которая выступает в качестве символа подстановки. Это позволяет найти несколько объектов за один приём. Например, поиск VLV* откроет окна всех объектов, у которых имя начинается с VLV.

1.7. Инсталляция утилиты Boiling Point Curves

Ранее профиль температур кипения продуктовых потоков просматривали, используя страницу Plots окна колонны. Также посмотреть температуры кипения продуктового потока в HYSYS можно с помощью утилиты Boiling Point Curves.

Создадим утилиту температурной кривой для керосиновой фракции.

1. Откройте навигатор одним из описанных выше методов.
2. Выберите селективную кнопку **Streams**.
3. Прокрутите список и выделите **Kerosene**.
4. Нажмите кнопку **View** и откроется окно керосинового потока.
5. На вкладке **Attachments** перейдите на страницу **Analysis**.
6. Нажмите кнопку **Create...** Появится окно Available Stream Analysis, предоставляющая список утилит.
7. Находим Boiling Point Curves и выполняем следующее:
 - Выделяем **Boiling Point Curves** и нажимаем кнопку **Add**
 - Делаем двойной щелчок на Boiling Point Curves
8. HYSYS создаёт утилиту и открывает ее окно. Если этого не произошло, то на вкладке Attachments, странице Analysis, в группе Attached Stream Analysis выделите утилиту Boiling Point Curves-Kerosene и нажмите кнопку View...
9. На вкладке **Design**, странице **Connections** изменяем в ячейке **Name** имя, с назначенного по умолчанию, на **Kerosene BP Curves**.
10. Устанавливаем в ячейке **Basis** единицу измерения **Liquid Volume**, выбрав её из выпадающего списка.

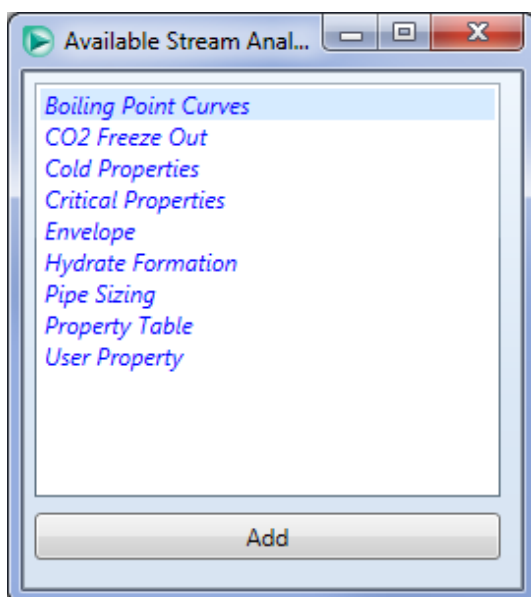


Рисунок 111

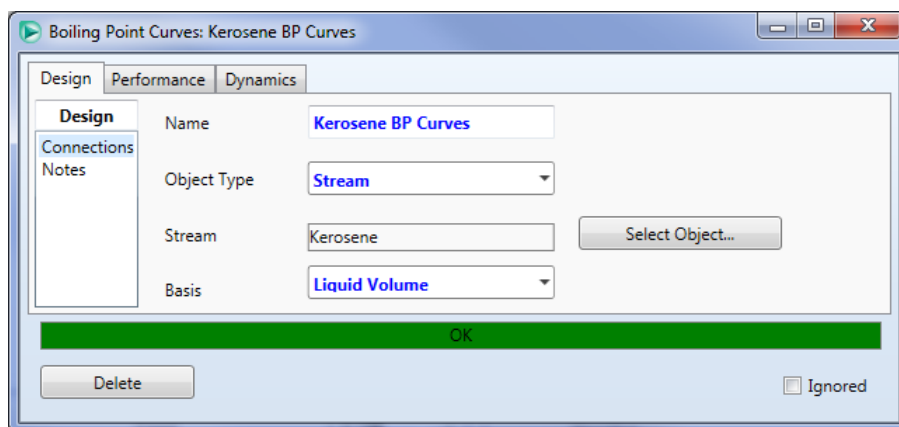


Рисунок 112

Утилита является отдельным объектом. Если её удалить, то это не повлияет на поток. Так же, если удалить поток, то утилита остаётся, но не отражает ни какой информации, до тех пор, пока не прикрепите другой поток с помощью кнопки **Select Object**.

11. Перейдя на вкладку **Performance**, страницу **Results** можно посмотреть ИТК в табличном виде. Начало кипения 148,7°C, а конец – 259,5°C. Этот предполагаемый диапазон кипения незначительно шире, чем идеальный диапазон, заданный для керосина при характеристике нефти, от 180 до 240°C (рисунок 30).

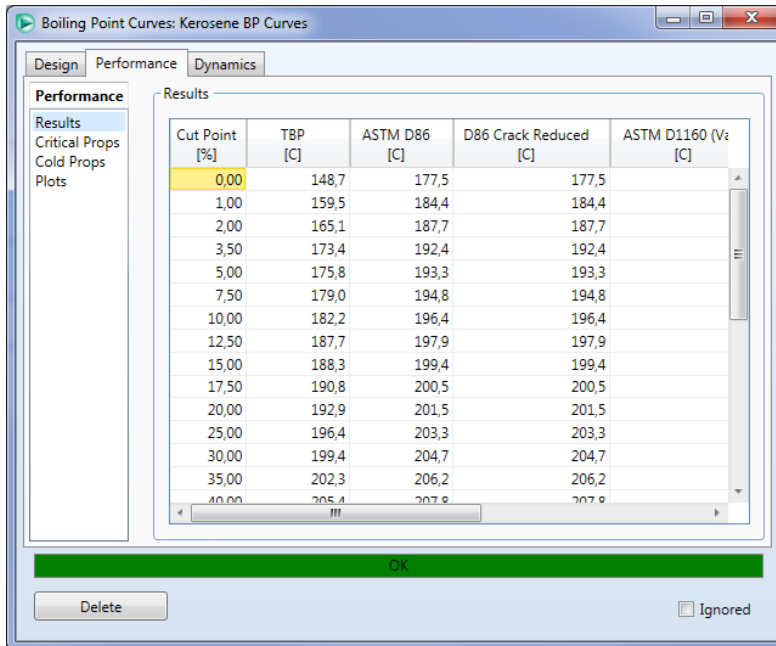


Рисунок 113

12. На вкладке **Performance**, страница **Plots** информация представлена в графическом виде.

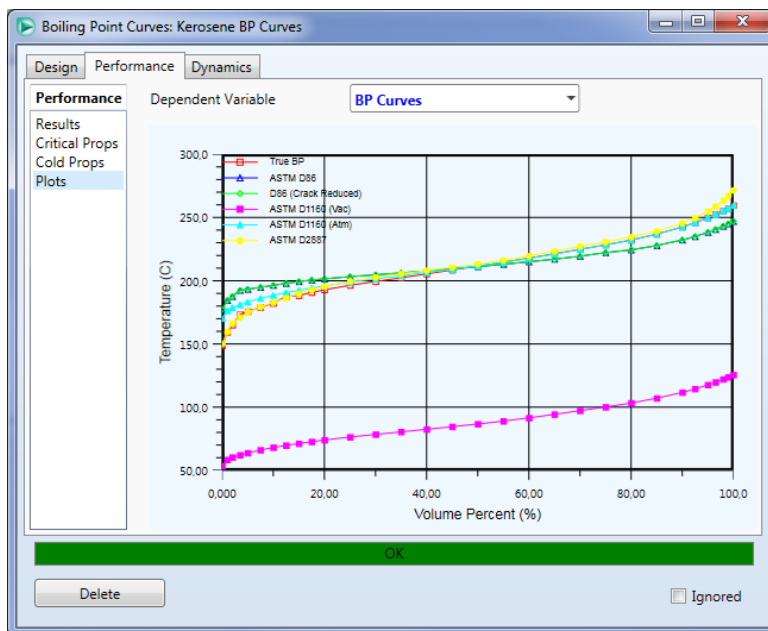


Рисунок 114

13. Когда откроете окно Plots, легенда графика будет расположена на графике. Для перемещения легенды двойной клик сделайте на любом месте графика и нажмите и переместите легенду на новое место. Для лучшего чтения графика разверните, или измените размеры окна.

14. Когда закончите просмотр Boiling Point Curves, закройте окно.

1.7.1. Инсталляция второй утилиты Boiling Point Curves

Существует также другой способ инсталляции утилиты, который будет представлен в этом параграфе.

1. На панели навигации выберите **Stream Analysis**. Появится соответствующая новая вкладка, на которой будет отображена ранее созданная утилита Kerosene BP Curves.

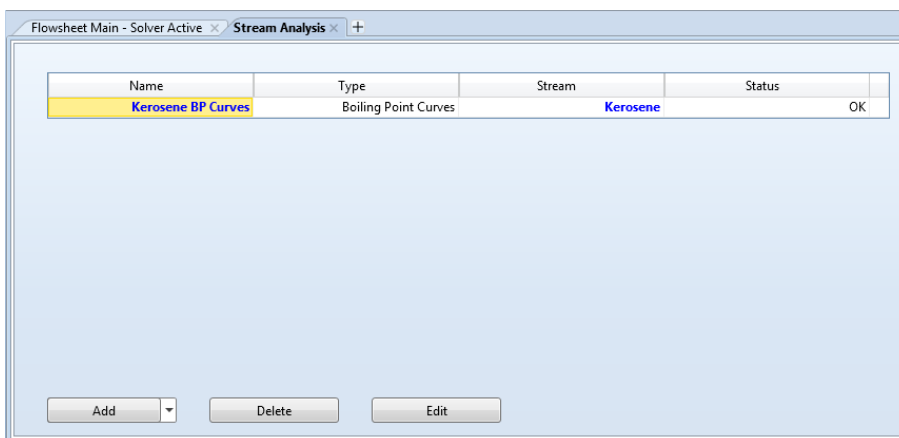


Рисунок 115

2. Внизу окна, справа от кнопки **Add** открываем выпадающий список и выбираем **Boiling Point Curves**. Открывается окно **Select Process Stream**.

3. В группе **Object** выбираем **Residue** и нажимаем **OK**. В таблице вкладки Stream Analysis создана новая строка Boiling Point Curves-Residue.

4. Двойным кликом на имени новой утилиты открываем её окно.

5. В поле **Name** измените имя на **Residue BP Curves**.

6. В поле **Basis** должен установлен **Liquid Volume**, выбираемый из выпадающего списка.

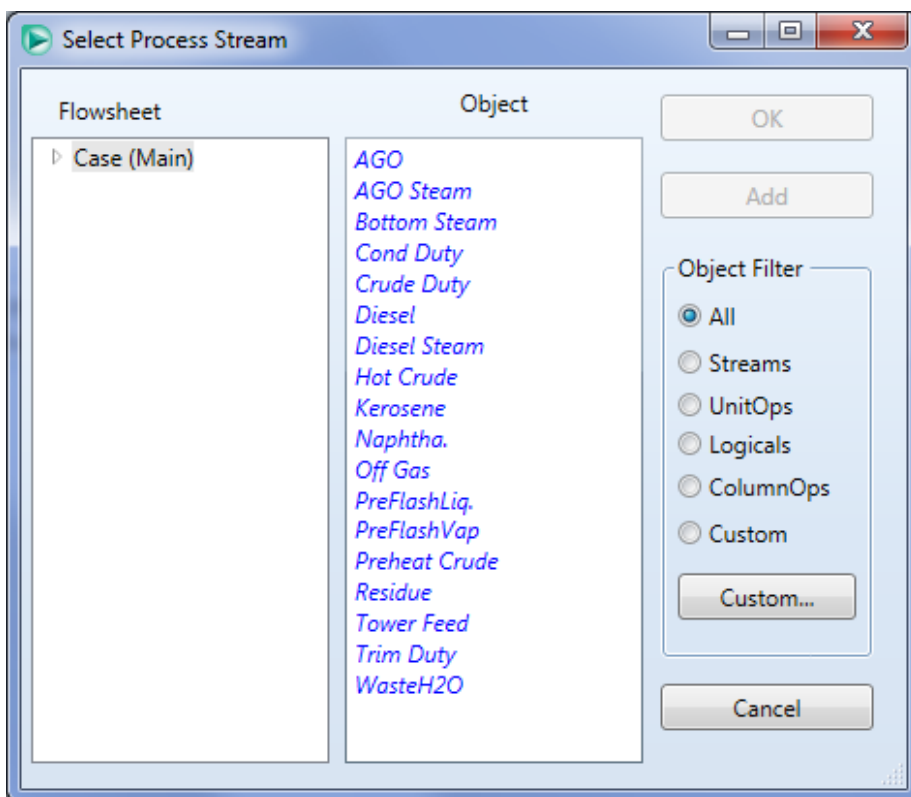


Рисунок 116

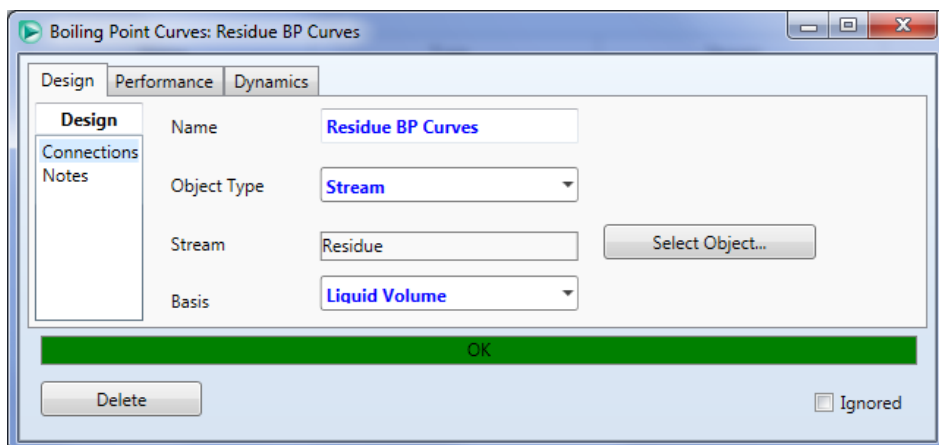


Рисунок 117

7. Полученный результат расчётов, можно посмотреть на вкладке **Performance**.
8. Закройте окно утилиты.

Cut Point [%]	TBP [C]	ASTM D86 [C]	D86 Crack Reduced [C]	ASTM D1160 (V. [C]
0,00	226,8	247,4	247,4	
1,00	273,2	273,8	269,7	
2,00	307,0	296,6	290,4	
3,50	334,7	317,0	308,3	
5,00	352,4	330,8	319,9	
7,50	373,9	348,3	333,9	
10,00	390,9	362,6	344,7	
12,50	404,7	374,5	353,3	
15,00	416,5	384,9	360,4	
17,50	428,2	395,1	367,2	
20,00	439,2	405,1	373,5	
25,00	460,4	424,3	384,8	
30,00	481,2	443,2	395,0	
35,00	502,6	462,7	404,6	
40,00	524,3	482,5	413,4	

Рисунок 118

1.7.2. Применение Case Studies

Case Studies предоставляет удобный способ изучить более подробно технологическую схему. С её помощью можно контролировать ключевые переменные при различных сценариях процесса и просмотреть результаты в табличном или графическом виде.

Допустим, нам необходимо исследовать влияние, такой характеристики колонны, как оверфлеш, на следующие параметры:

- температуру кипения 5% об. на кривой разгонки мазута по ASTM D1160 (вак.);

- количество тепла энергетического потока Trim Duty;
- флегмовое число колонны.

Оверфлеш является спецификацией подсхемы колонны и её нельзя использовать в качестве независимой переменной. Сделаем независимой переменной количество тепла энергетического потока Trim Duty.

1. Откройте окно колонны **Atmos Tower**.
2. На странице **Monitor**, вкладки **Desing** в таблице **Specifications** у спецификации **Overflash** уберите галочку в столбце **Active**. При дезак-

тивации спецификации строка состояния внизу окна должна поменять статус и стать Unconverged (красный цвет).

3. Закройте окно колонны.
4. Откройте окно энергетического потока **Trim Duty**.
5. На вкладке **Stream** в таблице **Properties** задайте значение **Heat Flow** равное $1,126 \times 10^7$ ккал/час. Статус окна стал ОК (зелёный цвет).

С вводом значения энергетическому потоку, число степеней свободы колонны уменьшилось, и количество активных спецификаций стало равно числу степеней свободы. Статус колонны стал ОК (зелёный цвет).

При наличии одной из независимых переменных начнём исследование.

1. На ленте, во вкладке **Home**, в группе **Analysis** нажмите значок **Case Studies**. Откроется соответствующая вкладка.

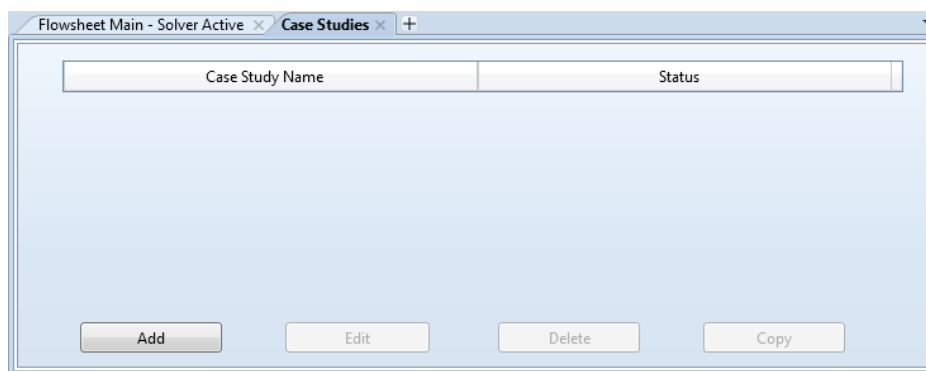


Рисунок 119

2. Для создания исследования нажмите кнопку **Add**.
3. Перейдём к заданию переменных. Нажмите **Add**.
4. В открывшемся окне **Variable Navigator** в группе **Object Filter** выберите селективную кнопку **UnitOps**. В списке объектов будут отражаться аппараты.
5. В списке **Object** выберите **Atmos Tower** и справа отразится список доступных переменных.
6. В списке **Variable** выберите **Reflux Ratio**.

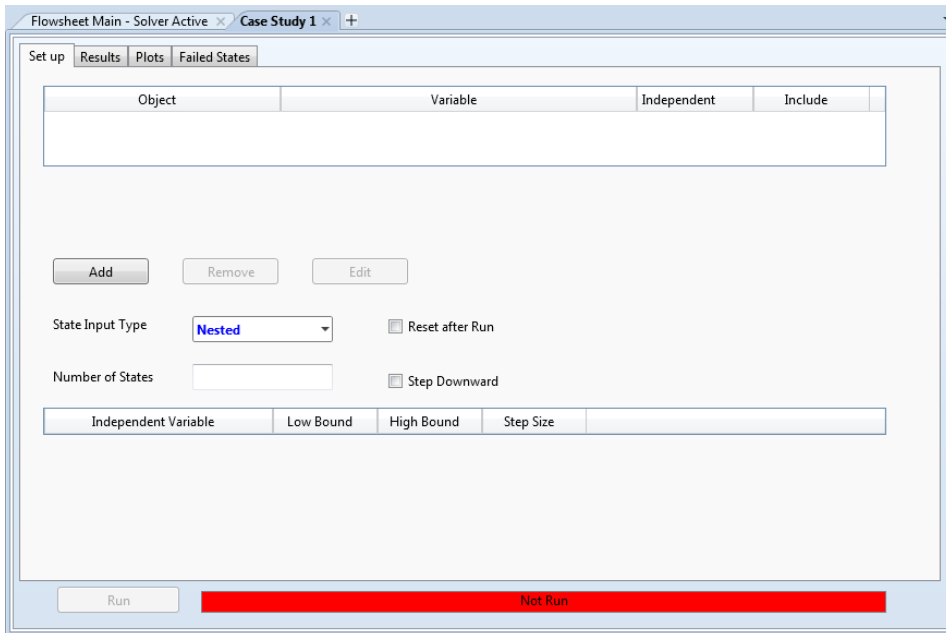


Рисунок 120

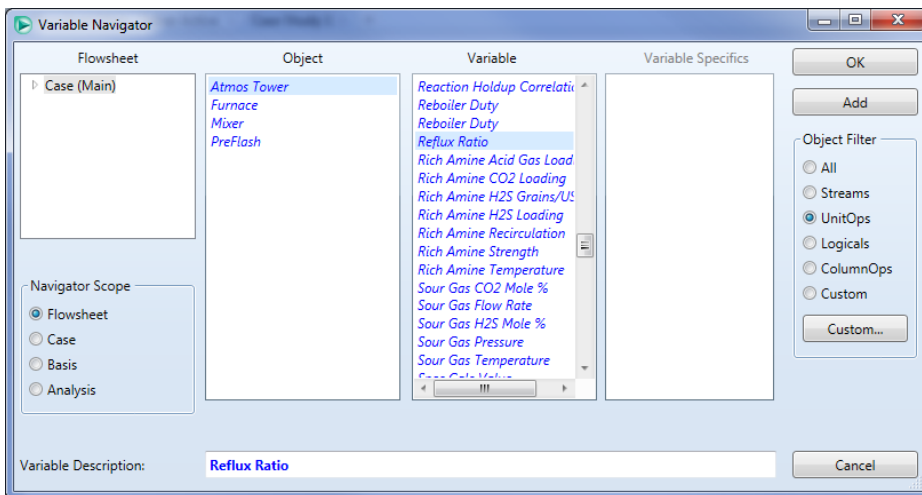


Рисунок 121

7. Нажмите кнопку **Add**. В Case Study 1 на вкладке Set up в таблице появится первая переменная.

8. Для добавления следующей переменной переключите в группе **Object Filter** селективную кнопку на **Streams**. В списке объектов будут отражены только потоки.

9. В списке **Object** выберите **Trim Duty**. В появившемся списке доступных переменных **Variable** отметьте **Heat Flow**.

Имя переменной отразится в поле Variable Description. Можно задать любое имя для описания переменной.

10. Перейдите в поле **Variable Description** и удалите название по умолчанию. Введите свое описание, например **Trim Duty**. Нажмите **Add**.

11. Для ввода третьей переменной в группе **Navigator Score** переключитесь на селективную кнопку **Analysis**.

12. В списке **Object** выберите **Residue BP Curves**.

13. В списке **Variable** выберите **ASTM D1160 – Vac**.

14. В списке **Variable Specifics** выберите **Cut Pt-5.00%**.

15. В поле **Variable Description** измените имя на **ASTM 1160 – Vac 5% Residue**.

16. Нажмите **Add**.

17. Для ввода переменной оверфлеш в группе **Navigator Scope** переключитесь на **Flowsheet**, а в группе **Object Filter** на **UnitOps**.

18. В списке **Flowsheet** раскройте главную схему, нажав треугольник слева от **Case (Main)**. Перейдите в подсхему колонны **Atmos Tower (COL1)**.

19. В списке **Object** выберите **Main TS @COL1**.

20. В списке **Variable** выберите **Stage Liq Net Liq Volume Flow**.

21. В списке **Variable Specifics** выберите **27_Main TS**.

22. В поле **Variable Description** измените имя на **Overflash**.

23. Нажмите **Add** и **Close**.

24. Сформированный список переменных будет выглядеть как нижележащем рисунке.

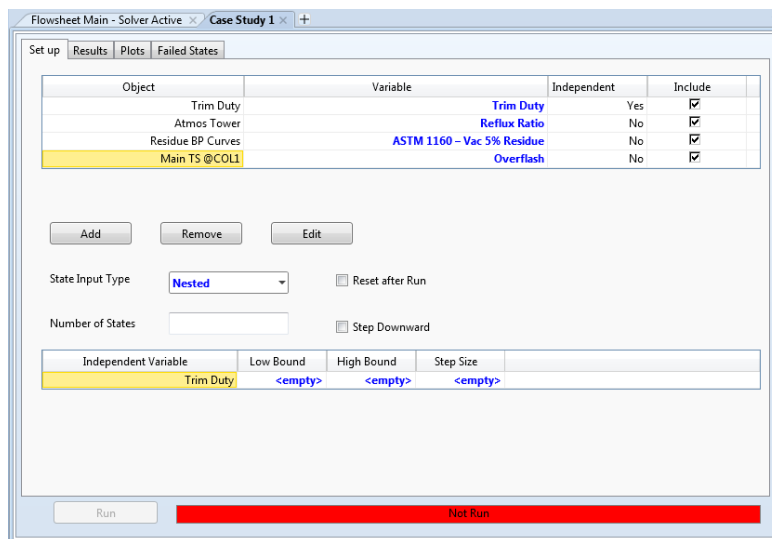


Рисунок 122

25. Для единственной независимой переменной задайте значения интервала исследования и шага, как на следующем рисунке.

Independent Variable	Low Bound	High Bound	Step Size
Trim Duty	1,100e+007	1,500e+007	5,000e+005

Рисунок 123

26. Нажмите **Run**.

27. Для просмотра результатов расчёта перейдите на вкладку **Results**. Более компактный вид таблицы можно получить, выбрав кнопку **Transpose Table**.

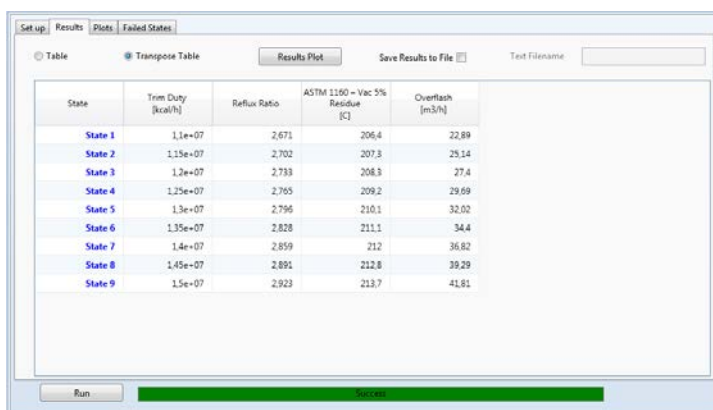


Рисунок 124

28. Просмотреть результаты исследования в графическом виде можно на вкладке **Plots**. Зависимость флегмового числа от оверфлеша представлена на рисунке. Для ее построения поставили галочку в **Plot Dependent Variables** и указали соответствующие переменные для осей.

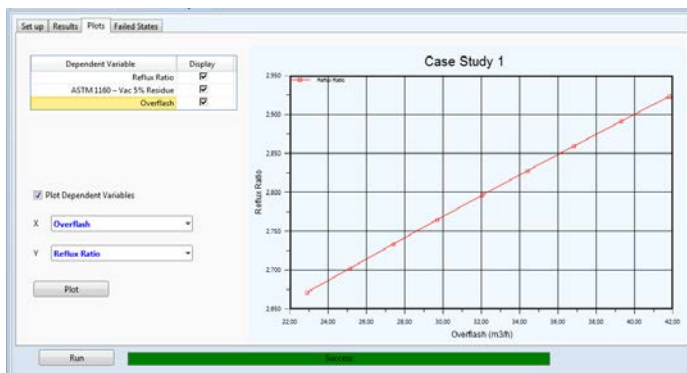


Рисунок 125

2. ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В разделе динамического моделирования рассмотрим только сырьевую колонну. Участок предварительного подогрева удаляется из технологической схемы, и только сырьевая колонна из стационарной модели преобразуется в динамическую.

Основная цель этого раздела предоставить методику преобразования стационарной модели колонны в динамическую колонну. В разделе изложен один из способов подготовки стационарной модели для динамического режима. Однако, можно применить динамический помощник для задания спецификаций давления, размеров оборудования, и/или добавления вспомогательного оборудования на технологической схеме.

Пройдём последовательно через все этапы, необходимые для добавления динамической функциональности к стационарной модели переработки нефти. Для помощи в ориентировании в подробностях процедуры, были установлены для этого раздела следующие шаги.

1. Получить упрощённую стационарную модель для преобразования в динамическую.
2. Использовать утилиту для определения параметров тарелки с целью расчёта размеров колонны и боковых погонов тарельчатые секции.
3. Инсталлировать и определить соответствующие контроллеры.
4. Добавить соответствующие спецификаций давление-расход.

2.1. Упрощение стационарной модели

В этом разделе удалим участок предварительного подогрева в стационарной модели. Дополнительная цель этого примера – произвести перевод модели в динамическую без динамического помощника.

1. Нажмите **F4** для вывода палитры объектов.
2. В меню **File** выберите **Options** для вызова окна Simulation Options.
3. На странице **Simulation** в разделе **Dynamics – Assistant** удалите галочку у **Set Dynamic Stream Specification in the Background**.

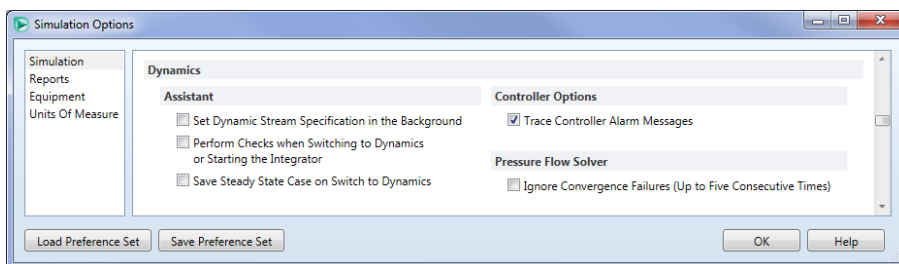


Рисунок 126

4. На странице **Units Of Measure** в разделе **Available Units Sets** выбираем **SI**.

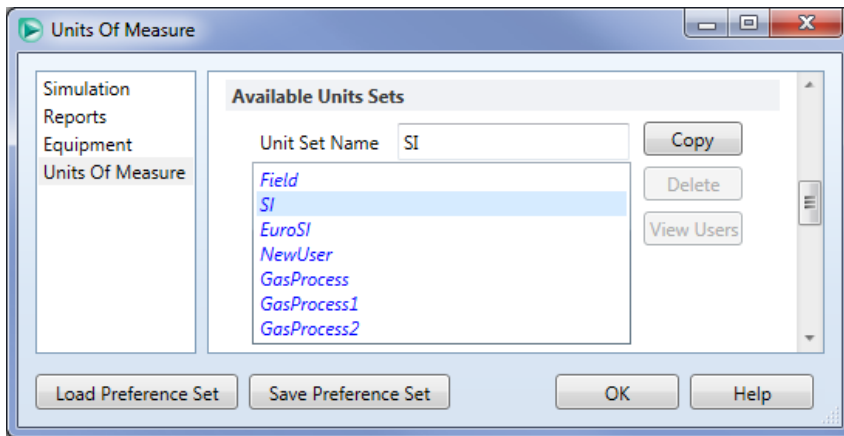


Рисунок 127

5. Закрываем окно опций и переходим в PFD.

6. Двойным щелчком на знаке материального потока на палитре объектов создаём поток и открываем его окно.

7. В ячейке **Stream Name** печатаем **Store**. Этот поток будем использовать для хранения информации из потока Tower Feed.

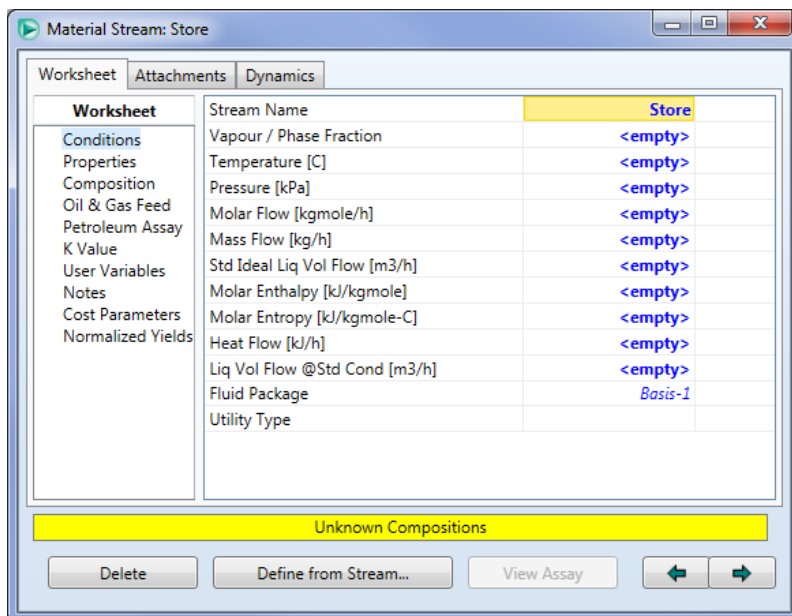


Рисунок 128

8. В окне **Material Stream: Store** нажмите **Define from Stream...**
Откроется окно **Spec Stream As**.

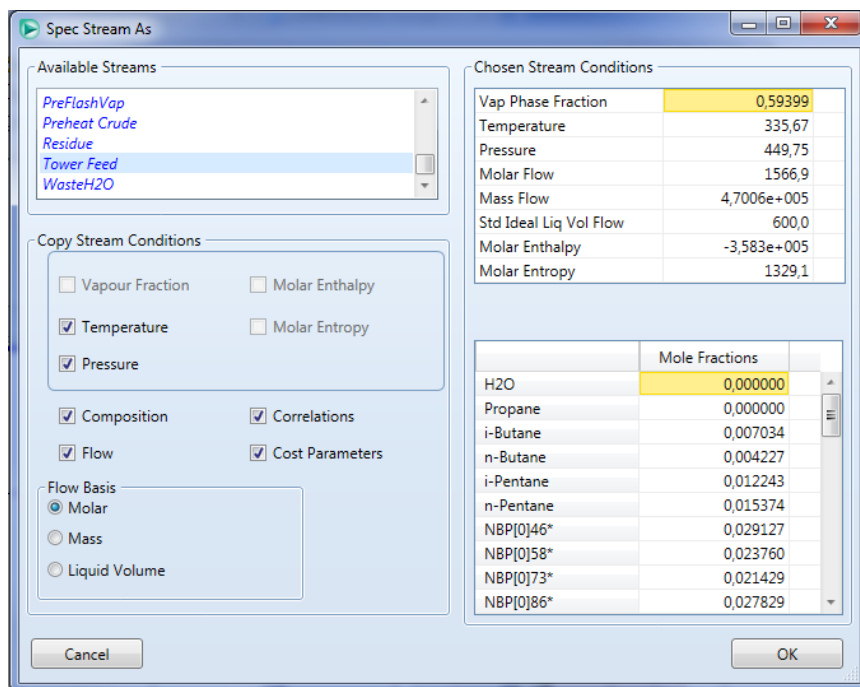


Рисунок 129

9. В группе **Available Streams** выбираем **Tower Feed**. Нажимаем **OK** для копирования характеристик выбранного потока в поток **Store**.

10. Закройте окно **Material Stream: Store**

11. Удалите все потоки и операторы, расположенные до потока **Tower Feed**. Должны быть удалены следующие объекты:

Материальные потоки	Энергетические потоки	Операторы
Preheat Crude PreFlashVap PreFlashLiq Hot Crude	Crude Duty	PreFlash Furnace Mixer

При удалении объектов на технологической схеме, программа просит подтвердить удаление.

После удаления указанных объектов поток **Tower Feed** не имеет параметров.

12. Двойным нажатием на **Tower Feed** откройте его окно свойств.

13. Нажмите **Define from Stream...** Появится окно **Spec Stream As**.

14. В группе **Available Streams** выберите **Store** и нажмите **OK**.

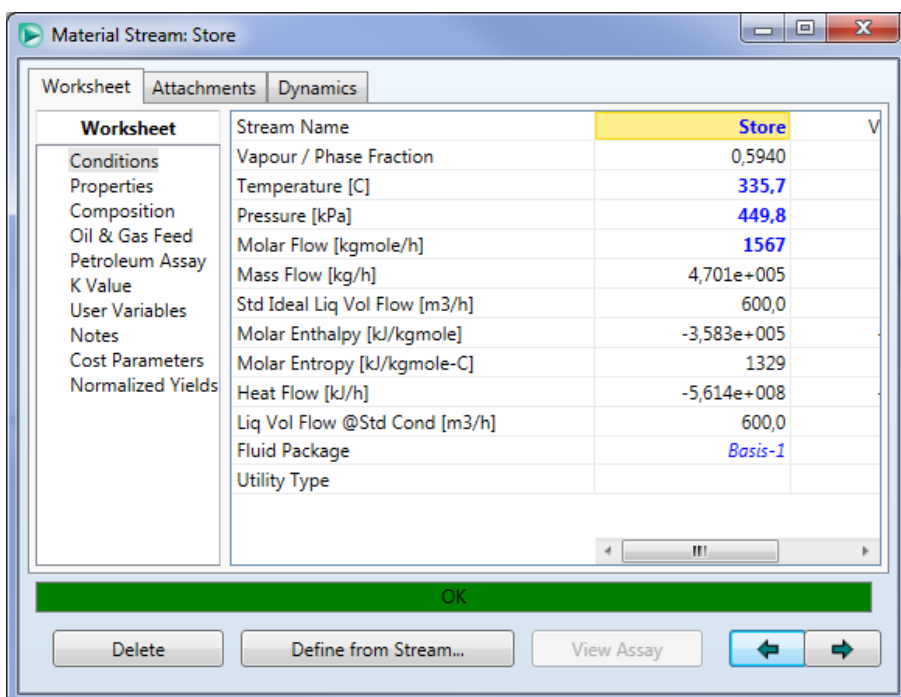


Рисунок 130

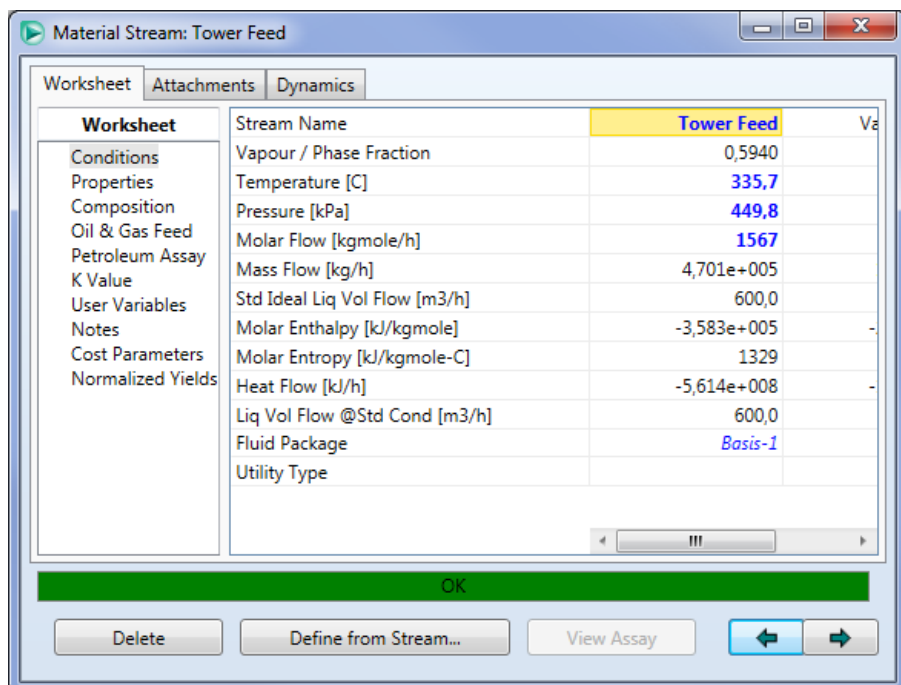


Рисунок 131

15. Закройте окно потока Tower Feed и удалите поток Store.

Наша задача сейчас содержит сырьевую колонну без участка подогрева. Однако точная информация была скопирована для потока Tower Feed. Оператор сырьевой колонны такой же, как перед удалением участка подогрева.

Сохраните задачу под именем **DYN refine 1**.

2.2. Добавление размеров к колонне и её оборудованию

При подготовке к динамическому режиму, колонны и боковых стриппингов тарельчатые секции и окружающее оборудование должны иметь размеры. В стационарном режиме перепад давления колонны задаётся пользователем. В динамическом режиме, перепад рассчитывается с помощью гидравлического динамического калькулятора. Осложнения возникают при переходе от стационарного к динамическому режиму, если профиль давления колонны, при стационарном режиме, сильно отличается от рассчитанного динамическим решателем давление-расход.

Операторы охлаждения в промежуточных циркуляционных охладителях не имеют опций давления-расхода или перепада давления. Однако каждый охладитель должен иметь объём для правильного расчёта в динамическом режиме.

2.2.1. Определение размеров тарелок колонны

1. На панели навигации активируем **Equipment Design**.

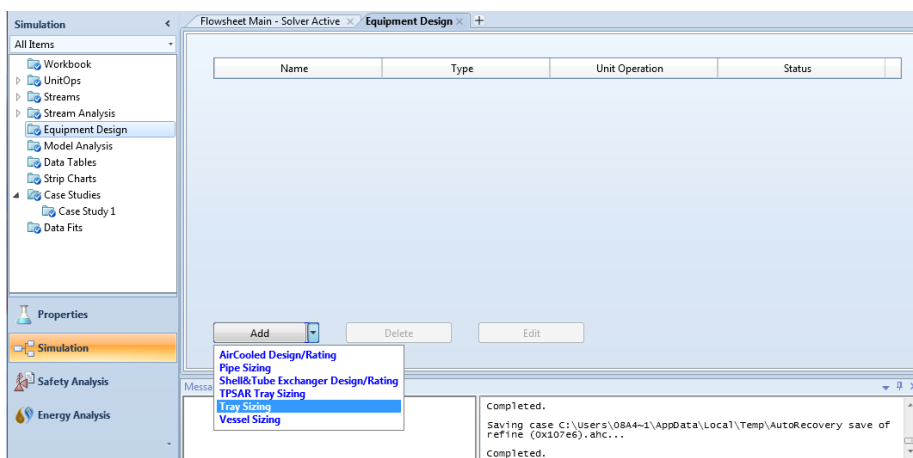


Рисунок 132

2. На созданной вкладке Equipment Design открываем выпадающий список справа от Add и выбираем **Tray Sizing**.

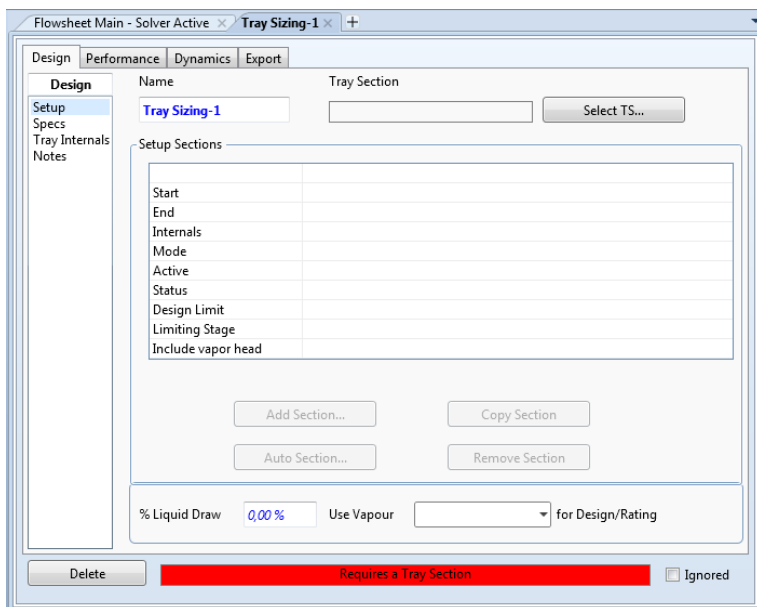


Рисунок 133

3. В поле **Name** вводим новое название **Main TS**.
4. Нажимаем **Select TS...** Появляется окно Select Tray Section.

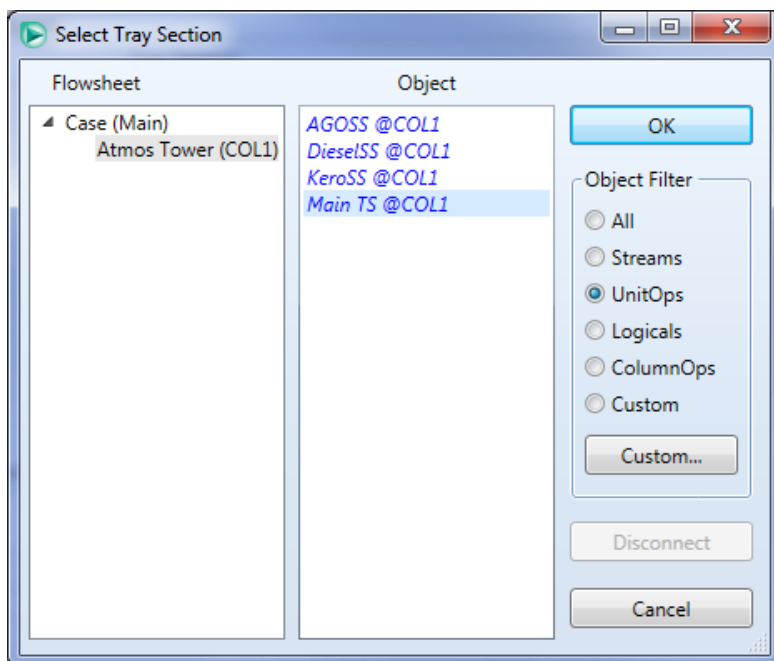


Рисунок 134

5. В списке Flowsheet нажатием на треугольник слева от Case открываем название подсхемы. Выбираем **Atmos Tower (COL1)**. В списке Object отмечаем **Main TS @COL1** и нажимаем **OK**.

6. На странице Setup вкладки Design нажимаем **Auto Section**. Появляется окно Auto Section Information.

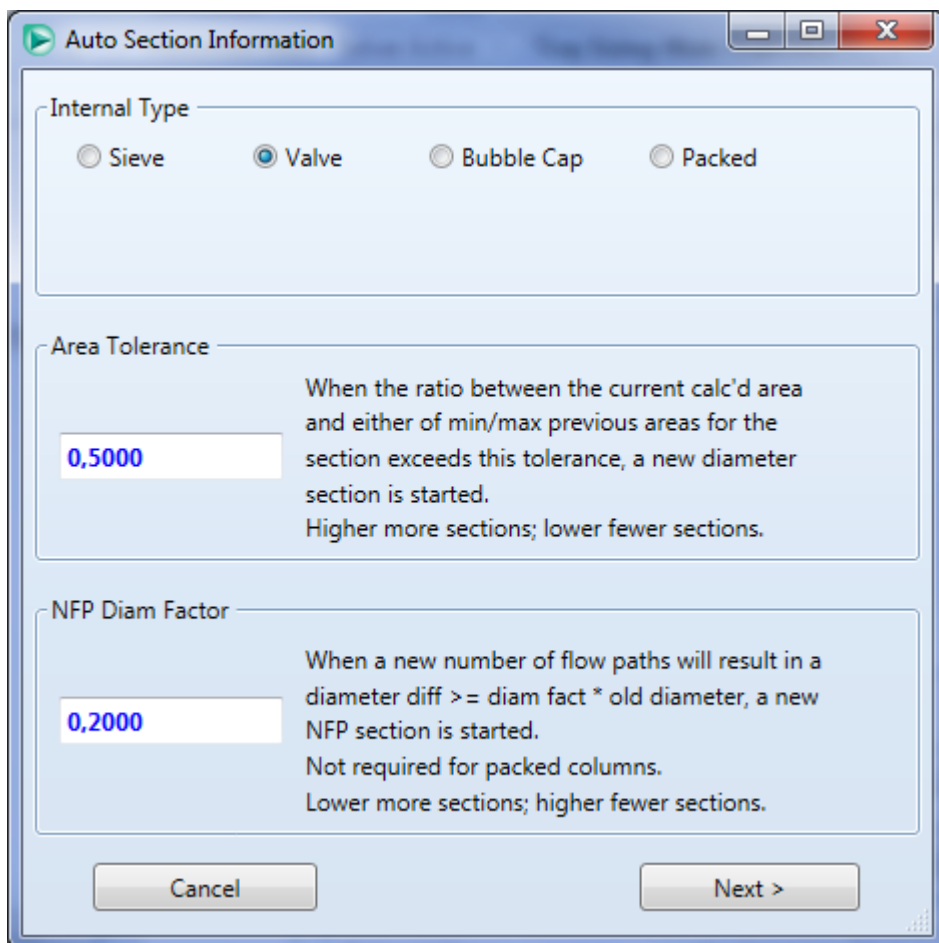


Рисунок 135

7. Установите тип тарелки **Valve** (клапан) в группе Internal Type.

8. Оставив остальные значения по умолчанию без изменения, HYSYS разобьёт колонну на четыре секции. Меньшее число секций можно задать вручную, а можно с помощью программы. Уменьшите значение Area Tolerance до **0,5**, а значение NFP Diam Factor увеличьте до **0,2**. Нажмите **Next**.

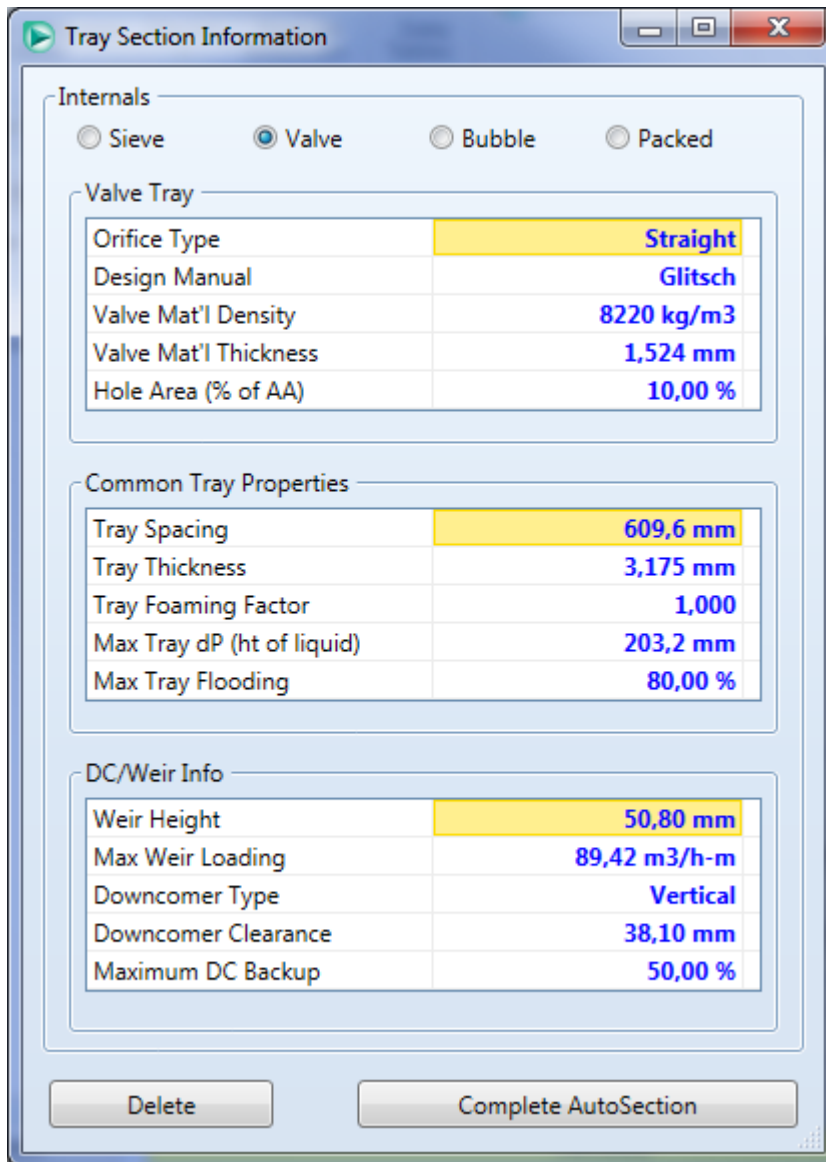


Рисунок 136

9. На следующей странице Tray Section Information отображены конкретные параметры клапанной тарелки. Оставьте значения по умолчанию без изменения и нажмите **Complete AutoSection**.

Setup Sections			
	Section_1	Section_2	
Start	1_Main TS	29_Main TS	
End	28_Main TS	29_Main TS	
Internals	Valve	Valve	
Mode	Design	Design	
Active	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Status	Complete	Complete	
Design Limit	DC Backup	Min Diameter	
Limiting Stage	4_Main TS	29_Main TS	
Include vapor head	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Рисунок 137

HYSYS рассчитывает размеры тарелки для Main TS, основываясь на условиях потоков в стационарном режиме работы колонны и желаемых типах тарелок.

Рассчитаны две тарельчатые секции, Section_1 и Section_2, которые появились на странице Setup вкладки Design. Первая секция состоит из тарелок с 1 по 28. Вторая секция состоит из 29 тарелки. В связи с большой разностью в объёмных расходах между этими секциями, две различные тарельчатые секции просто необходимы.

10. Перейдите на страницу **Specs** вкладки **Design**.
11. В ячейки **Number of Flow Paths** введите **3** для обеих секций.
12. Перейдите на страницу **Results** вкладки **Performance** для просмотра размеров и конфигурации тарелок секций. Section_1 имеет наибольший диаметр тарелки. Запишите параметры этой секции.
13. Подтвердите следующие параметры тарелки для Section_1.

Переменная	Размерность
Section Diameter (диаметр секции), м	6,706
Weir Height (высота сливной перегородки), мм	50,8
Tray Spacing (межтарельчатое расстояние), м	0,6096
Total Weir Length (общая длина сливной перегородки), мм	15 890

14. Выбрали трёхпоточную конструкцию тарелки, следовательно, действительная длина сливной перегородки определяется как общая длина перегородки делёная на три. Вычисленная действительная длина перегородки составит 5 277 мм.

15. Проверьте Max DP/Tray (максимальный перепад давления на тарелке) и число тарелок в Main TS колонны. Общий перепад давления в секции рассчитывается путём умножения числа тарелок на Max DP/Tray.

Переменная	Размерность	
	Section_1	Section_2
Max DP/Tray, кПа	1,06	0,926
Число тарелок	28	1
Общий перепад давления в секции, кПа	29,68	0,926
Общий перепад давления в колонне, кПа	30,606	

16. Перейдите на вкладку **Flowsheet Main** основного рабочего стола. Двойным щелчком на ярлыке колонны **Atmos Tower** откройте её окно. Перейдите в подсхему колонну с помощью кнопки **Column Environment**.

17. В подсхеме колонны **Flowsheet COL1** двойным нажатием на знак основной колонны **Main TS** вызовите её окно свойств.

18. Перейдите на вкладку **Rating**, страницу **Sizing**.

19. Введите ранее рассчитанные значения для следующих параметров тарельчатой секции:

- Tray Space;
- Diameter;
- Weir Height;
- Weir Length;
- Flow Paths.

Учтите, что единицы по умолчанию для каждого параметра тарельчатой секции может не соответствовать с единицами, предусмотренными в утилите расчёта тарельчатой секции. В этом случае выбирайте единицу измерения из выпадающего списка, появляющегося рядом с каждой ячейкой для ввода.

20. Для параметра **Internal Type** выберите из выпадающего списка **Valve**.

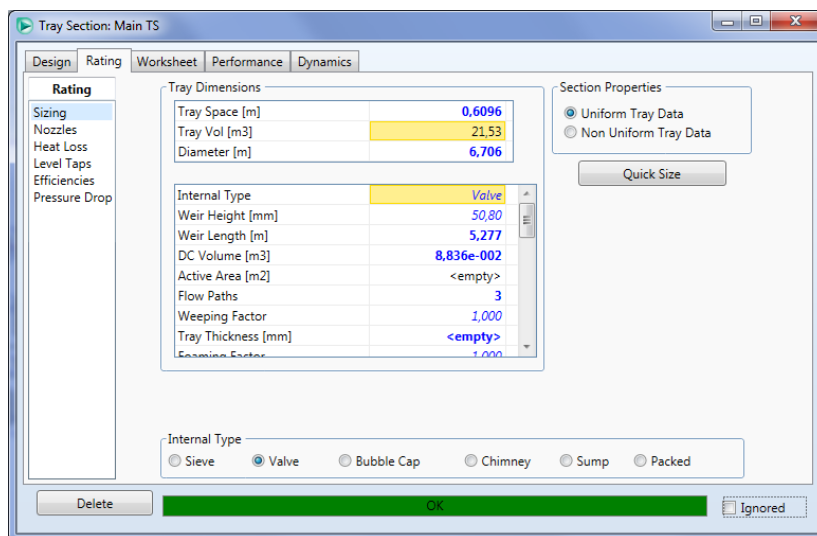


Рисунок 138

21. Закройте окно Tray Section: Main TS.
22. Для выхода из подсхемы колонны выберите **Go to Parent** на ленте во вкладке **Flowsheet/Modify** в группе **Hierarchy**.
23. В открывшемся окне колонны перейдите на страницу **Profiles** вкладки **Parameters**. Изучите профиль давления по всей колонне для стационарного режима.

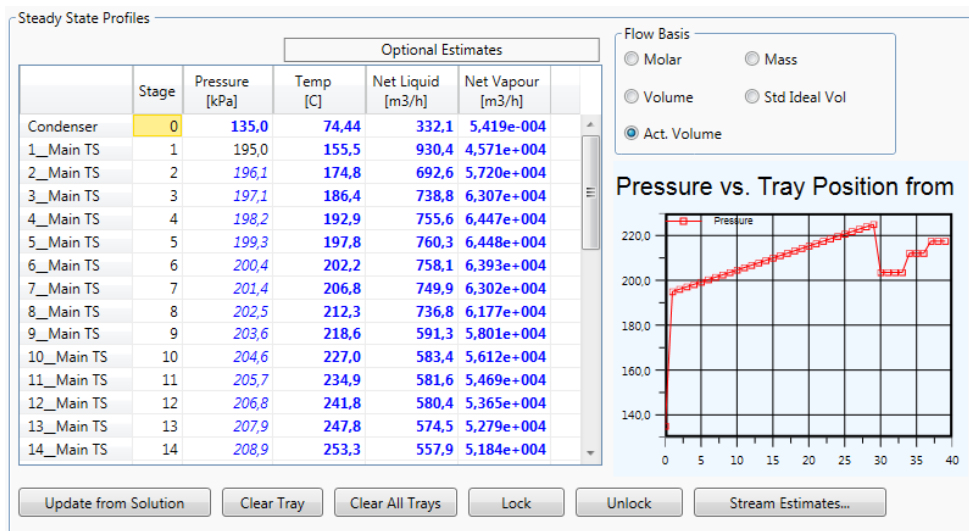


Рисунок 139

24. Запишите давление верхней тарелке (1_Main TS). Рассчитайте теоретическое давление нижней тарелки следующим образом:

$$\text{Давление нижней тарелки} = \text{Давление верхней тарелки} + \text{Общий перепад давления}$$

Переменная	Значение, кПа
Давление верхней тарелки	195
Общий перепад давления	30,606
Давление нижней тарелки	225,606

25. В группе Steady State Profiles в колонке Pressure задайте давление нижней тарелки (29_Main TS) – 225,606 кПа.
26. Пересчитайте подсхему колонны, нажмите **Run**. Хотя программа должна автоматически пересчитывать параметры при изменении любого из них.
27. Закройте окно колонны.

2.2.2. Определение размеров тарелок боковых стриппингов колонны

Теперь определим размеры боковых стриппингов колонны с помощью утилиты Tray sizing, как было описано ранее.

1. На панели навигации активируем **Equipment Design**.
2. На созданной вкладке Equipment Design открываем выпадающий список справа от Add и выбираем **Tray Sizing**.
3. В поле **Name** вводим новое название **Kero_SS TS**.
4. Нажимаем **Select TS...** Появляется окно Select Tray Section.
5. В списке Flowsheet нажатием на треугольник слева от Case открываем название подсхемы. Выбираем **Atmos Tower (COL1)**. В списке Object отмечаем **KeroSS@COL1** и нажимаем **OK**.
6. На странице Setup вкладки Design нажимаем **Auto Section**. Появляется окно Auto Section Information.
7. Установите тип тарелки **Valve** (клапан) в группе Internal Type. Оставьте остальные значения по умолчанию без изменения и нажмите **Next**.
8. На следующей странице Tray Section Information оставьте значения по умолчанию без изменения и нажмите **Complete AutoSection**.
9. Запишите следующие параметры тарельчатой секции, представленные на странице Results вкладки Performance.

Переменная	Kero_SS
Section Diameter	1,829 m
Weir Height	50,8 mm
Tray Spacing	0,6096 m
Total Weir Length	3120 mm
Number of Flow Paths	2
Actual Weir Length (рассчитанный)	1560 mm

10. Закройте утилиту Kero_SS TS.

11. Повторите шаги со второго по десятый для определения параметров тарелок боковых стриппингов Diesel_SS и AGO_SS.

12. На вкладке **Performance** выберите страницу **Results** и убедитесь, что следующие параметры тарельчатых секций соответствуют следующей таблице (возможны небольшие расхождения).

Переменная	Diesel_SS	AGO_SS
Section Diameter	1,981 m	1,372 m
Weir Height	50,8 mm	50,8 mm
Tray Spacing	0,6096 m	0,6096 m
Total Weir Length	3334 mm	1066 mm
Number of Flow Paths	2	1
Actual Weir Length (рассчитанный)	1667 mm	1066 mm

Только три тарелки в каждом боковом погоне и падение давления в каждой тарельчатой секции незначительно. Поэтому информация о

падении давления, рассчитанная утилитами для боковых стриппингов, не используется для задания профиля давления в операторах боковых стриппингов. Оставление профиля давления в боковых стриппингах постоянным не оказывает большого влияния на переход от стационарного режима к динамическому.

13. Перейдите в подсхему колонны и откройте окно бокового стриппинга **Kero_SS**.

14. На странице **Sizing** вкладки **Rating** задайте следующие параметры тарельчатой секции, показанные в вышележащей таблице:

- Section Diameter
- Tray Spacing
- Weir Height
- Actual Weir Length

Tray Dimensions	
Tray Space [m]	0,6069
Tray Vol [m3]	1,595
Diameter [m]	1,829
Internal Type	Valve
Weir Height [mm]	50,80
Weir Length [m]	1,560
DC Volume [m3]	8,836e-002
Active Area [m2]	<empty>
Flow Paths	2
Weeping Factor	1,000
Tray Thickness [mm]	<empty>
Foaming Factor	1,000

Рисунок 140

15. Закройте окно Kero_SS.

16. Повторите эту процедуру для указания информации о параметрах тарелок для **Diesel_SS** и **AGO_SS**.

17. Сохраните задачу под именем **DYN refine 2**.

2.2.3. Определение размеров остальных сосудов

Операторы Condenser и Kero_SS_Reb требуют действительных размеров для эффективной работы в динамическом режиме. Объёмы этих сосудов определяют на основе десятиминутного времени пребывания жидкости.

1. В подсхеме колонны откройте оператор **Condenser**.
2. На вкладке **Worksheet** перейдите на страницу **Conditions**.

Name	To Condenser	Off Gas	Naphtha.
Vapour	1,0000	1,0000	0,0000
Temperature [C]	155,7	74,45	74,45
Pressure [kPa]	195,0	135,0	135,0
Molar Flow [kgmole/h]	2794	2,095e-005	632,7
Mass Flow [kg/h]	3,459e+005	1,421e-003	8,677e+004
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	495,9	2,177e-006	125,0
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2,208e+005	-1,841e+005	-2,769e+005
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	458,0	243,0	344,2
Heat Flow [kJ/h]	-6,170e+008	-3,857	-1,752e+008
Name	Reflux	WasteH2O	Cond Duty
Vapour	0,0000	0,0000	<empty>
Temperature [C]	74,45	74,45	<empty>
Pressure [kPa]	135,0	135,0	<empty>
Molar Flow [kgmole/h]	1848	312,9	<empty>
Mass Flow [kg/h]	2,535e+005	5637	<empty>
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	365,2	5,648	<empty>
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2,769e+005	-2,824e+005	<empty>
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	344,2	65,66	<empty>
Heat Flow [kJ/h]	-5,119e+008	-8,835e+007	1,585e+008

Рисунок 141

3. На странице **Conditions** проверти следующие объёмные расходы жидкости (Std Ideal Liq Vol Flow) для следующих потоков:

Объёмный расход жидкости	Значение, м ³ /ч
Reflux	365.2
Naphtha	125
WasteH2O	5.648
To Condenser	495.9

4. Рассчитайте объём сосуда, предполагая нахождение жидкого остатка на 50% уровне от объёма и 10 минутного времени.

$$\text{Объём сосуда} = \frac{\text{Общий расход выходящих жидкостных потоков} \times \text{Время нахождения}}{0,5}$$

Рассчитанный объём конденсатора составит 165,3 м³.

5. На вкладке **Dynamics** выберите страницу **Specs**.

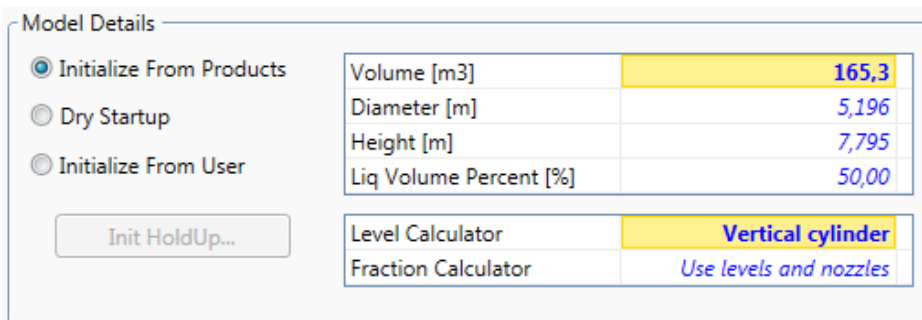


Рисунок 142

6. Закройте окно конденсатора.
7. Откройте оператор **Kero_SS_Reb**.
8. На вкладке **Worksheet** перейдите на страницу **Conditions**.

Reboiler: KeroSS_Reb

Design Rating Worksheet Performance Dynamics

Worksheet	Name	KeroSS_ToReb	Kerosene	KeroSS_BoilUp	KeroSS_Ener
Conditions	Vapour	0,0000	0,0000	1,0000	<empt>
Properties	Temperature [C]	232,8	237,0	237,0	<empt>
Composition	Pressure [kPa]	203,7	203,7	203,7	<empt>
PF Specs	Molar Flow [kgmole/h]	440,6	267,6	173,0	<empt>
	Mass Flow [kg/h]	9,282e+004	5,728e+004	3,553e+004	<empt>
	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	125,0	77,00	48,00	<empt>
	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-3,337e+005	-3,364e+005	-2,836e+005	<empt>
	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	773,4	793,1	833,4	<empt>
	Heat Flow [kJ/h]	-1,470e+008	-9,002e+007	-4,907e+007	7,949e+0

Delete OK Ignored

Рисунок 143

9. Объёмный расход потока **Kerosene** составит 77 м³/ч. Предполагая 10 минутное нахождение и 50% подъём уровня, расстённый объём сосуда составит 25,7 м³.
10. На вкладке **Dynamics** выберите страницу **Specs**.
11. В ячейку Volume введите значение 25,7. В ячейке Level Calculator выберите из выпадающего списка Horizontal cylinder.

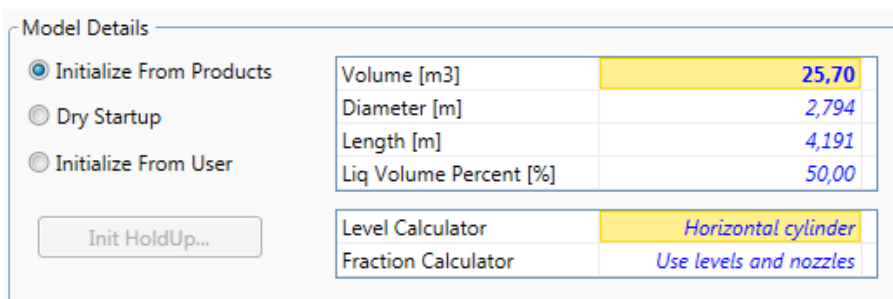


Рисунок 144

12. Закройте окно ребойлера.

2.2.4. Определение размеров холодильника

HYSYS назначает объёмы каждому оператору в подсхеме колонны. Изменим каждое промежуточное циркуляционное охлаждение для инициализации с объёмом сосуда по умолчанию.

1. Откройте окно оператора **PA_1_Cooler**.
2. На вкладке **Dynamics** выберите страницу **Specs**.
3. В группе **Model Details** выберите ячейку **Volume** и нажмите **Delete**. Появится значение по умолчанию $0,1 \text{ м}^3$.
4. В группе **Dynamic Specifications** убедитесь, что у всех спецификаций отсутствуют галочки в ячейках. У промежуточного циркуляционного орошения не должно быть задано динамических спецификаций.

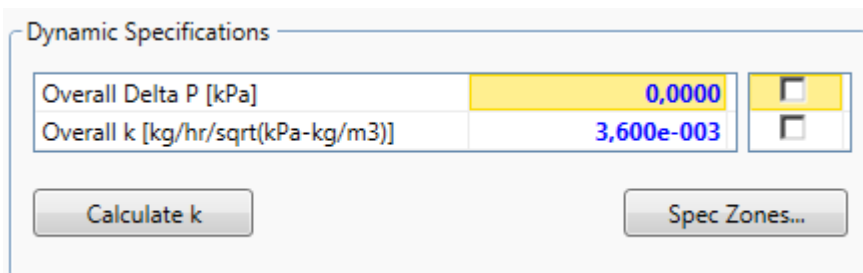


Рисунок 145

5. Закройте окно Cooler: **PA_1_Cooler**.
6. Повторите эту процедуру для операторов **PA_2_Cooler** и **PA_3_Cooler**
7. Сохраните задачу под именем **DYN refine 3**.

2.3. Добавление контролирующих операторов

Контролирующие операторы могут быть добавлены перед или после перехода в динамический режим. Основные контуры управления определяются и контролируются с помощью логического оператора ПИД-регулятора. Хотя эти контроллеры не требуются для запуска модели в динамическом режиме, они повышают реализм работы модели и обеспечивают большую стабильность.

2.3.1. Добавление контроллеров уровня

Сейчас добавим контроллеры уровня к модели технологической схемы для поддержания уровня в конденсаторе и ребойлере.

Сначала устанавливаем контроллер для конденсатора.

1. Вызываем палитру объектов (F4).
2. На вкладке **Dynamics** двойным щелчком на значке **PID Controller**, открываем его окно.
3. Программа присвоила ему имя IC-100. Переходим в окно Name и переименовываем в Cond LC.

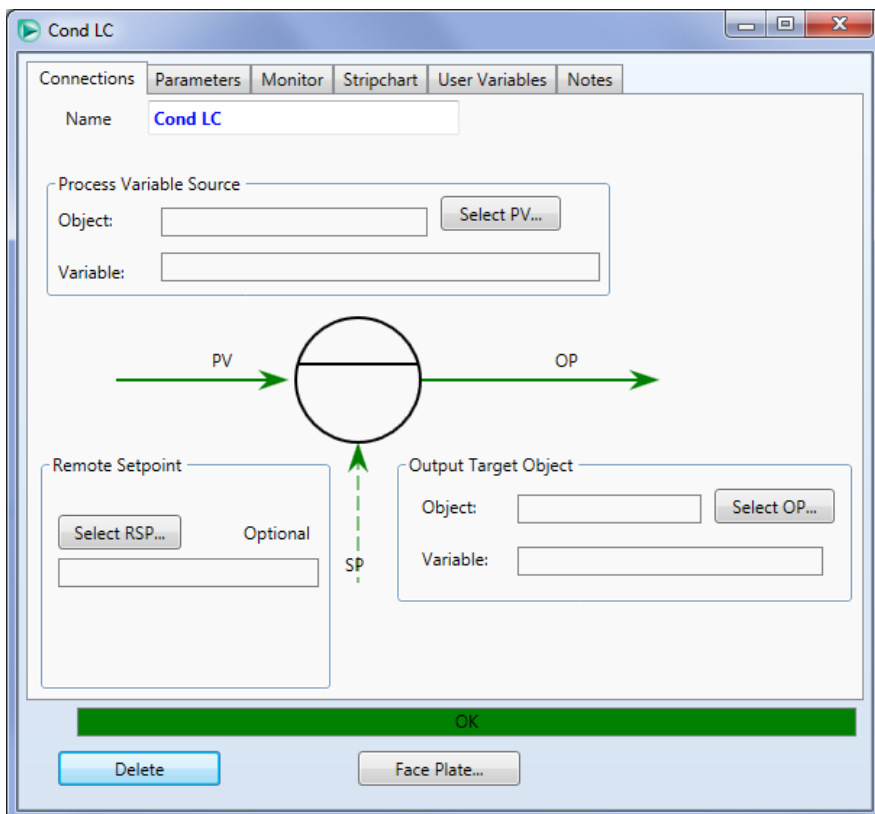


Рисунок 146

4. В группе **Process Variable Source** нажимаем **Select PV...** Открывается окно **Select Input PV For Cond LC**.

5. В колонке **Flowsheet** выбираем **Atmos Tower (COL1)**, в списке **Object** – **Condenser**, в **Variable** – **Liquid Percent Level**. Нажимаем **OK**.

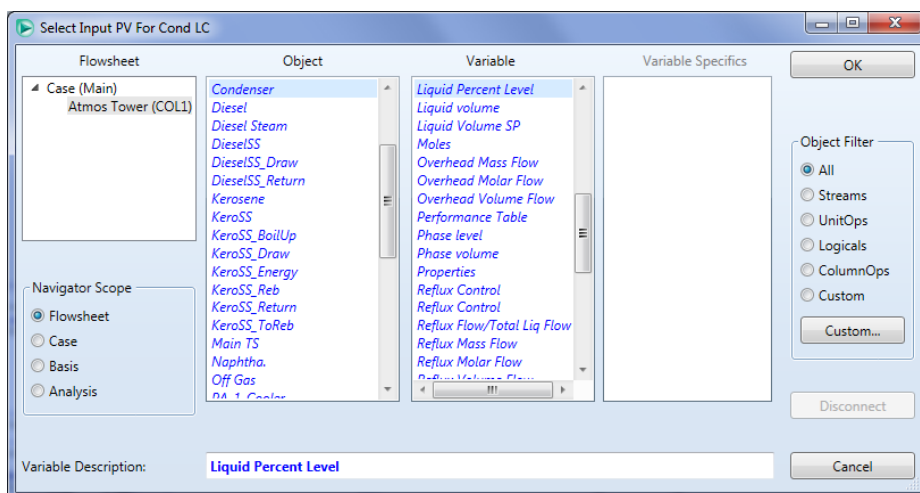


Рисунок 147

6. В группе **Output Target Object** нажимаем **Select OP**. Появляется окно **Select OP Object For Cond LC**.

7. В колонке **Flowsheet** выбираем **Atmos Tower (COL1)**, в списке **Object** – **Reflux**, в **Variable** – **Control Valve (control flows)**. Нажимаем **OK**.

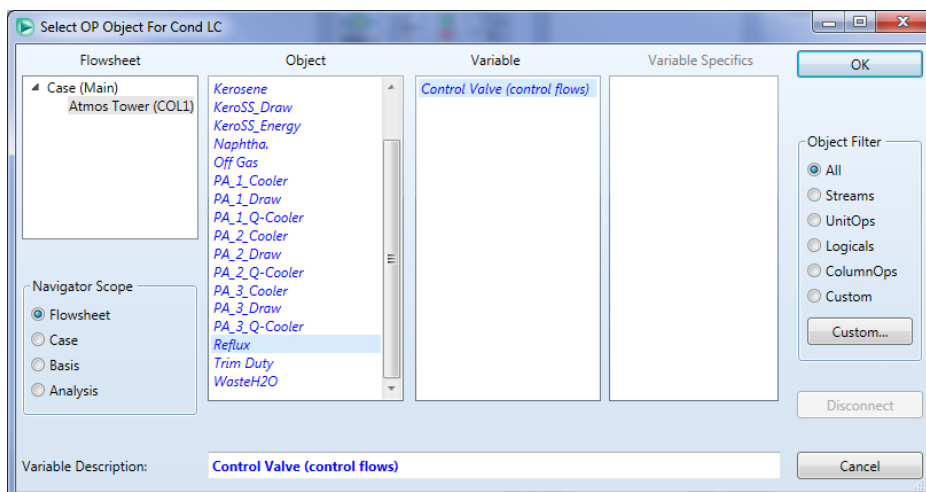


Рисунок 148

8. Перейдите на вкладку **Parameters**, страницу **Configuration**.
9. Задайте следующие параметры:
 - Action – Direct
 - Kc – 4
 - Ti – 5 minutes
 - PV Minimum – 0%
 - PV Maximum – 100%

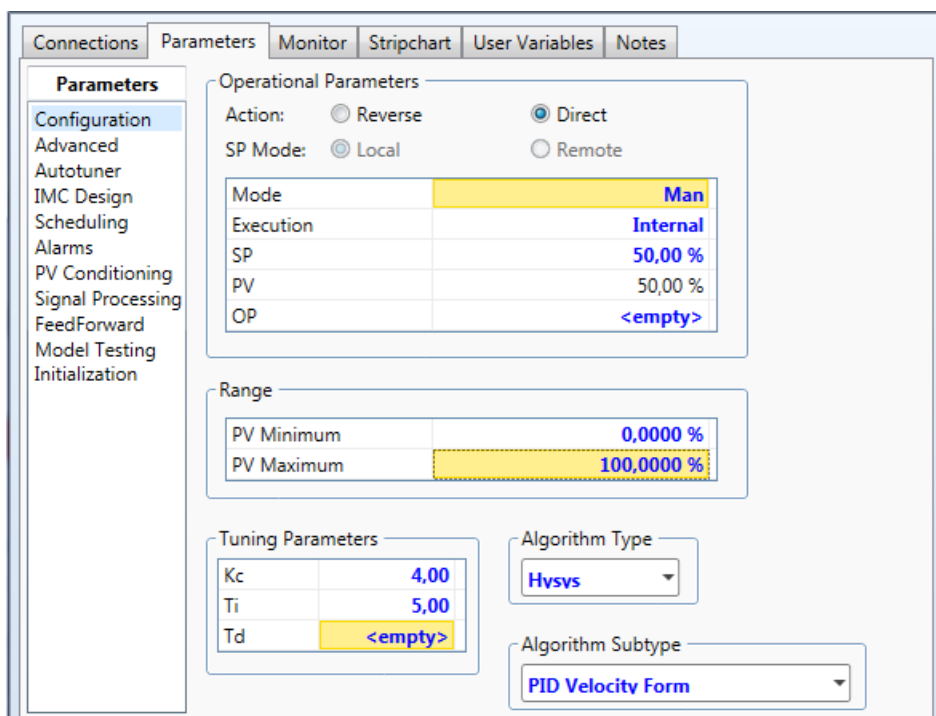


Рисунок 149

10. Нажмите **Control Valve...** Откроется окно FCV for Reflux.
11. В группе Valve Sizing введите **0** для Min Flow, и **2000** для Max Flow.

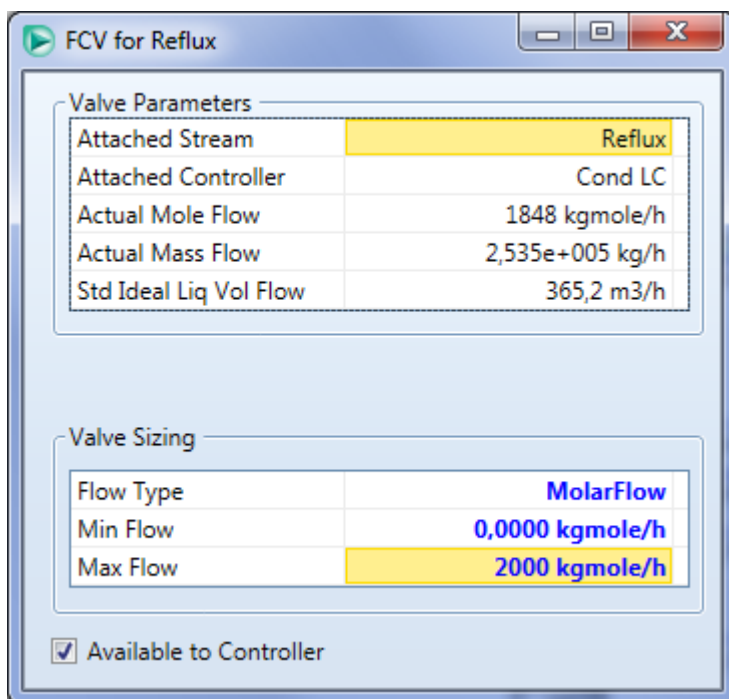


Рисунок 150

12. Закройте окно FCV for Reflux.
13. Нажмите **Face Plate**. Откроется окно Cond LC.
14. Измените режим работы контроллера с Man на **Auto**, открыв выпадающий список.
15. Двойным щелчком на ячейке PV, установите значение точки на 50%.

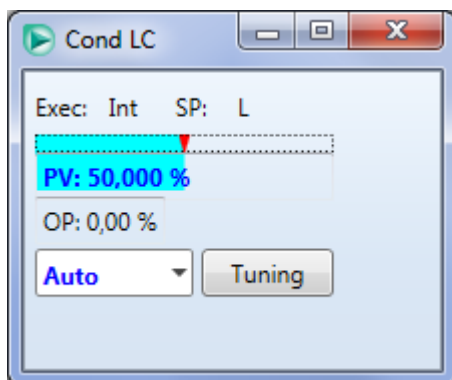


Рисунок 151

16. Закройте окно контроллера Cond LC, но оставьте окно Face Plate открытым.

17. Повторите процедуру добавления оператора PID Controller, который будет служить регулятором уровня Kero_SS_Reb. Задайте следующие параметры:

Вкладка [Страница]	Ячейка	Значение
Connections	Name	Reb LC
	Process Variable Source, Select PV...	Atmos Tower (COL1), KeroSS_Reb, Vessel Liq Percent Level
	Output Target Object, Select OP...	Atmos Tower (COL1), KeroSS_Draw, Control Valve (control flows)
Parameters [Configuration]	Action	Reverse
	Kc	1
	Ti	5 minutes
	PV Minimum	0%
	PV Maximum	100%

Если не можете найти поток или оператор в окне ввода параметров, включите селективную кнопку All в группе Object Filter.

18. Нажмите кнопку Control Valve. Появится окно FCV for KeroSS_Draw. В группе Valve Sizing задайте значения Min Flow – 0; Max Flow – 1000 kgmole/h.

19. Закройте окно FCV for KeroSS_Draw.

20. Нажмите Face Plate. Измените режим работы на Auto, введите значение установочной точки – 50%.

21. Закройте окно контроллера Reb LC, но оставьте окно Face Plate открытым.

2.3.2. Добавление контроллера расхода

Теперь добавим контроллеры для продуктовых потоков колонны. Они будут обеспечивать стабильный выход продукции колонны.

1. Вызываем палитру объектов (F4).
2. На вкладке **Dynamics** двойным щелчком на значке **PID Controller**, открываем его окно.
3. Задайте следующие параметры:
4. Нажмите **Control Valve**. Откроется окно FCV For Cond Duty.
5. В группе Duty Source выберите селективную кнопку **Direct Q**.
6. В группе Direct Q введите следующие значения:
 - Min.Available 0 kJ/h
 - Max.Available 2×10^8 kJ/h
7. Закройте окно FCV For Cond Duty.
8. Нажмите **Face Plate**. В отрывшемся окне измените режим на Auto и введите значение установочной точки 5 kgmole/h.

Вкладка [Страница]	Ячейка	Значение
Connections	Name	Off Gas FC
	Process Variable Source, Select PV...	Atmos Tower (COL1), Off Gas, Molar Flow
	Output Target Object, Select OP...	Atmos Tower (COL1), Cond Duty, Control Valve
Parameters [Configuration]	Action	Direct
	Kc	0.01
	Ti	5 minutes
	PV Minimum	0 kgmole/h
	PV Maximum	100 kgmole/h

9. Закройте окно контроллера, но окно лицевой панели оставьте открытой.

10. Создайте ещё один ПИД контроллер и задайте ему следующие параметры:

Вкладка [Страница]	Ячейка	Значение
Connections	Name	Diesel FC
	Process Variable Source, Select PV...	Atmos Tower (COL1), Diesel, Liq Vol Flow @STD Cond
	Output Target Object, Select OP...	Atmos Tower (COL1), DieselSS_Draw, Control Valve (control flows)
Parameters [Configuration]	Action	Reverse
	Kc	1
	Ti	5 minutes
	PV Minimum	0 m3/h
	PV Maximum	250 m3/h

11. Нажмите **Control Valve**. Откроется окно FCV for Diesel_Draw.

12. В группе **Valve Sizing** задайте следующее:

- Flow Type MolarFlow
- Min.Flow 0 kgmole/h
- Max.Flow 1200 kgmole/h

13. Закройте окно FCV for Diesel_Draw.

14. Нажмите **Face Plate**. В отрывшемся окне измените режим на Auto и введите значение установочной точки 127,5 m3/h.

15. Закройте окно контроллера, но окно лицевой панели оставьте открытой.

16. Создайте ещё один ПИД контроллер и задайте ему следующие параметры:

Вкладка [Страница]	Ячейка	Значение
Connections	Name	AGO FC
	Process Variable Source, Select PV...	Atmos Tower (COL1), AGO, Liq Vol Flow @STD Cond
	Output Target Object, Select OP...	Atmos Tower (COL1), AGOSS_Draw, Control Valve (control flows)
Parameters [Configuration]	Action	Reverse
	Kc	1
	Ti	3 minutes
	PV Minimum	0 m3/h
	PV Maximum	60 m3/h

17. Нажмите **Control Valve**. Откроется окно FCV for AGOSS_Draw.
18. В группе **Valve Sizing** задайте следующее:
 - Flow Type MolarFlow
 - Min.Flow 0 kgmole/h
 - Max.Flow 250 kgmole/h
19. Закройте окно FCV for AGOSS_Draw.
20. Нажмите **Face Plate**. В отрывшемся окне измените режим на Auto и введите значение установочной точки 29.8 m³/h.
21. Закройте окно контроллера, но окно лицевой панели оставьте открытой.
22. Сохраните задачу под именем **DYN refine 4**.

2.4. Добавление спецификаций Давление-Расход

Перед началом интегрирования в программе, число степеней свободы технологической схемы надо сделать равной нулю, путём задания спецификаций давление-расход.

Обычно делается одна спецификация давление-расход у потока на границе технологической схемы, однако, есть исключения из правил. Одна дополнительная спецификация давление-расход требуется для каждого оператора конденсатора или бокового стриппинга, прикреплённого с основной колонне. Это правило применяют, только если нет какого-либо оборудования соединённого с рефлюксным потоком конденсатора или выходным потоком бокового стриппинга. Без другого оборудования (насосы, холодильники, клапаны) для определения отношений этих потоков давление-расход, они должны быть указаны в спецификации потока.

Спецификации давление-расход в нашем случае будут добавлены к следующим граничным потокам:

- Tower Feed;
- Bottom Steam;
- AGO Steam;
- Diesel Steam;
- Off Gas;
- WasteH2O;
- Naphtha;
- Kerosene;
- Diesel;
- AGO;
- Residue.

Эта упрощённая колонна имеет все питающие потоки со спецификациями расхода. Поток Off Gas имеет спецификацию давления, которая определяет давление в конденсаторе и, следовательно, во всей колонне. Выходные потоки жидкости из колонны и боковых стриппингов требуют спецификации давления, так как отсутствует оборудование, в которое направлялись бы эти потоки. Все остальные выходные потоки, связанные с колонной требуют спецификаций расхода.

Следующие потоки циркуляционного орошения требуют спецификаций расхода, так как спецификации давления потока и перепад давления не установлены для холодильников циркуляционного орошения:

- PA_1_Draw
- PA_2_Draw
- PA_3_Draw

Следующие потоки имеют свои спецификации расхода, определяемые операторами ПИД-контроллера:

- Reflux
- KeroSS_Draw
- DieselSS_Draw
- AGOSS_Draw

1. Перейдите в главную схему. При активном экране PFD на ленте, во вкладке **Flowsheet/Modify**, в группе **Hierarchy** нажмите **Go to Parent**. Закройте окно колонны, которое должно быть открыто.

2. Переключитесь в динамический режим. На ленте, во вкладке **Dynamics**, в группе **Dynamic Simulation** нажмите **Dynamics Mode**.

3. На вопрос «Are you sure you want to switch to dynamics?» отвечайте – да.

Каждый материальный поток главной технологической схемы требует спецификации давления или расхода.

4. Двойным щелчком на потоке **Diesel Stream** откройте его окно.

5. На вкладке **Dynamics** вызовите страницу **Specs**.

6. В группе **Pressure Specification** очистите ячейку **Active**.

7. В группе **Flow Specification** выбираем селективную кнопку **Mass** и ставим галочку в ячейке **Active**.

8. В ячейку **Mass Flow** введите **1300 kg/h**.

После того, как спецификации давления или расхода будут активированы, значение потока станем синим, и может быть изменено.

9. Установите спецификации давления или расхода для следующих потоков:

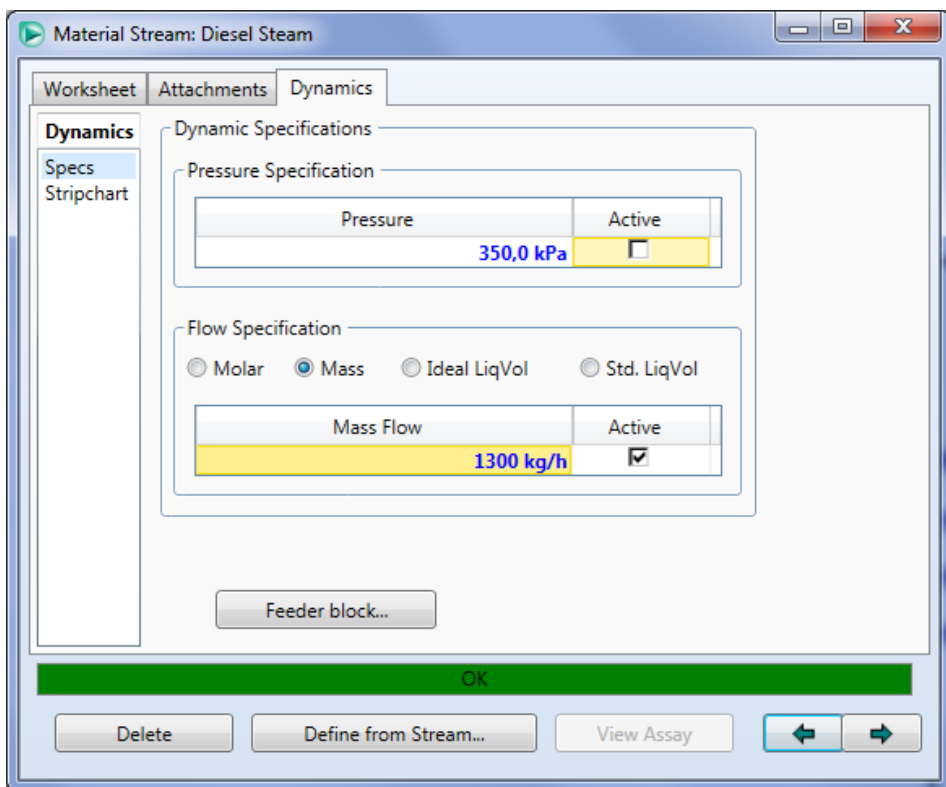


Рисунок 152

Материальный поток	Спецификация давления	Спецификация расхода	Значение
Tower Feed	Неактивна	Активная, Molar Flow	1567 kgmole/h
Bottom Steam	Неактивна	Активная, Mass Flow	3400 kg/h
AGO Steam	Неактивна	Активная,	1100 kg/h
Off Gas	Активна	Неактивна	135 kPa
WasteH2O	Неактивна	Активная, Molar Flow	312.9 kgmole/h
Naphtha	Неактивна	Активная, Molar Flow	632.7 kgmole/h
Kerosene	Неактивна	Активная, Molar Flow	267.6 kgmole/h
Diesel	Активна	Неактивна	212.5 kPa
AGO	Активна	Неактивна	218 kPa
Residue	Активна	Неактивна	225.6 kPa

11. Воспользуемся навигатором объектов для входа в подсхему колонны. На ленте, во вкладке **Flowsheet/Modify**, в группе **Tools** нажмите на **Find Object**. В списке **Flowsheets** раскроем Case (Main) нажатием на треугольник и сделаем двойной клик по **Atmos Tower (COL1)**.

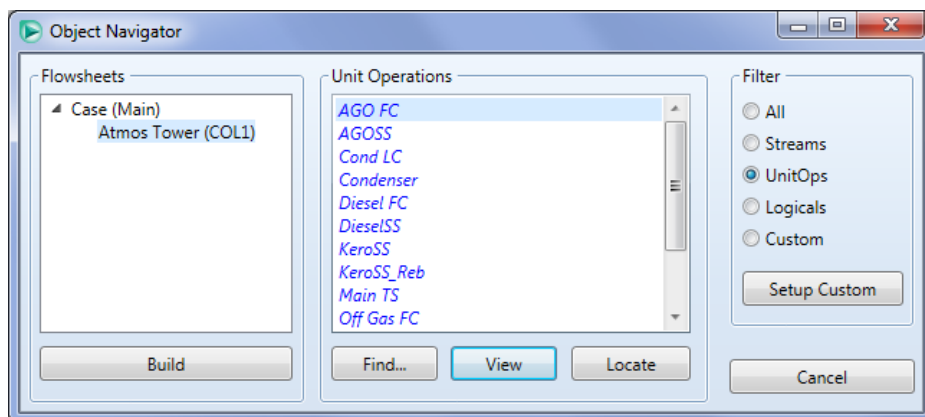


Рисунок 153

Каждый материальный поток подхемы колонны также требует спецификации давления или расхода. Применим следующую процедуру для установки спецификации давление-расход для потока PA_1_Draw.

12. Двойным щелчком по **PA_1_Draw** откроем окно потока.
13. На вкладке **Dynamics** выберите страницу **Specs**.
14. В группе **Flow Specification** выбираем селективную кнопку **Molar**, затем ставим галочку **Active**.

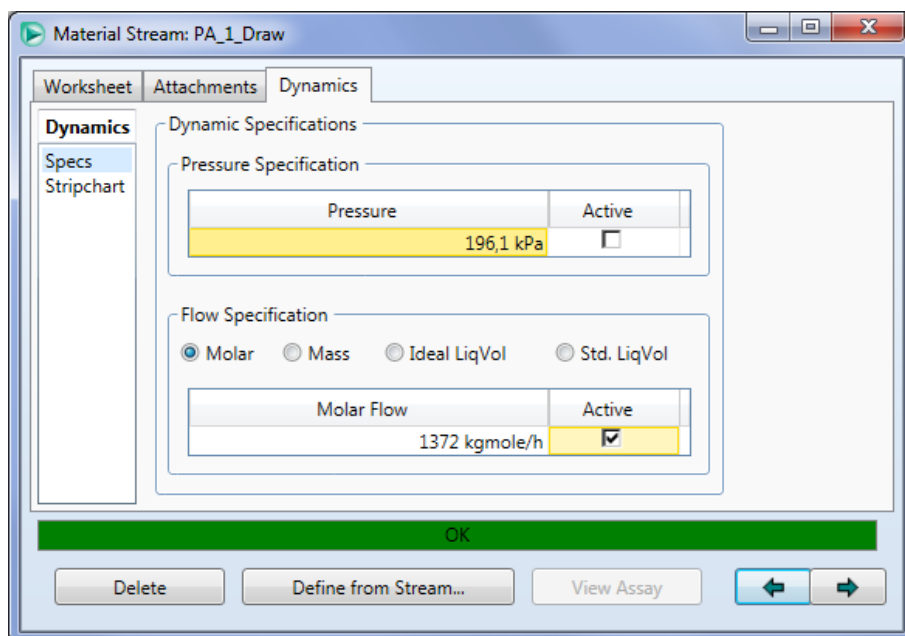


Рисунок 154

15. Закройте окно **PA_1_Draw**.
16. Активируйте спецификации для следующих потоков подсхемы КОЛОНЫ:

Материальный поток	Спецификация давление-расход	Значение
PA_2_Draw	Molar Flow	538,8
PA_3_Draw	Molar Flow	425,1
Reflux	Molar Flow	1848
KeroSS_Draw	Molar Flow	386,4
DieselSS_Draw	Molar Flow	373,2
AGOSS_Draw	Molar Flow	92,91

17. Сохраните задачу под именем **DYN refine 5**.
18. Закройте окна всех материальных потоков.

2.5. Наблюдение за динамическим режимом

Теперь, когда модель готова к запуску в динамическом режиме, установим ленточную диаграмму для мониторинга изменений ключевых параметров.

1. На ленте, во вкладке **Dynamics**, в группе **Tools** вызовите **Strip Charts**.

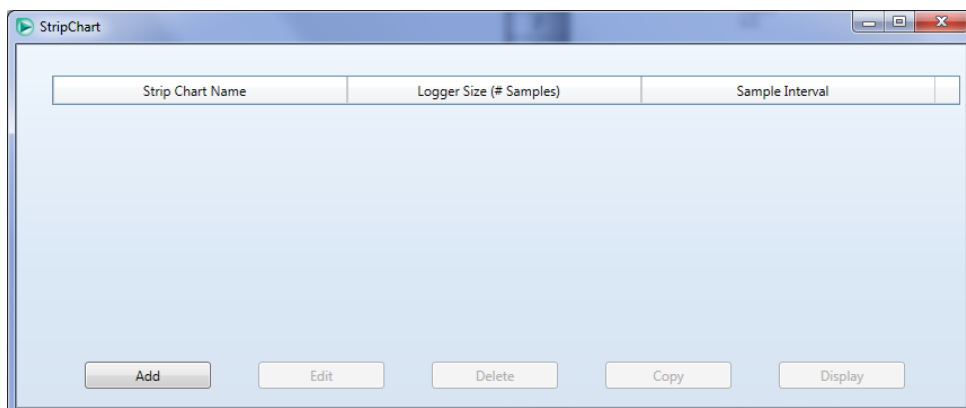


Рисунок 155

2. Нажмите **Add**. Создастся диаграмма под именем DataLogger1 и станет активной кнопка Edit. Нажмите **Edit**.

3. В открывшемся окне диаграммы DataLogger1 нажмите **Add** для добавления ключевых переменных. Появится окно Variable Navigator.

4. В списке Flowsheet раскройте Case (Main) и выделите **Atmos Tower (COL1)**, в списке Object – **Condenser**, в списке Variable – **Liquid Percent Level**. **OK**. Переменная появляется в списке Object окна DataLogger1.

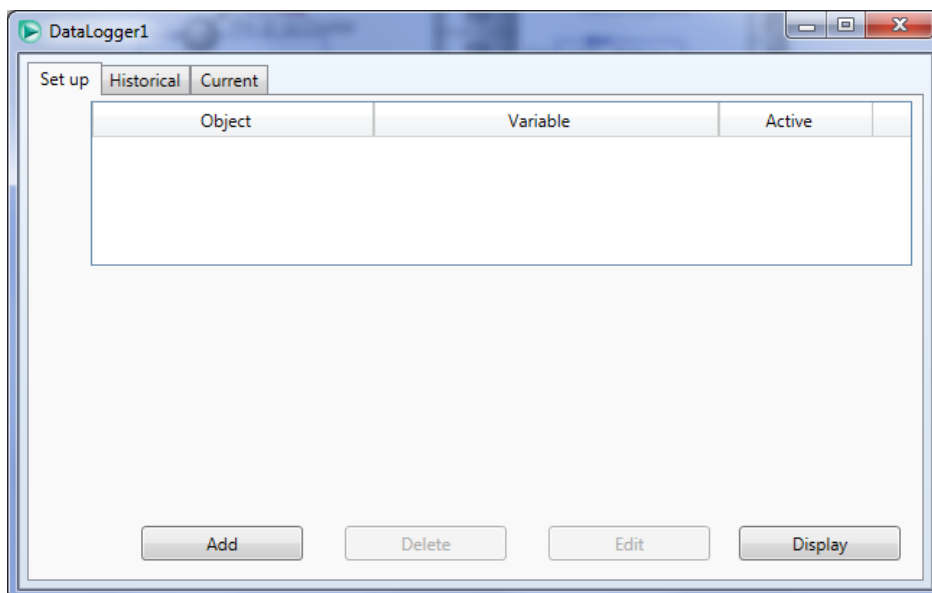


Рисунок 156

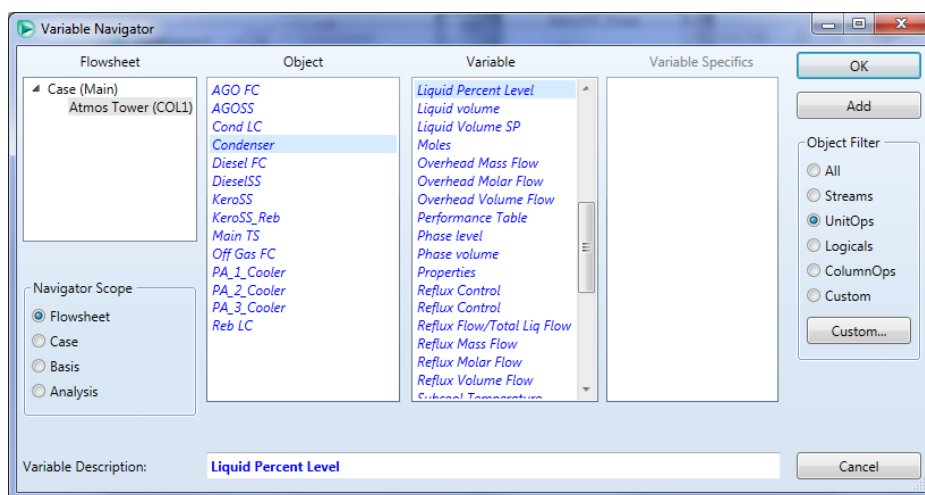


Рисунок 157

5. Добавьте следующие переменные в объекты диаграммы.

Flowsheet	Object	Variable
Atmos Tower (COL1)	KeroSS_Reb	Vessel Liq Percent Level
Atmos Tower (COL1)	Off Gas	Molar Flow
Atmos Tower (COL1)	Condencer	Vessel Temperature

6. Сейчас выведем диаграмму для контроля за поведением выбранных переменных. Нажмите **Display**.
7. Расположите окно диаграммы и окна Face Plate удобным для наблюдения за процессом образом.
8. Для перехода в динамический режим на ленте, во вкладке **Dynamics**, в группе **Dynamic Simulation** нажмите **Dynamics Mode**.
9. На вопрос «Are you sure you want to switch to dynamics?» ответьте **Да**.
10. Запустите интегратор нажатием **Run** в группе Run вкладки **Dynamics** ленты.

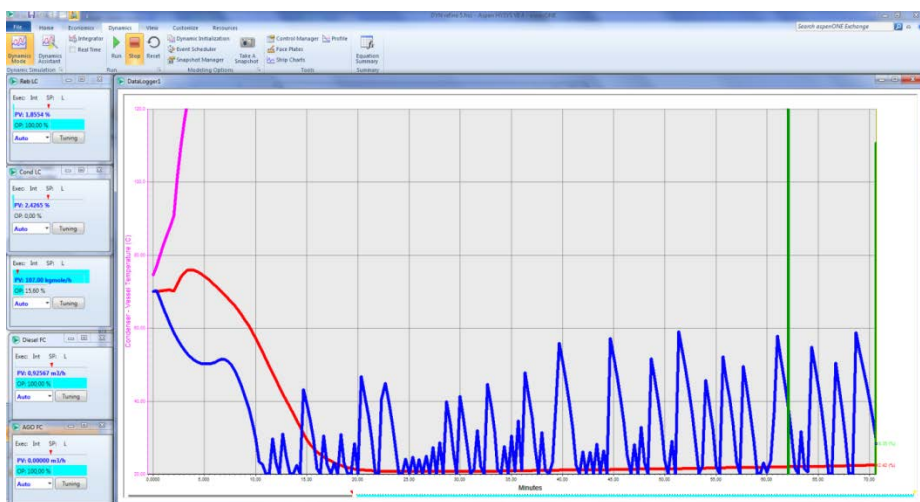


Рисунок 158

11. Позвольте интегратору поработать несколько минут, что бы значения могли распространиться по всей колонне. Наблюдайте за изменением значений в окнах лицевых панелей и диаграмме.
12. Для остановки интегратора нажмите **Stop**.

Литература

1. Lauren Sittler, Dinu Ajikutira. Jump Start: Aspen HYSYS® V8.
2. Julie Levine, Glenn Dissinger. Jump Start: Aspen HYSYS® Dynamics V8.
3. Aspen HYSYS. Tutorials and Applications.
4. Кузнецов О.А. Начало работы в Aspen HYSYS V8. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 68 с.
5. Кузнецов О.А. Моделирование схемы переработки природного газа в Aspen HYSYS V8. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 116 с.

Содержание

Введение.....	3
1. СТАЦИОНАРНАЯ МОДЕЛЬ	6
1.1. Настройка параметров модели	6
1.2. Построение модели	8
1.2.1. Выбор компонентов	8
1.2.2. Указание пакета свойств.....	12
1.2.3. Создание гипокomпонентов	14
1.2.4. Нарезка введённых данных (создание смеси)	26
1.2.5. Инсталляция нефти	30
1.3. Вход в среду моделирования	33
1.3.1. Просмотр состава потока питания	33
1.4. Работа в рабочей тетради.....	34
1.4.1. Задание условий потока питания	34
1.4.2. Установка вспомогательных паровых потоков	36
1.5. Установка аппаратов.....	43
1.5.1. Установка сепаратора.....	43
1.5.2. Установка печи	48
1.5.3. Установка смесителя	52
1.5.4. Добавление энергетического потока	55
1.5.5. Установка колонны.....	55
1.6. Просмотр и анализ результатов	89
1.6.1. Применение навигатора объектов.....	90
1.7. Инсталляция утилиты Boiling Point Curves	91
1.7.1. Инсталляция второй утилиты Boiling Point Curves.....	94
1.7.2. Применение Case Studies	96
2. ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	101
2.1. Упрощение стационарной модели.....	101

2.2. Добавление размеров к колонне и её оборудованию	105
2.2.1. Определение размеров тарелок колонны	105
2.2.2. Определение размеров тарелок боковых стриппингов колонны	112
2.2.3. Определение размеров остальных сосудов.....	113
2.2.4. Определение размеров холодильника	116
2.3. Добавление контролирующих операторов	117
2.3.1. Добавление контроллеров уровня.....	117
2.3.2. Добавление контроллера расхода	121
2.4. Добавление спецификаций Давление-Расход	123
2.5. Наблюдение за динамическим режимом.....	127
Литература.....	130

Олег Александрович Кузнецов

**Моделирование установки переработки нефти
в Aspen HYSYS V8**

Ответственный редактор *А. Иванова*
Корректор *А. Акимова*
Верстальщик *М. Глаголева*

Издательство «Директ-Медиа»
117342, Москва, ул. Обручева, 34/63, стр. 1
Тел/факс + 7 (495) 334-72-11
E-mail: manager@directmedia.ru
www.biblioclub.ru
www.directmedia.ru

Отпечатано в ООО «ПАК ХАУС»
142172, г. Москва, г. Щербинка,
ул. Космонавтов, д. 16