

УДК 661.91-404

**ПРОПАН-ПРОПИЛЕНОВАЯ ФРАКЦИЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО
КРЕКИНГА КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК СЫРЬЯ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОПИЛЕНА**

**PROPANE-PROPYLENE FRACTION OF CATALYTIC CRACKING
AS AN ADDITIONAL SOURCE OF RAW MATERIALS
FOR PROPYLENE PRODUCTION**

К.В. Артамонова, О.Б. Прозорова, Н.А. Лихачева, С.Ю. Прозорова

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,
филиал, г. Салават, Российская Федерация**

**Kseniya V. Artamonova, Olga B. Prozorova, Natalia N. Likhacheva,
Svetlana U. Prozorova**

**Ufa State Petroleum Technological University, Branch, Salavat,
Russian Federation**

e-mail: obprozorova2011@mail.ru

Аннотация. В настоящее время основным способом промышленного получения пропилена является пиролиз жидкого углеводородного сырья при том, что основным продуктом пиролиза все же остается этилен. Мощностей установок по производству пропилена для удовлетворения растущего на него спроса на мировом рынке недостаточно. В связи с этим встает проблема поиска эффективных решений по увеличению выпуска пропилена.

В ходе изучения возможных путей решения данной проблемы рассмотрена возможность вовлечения побочного продукта установки каталитического крекинга флюид (УККФ) – пропан-пропиленовой фракции

(ППФ) компании ООО «Газпром нефтехим Салават» в переработку на установку газоразделения производства этилена и пропилена (ЭП).

В связи с тем, что ППФ каталитического крекинга на рассматриваемом производстве проходит через несколько блоков очистки – аминовой с применением диизопропаноламина в качестве абсорбента и щелочной для очистки от серосодержащих соединений, определена оптимальная точка ввода дополнительного количества сырья на установку газоразделения непосредственно перед осушителем С-4.

Так как в результате увеличения количества перерабатываемого сырья на установке газоразделения повышается нагрузка на технологическое оборудование, а также на трубопроводы, был проведен поверочный расчет аппаратов и теплообменного оборудования, а также ориентировочный расчет капитальных затрат.

В качестве расчетной среды для моделирования работы оборудования установки газоразделения была выбрана программа Aspen HYSYS.

Abstract. Currently, the main method for the industrial production of propylene is the pyrolysis of liquid hydrocarbon feedstock, while ethylene remains the main pyrolysis product. The capacity of propylene production plants is insufficient to meet the growing demand for it in the world market. In this regard, the problem arises of finding effective solutions to increase the production of propylene.

In the course of studying possible ways to solve this problem, the possibility of involving a by-product of the fluid catalytic cracking unit (FCCU) – propane-propylene fraction (PPF) of Gazprom neftekhim Salavat LLC – into processing at a gas separation unit for ethylene and propylene production was considered.

Due to the fact that the PPF of catalytic cracking in the considered production passes through several purification units – amine with the use of diisopropanolamine as an absorbent and alkaline for purification from sulfur-containing compounds, the optimal point of introducing an additional amount of

raw materials to the gas separation unit immediately before the C-4 dryer was determined.

Since the increase in the amount of processed raw materials at the gas separation unit increases the load on the process equipment, as well as on the pipelines, a verification calculation of devices and heat exchange equipment was carried out, as well as an approximate calculation of capital costs.

The Aspen HYSYS software was chosen as the computational environment for modeling the operation of the gas separation plant equipment.

Ключевые слова: каталитический крекинг; пропан-пропиленовая фракция; расчет нагрузки; газоразделение; пропилен

Keywords: catalytic cracking; propane-propylene fraction; load calculation; gas separation; propylene

На сегодняшний день мировые мощности по производству пропилена загружены более чем на 90 %, при этом среднегодовой прирост потребления пропилена составляет порядка 4–6 % [1]. Соответственно, мощности установок пиролиза не удовлетворяют возникающий спрос на пропилен, в связи с чем возникает проблема эффективных технологических решений без привлечения значительных затрат на капитальное строительство новых производственных мощностей.

Одним из способов решения данного вопроса является использование побочного продукта установки каталитического крекинга флюид (УККФ) компании ООО «Газпром нефтехим Салават» – пропан-пропиленовой фракции (ППФ) в качестве дополнительного источника сырья для получения пропилена на блоке газоразделения производства этилена и пропилена (ЭП) [2, 3]. Состав потоков ППФ представлен в таблице 1.

Таблица 1. Состав потоков ППФ

Компонент	Содержание, % масс.	
	ППФ установки каталитического крекинга	ППФ установки газоразделения
Этан	0,09	–
Пропан	29,27	17,90
Пропилен	69,63	80,04
Бутан	0,61	0,96
Бутилен	0,34	0,68
Меркаптаны	0,0009	–
Вода	0,06	–

В составе ППФ с установки каталитического крекинга, вовлекаемом в переработку на производство ЭП, присутствуют меркаптаны в количестве 0,0009 % масс. Такое содержание серы является незначительным, также при смешении потоков еще снизится до 0,00026 % масс., что является допустимым. Следует отметить – вовлекаемое сырье подвергается аминовой и щелочной очистке, что является наиболее эффективным решением для уменьшения содержания серосодержащих соединений в ППФ [4].

Предполагается, что потоки ППФ будут смешиваться на установке газоразделения производства ЭП перед осушителем С-4. Данная точка ввода выбрана на основании того, что:

- содержание фракции С₃ в потоках ППФ УККФ и ППФ с установки газоразделения (98,9 % масс. и 97,9 % масс. соответственно) практически не отличается;

- влага, содержащаяся в потоке ППФ УККФ, будет улавливаться в осушителе.

Существующее технологическое оборудование установки газоразделения (с учётом поэтапного увеличения мощности производства) рассчитывалось на производительность по этилену 355 тыс. т/год. При повышении расхода перерабатываемого сырья возрастает нагрузка на технологическое оборудование, а также на трубопроводы. В связи с этим необходимо провести анализ возможных негативных последствий от

вовлечения в переработку на производстве ЭП дополнительного количества пропан-пропиленовой фракции с установки каталитического крекинга.

Перечень возможных негативных последствий при вовлечении фракции C_3 с установки каталитического крекинга на производство ЭП представлен в таблице 2.

Таблица 2. Перечень возможных негативных последствий при вовлечении фракции C_3 с установки каталитического крекинга на производство ЭП

Тип оборудования	Возможные негативные последствия
Колонное оборудование	Снижение эффективности работы контактных устройств, что оказывает негативное влияние на четкость фракционирования и качество продуктов.
Теплообменное оборудование	Недостаточное охлаждение / недостаточный нагрев продуктов вследствие повышения расхода потоков и нехватки поверхности теплообмена.
Холодильное / нагревательное оборудование	Недостаточное охлаждение / недостаточный нагрев продуктов, а также необходимость увеличения расхода охлаждающей воды / греющего пара.
Насосное оборудование	Недостаточная производительность существующих насосов.
Технологические трубопроводы	Повышение скорости движения потока приведёт к росту гидравлического сопротивления в трубопроводах, что может потребовать замены отдельных участков т/п.

При вовлечении ППФ УККФ на установку газоразделения гидравлическая нагрузка на оборудование и трубопроводы по линии выделения фракции C_3 (колонны К-16, К-17/1 и К-17/2, а также их периферийное оборудование) в отдельных точках может увеличиться до 1,5 раза.

В расчетной среде Aspen HYSYS были созданы математические модели установки газоразделения ЭП:

- модель установки при работе в текущем режиме эксплуатации (модель 1);
- модель установки с учетом вовлечения пропан-пропиленовой фракции с установки каталитического крекинга (модель 2).

Схема математической модели блока разделения и очистки ППФ установки газоразделения ЭП приведена на рисунке 1.

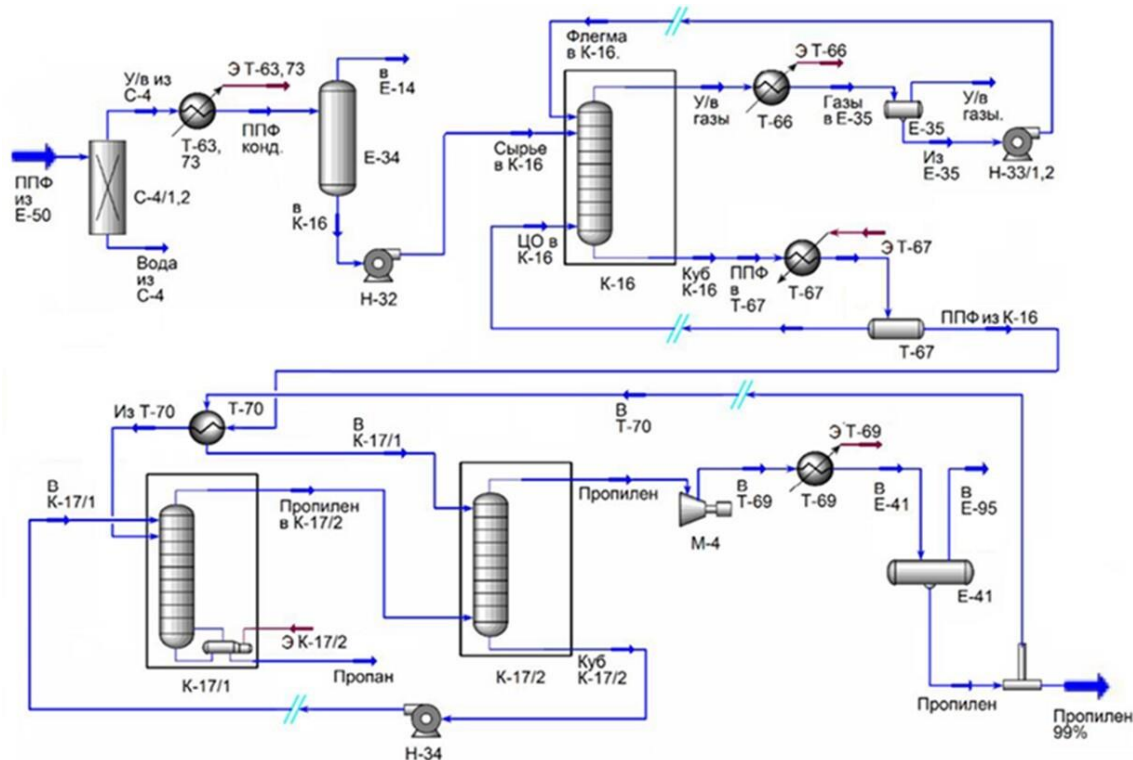


Рисунок 1. Схема математической модели блока разделения и очистки пропан-пропиленовой фракции установки газоразделения ЭП

На рисунках 2–7 представлены профили температур и давлений по колоннам К-16, К-17/1 и К-17/2 при текущем режиме работы и с учетом вовлечения ППФ УККФ.

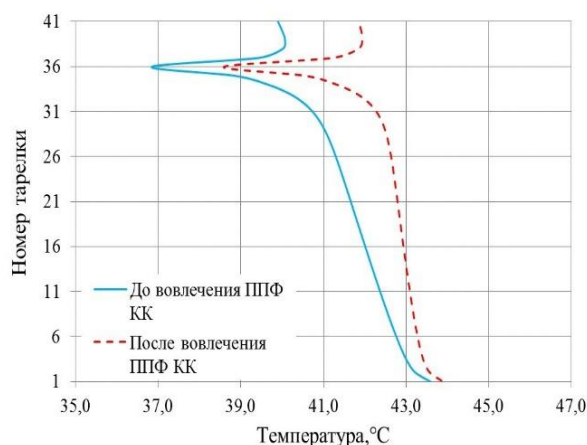


Рисунок 2. Профиль температур в колонне К-16

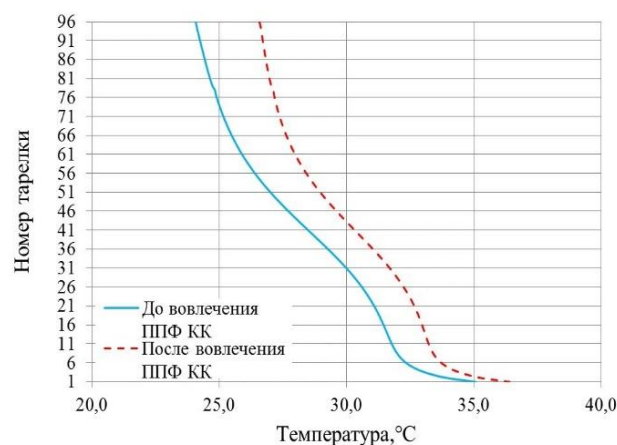


Рисунок 3. Профиль температур в колонне К-17/1

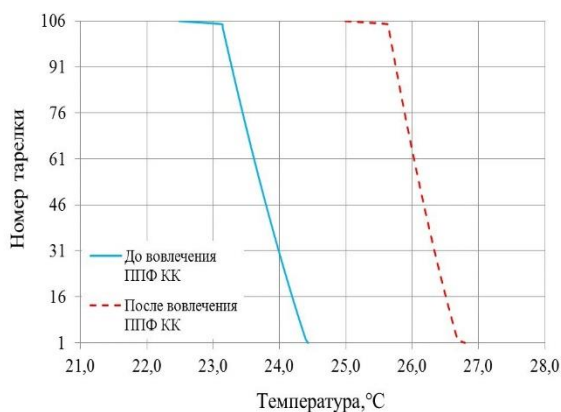


Рисунок 4. Профиль температур в колонне К-17/2

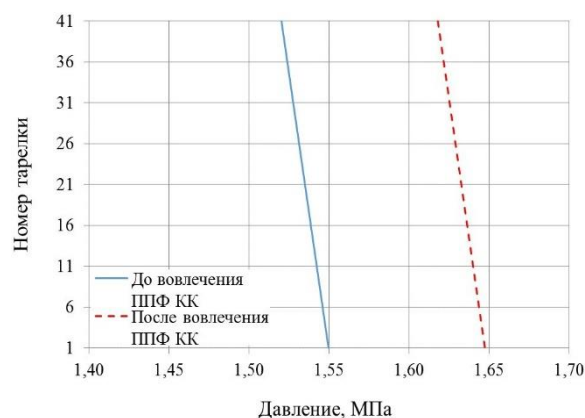


Рисунок 5. Профиль давлений в колонне К-16

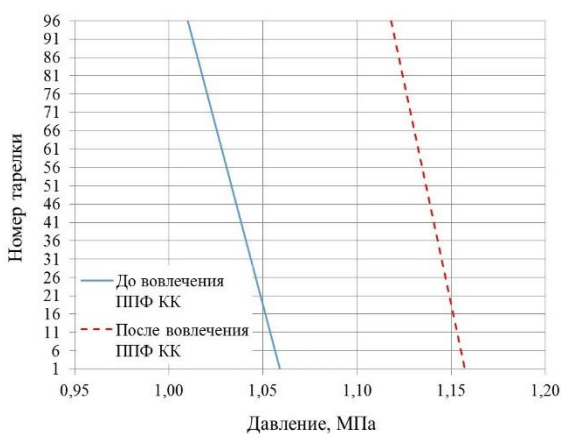


Рисунок 6. Профиль давлений в колонне К-17/1

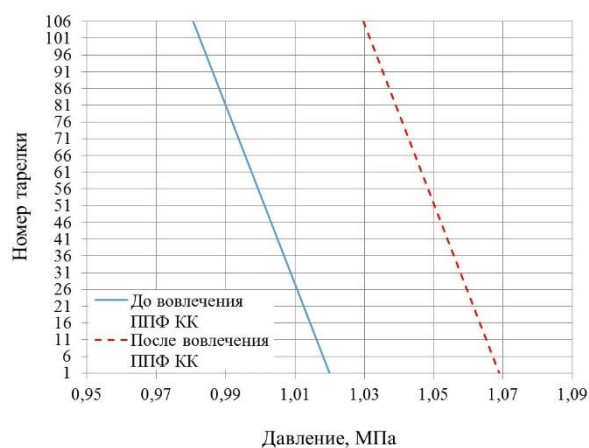


Рисунок 7. Профиль давлений в колонне К-17/2

На графике, представленном на рисунке 2, на 36 тарелке наблюдается отклонение от общего температурного профиля по колонне К-16, так как она является зоной питания, и температура входящего сырьевого потока выше температур в отгонной и концентрационной части колонны.

Похожий эффект имеется и в колонне К-17/2 (рисунок 4), вследствие низкой температуры потока, подаваемого в качестве орошения на верхнюю тарелку.

В колонне К-17/1 температура сырья не вносит возмущения в температурный профиль по следующим причинам:

1) температура сырьевого потока близка к температуре внутренних потоков колонн на тарелке ввода сырья;

2) высокая степень циркуляции в колонне (расходы орошений в 10 раз превышают расход сырьевого потока).

Профили давлений в колоннах К-16, К-17/1 и К-17/2, приведенные на рисунках 5–7, имеют линейный вид, что говорит о равномерном гидравлическом сопротивлении каждой ступени разделения и стабильном гидродинамическом режиме процесса ректификации в моделируемых колоннах.

В таблице 3 представлены рабочие параметры колонн К-16, К-17/1 и К-17/2, полученные в результате моделирования установки газоразделения ЭП на текущем режиме эксплуатации (модель 1) и после вовлечения ППФ УККФ (модель 2).

Таблица 3. Параметры работы колонн К-16, К-17/1 и К-17/2 производства ЭП до и после вовлечения ППФ с установки каталитического крекинга

Позиция		Расход, т/ч			Давление, МПа			Температура, °С		
		Регламент	Модель 1	Модель 2	Регламент	Модель 1	Модель 2	Регламент	Модель 1	Модель 2
К-16	Верх	–	0,3	0,4	не более 2,06	1,52	1,62	не более 50,0	39,8	41,7
	Низ	–	21,0	29,3	–	1,55	1,65	40,0 – 55,0	43,6	43,8
К-17/1	Верх	–	221,4	285,6	–	1,01	1,12	–	24,0	26,5
	Низ	–	2,1	3,3	–	1,06	1,16	не более 35,0	35,0	36,3
К-17/2	Верх	–	239,9	289,1	0,93–1,03	0,98	1,03	16,0–30,0	22,5	24,9
	Низ	–	204,0	271,6	–	1,02	1,07	–	24,4	26,7

В таблице 4 приведены качественные характеристики целевых и побочных колонн К-16, К-17/1 и К-17/2, полученные при моделировании

установки газоразделения ЭП на текущем режиме (модель 1) и после вовлечения ППФ УККФ (модель 2).

Таблица 4. Качество продуктов колонн К-16, К-17/1 и К-17/2 производства ЭП до и после вовлечения ППФ с установки каталитического крекинга

Позиция		Этан, % об.			Этилен, % об.			Пропан, % об.			Пропилен, % об.		
		Регламент	Модель 1	Модель 2	Регламент	Модель 1	Модель 2	Регламент	Модель 1	Модель 2	Регламент	Модель 1	Модель 2
К-16	Верх	–	66,9	43,2	–	0,5	0,8	–	1,2	4,0	–	31,4	51,3
	Низ	≤0,005	0,0	0,0	–	0,0	0,0	–	7,3	12,9	–	92,3	86,6
К-17/1	Верх	–	0,0	0,0	–	0,0	0,0	–	6,7	7,1	–	93,3	92,9
	Низ	–	0,0	0,0	–	0,0	0,0	с пропиленом ≥ 75	81,9	86,2	≤10	1,5	2,0
К-17/2	Верх	В сумме с пропаном 0,2–3,0	0,0	0,0	0,005–0,01%	0,0	0,0	в сумме с этаном 0,2–3,0	0,6	0,8	97–99,8	99,3	99,2
	Низ	–	0,0	0,0	–	0,0	0,0	–	7,6	8,4	–	92,4	91,6

По результатам моделирования в расчетной среде Aspen HYSYS, представленным в таблицах 3 и 4, параметры работы колонн К-16, К-17/1 и К-17/2 и качество их продуктов после вовлечения ППФ УККФ незначительно отличаются от параметров, полученных при моделировании текущей загрузки производства.

Выход пропилена с установки увеличивается от 18,8 до 24,7 т/ч.

Таким образом, результаты, полученные в расчётной среде Aspen HYSYS при моделировании колонн К-16, К-17/1 и К-17/2 установки газоразделения, доказывают возможность вовлечения ППФ в количестве 8,54 т/ч с установки каталитического крекинга на производство ЭП.

Поверочный расчет колонного оборудования

В таблицах 5–7 представлены рассчитанные значения фактора паровой нагрузки колонн К-16, К-17/1 и К-17/2 на текущем режиме работы колонн и после вовлечения пропан-пропиленовой фракции расходом 8,54 т/ч.

Таблица 5. Фактор нагрузки колонны К-16

Номер тарелки	Площадь сечения колонны, м ²	Расход пара, м ³ /с		Скорость пара, м/с		Фактор нагрузки, м/с·(кг/м ³) ^{0,5}	
		Модель 1	Модель 2	Модель 1	Модель 2	Модель 1	Модель 2
42	1,54	0,31	0,35	0,20	0,23	1,189	1,358
41	1,54	0,31	0,36	0,20	0,23	1,206	1,386
40	1,54	0,31	0,36	0,20	0,23	1,206	1,386
39	1,54	0,31	0,36	0,20	0,23	1,206	1,385
38	1,54	0,31	0,36	0,20	0,23	1,206	1,384
37	1,54	0,31	0,36	0,20	0,23	1,206	1,383
36	1,54	0,31	0,35	0,20	0,23	1,207	1,385
35	1,54	0,33	0,38	0,21	0,25	1,270	1,475
34	2,54	0,33	0,39	0,13	0,15	0,789	0,921
30	2,54	0,34	0,40	0,14	0,16	0,808	0,942
25	2,54	0,34	0,40	0,14	0,16	0,810	0,943
20	2,54	0,34	0,40	0,14	0,16	0,810	0,944
15	2,54	0,34	0,40	0,13	0,16	0,810	0,944
10	2,54	0,34	0,40	0,13	0,16	0,810	0,945
5	2,54	0,34	0,40	0,13	0,16	0,811	0,945
1	2,54	0,34	0,40	0,13	0,16	0,811	0,946

Таблица 6. Фактор нагрузки колонны К-17/1

Номер тарелки	Площадь сечения колонны, м ²	Расход пара, м ³ /с		Скорость пара, м/с		Фактор нагрузки, м/с·(кг/м ³) ^{0,5}	
		Модель 1	Модель 2	Модель 1	Модель 2	Модель 1	Модель 2
96	9,08	2,80	3,52	0,31	0,39	1,492	1,874
95	9,08	2,82	3,54	0,31	0,39	1,504	1,887
90	9,08	2,82	3,54	0,31	0,39	1,504	1,887
85	9,08	2,82	3,54	0,31	0,39	1,505	1,889
80	9,08	2,81	3,53	0,31	0,39	1,505	1,890
79	9,08	2,81	3,53	0,31	0,39	1,505	1,890
78	9,08	2,81	3,53	0,31	0,39	1,505	1,890
77	9,08	2,62	3,33	0,29	0,37	1,402	1,783
76	9,08	2,56	3,28	0,28	0,36	1,371	1,754
75	9,08	2,56	3,28	0,28	0,36	1,372	1,756
70	9,08	2,56	3,28	0,28	0,36	1,373	1,759
65	9,08	2,56	3,28	0,28	0,36	1,375	1,762
60	9,08	2,56	3,28	0,28	0,36	1,377	1,764
55	9,08	2,56	3,28	0,28	0,36	1,380	1,769
50	9,08	2,56	3,28	0,28	0,36	1,383	1,773
45	9,08	2,56	3,28	0,28	0,36	1,387	1,777
40	9,08	2,56	3,28	0,28	0,36	1,390	1,782
35	9,08	2,56	3,28	0,28	0,36	1,393	1,787
30	9,08	2,56	3,29	0,28	0,36	1,395	1,792
25	9,08	2,56	3,29	0,28	0,36	1,397	1,796
20	9,08	2,56	3,29	0,28	0,36	1,399	1,800
15	9,08	2,56	3,30	0,28	0,36	1,399	1,803
10	9,08	2,56	3,29	0,28	0,36	1,400	1,804
5	9,08	2,55	3,29	0,28	0,36	1,398	1,804
1	9,08	2,54	3,28	0,28	0,36	1,393	1,799

Таблица 7. Фактор нагрузки колонны К-17/2

Номер тарелки	Площадь сечения колонны, м ²	Расход пара, м ³ /с		Скорость пара, м/с		Фактор нагрузки, м/с·(кг/м ³) ^{0,5}	
		Модель 1	Модель 2	Модель 1	Модель 2	Модель 1	Модель 2
106	9,08	3,13	3,49	0,34	0,38	1,641	1,831
105	9,08	3,22	3,63	0,35	0,40	1,689	1,905
100	9,08	3,22	3,63	0,35	0,40	1,688	1,905
90	9,08	3,21	3,62	0,35	0,40	1,687	1,904
80	9,08	3,20	3,61	0,35	0,40	1,685	1,903
70	9,08	3,19	3,60	0,35	0,40	1,684	1,902
60	9,08	3,18	3,59	0,35	0,40	1,683	1,900
50	9,08	3,17	3,58	0,35	0,39	1,682	1,899
40	9,08	3,17	3,58	0,35	0,39	1,680	1,899
30	9,08	3,16	3,57	0,35	0,39	1,679	1,897
20	9,08	3,15	3,56	0,35	0,39	1,678	1,896
10	9,08	3,14	3,55	0,35	0,39	1,677	1,896
1	9,08	3,13	3,54	0,34	0,39	1,676	1,895

Результаты расчетов, представленные в таблице 5, показывают, что рассчитанные значения скорости паров (0,16–0,25 м/с) и фактора нагрузки (0,921–1,475 м/с·(кг/м³)^{0,5}) колонны К-16, имеющей ситчатые тарелки, находятся в пределах оптимальной работы для данных контактных устройств (допустимый интервал скоростей – 0,1–0,7 м/с и допустимый интервал фактора нагрузки – 0,8–3,2 м/с·(кг/м³)^{0,5} соответственно). Стоит отметить, что увеличение расхода сырья в колонну приводит к росту фактора нагрузки, что позволяет сместить рабочий диапазон контактных устройств в область более высокого КПД (с 32–45 % до 37–50 %).

Согласно результатам расчетов, представленным в таблице 6, значения скорости паров (0,36–0,39 м/с) и фактора нагрузки

($1,754-1,890 \text{ м/с} \cdot (\text{кг/м}^3)^{0,5}$) колонны К-17/1 с ситчатыми тарелками находятся в пределах оптимальной работы для данных контактных устройств: $0,1-0,7 \text{ м/с}$ и $0,8-3,2 \text{ м/с} \cdot (\text{кг/м}^3)^{0,5}$ соответственно. Стоит отметить, что увеличение расхода сырья в колонну приводит к росту фактора нагрузки, что позволяет сместить рабочий диапазон контактных устройств в область более высокого КПД (с $45-49 \%$ до $57-60 \%$).

Согласно данным, представленным в таблице 7, рассчитанные значения скорости паров ($0,38-0,40 \text{ м/с}$) и фактора нагрузки колонны К-17/2 ($1,831-1,906 \text{ м/с} \cdot (\text{кг/м}^3)^{0,5}$) с ситчатыми тарелками находятся в пределах оптимальной работы для данных контактных устройств – $0,1-0,7 \text{ м/с}$ и $0,8-3,2 \text{ м/с} \cdot (\text{кг/м}^3)^{0,5}$ соответственно. Повышение загрузки колонны по сырью приводит к увеличению фактора нагрузки и повышает КПД контактных устройств (с $52-55 \%$ до $57-60 \%$).

Поверочный расчет теплообменного оборудования

С помощью модели, созданной в среде Aspen HYSYS, рассчитана тепловая нагрузка теплообменного оборудования. Расчет выполнен с сохранением фактических рабочих температур, которые подбирались для максимального отбора продуктов при соответствии их качества заданным.

В действительности, изменение тепловой нагрузки будет ниже, несмотря на повышение коэффициента теплопередачи вследствие увеличения турбулентности потоков. В подогревателях и холодильниках тепло, передаваемое основному потоку, можно повысить значительным увеличением расхода охлаждающих и нагревающих потоков, что приведет к дополнительному росту коэффициента теплопередачи и компенсирует недостаток тепла, однако это будет сопровождаться повышением гидравлического сопротивления аппаратов.

Параметры работы и тепловые нагрузки теплообменного оборудования установки газоразделения ЭП при текущей загрузке и после вовлечения ППФ УККФ представлены в таблице 8.

Таблица 8. Параметры работы теплообменного оборудования

Позиция оборудования	Наименование модели	Тепловая нагрузка, МВт	Изменение тепловой нагрузки	
			МВт	%
Т-63	Модель 1	2,51	0,51	20,36
	Модель 2	3,03		
Т-66	Модель 1	3,30	1,08	32,65
	Модель 2	4,38		
Т-67	Модель 1	3,77	1,75	46,42
	Модель 2	5,52		
Т-69	Модель 1	22,50	3,71	16,48
	Модель 2	26,21		
Т-70	Модель 1	1,78	0,70	39,24
	Модель 2	2,47		

Согласно результатам расчета, приведённым в таблице 8, при вовлечении ППФ УККФ на производство ЭП по предлагаемому варианту модернизации изменение тепловой нагрузки находится в пределах расчетных параметров оборудования.

Для оценки экономической целесообразности проекта был проведен ориентировочный расчет капитальных затрат, которые составили 9,17 млн руб.

Таким образом, при минимальных затратах использование ППФ УККФ в качестве дополнительного источника сырья на установке газоразделения позволяет увеличить выход пропилена на 31,4 %.

Выводы

В результате проведенных исследований и выполнения поверочных расчетов оборудования была обоснована и доказана возможность и эффективность переработки дополнительного количества пропан-пропиленовой фракции на установке газоразделения производства этилена и пропилена с целью получения дополнительного объема пропилена.

По результатам проведенных исследований можно также сказать, что вовлечение пропан-пропиленовой фракции на производство ЭП целесообразно не только технологически, но и экономически.

Список использованных источников

1. Гариева Ф.Р., Гаптелганиева И.И., Гильфанова А.Р., Колоненкова О.О. Методы получения пропилена и реакционные узлы // European Science Forum: сб. ст. II Международ. науч.-практ. конф. Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2019. С. 74-77.

2. Akah A., Al-Ghrami M. Maximizing Propylene Production Via FCC Technology // Applied Petrochemical Research. 2015. Vol. 5. P. 377-392. DOI: 10.1007/s13203-015-0104-3.

3. Прозорова О.Б., Бурханова Л.Б., Музирова Р.Р., Худайгулова Г.А. Вовлечение пропан-пропиленовой фракции установки каталитического крекинга в сырье блока газоразделения производства этилена и пропилена // Сетевое издание «Нефтегазовое дело». 2019. № 6. С. 134-149. URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/6_2019/ogbus_6_2019_p134-149.pdf (дата обращения: 19.04.2021). DOI: 10.17122/ogbus-2019-6-134-149.

4. Мамедов З.А., Семенов И.П., Абсагтаров А.И. Опыт переработки фракций С2 и С3 от установок каталитического крекинга на установке получения этилена и пропилена // Химическая техника. 2017. № 11. С. 32-39.

References

1. Garieva F.R., Gaptelganieva I.I., Gilfanova A.R., Kolonenkova O.O. Metody polucheniya propilena i reaktsionnye uzly [Methods for Producing Propylene and Reaction Units]. *Sbornik statei II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «European Science Forum»* [Collection of Articles of the II International Scientific and Practical Conference «European Science Forum»]. Petrozavodsk, MTsNP «Novaya nauka» Publ., 2019, pp. 74-77. [in Russian].

2. Akah A., Al-Ghrami M. Maximizing Propylene Production Via FCC Technology. *Applied Petrochemical Research*, 2015, Vol. 5, pp. 377-392. DOI: 10.1007/s13203-015-0104-3.

3. Prozorova O.B., Burkhanova L.B., Muzirov R.R., Khudaigulova G.A. Vovlechenie propan-propilenovoi fraktsii ustanovki kataliticheskogo krekinga v syr'e bloka gazorazdeleniya proizvodstva etilena i propilena [Involvement of Propane-Propylene Fraction of Catalytic Cracker into the Stock of Ethylene and Propylene Production Gas Separation Unit]. *Setevoe izdanie «Neftegazovoe delo» – Online Edition «Oil and Gas Business»*, 2019, No. 6, pp. 134-149. URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/6_2019/ogbus_6_2019_p134-149.pdf (accessed 19.04.2021). DOI: 10.17122/ogbus-2019-6-134-149. [in Russian].

4. Mamedov Z.A., Semenov I.P., Absattarov A.I. Opyt pererabotki fraktsii S2 i S3 ot ustanovok kataliticheskogo krekinga na ustanovke polucheniya etilena i propilena [Experience in Processing C2 and C3 Fractions from Catalytic Cracking Units at an Ethylene and Propylene Production Unit]. *Khimicheskaya tekhnika – Chemical Engineering Journal*, 2017, No. 11, pp. 32-39. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Артамонова Ксения Викторовна, магистрант кафедры химико-технологических процессов, УГНТУ, филиал, г. Салават, Российская Федерация

Kseniya V. Artamonova, Undergraduate Student of Chemical and Technological Processes Department, USPTU, Branch, Salavat, Russian Federation

e-mail: artamonova.ksenia@mail.ru

Прозорова Ольга Борисовна, канд. техн. наук, доцент кафедры химико-технологических процессов, УГНТУ, филиал, г. Салават, Российская Федерация

Olga B. Prozorova, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of Chemical and Technological Processes Department, USPTU, Branch, Salavat, Russian Federation

e-mail: obprozorova2011@mail.ru

Лихачева Наталья Анатольевна, канд. хим. наук, доцент кафедры химико-технологических процессов, УГНТУ, филиал, г. Салават, Российская Федерация

Natalia A. Likhacheva, Candidate of Chemical Sciences, Assistant Professor of Chemical and Technological Processes Department, USPTU, Branch, Salavat, Russian Federation

e-mail: likhacheva_n@mail.ru

Прозорова Светлана Юзбековна, студент кафедры химико-технологических процессов, УГНТУ, филиал, г. Салават, Российская Федерация

Svetlana U. Prozorova, Student of Chemical and Technological Processes Department, USPTU, Branch, Salavat, Russian Federation

e-mail: svitila@mail.ru