

Л.М. УЛЬЕВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»;
М.В. ИЛЬЧЕНКО, студент, НТУ «ХПИ»

ПИНЧ-ИНТЕГРАЦИЯ БЛОКА АТМОСФЕРНОЙ ПЕРЕГОНКИ НЕФТИ НА УСТАНОВКЕ ТИПА АВТ

В работе выполнена пинч-интеграция блока атмосферной перегонки нефти на установке типа АВТ. С помощью методов пинч-проектирования построена сеточная диаграмма предложенного проекта рекуперации тепловой энергии. На основе сеточной диаграммы системы рекуперации предложена энерго-технологическая схема блока перегонки нефти, в которой значительно увеличена мощность рекуперации. Также в работе описаны затраты на проектирование и срок окупаемости данного проекта.

Ключевые слова: пинч-интеграция, атмосферная перегонка нефти, пинч-анализ, сеточная диаграмма, утилиты.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научно-практическими заданиями.

Энергия – необходимый элемент для живого организма, сообщества, а также для любой химической и физической системы.

В третьем тысячелетии ограниченность запасов материальных, особенно топливно-энергетических, ресурсов выдвинула на первый план задачу обеспечения долговременного устойчивого развития человечества и всех сфер обеспечения его жизнедеятельности. Химическая промышленность и ее различные отрасли являются одними из крупнейших потребителей разнообразных природных ресурсов, оказывающими к тому же неблагоприятное воздействие на окружающую природную среду.

Обеспечить рациональное потребление ресурсов и сократить вредное экологическое воздействие химических производств можно только на основе всестороннего анализа и оптимизации составляющих их химико-технологических систем (ХТС), с полным интегрированным учетом их взаимного влияния в структуре производственного комплекса, разработки наилучших цепей поставок исходного сырья, конечной продукции, совершенствования механизмов взаимодействия с окружающей природной средой [1].

© Л.М. Ульев, М.В. Ильченко. 2014

В этом плане возможности химии велики. Первое направление, где химия может быть эффективной – разработка технологий, обеспечивающих уменьшение затрат энергии на производство единицы продукта. Второе – создание новых видов химического топлива, обеспечивающих энергетическую и экологическую эффективность, к примеру. Третье – новые эффективные технологии получения энергии, как с известными, так и с новыми энергоносителями. Одним из важных направлений ресурсосбережения в химической промышленности является энергосбережение.

Анализ последних исследований и публикаций.

На первоначальном этапе разработки методологии создания ресурсосберегающих химико-технологических систем были предложены методы синтеза рекуперативных тепловых систем. Одним из наиболее известных методов синтеза оптимальных рекуперативных тепловых систем является пинч-метод с использованием составных тепловых кривых.

Литературные данные, опубликованные в разных источниках [2–3], говорят о том, что при использовании методов пинч-анализа, можно сократить энергопотребление на предприятии практически в 2 раза.

Постановка задачи.

При модернизации существующих производств методы пинч-технологии позволяют максимально использовать уже установленное оборудование, что снижает инвестиции в реконструкцию, а также создавать проекты новых рабочих сетей. Более того, методами пинч-анализа можно определить стоимостный компромисс между всеми названными целями и капитальными вкладами при заданном времени окупаемости, которому должен удовлетворять окончательный проект.

Целью работы является создание сети теплообменников с максимальной рекуперацией энергии для заданного значения ΔT_{\min} с помощью пинч-технологий [4].

Теплоэнергетическая интеграция.

Ранее, в работах [5,6], было начато решение проблемы по энергосбережению процесса атмосферной перегонки нефти на установке типа АВТ. На основании обследования существующей технологической схемы, которая также была рассмотрена в этих работах, была построена сеточная диаграмма существующего процесса (рис. 1).

Для того, чтобы синтезировать интегрированную систему теплообмена рассматриваемых процессов, построим сеточную диаграмму технологических потоков с указанием локализации пинча. На рисунке 2 представлена сеточная диаграмма для проекта реконструкции теплообменной сети. Тепловая интеграция выполняется за счёт создания двух независимых подсистем выше и ниже пинча.

Мы видим, что пинч локализуется на температуре 265°C для горячих потоков и 250°C – для холодных потоков. Горячие утилиты приобрели значение, равное $Q_{Hmin} = 56\,148,94$ кВт, что на 21,65% меньше, чем процесс получает от утилитной системы в настоящее время. Значение холодных утилит составляет $Q_{Cmin} = 3\,003,93$ кВт, что на 83,78% меньше, чем мощность, отдаваемая утилитной системой процессу сейчас.

Мощность рекуперации тепловой энергии в интегрированной системе при достижении минимально допустимой разности температур, которая равна $\Delta T_{min} = 15^\circ\text{C}$, достигнет значения $Q_{Rec} = 119\,796,47$ кВт. Таким образом, с помощью внедрения теплоэнергетической интеграции в процесс атмосферной перегонки нефти, можно уменьшить энергопотребление на 15 513,57 кВт.

Для интегрированной схемы были рассчитаны параметры теплообменных аппаратов и их основные экономические показатели. В таблице 1 приведены данные, рассчитанные для дополнительной теплообменной поверхности.

Таблица 1. Параметры теплообменных аппаратов

Теплообменник	Нагрузка, кВт	Площадь поверхности, м ²	Цена, грн.
1	2	3	4
T-2	712,5	116	580 228,51
T-3	946,95	274	1 136 654,43
T-4	4614,75	1620	5 038 702,46
T-7	15300	11250	2 705 501,62
T-9	7133,69	3335	1 082 764,92
T-10	1920	484	610 111,05
T-11	2600	1194	3 882 627,21
T-12	2744,51	605	2 184 830,67
T-13	17405,8	6289	1 186 804,99
T-14	1641,38	108	550 076,62
T-15	5657,61	1267	4 084 106,70

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
T-16	9206,16	962	3 321 028,27
T-17	6594,13	2139	3 125 322,52
T-18	4808,81	573	2 087 633,84
T-19	3018,84	270	1 123 221,34
T-20	329,33	51	324 723,71
T-21	303,3	104	534 723,73
T-22	268,32	26	216 181,09
T-23	62,79	13	154 511,05
Сумма		9559	33 839 923,72

Наглядно рассмотреть энергопотенциал интегрируемой схемы и возможную экономию энергии можно с помощью таблицы 2.

Таблица 2. Энергопотребление и рекуперация системы теплообмена

Проект	Горячие утилиты, МВт	Холодные утилиты, МВт	Рекуперация, МВт	Цена энергии за год, грн
Существующий	71 660,40	18 517,50	104 282,90	208 302 272,73
Интегрированный	56 148,94	3 003,93	119 796,47	159 953 481,95
Экономия	15 511,46	15513,57		48 348 790,78

Проведя анализ полученных данных можно заключить, что подобный проект является экономически целесообразным, поскольку вычисленный по методологии срок его окупаемости составляет немногим менее 1,3 года.

На основании приведенных выше расчётов, направленных на проведение пинч-интеграции имеющейся схемы, а также, базируясь на данных сеточных диаграмм, построенных для существующего и интегрированного процессов, можно сделать вывод о том, что проект реконструкции блока атмосферной перегонки нефти технологической схемы установки АВТ для достижения условий оптимальной работы, должен иметь вид, как показано на рис. 3.

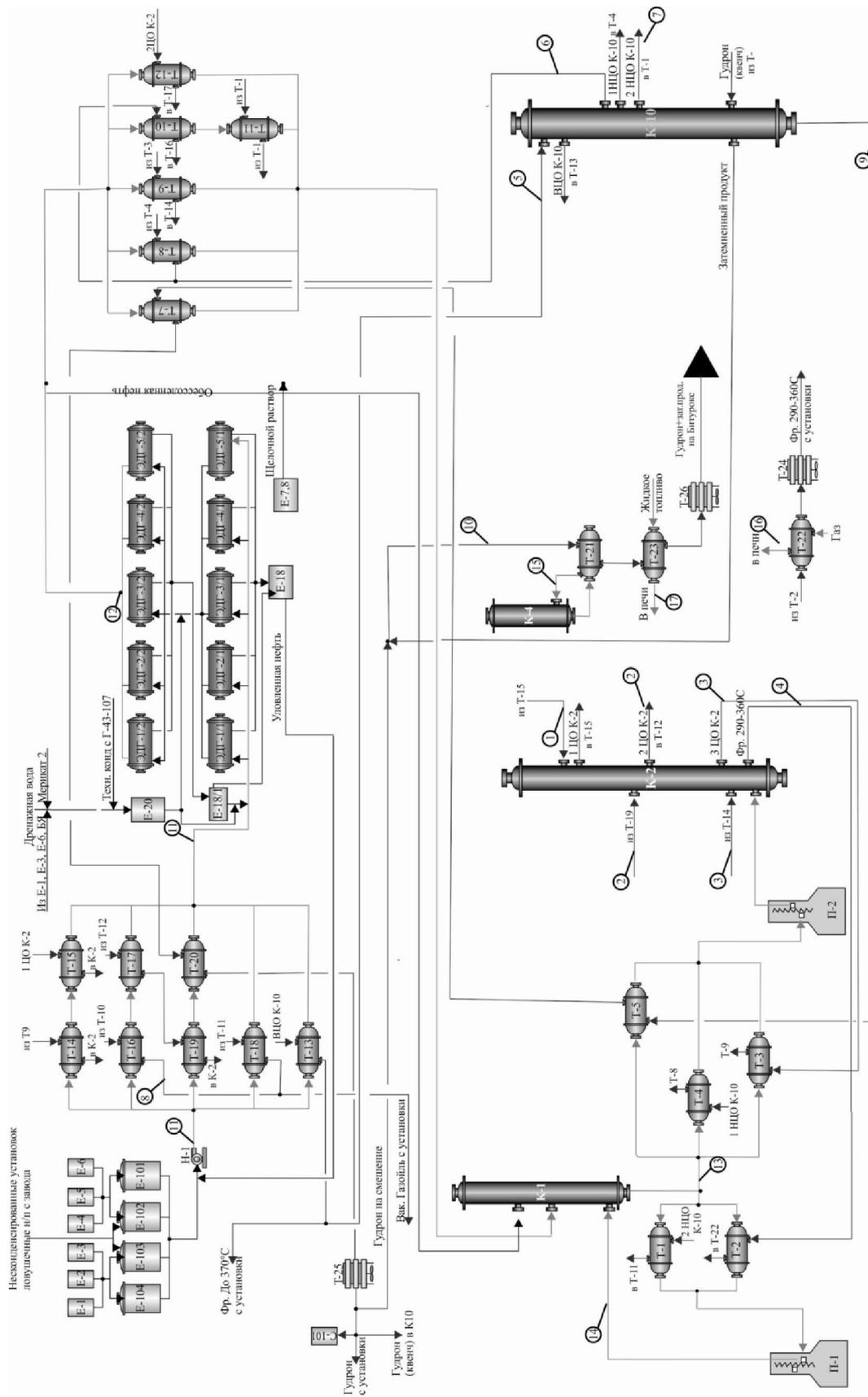


Рис. 3. Схема проекта реконструкции блока атмосферной перегонки нефти на установке АВТ

Выводы.

В результате применения метода пинч-анализа, была синтезирована новая экономически выгодная система теплообмена, которая представлена на энерго-технологической схеме. Получена сравнительная характеристика существующего и интегрированного процесса.

Список литературы: 1. Мешалкин В.П. Основы теории ресурсосберегающих интегрированных химико-технологических систем / В.П. Мешалкин, Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, П.А. Капустенко. – Х.: НТУ «ХПИ», 2006. – 412с. 2. Клемеш Й. Применение метода пинч-анализа для проектирования энергосберегающих установок нефтепереработки /Й. Клемеш, Ю.Т. Костенко, Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, П.А. Капустенко, Л.М. Ульев, А.Ю. Перевертайленко, Б.Д. Зулин // ТОХТ. – 1999. – Т. 33, №4. – С. 420–431. 3. Смит Р. Основы интеграции тепловых процессов / Р. Смит, Й. Клемеш, Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, П.А. Капустенко, Л.М. Ульев – Харьков: ХГПУ, 2000. – 457с. 4. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Под общей редакцией Л.Л. ТОВАЖНЯНСКОГО / В.А. Лещенко, Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 432 с. 5. Ульев Л.М. Екстракція даних для теплоенергетичної інтеграції процесу атмосферного поділу нафти на установці типу АВТ / Л.М. Ульєв, М.В. Ильченко // Вестник Национального Технического Университета «ХПИ» – 2012. – № 39. – с. 83-90. 6. Ульев Л.М. Пинч-анализ блока атмосферной перегонки нефти на установке типа АВТ / Л.М. Ульев, М.В. Ильченко // Вестник НТУ «ХПИ» – 2013. – № 9. – с. 16-23.

Поступила в редколлегию 09.02.2014

УДК 658.28:665.63:338.44

Пинч-интеграция блока атмосферной перегонки нефти на установке типа АВТ / Ульев Л.М., Ильченко М.В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПІ». –2014. – № 16 (1059). – С. 59 – 66. Бібліогр. 6 назв.

У роботі виконана пінч-інтеграція блоку атмосферної перегонки нафти на установі типу АВТ. За допомогою методів пінч-проекткування побудована сіткова діаграма запропонованого проекту рекуперації теплової енергії. На основі сіткової діаграми системи рекуперації запропонована енерго-технологічна схема блоку перегонки нафти, в якій значно збільшена потужність рекуперації. Також в роботі описані витрати на проектування та термін окупності даного проекту.

Ключові слова: пінч-інтеграція, атмосферна перегонка нафти, пінч-аналіз, сіткова діаграма, утиліти.

Pinch-integration of block of atmospheric block oil separation for unit AVT was made. The grid diagram of pinch-integration system recuperation project was proposed. On the basis of grid diagram of the system of recuperation the flowsheet of the block of atmospheric oil separation is offered. The investment in project design was calculated and payback period for it was defined.

Keywords: pinch- integration, atmospheric distillation of oil, pinch analysis, the network diagram tool, utilities.