

ЭКЗЕМПЛЯР

АО «Газпром промгаз»

**ОТЧЕТ О ТЕСТИРОВАНИИ
программного продукта "МиР ПиА Процесс+"
специалистами АО «Газпром промгаз»**

Содержание

Введение.....	3
1. Трубопровод 1 (без изоляции и тепловых потерь).....	3
2) Трубопровод 2 (с изоляцией и тепловыми потерями).....	5
3) Трубопровод (Тр-1 на общей схеме).....	7
4) Сеть трубопроводов с учетом тепловых потерь.....	10
5) Трехфазный сепаратор.....	18
6) Простой компрессор.....	21
7) Простой теплообменник.....	23
8) Ректификационная колонна.....	25
9) Блок низкотемпературной конденсации.....	30
Заключение.....	33

Введение

Для анализа возможностей использования программного продукта "МиР ПиА Процесс+" для моделирования технологических процессов подготовки газа была составлена подробная программа тестирования. В основу программы принята актуальная (действующая) и разработанная АО "Газпром промгаз" технологическая схема сбора и подготовки природного газа Нижне-Квакчикского газоконденсатного месторождения. Включено типовое оборудование, которое используется практически во всех расчетных схемах, создаваемых тестирующей организацией.

Для обеспечения корректности сравнительного анализа для каждого расчета были зафиксированы параметры входящих материальных потоков, а также режим работы оборудования. Указанные исходные данные были использованы для проведения расчетов как в программном продукте "МиР ПиА Процесс+", так и в программном продукте Aspen HYSYS. После проведения расчетов было выполнено сравнение полученных параметров выходных потоков, а также некоторых параметров самого оборудования, по результатам которого получен вывод о возможности использования программного продукта "МиР ПиА Процесс+" для моделирования процессов подготовки газа.

1) Трубопровод 1 (без изоляции и теплопотерь)

Расчетная схема трубопровода, представлена на рисунке 1.1. Состав и параметры потока, входящего в трубопровод, представлены в таблицах 1.1 – 1.2. Конфигурация трубопровода приведена в таблице 1.3. Результаты моделирования и сравнения представлены в таблице 1.4.

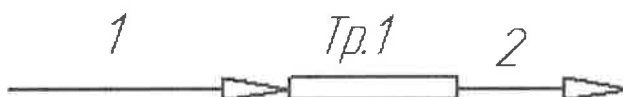


Рис. 1.1. Расчетная схема трубопровода.

Таблица 1.1. Химический состав потока в трубопроводе.

Вещество	% масс.
Азот	0,8160
Диоксид углерода	0,3149
Метан	75,3825
Этан	6,2997
Пропан	3,2447
Изобутан	0,9801
Бутан	1,2474
Метанол	0,0000
Вода	4,8467
С5+	6,8680

Таблица 1.2. Параметры потока на входе в трубопровод.

Параметр	Ед. изм.	Вход
Расход	кг/ч	1709,072
Температура	°С	37,7
Давление (абс.)	МПа	3,1

Таблица 1.3. Конфигурация трубопровода.

Имя элемента	Тип элемента	Информация
Элемент-1	Труба круглого сечения	D = 94 мм, L = 3481 м, H = 0 м

Расчетные модели трубопровода, созданные в программных продуктах "МиР ПиА Процесс+" и Aspen HYSYS показаны на рисунках 1.2 – 1.3.

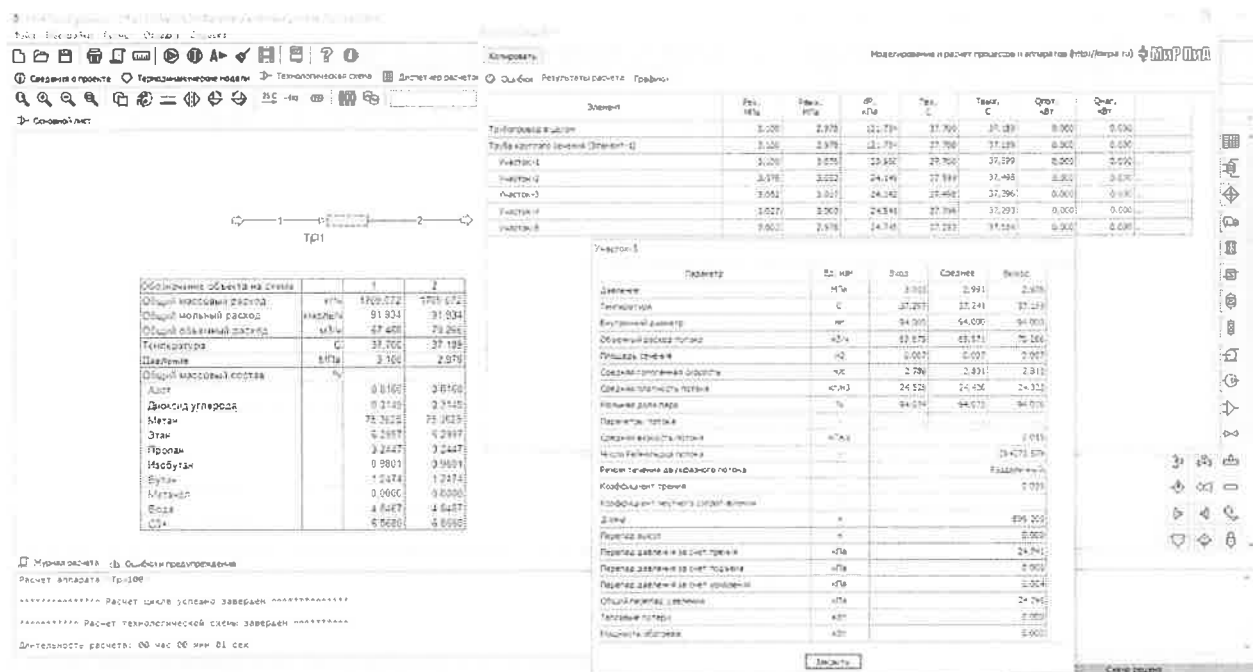


Рис. 1.2. Расчетная модель трубопровода, созданная в программном продукте «МиР ПиА Процесс+».

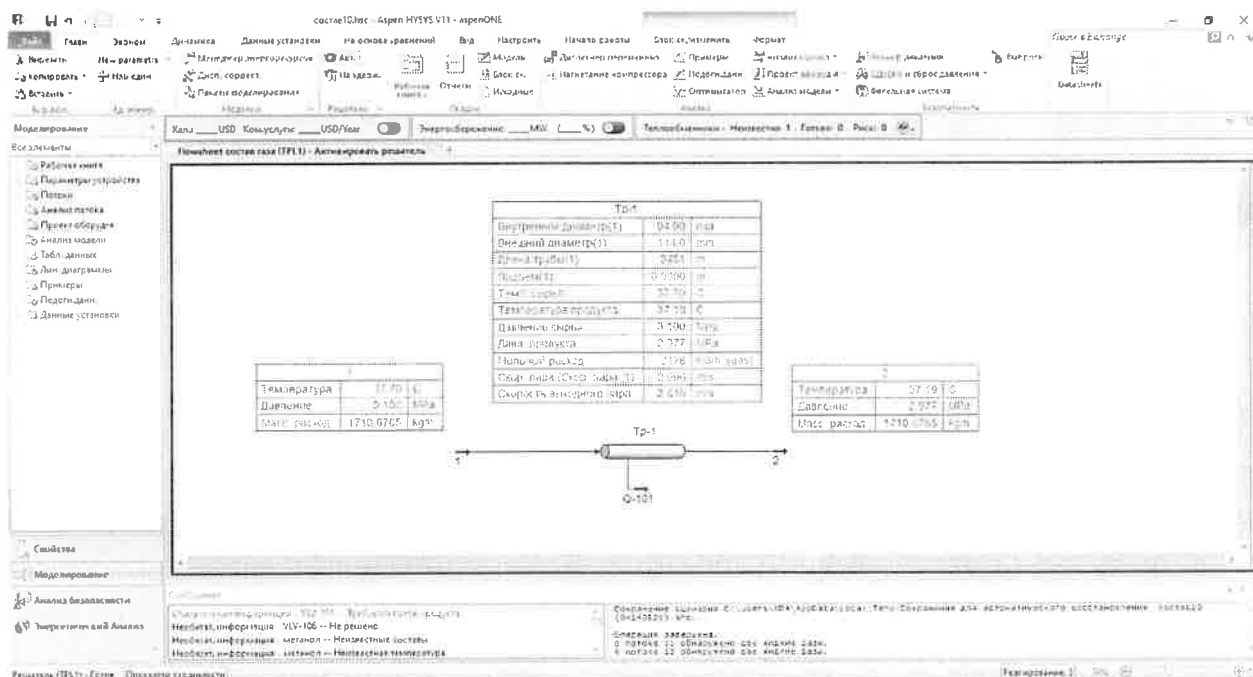


Рис. 1.3. Расчетная модель трубопровода, созданная в программном продукте «Aspen HYSYS».

Таблица 1.4. Сравнение результатов моделирования трубопровода.

Параметр	Ед. изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Скорость на выходе	м/с	2,813	2,810	0,11%
Перепад давления	кПа	121,73	123,00	-1,04%
Перепад температуры	°С	0,511	0,510	0,001 °С
Режим течения	-	Раздельный	Раздельный	-

2) Трубопровод 2 (с изоляцией и теплопотерями)

Расчетная схема трубопровода, представлена на рисунке 2.1. Состав и параметры потока, входящего в трубопровод, представлены в таблицах 2.1 – 2.2. Конфигурация трубопровода приведена в таблице 2.3 – 2.4. Климатические условия и способ прокладки трубопроводов приведены в таблице 2.5. Результаты моделирования и сравнения представлены в таблице 2.6.



Рис. 2.1. Расчетная схема трубопровода.

Таблица 2.1. Химический состав потока в трубопроводе.

Вещество	% масс.
Азот	0,8160
Диоксид углерода	0,3149
Метан	75,3825
Этан	6,2997
Пропан	3,2447
Изобутан	0,9801
Бутан	1,2474
Метанол	0,0000
Вода	4,8467
С5+	6,8680

Таблица 2.2. Параметры потока на входе в трубопровод.

Параметр	Ед. изм.	Вход
Расход	кг/ч	1709,072
Температура	°С	37,7
Давление (абс.)	МПа	3,1

Таблица 2.3. Конфигурация трубопровода.

Имя элемента	Тип элемента	Информация
Элемент-1	Труба круглого сечения	D = 94 мм, L = 3481 м, H = 0 м

Таблица 2.4. Толщины стенок трубопроводов.

Наименование	Ед. изм	Значение
--------------	---------	----------

Тр-1	мм	10
------	----	----

Таблица 2.5. Климатические условия и способ прокладки трубопроводов.

Наименование	Ед. изм	Значение
Температура окружающего воздуха	°С	-15
Средняя скорость ветра	м/с	2
Расположение объекта	-	Грунт(рыхлый)
Теплопроводность грунта	Вт/(м*К)	0,54
Глубина залегания	м	1,6
Количество слоев изоляции	шт	1
Толщина изоляции	м	0,04
Материал изоляции	-	Пенополиуритан
Теплопроводность изоляционного материала	Вт/(м*°С)	0,018
Теплопроводность материала стенки	Вт/(м*°С)	45

Расчетные модели трубопровода, созданные в программных продуктах "МиР ПиА Процесс+" и Aspen HYSYS показаны на рисунках 2.2 – 2.3.

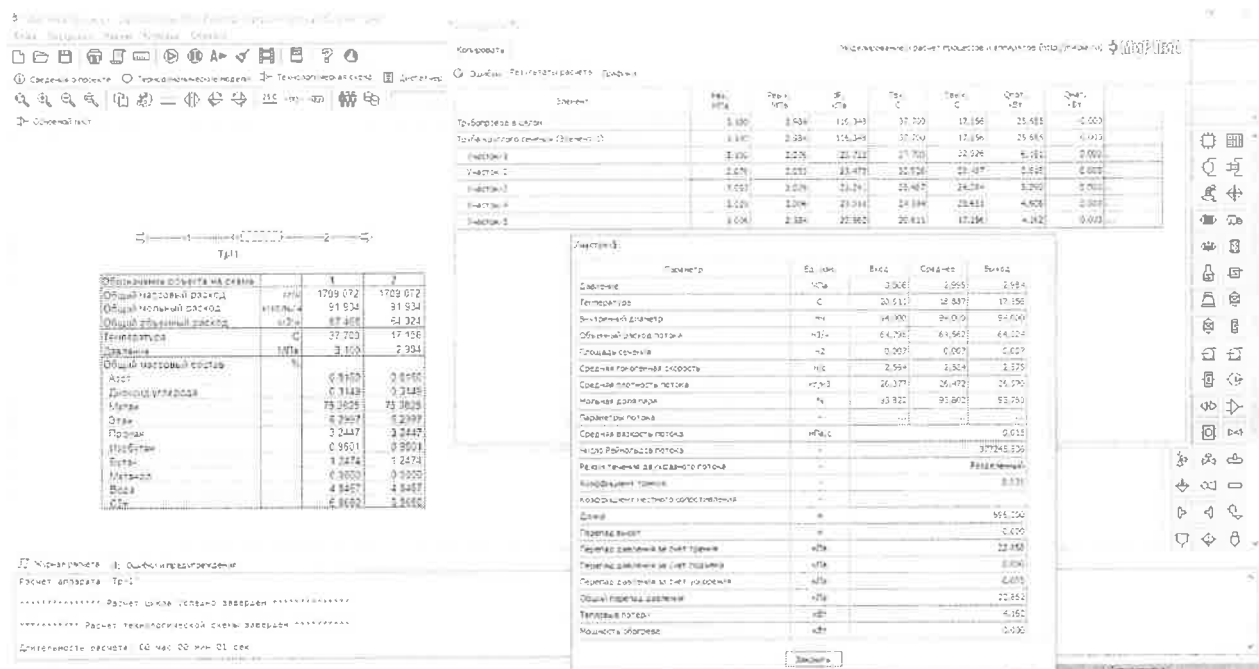


Рис. 2.2. Расчетная модель трубопровода, созданная в программном продукте «МиР ПиА Процесс+».

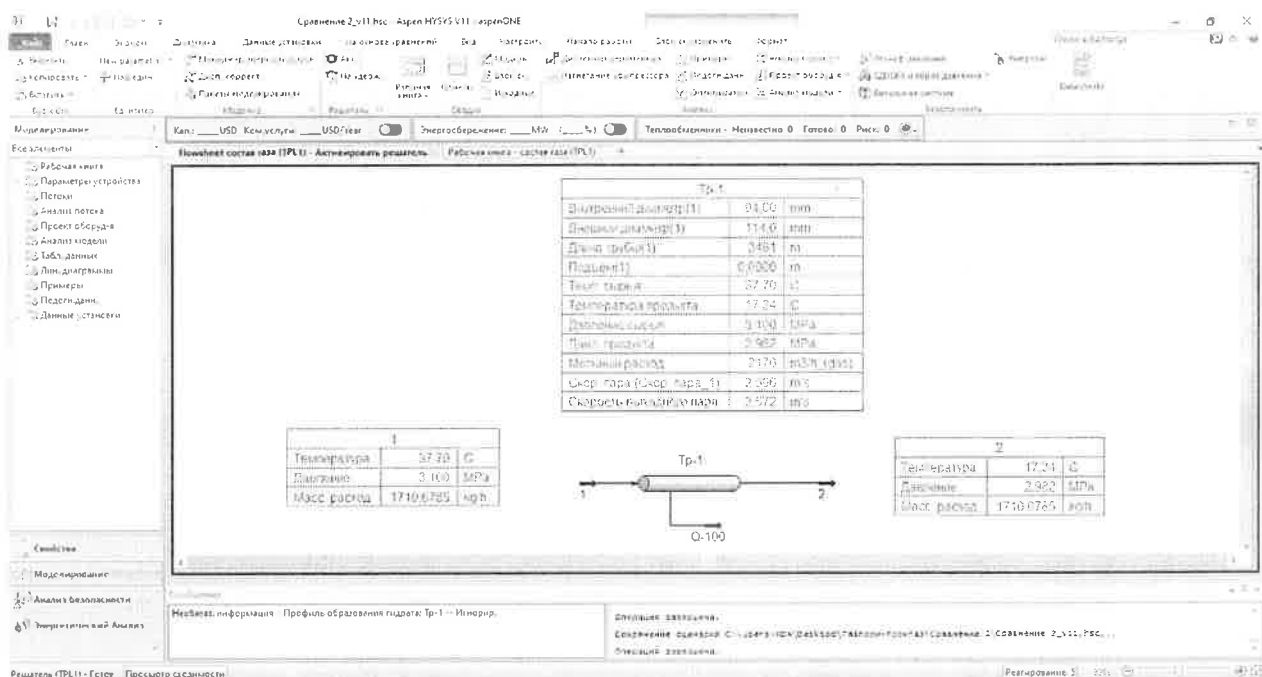


Рис. 2.3. Расчетная модель трубопровода, созданная в программном продукте «Aspen HYSYS».

Таблица 2.6. Сравнение результатов моделирования трубопровода.

Параметр	Ед. изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Скорость на выходе	м/с	2,575	2,572	0,12%
Перепад давления	кПа	116,3	117,6	-1,11%
Перепад температуры	°C	20,544	20,36	0,184 °C
Режим течения	-	Раздельный	Раздельный	-

3) Трубопровод (Tr-1 на общей схеме)

Расчетная схема трубопровода, представлена на рисунке 3.1. Состав и параметры потока, входящего в трубопровод, представлены в таблицах 3.1 – 3.2. Конфигурация трубопровода приведена в таблице 3.3 – 3.4. Климатические условия и способ прокладки трубопроводов приведены в таблице 3.5. Результаты моделирования и сравнения представлены в таблице 3.6.



Рис. 3.1. Расчетная схема трубопровода.

Таблица 3.1. Химический состав потока в трубопроводе.

Вещество	% масс.
Азот	0.8159
Диоксид углерода	0.3149
Метан	75.3824
Этан	6.2997
Пропан	3.2447
Изобутан	0.9801

Бутан	1.2475
Метанол.	0.0000
Вода	4.8466
C5+	6.8680

Таблица 3.2. Параметры потока на входе в трубопровод.

Параметр	Ед. изм.	Вход
Расход	кг/ч	1727,9
Температура	°C	37,7
Давление (абс.)	МПа	3,1

Таблица 3.3. Конфигурация трубопровода.

Имя элемента	Тип элемента	Информация
Элемент-1	Вход в трубу круглого сечения	D = 88 мм
Элемент-2	Труба круглого сечения	D = 88 мм, L = 6 м, ΔH = 0 м
Элемент-3	Местное сопротивление	ΔP = 0 кгс/см ²
Элемент-4	Труба круглого сечения	D = 88 мм, L = 19 м, ΔH = 0 м
Элемент-5	Отвод круглого сечения	D = 88, r/D = 1.5, угол = 90 град
Элемент-6	Труба круглого сечения	D = 88 мм, L = 40 м, ΔH = 0 м
Элемент-7	Диффузор круглого сечения	D1 = 88, D2 = 241, Угол = 30 град
Элемент-8	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 40 м, H = 0 м

Таблица 3.4. Толщины стенок трубопроводов.

Наименование	Ед. изм	Значение
Тр-1 (D=88 мм)	мм	10
Тр-1 (D=241 мм)	мм	16

Таблица 3.5. Климатические условия и способ прокладки трубопроводов.

Наименование	Ед. изм	Значение
Температура окружающего воздуха	°C	-15
Средняя скорость ветра	м/с	2
Расположение объекта	-	Воздух
Количество слоев изоляции	шт	1
Толщина изоляции	м	0,04
Материал изоляции	-	Пенополиуритан
Теплопроводность изоляционного материала	Вт/(м*°C)	0,018
Теплопроводность материала стенки	Вт/(м*°C)	45

Расчетные модели трубопровода, созданные в программных продуктах "МиР ПиА Процесс+" и Aspen HYSYS показаны на рисунках 3.2 – 3.3.

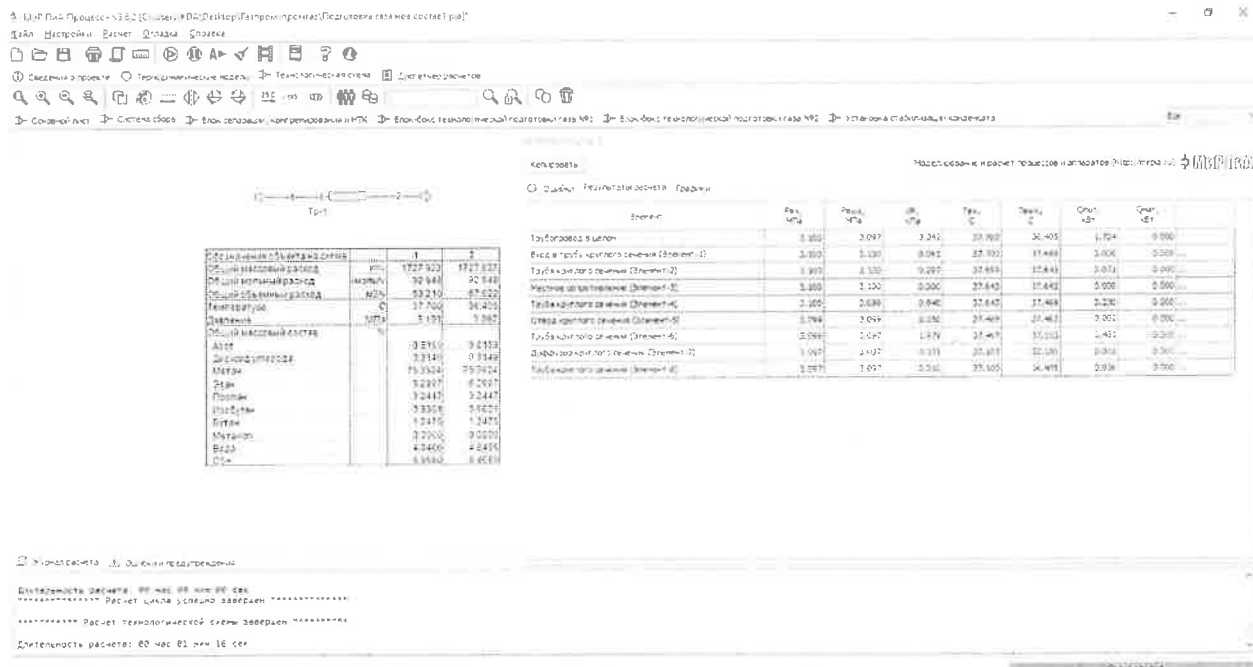


Рис. 3.2. Расчетная модель трубопровода, созданная в программном продукте «Мир ПиА Процесс+».

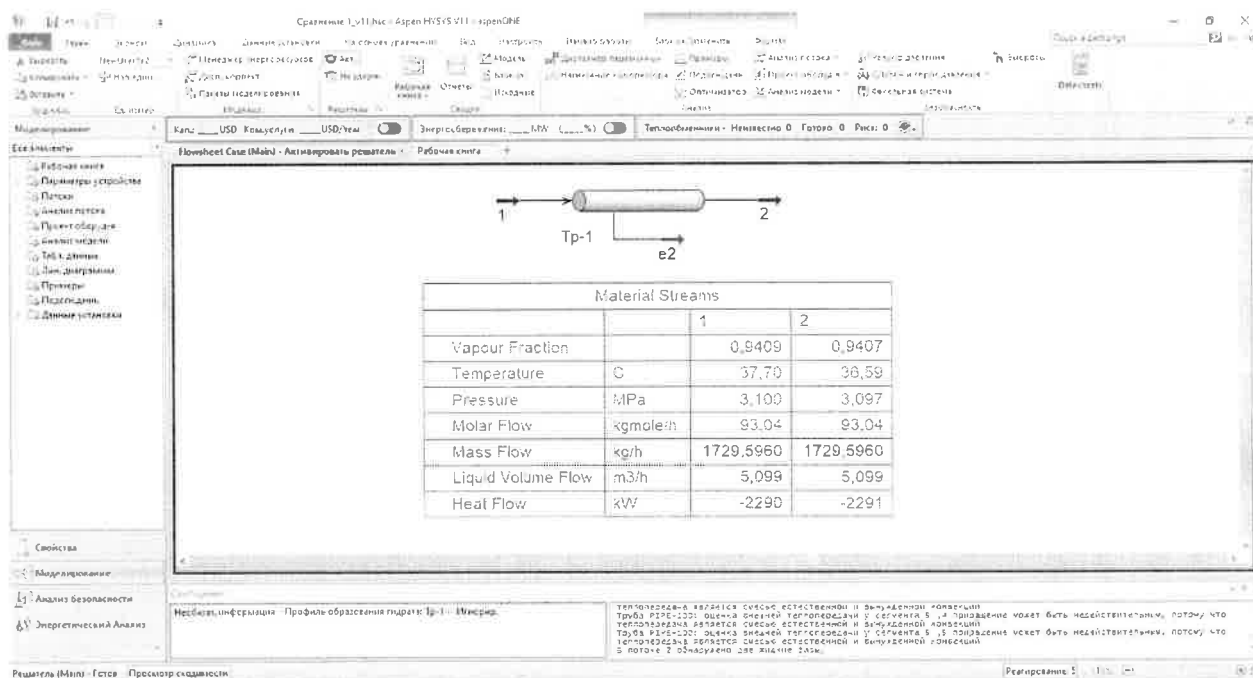


Рис. 3.3. Расчетная модель трубопровода, созданная в программном продукте «Aspen HYSYS».

Таблица 3.6. Сравнение результатов моделирования трубопровода.

Параметр	Ед. изм.	Мир ПиА	HYSYS	Отклонение
Скорость на выходе	м/с	0,417	0,413	0,96%
Перепад давления	кПа	3,342	3,316	0,78%
Перепад температуры	°С	1,29	1,11	0,18 °С
Режим течения	-	Раздельный	Раздельный	-

4) Сеть трубопроводов с учетом тепловых потерь

Расчетная схема сети трубопроводов представлена на рисунке 4.1. Составы и параметры потоков, входящих в трубопроводы, представлены в таблицах 4.1 – 4.3. Конфигурация трубопроводов приведена в таблицах 4.4 – 4.9. Толщины стенок трубопроводов представлены в таблице 4.10. Климатические условия и способ прокладки трубопроводов представлены в таблице 4.11 – 4.12. Результаты моделирования и сравнения представлены в таблице 4.13.

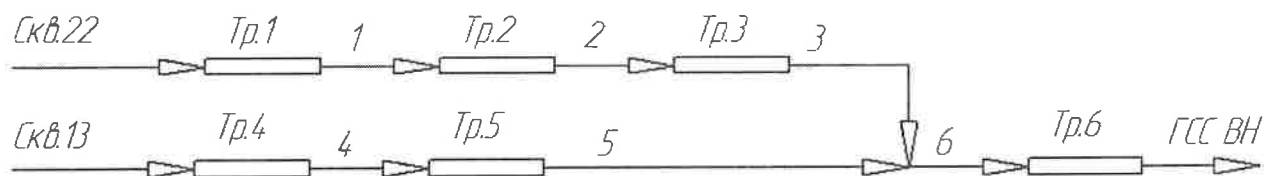


Рис. 4.1. Расчетная модель сети трубопроводов.

Таблица 4.1. Химический состав потоков в трубопроводе (Скв.22, Скв.13).

Вещество	% масс.
Азот	0,8159
Диоксид углерода	0,3149
Метан	75,3824
Этан	6,2997
Пропан	3,2447
Изобутан	0,9801
Бутан	1,2475
Метанол	0,0000
Вода	4,8466
C5+	6,8680

Таблица 4.2. Параметры потока на входе в трубопровод (Скв.22).

Параметр	Ед. изм.	Вход
Расход	кг/ч	6307
Температура	°С	45
Давление (абс.)	МПа	5,5

Таблица 4.3. Параметры потока на входе в трубопровод (Скв.13).

Параметр	Ед. изм.	Вход
Расход	кг/ч	5011
Температура	°С	42,7
Давление (абс.)	МПа	5,4

Таблица 4.4. Конфигурация трубопровода (Тр-1).

Имя элемента	Тип элемента	Информация
Элемент-1	Вход в трубу круглого сечения	D = 88 мм
Элемент-2	Труба круглого сечения	D = 88 мм, L = 6 м, H = 0 м
Элемент-3	Местное сопротивление	dP = 0 кгс/см ²
Элемент-4	Труба круглого сечения	D = 88 мм, L = 22 м, H = 0 м
Элемент-5	Отвод круглого сечения	D = 88, r/D = 1.5, Угол = 90 град
Элемент-6	Труба круглого сечения	D = 88 мм, L = 62 м, H = 0 м
Элемент-7	Диффузор круглого сечения	D1 = 88, D2 = 139, Угол = 30 град

Таблица 4.5. Конфигурация трубопровода (Тр-2).

Имя элемента	Тип элемента	Информация
Элемент-1	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 2 м, H = 0 м
Элемент-2	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 10 м, H = 0 м
Элемент-3	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 8 м, H = 0 м
Элемент-4	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 1 м, H = 0 м
Элемент-5	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 4 м, H = 0 м
Элемент-6	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 3 м, H = 0 м
Элемент-7	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 1 м, H = 0 м
Элемент-8	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 21 м, H = 0 м
Элемент-9	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 20 м, H = 0 м
Элемент-10	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 9 м, H = 0 м
Элемент-11	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 13.34 м, H = 0 м
Элемент-12	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 7.66 м, H = 0.15 м
Элемент-13	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.5 м
Элемент-14	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 27 м, H = 0.53 м
Элемент-15	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 23 м, H = 0.45 м
Элемент-16	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 2.8 м, H = 0.06 м
Элемент-17	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 22.2 м, H = 0.13 м
Элемент-18	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 5.14 м, H = 0.03 м
Элемент-19	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 19.86 м, H = 0.04 м
Элемент-20	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 4.52 м, H = 0.01 м
Элемент-21	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 20.48 м, H = 0.09 м
Элемент-22	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.1 м
Элемент-23	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 23.09 м, H = 0.1 м
Элемент-24	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 1.91 м, H = 0.01 м
Элемент-25	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.13 м
Элемент-26	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.17 м
Элемент-27	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.52 м
Элемент-28	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 14.86 м, H = 0.31 м
Элемент-29	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 10.14 м, H = 0.07 м
Элемент-30	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 6.03 м, H = 0.05 м
Элемент-31	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 1.14 м, H = 0.01 м
Элемент-32	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 1.1 м, H = 0.01 м
Элемент-33	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 10.03 м, H = 0.07 м
Элемент-34	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 1.12 м, H = 0.01 м
Элемент-35	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 0.93 м, H = 0.01 м
Элемент-36	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 4.65 м, H = 0.03 м
Элемент-37	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 10.93 м, H = 0.08 м
Элемент-38	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 7.54 м, H = -0.02 м
Элемент-39	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 29.46 м, H = -0.06 м
Элемент-40	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 7.1 м, H = -0.01 м
Элемент-41	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 9.44 м, H = 0 м

Таблица 4.6. Конфигурация трубопровода (Тр-3).

Имя элемента	Тип элемента	Информация
Элемент-1	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 3.06 м, H = 0 м
Элемент-2	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 33.18 м, H = 0 м
Элемент-3	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 7.85 м, H = 0 м
Элемент-4	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 5.3 м, H = 0.1 м

Элемент-55	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 28 м, H = 0.3 м
Элемент-56	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 16 м, H = 0.1 м
Элемент-57	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 27.08 м, H = 0.2 м
Элемент-58	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 9.45 м, H = 0 м

Таблица 4.7. Конфигурация трубопровода (Тр-4).

Имя элемента	Тип элемента	Информация
Элемент-1	Вход в трубу круглого сечения	D = 88 мм
Элемент-2	Труба круглого сечения	D = 88 мм, L = 6 м, H = 0 м
Элемент-3	Местное сопротивление	dP = 0 кгс/см ²
Элемент-4	Труба круглого сечения	D = 94 мм, L = 22 м, H = 0 м
Элемент-5	Отвод круглого сечения	D = 94, r/D = 1.5, Угол = 90 град
Элемент-6	Труба круглого сечения	D = 94 мм, L = 119 м, H = 0 м
Элемент-7	Отвод круглого сечения	D = 94, r/D = 1.5, Угол = 90 град
Элемент-8	Труба круглого сечения	D = 94 мм, L = 66.4 м, H = 0 м
Элемент-9	Отвод круглого сечения	D = 94, r/D = 1.5, Угол = 90 град
Элемент-10	Труба круглого сечения	D = 94 мм, L = 230.2 м, H = 0 м
Элемент-11	Диффузор круглого сечения	D1 = 94, D2 = 139, Угол = 30 град
Элемент-12	Местное сопротивление	dP = 0 кгс/см ²

Таблица 4.8. Конфигурация трубопровода (Тр-5).

Имя элемента	Тип элемента	Информация
Элемент-1	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 3 м, H = 0 м
Элемент-2	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 3.28 м, H = 0 м
Элемент-3	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 11.32 м, H = 0.09 м
Элемент-4	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 7.4 м, H = 0.05 м
Элемент-5	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.18 м
Элемент-6	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.18 м
Элемент-7	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.05 м
Элемент-8	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.18 м
Элемент-9	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.39 м
Элемент-10	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.39 м
Элемент-11	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.45 м
Элемент-12	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.4 м
Элемент-13	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.25 м
Элемент-14	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.13 м
Элемент-15	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.12 м
Элемент-16	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.33 м
Элемент-17	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.33 м
Элемент-18	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = -0.01 м
Элемент-19	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.02 м
Элемент-20	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.07 м
Элемент-21	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = -0.07 м
Элемент-22	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = -0.1 м
Элемент-23	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0 м
Элемент-24	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = -0.03 м
Элемент-25	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = 0.15 м
Элемент-26	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = -0.1 м
Элемент-27	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 10.31 м, H = -0.04 м

Элемент-28	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 14.69 м, H = -0.4 м
Элемент-29	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25 м, H = -0.66 м
Элемент-30	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 4.92 м, H = -0.05 м
Элемент-31	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 25.08 м, H = 0.38 м
Элемент-32	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 16 м, H = 0.31 м
Элемент-33	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 1 м, H = 0.02 м
Элемент-34	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 1 м, H = 0.02 м
Элемент-35	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 9 м, H = 0.18 м
Элемент-36	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 1 м, H = 0.02 м
Элемент-37	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 1 м, H = 0.01 м
Элемент-38	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 13 м, H = 0.26 м
Элемент-39	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 3 м, H = 0.05 м
Элемент-40	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 9.1 м, H = 0.18 м
Элемент-41	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 7.9 м, H = -0.03 м
Элемент-42	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 13 м, H = -0.05 м
Элемент-43	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 0.89 м, H = 0.51 м
Элемент-44	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 0.57 м, H = 0.33 м
Элемент-45	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 0.54 м, H = 0 м
Элемент-46	Труба круглого сечения	D = 139 мм, L = 15 м, H = 0 м

Таблица 4.9. Конфигурация трубопровода (Тр-6).

Имя элемента	Тип элемента	Информация
Элемент-1	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 28 м, H = 0.5 м
Элемент-2	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 16 м, H = 0.3 м
Элемент-3	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 24.7 м, H = 0.4 м
Элемент-4	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 3.3 м, H = 0 м
Элемент-5	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 28 м, H = 0.2 м
Элемент-6	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 0.74 м, H = 0 м
Элемент-7	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 27.26 м, H = 0.4 м
Элемент-8	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 1 м, H = 0 м
Элемент-9	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 15 м, H = 0.2 м
Элемент-10	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 12.63 м, H = 0.2 м
Элемент-11	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 15.37 м, H = 0.3 м
Элемент-12	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 28 м, H = 0.7 м
Элемент-13	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 28 м, H = 0.6 м
Элемент-14	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 16 м, H = 0.3 м
Элемент-15	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 28 м, H = 0.6 м
Элемент-16	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 2.77 м, H = 0.1 м
Элемент-17	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 25.23 м, H = 0.3 м
Элемент-18	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 28 м, H = 0.3 м
Элемент-19	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 16 м, H = 0.2 м
Элемент-20	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 28 м, H = 0.3 м
Элемент-21	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 28 м, H = 0.1 м
Элемент-22	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 28 м, H = 0.2 м
Элемент-23	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 16 м, H = 0.1 м
Элемент-24	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 28 м, H = 0.1 м
Элемент-25	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 28 м, H = 0.1 м
Элемент-26	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 28 м, H = 0.1 м
Элемент-27	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 16 м, H = 0.2 м

Элемент-78	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 20 м, H = -0.1 м
Элемент-79	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 15.85 м, H = -0.1 м
Элемент-80	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 1.15 м, H = 0 м
Элемент-81	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 31 м, H = -0.6 м
Элемент-82	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 31.17 м, H = -0.5 м
Элемент-83	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 0.83 м, H = 0 м
Элемент-84	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 19 м, H = 0 м
Элемент-85	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 7 м, H = 0 м
Элемент-86	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 26 м, H = 0.1 м
Элемент-87	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 36 м, H = 0.2 м
Элемент-88	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 12 м, H = 0.1 м
Элемент-89	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 37 м, H = 0.1 м
Элемент-90	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 2 м, H = 0.1 м
Элемент-91	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 29 м, H = 0.1 м
Элемент-92	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 2.96 м, H = -0.1 м
Элемент-93	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 15.04 м, H = -0.3 м
Элемент-94	Труба круглого сечения	D = 241 мм, L = 12 м, H = -0.5 м

Таблица 4.10. Толщины стенок трубопроводов.

Наименование	Ед. изм	Значение
Тр-1	мм	10
Тр-2	мм	10
Тр-3	мм	16
Тр-4	мм	10
Тр-5	мм	10
Тр-6	мм	16

Таблица 4.11. Климатические условия и способ прокладки трубопроводов. (Тр-1, Тр-2, Тр-4)

Наименование	Ед. изм	Значение
Температура окружающего воздуха	°С	-15
Средняя скорость ветра	м/с	2
Расположение объекта	-	Воздух
Количество слоев изоляции	шт	1
Толщина изоляции	м	0,04
Материал изоляции	-	Пенополиуритан
Теплопроводность изоляционного материала	Вт/(м*°С)	0,018
Теплопроводность материала стенки	Вт/(м*°С)	45

Таблица 4.12. Климатические условия и способ прокладки трубопроводов. (Тр-3, Тр-5, Тр-6)

Наименование	Ед. изм	Значение
Температура окружающего воздуха	°С	-15
Средняя скорость ветра	м/с	2
Расположение объекта	-	Грунт(рыхлый)
Теплопроводность грунта	Вт/(м*К)	0,54
Глубина залегания	м	1,6
Количество слоев изоляции	шт	1
Толщина изоляции	м	0,04
Материал изоляции	-	Пенополиуритан
Теплопроводность изоляционного	Вт/(м*°С)	0,018

материала		
Теплопроводность материала стенки	Вт/(м*°C)	45

Расчетные модели сети трубопроводов, созданные в программных продуктах "МиР ПиА Процесс+" и Aspen HYSYS показаны на рисунках 4.2 – 4.3.

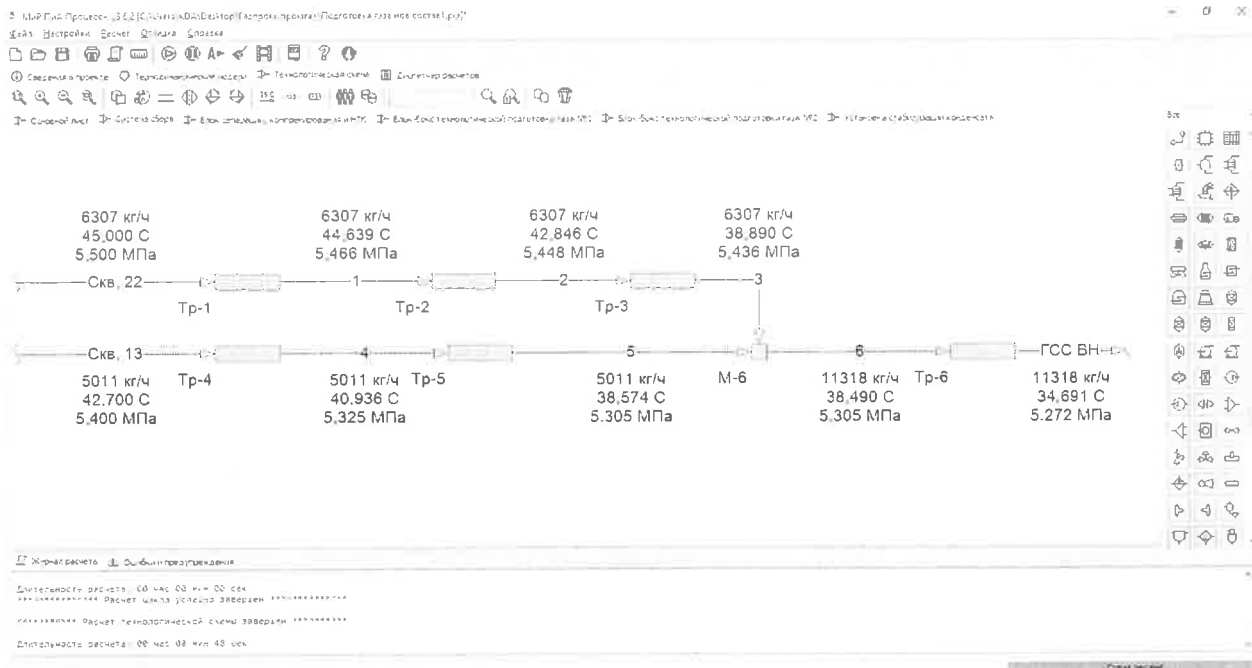


Рис. 4.2. Расчетная модель сети трубопроводов, созданная в программном продукте «МиР ПиА Процесс+».

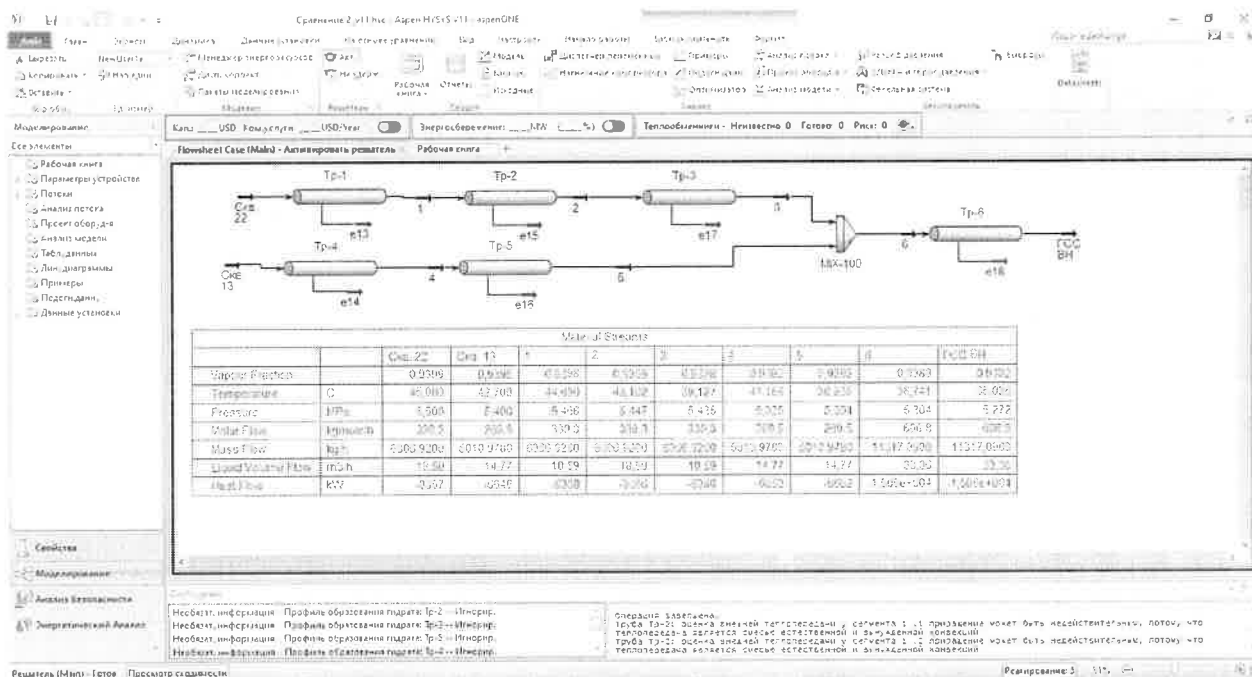


Рис. 4.3. Расчетная модель сети трубопроводов, созданная в программном продукте «Aspen HYSYS».

Таблица 4.13. Сравнение результатов моделирования по участкам трубопровода.

Параметр	Ед. изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Поток Скв. 22				
Давление (абс.)	МПа	5,500	5,500	0,00%
Температура	°С	45,00	45	0 °С
Поток Скв. 13				
Давление (абс.)	МПа	5,400	5,400	0,00%
Температура	°С	42,70	42,70	0 °С
Поток 1				
Давление (абс.)	МПа	5,466	5,466	0,00%
Температура	°С	44,639	44,680	-0,041 °С
Поток 2				
Давление (абс.)	МПа	5,448	5,447	0,02%
Температура	°С	42,846	43,102	-0,256 °С
Поток 3				
Давление (абс.)	МПа	5,436	5,435	0,02%
Температура	°С	38,890	39,127	-0,237 °С
Поток 4				
Давление (абс.)	МПа	5,325	5,325	0,00%
Температура	°С	40,936	41,158	-0,222 °С
Поток 5				
Давление (абс.)	МПа	5,305	5,304	0,02%
Температура	°С	38,574	38,835	-0,261 °С
Поток 6				
Давление (абс.)	МПа	5,305	5,304	0,02%
Температура	°С	38,490	38,741	-0,251 °С
Поток ГСС				
Давление (абс.)	МПа	5,272	5,272	0,00%
Температура	°С	34,691	35,026	-0,335 °С

5) Трехфазный сепаратор

Схема сепарации многокомпонентной углеводородной смеси, содержащей воду, представлена на рисунке 5.1.

В расчетах используется химический состав потока, поступающего в сепаратор, представленный в таблице 5.1.

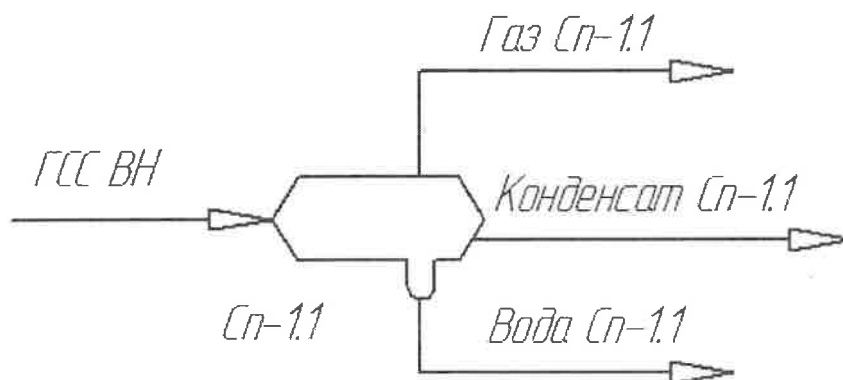


Рис. 5.1. Расчетная модель трехфазного сепаратора

Таблица 5.1. Химический состав потока, поступающего в сепаратор.

Вещество	% масс.
Азот	0,8159
Диоксид углерода	0,3149
Метан	75,3824
Этан	6,2997
Пропан	3,2447
Изобутан	0,9801
Бутан	1,2475
Метанол	0,0000
Вода	4,8466
C5+	6,8680

Параметры режима работы трехфазного сепаратора, используемые при сравнении:

расход входящего потока	11317,9 кг/ч
температура входящего потока	34,691 °C
температура сепарации	32,0 °C
давление сепарации (абс.)	5,272 МПа

Расчетные модели сепарации многокомпонентной углеводородной смеси, содержащей воду, созданные в программных продуктах "МиР ПиА Процесс+" и Aspen HYSYS показаны на рисунках 5.2 – 5.3.

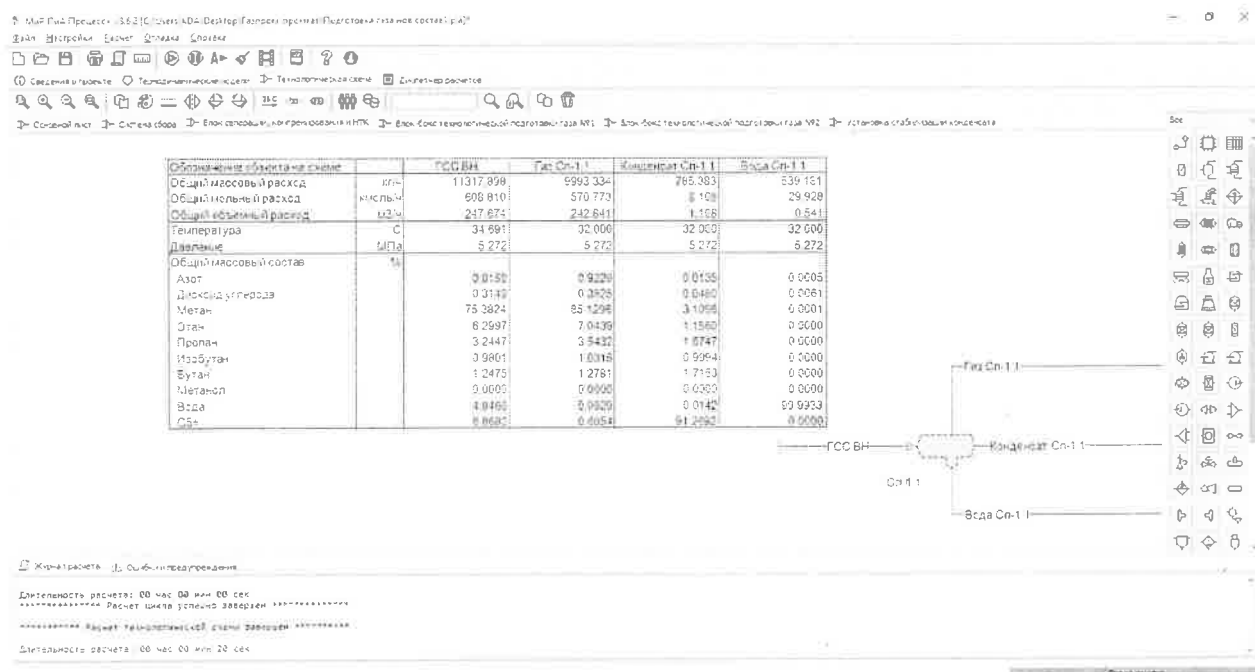


Рис. 5.2. Расчетная модель трехфазного сепаратора в программном продукте «МиР ПиА Процесс+».

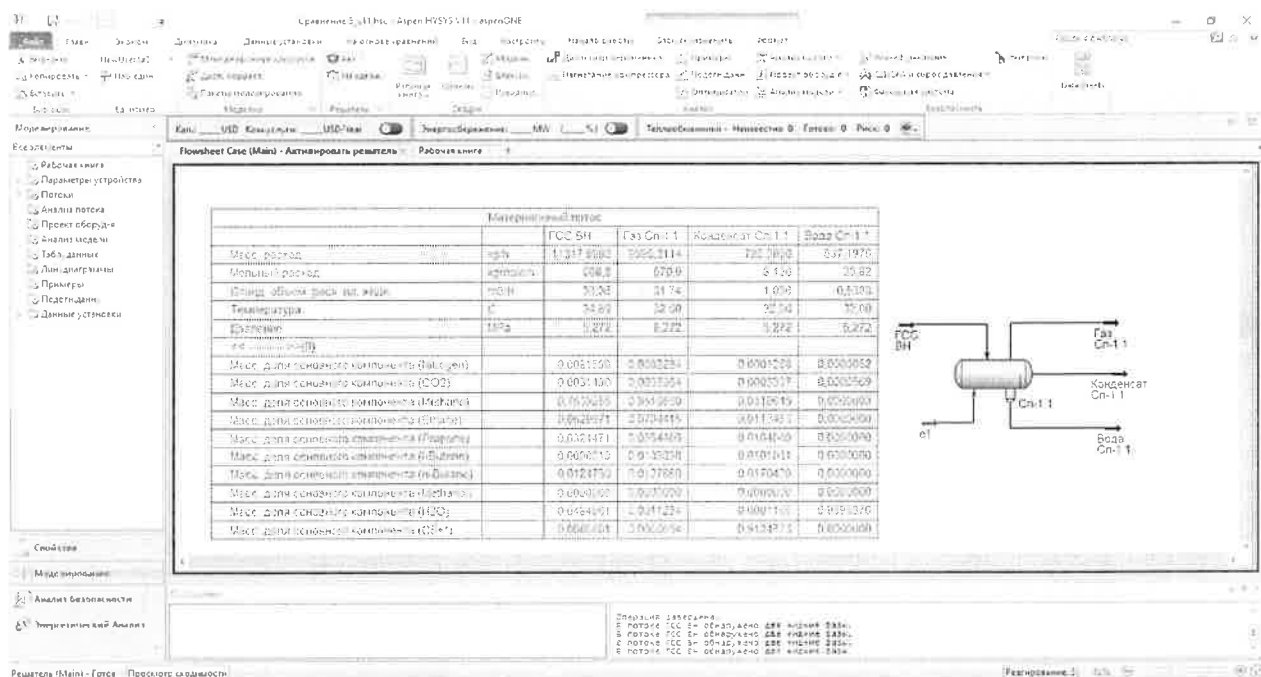


Рис. 5.3. Расчетная модель трехфазного сепаратора в программном продукте «Aspen HYSYS».

Результаты моделирования, полученные с помощью программного продукта «МиР ПиА Процесс+» и Aspen HYSYS, представляются в таблицах 5.2 – 5.5.

Таблица 5.2. Сравнение расходов выходящих потоков, полученных в результате моделирования трехфазного сепаратора.

Параметр	Ед. изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Расход газа	кг/ч	9993,334	9995,311	-0,02%
Расход жидких углеводородов	кг/ч	785,383	785,389	0,00%
Расход воды	кг/ч	539,181	537,198	0,37%

Таблица 5.3. Сравнение состава потока газа, полученного в результате моделирования трехфазного сепаратора.

Вещество	Ед. изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Азот	% масс.	0,9229	0,9228	0,0001
Диоксид углерода		0,3525	0,3536	-0,0011
Метан		85,1296	85,1059	0,0237
Этан		7,0439	7,0441	-0,0002
Пропан		3,5432	3,5447	-0,0015
Изобутан		1,0315	1,0304	0,0011
Бутан		1,2781	1,2787	-0,0006
Метанол		0,0000	0,0000	0,0000
Вода		0,0929	0,1128	-0,0199
C ₅ +		0,6054	0,6069	-0,0015

Таблица 5.4. Сравнение состава потока жидких углеводородов, полученного в результате моделирования трехфазного сепаратора.

Вещество	Ед.изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Азот	% масс.	0,0135	0,0127	0,0008
Диоксид углерода		0,0480	0,0334	0,0146
Метан		3,1096	3,1985	-0,0889
Этан		1,1560	1,1345	0,0215
Пропан		1,6747	1,6467	0,0280
Изобутан		0,9994	1,0106	-0,0112
Бутан		1,7153	1,7043	0,0110
Метанол		0,0000	0,0000	0,0000
Вода		0,0142	0,0117	0,0025
C5+		91,2692	91,2477	0,0215

Таблица 5.5. Сравнение состава потока воды, полученного в результате моделирования трехфазного сепаратора.

Вещество	Ед.изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Азот	% масс.	0,0005	0,0005	0,0000
Диоксид углерода		0,0061	0,0057	0,0004
Метан		0,0001	0,0000	0,0001
Этан		0,0000	0,0000	0,0000
Пропан		0,0000	0,0000	0,0000
Изобутан		0,0000	0,0000	0,0000
Бутан		0,0000	0,0000	0,0000
Метанол		0,0000	0,0000	0,0000
Вода		99,9933	99,9938	-0,0005
C5+		0,0000	0,0000	0,0000

6) Простой компрессор

Схема простого компрессора, проводящего расчет процесса адиабатического сжатия газа, приведена на рисунке 6.1.

Химический состав газа, его расход, входные температура и давление, которые используются при проведении расчетов, представлены в таблицах 6.1 – 6.2.

Расчетные модели компрессора, созданные в программных продуктах "МиР ПиА Процесс+" и Aspen HYSYS показаны на рисунках 6.2 – 6.3.

Результаты анализа точности моделирования компрессора приводятся в таблице 6.3.

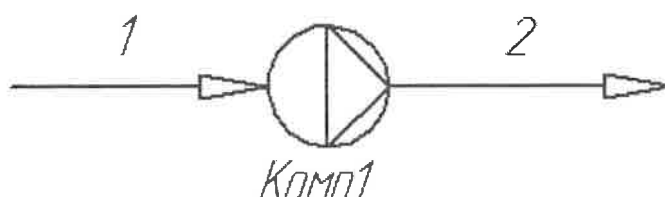


Рис. 6.1. Расчетная модель компрессора.

Таблица 6.1. Состав газа, поступающего в компрессор.

Вещество	Ед. изм.	Значение
Азот	% масс.	0,9198
Диоксид углерода		0,3533
Метан		84,9197
Этан		7,0625
Пропан		3,5890
Изобутан		1,0584
Бутан		1,3232
Метанол		0,0000
Вода		0,2075
C5+		0,5665

Таблица 6.2. Параметры работы компрессора.

Параметр	Ед. изм.	Газ вход
Расход газа	кг/ч	9638,11
Температура на входе в компрессор	°C	32,0
Давление на входе в компрессор (абс.)	МПа	2,358
Давление на выходе из компрессора (абс.)	МПа	8,000
КПД	%	75,0

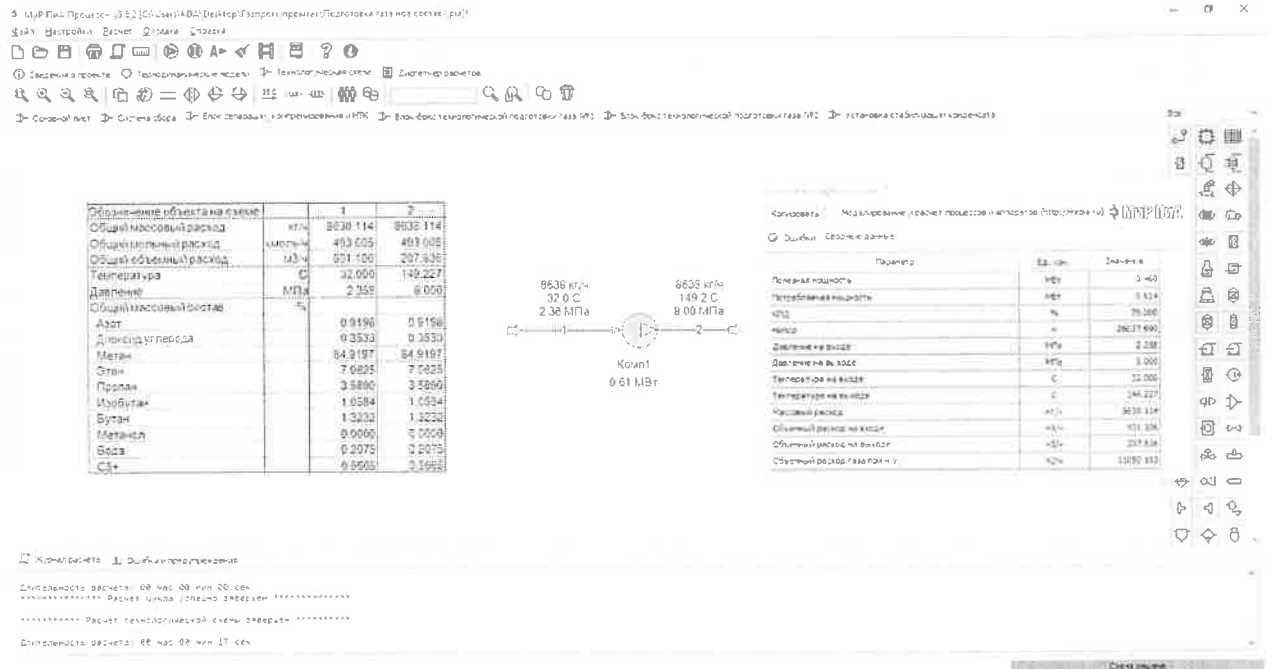


Рис. 6.2. Расчетная модель компрессора в программном продукте «МиР ПиА Процесс+».

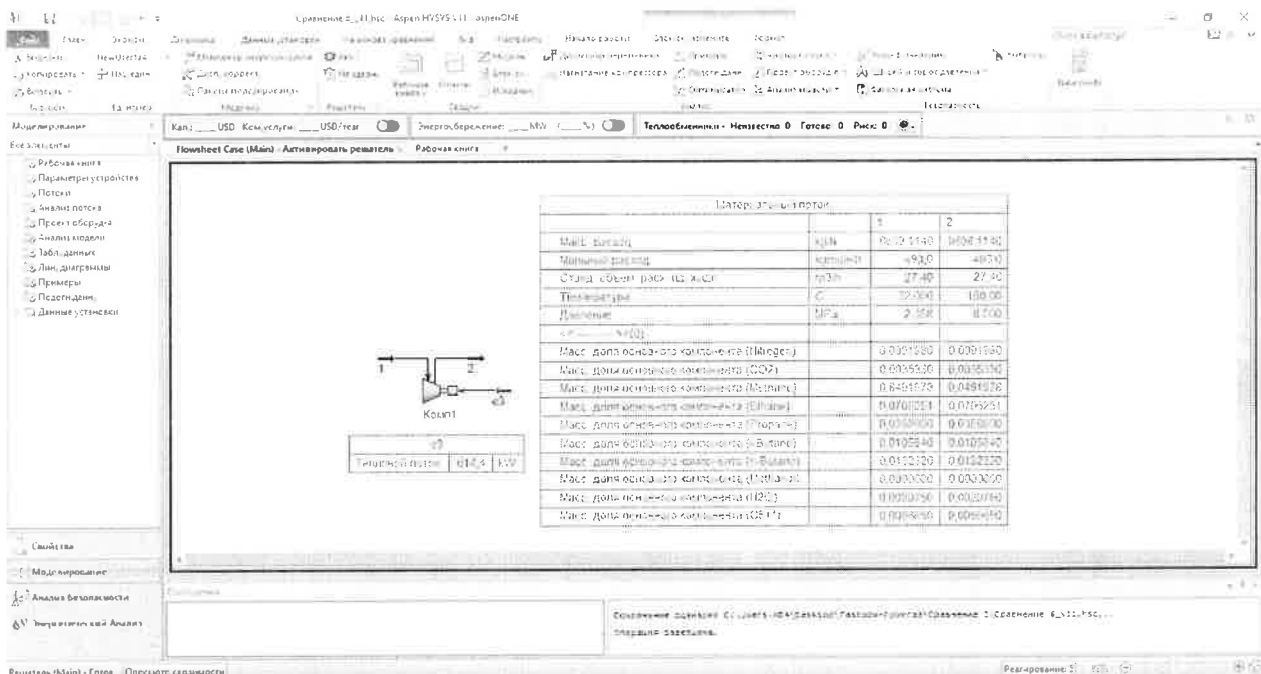


Рис. 6.3. Расчетная модель компрессора в программном продукте «Aspen HYSYS».

Таблица 6.3. Сравнение результатов моделирования простого компрессора.

Параметр	Ед. изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Потребляемая мощность	МВт	0,613	0,614	-0,16%
Температура газа на выходе	°C	149,2	150,0	-0,8 °C
Объемный расход на выходе	м³/ч	207,83	208,4	-0,27%

7) Простой теплообменник

Схема простого теплообменника, приведена на рисунке 7.1.

Параметры потоков, участвующих в теплообмене, приведены в таблице 7.1.

Расчетные модели простого теплообменника, созданные в программных продуктах "МиР ПиА Процесс+" и Aspen HYSYS показаны на рисунках 7.2 – 7.3.

Результаты моделирования и сравнения сводятся в таблицу 7.2.

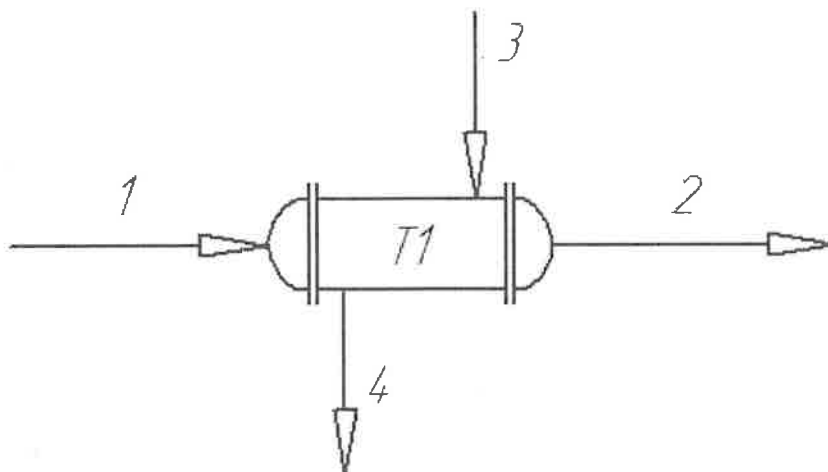


Рис. 7.1. Расчетная модель простого теплообменника.

Таблица 7.1. Параметры потоков, участвующих в теплообмене.

Параметр	Ед. изм.	Горячий поток		Холодный поток	
		Азот		Азот	
Состав	% масс.	Азот	0,9202	Азот	0,9279
		Диоксид углерода	0,3515	Диоксид углерода	0,3577
		Метан	84,8748	Метан	85,7741
		Этан	7,0228	Этан	7,1462
		Пропан	3,5326	Пропан	3,5573
		Изобутан	1,0284	Изобутан	0,9995
		Бутан	1,2743	Бутан	1,1991
		Метанол	0,2843	Метанол	0,0314
		Вода	0,1076	Вода	0,0013
		C5+	0,6036	C5+	0,0056
Расход	кг/ч	9522,166		9953,549	
Температура	°C	31,600		-31,496	
Давление	МПа	5,272		2,500	

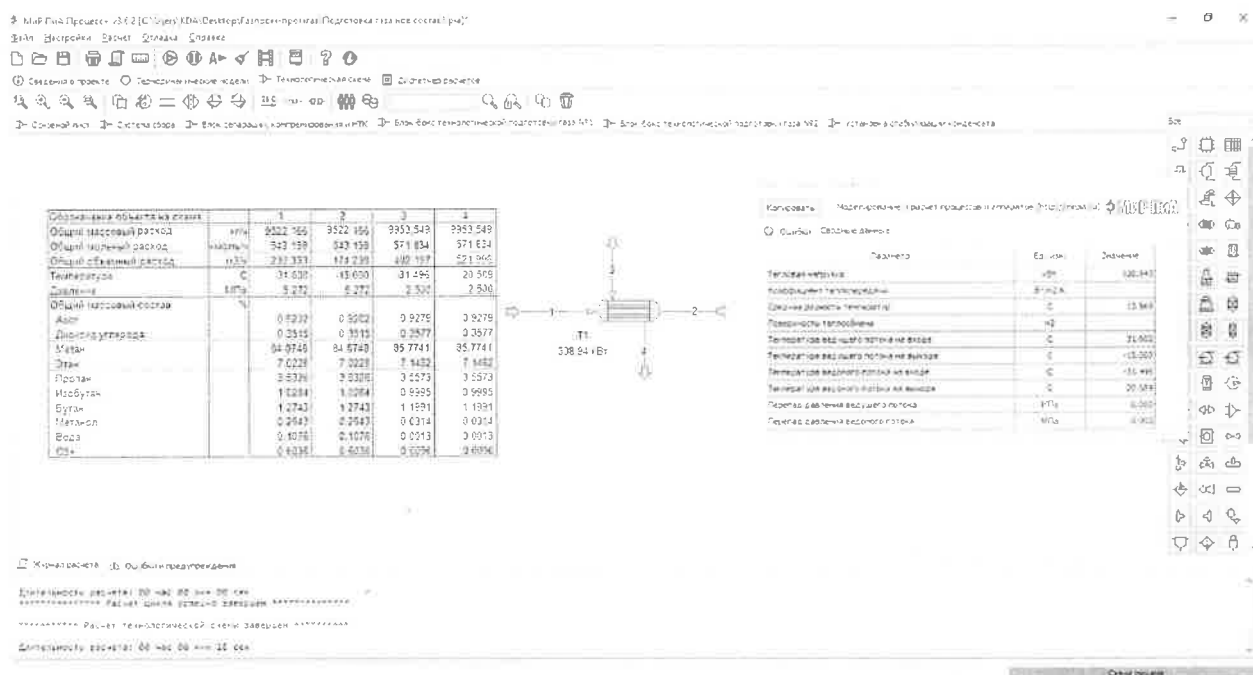


Рис. 7.2. Расчетная модель простого теплообменника, реализованная в программном продукте "Мир ПИА Процесс+".

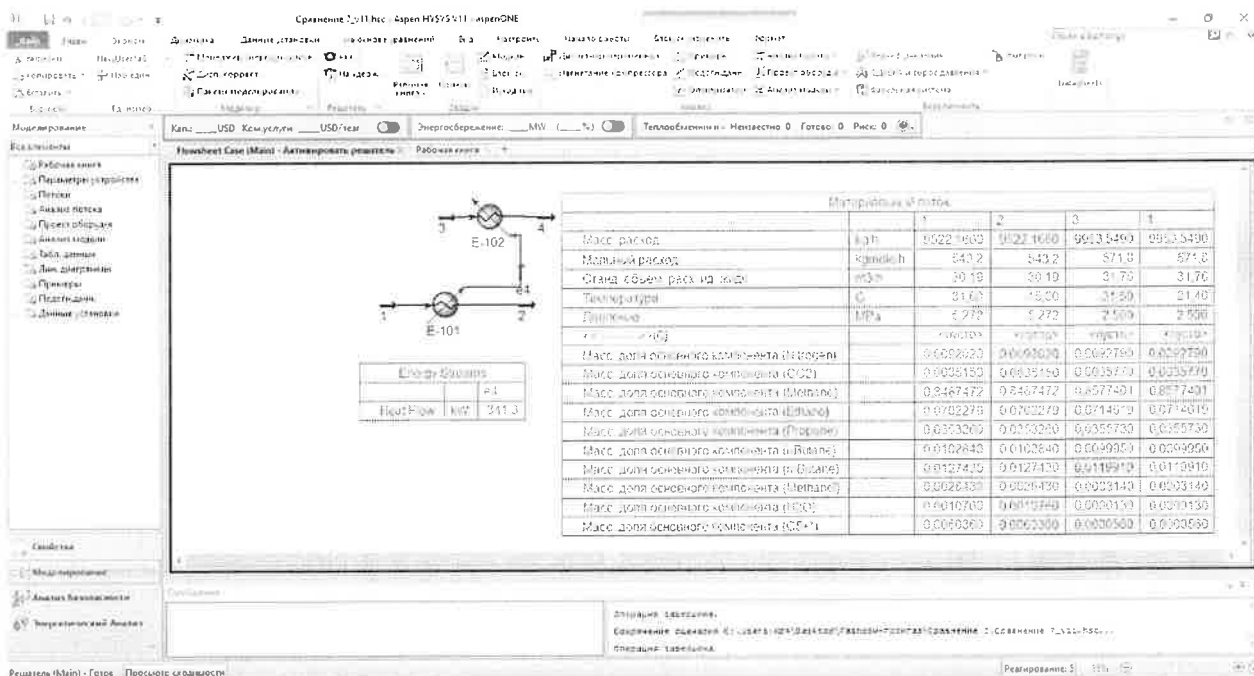


Рис. 7.3. Расчетная модель простого теплообменника, реализованная в программном продукте «Aspen HYSYS».

Таблица 7.2. Сравнение результатов моделирования простого теплообменника.

Параметр	Ед. изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Суммарная тепловая нагрузка аппарата	МВт	0,339	0,341	-0,59%
Температура горячего потока на выходе	°C	-15,0	-15,0	0,000 °C
Температура холодного потока на выходе	°C	20,589	21,400	-0,811 °C

8) Ректификационная колонна

Схема ректификационной колонны представлена на рисунке 8.1

В расчетах используются химические составы питания, орошения и горячей струи, представленные в таблицах 8.1 – 8.2.

Расчетные модели ректификационной колонны, созданные в программных продуктах "МиР ПиА Процесс+" и Aspen HYSYS показаны на рисунках 8.2 – 8.3.

Результаты моделирования, полученные с помощью программного продукта «МиР ПиА Процесс+» и Aspen HYSYS, представляются в таблицах 8.3 – 8.8.

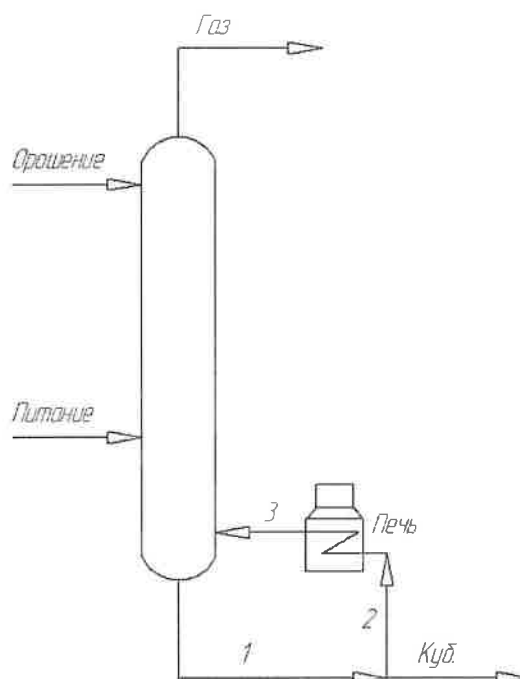


Рис. 8.1. Расчетная модель ректификационной колонны.

Таблица 8.1. Химический состав потока питания колонны.

Вещество	Ед. изм.	Кол-во
Азот	% масс.	0,0025
Диоксид углерода		0,0419
Метан		1,3519
Этан		1,2078
Пропан		2,5558
Изобутан		1,8522
Бутан		3,3823
Метанол		0,0110
Вода		0,0000
C5+		89,5946

Таблица 8.2. Химический состав потока орошения колонны.

Вещество	Ед. изм.	Кол-во
Азот	% масс.	0,0025
Диоксид углерода		0,0419
Метан		1,3519
Этан		1,2078
Пропан		2,5558
Изобутан		1,8522
Бутан		3,3823
Метанол		0,0110
Вода		0,0000
C5+		89,5946

Для сравнения зафиксированы следующие параметры режима работы колонны ректификации:

расход потока питания

1291,021 кг/ч

От лицензиата _____

От лицензиара _____

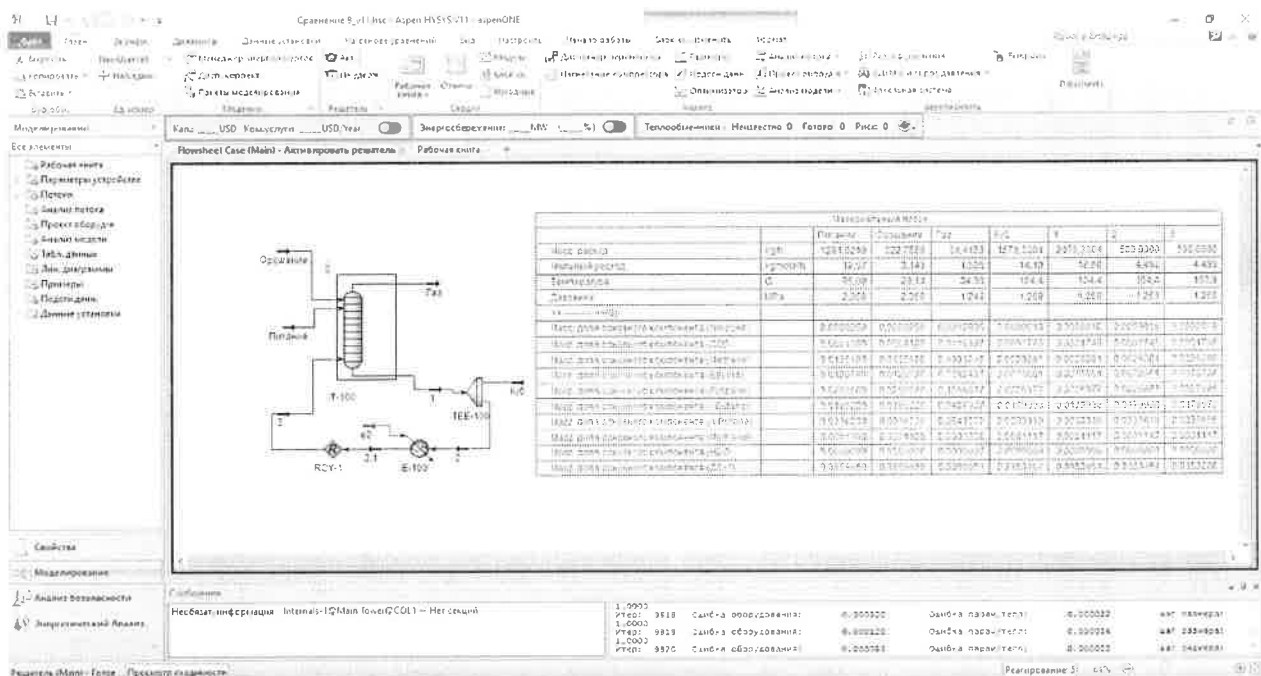


Рис. 8.3. Расчетная модель ректификационной колонны в программном продукте «Aspen HYSYS».

Таблица 8.3. Сравнение расходов, полученных в результате моделирования колонны.

Параметр	Ед.изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Расход верхнего продукта	кг/ч	33,369	34,445	-3,17%
Расход кубового продукта	кг/ч	1580,406	1579,330	0,07%

Таблица 8.4. Химический состав верхнего продукта.

Вещество	Ед. изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Азот	% масс.	0,1117	0,1091	0,0026
Диоксид углерода		0,9841	1,1631	-0,1790
Метан		51,4924	49,9125	1,5799
Этан		22,5706	22,8248	-0,2542
Пропан		14,9442	15,6862	-0,742
Изобутан		4,1736	4,2793	-0,1057
Бутан		5,1617	5,4152	-0,2535
Метанол		0,0037	0,0034	0,0003
Вода		0,0000	0,0000	0
C5+		0,5580	0,6065	-0,0485

Таблица 8.5. Химический состав кубового продукта.

Вещество	Ед. изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Азот	% масс.	0,0002	0,0002	0,0000
Диоксид углерода		0,0220	0,0175	0,0045
Метан		0,2932	0,2928	0,0004
Этан		0,7568	0,7365	0,0203
Пропан		2,2942	2,2698	0,0244
Изобутан		1,8032	1,7994	0,0038
Бутан		3,3447	3,3381	0,0066
Метанол		0,0112	0,0112	0,0000
Вода		0,0000	0,0000	0,0000
C5+		91,4745	91,5346	-0,0601

Таблица 8.6. Сравнение потарельчатых температурных профилей колонны, °С.

№ тарелки	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение, °С
1	32,301	32,051	0,250 °С
2	42,659	42,564	0,095 °С
3	83,081	82,889	0,192 °С
4	83,272	83,555	-0,283 °С
5	103,447	103,505	-0,058 °С

Таблица 8.7. Сравнение потарельчатых профилей расхода жидкости в колонне, кг/ч.

№ тарелки	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение, %
1	33,4	33,9	-1,49%
2	35,2	35,9	-1,97%
3	44,0	44,7	-1,58%
4	3,9	4,1	-5,00%
5	5,3	5,4	-1,87%

Таблица 8.8. Сравнение потарельчатых профилей расхода пара в колонне, кг/ч.

№ тарелки	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение, %
1	324,6	324,7	-0,03%
2	333,4	333,5	-0,03%
3	1584,3	1583,9	0,03%
4	1585,7	1585,2	0,03%
5	2080,4	2079,8	0,03%

9) Блок низкотемпературной конденсации

Схема блока низкотемпературной конденсации представлена на рисунке 9.1

Параметры потока, поступающего на блок, приведены в таблице 9.1.

Расчетные модели ректификационной колонны, созданные в программных продуктах "МиР ПиА Процесс+" и Aspen HYSYS показаны на рисунках 9.2 – 9.3.

Результаты моделирования, полученные с помощью программного продукта «МиР ПиА Процесс+» и Aspen HYSYS, представляются в таблицах 9.2 – 9.6.

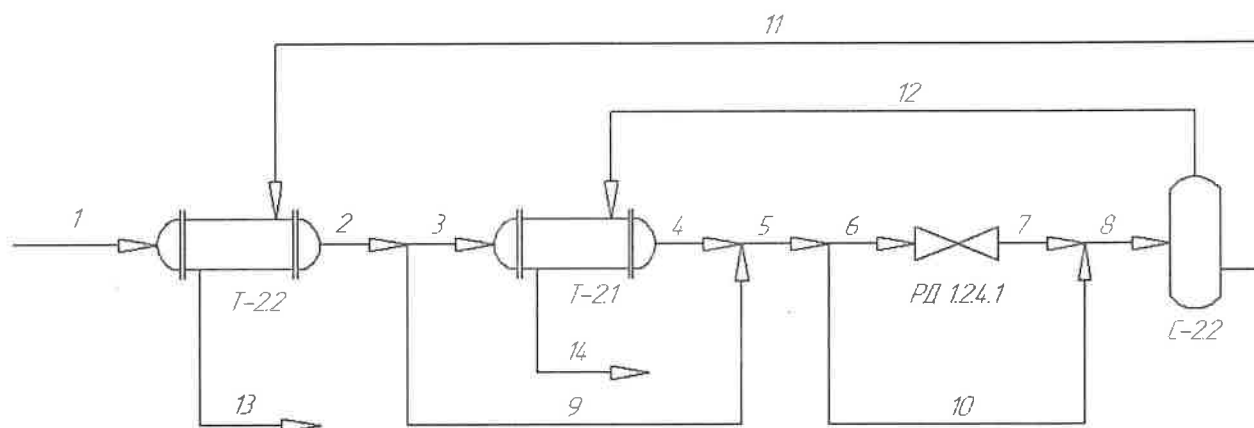


Рис. 9.1. Расчетная модель блока низкотемпературной конденсации.

Таблица 9.1. Химический состав потока поступающего на блок низкотемпературной конденсации.

Вещество	Ед. изм.	Кол-во
Азот	% масс.	0,9185
Диоксид углерода		0,3528
Метан		84,8067
Этан		7,0531
Пропан		3,5842
Изобутан		1,0570
Бутан		1,3215
Метанол		0,2746
Вода		0,0658
C5+		0,5658

Для сравнения зафиксированы следующие параметры режима работы блока низкотемпературной конденсации:

расход потока поступающего на блок	8649,628 кг/ч
температура потока поступающего на блок	29,112 °С
давление потока поступающего на блок (абс.)	8,0 МПа
выходная температура с Т-2.2	28,5 °С
выходная температура с Т-2.1	минус 15 °С
давление после дросселя РД 1.2.4.1 (абс.)	4,0 МПа
байпас теплообменника Т-2.1	5 %
байпас дросселя РД 1.2.4.1	5 %

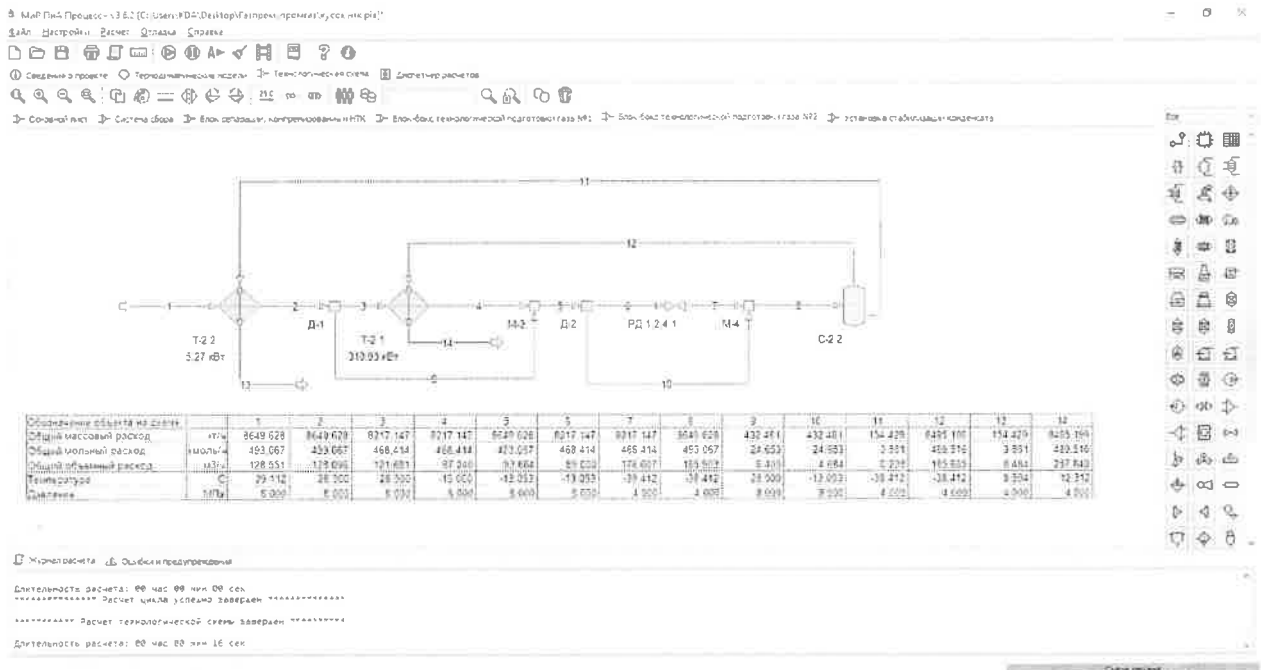


Рис. 9.2. Расчетная модель работы блока низкотемпературной конденсации в программном продукте «МиР ПиА Процесс+».

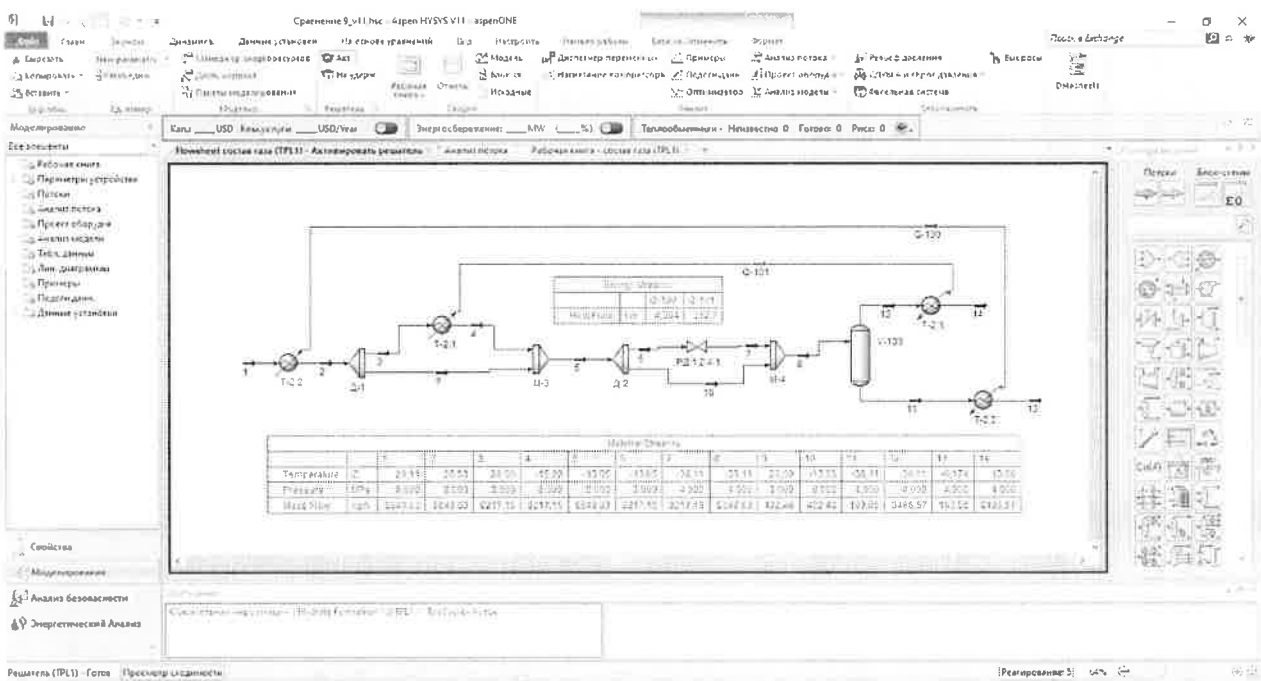


Рис. 9.3. Расчетная модель работы блока низкотемпературной конденсации в программном продукте «Aspen HYSYS».

Таблица 9.2. Сравнение температуры гидратообразования потока №1.

Параметр	Ед.изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Температура гидратообразования потока №1	°C	-57,659	-55,102	-2,557 °C

Таблица 9.3. Сравнение параметров, полученных в результате моделирования дросселя РД 1.2.4.1.

Параметр	Ед.изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Давление на входе (абс)	МПа	8,0	8,0	0,00%
Температура на входе	°С	-13,053	-13,048	-0,005 °С
Давление на выходе (абс)	МПа	4,0	4,0	0,00%
Температура на выходе	°С	-38,412	-38,106	-0,306 °С

Таблица 9.4. Сравнение расходов, полученных в результате моделирования сепаратора С-2.2.

Параметр	Ед.изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Расход верхнего продукта	кг/ч	8495,199	8486,575	0,10%
Расход кубового продукта	кг/ч	154,429	163,053	-5,43%

Таблица 9.5. Химический состав газ из сепаратора С-2.2.

Вещество	Ед. изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Азот	% масс.	0,9348	0,9356	-0,0008
Диоксид углерода		0,3566	0,3567	-0,0001
Метан		86,1968	86,2608	-0,0640
Этан		7,0808	7,0763	0,0045
Пропан		3,4339	3,4142	0,0197
Изобутан		0,9184	0,9027	0,0157
Бутан		1,0592	1,0345	0,0247
Метанол		0,0159	0,0167	-0,0008
Вода		0,0003	0,0001	0,0002
С5+		0,0032	0,0024	0,0008

Таблица 9.6. Химический состав жидкости из сепаратора С-2.2.

Вещество	Ед. изм.	МиР ПиА	HYSYS	Отклонение
Азот	% масс.	0,0246	0,0267	-0,0021
Диоксид углерода		0,1478	0,1497	-0,0019
Метан		8,3345	9,1263	-0,7918
Этан		5,5259	5,8438	-0,3179
Пропан		11,8549	12,4303	-0,5754
Изобутан		8,6833	9,0895	-0,4062
Бутан		15,7477	16,2610	-0,5133
Метанол		14,5039	13,6994	0,8045
Вода		3,6675	3,4836	0,1839
С5+		31,5098	29,8897	1,6201

Заключение

Анализ результатов проведенной работы показывает, что программные продукты «МиР ПИА Процесс+» и «Aspen HYSYS» выдают практически идентичные результаты моделирования, точность которых достаточна для технических расчетов.

Можно отметить многофункциональность продукта «МИР ПИА Процесс+» для решения таких задач как: расчет трубопровода, 2-х фазового сепаратора, 3-х фазового сепаратора, колонн деэтанализации и дебутанизации, компрессора, а также теплообменных аппаратов, позволяющие выстраивать схемы системы сбор и подготовки газа по технологии низкотемпературной сепарации и абсорбции.

Таким образом, можно сделать вывод, что программный продукт «МиР ПИА Процесс+» может быть использован в рамках программы импортозамещения для моделирования технологических процессов сбора и подготовки газа в расчетной практике АО "Газпром промгаз".

От лицензиата
Заместитель генерального директора
по общим вопросам



Р.И. Бикмухаметов

От лицензиара
Директор



И.Д.В. Козоваленко


П.К. Петров

От лицензиата _____

От лицензиара 