

Список литературы: 1. Багатуров С.А. Теория и расчет перегонки ректификации. – М.: Гостоптехиздат, 1961. – 436 с. 2. Смит Р., Клемеш Й., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульев Л.М., Основы интеграции тепловых процессов. – Х.: ХГПУ, 2000. – С. 457. 3. Пельперин Н.И. Дистилляция и ректификация. – М. – Л.: Госхимиздат, 1947. – 312 с.

Поступила в редколлегию 10.06.13

УДК 66.012.45:66.648.3:661.726

Экстракция данных для процесса ректификации смеси ацетон-метанол / Ульев Л.М., Лунёв А.О. // Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПИ». 2013. – № 55 (1028). – С. 31–35. Бібліогр.: 3.

Мета даної статті полягає в дослідженні роботи ректифікаційної колони, установки по розділенню гомогенної суміші ацетон-метанол і визначення потоків, які можуть бути використані для інтеграції. Актуальність статті полягає в тому, що в світі гостро стоїть питання енергозбереження, внаслідок зростання цін на енергію, використання якої впливає на собівартість готової продукції.

Ключові слова: екстракція даних, ректифікація, сіткова діаграма, пінч.

The purpose of this paper is to investigate the work of the distillation columns, set on the separation of a homogeneous mixture of acetone-methanol, and the definition of threads that can be used for integration. The urgency of the article is that the world is an issue of energy saving due to rising prices for energy, the use of which affect the cost of the finished product.

Keywords: data extraction, rectification, grid diagram, pinch.

УДК 658.28:66.648.3:661.726

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

ЛУНЁВ А.А., магистр, НТУ «ХПИ»

ТЕПЛОВАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ СМЕСИ АЦЕТОН-МЕТАНОЛ

Данная статья посвящена возможной тепловой интеграции в процессе ректификации смеси ацетон-метанол. Произведен анализ сеточной диаграммы процесса, построена новая сеточная диаграмма и предложена новая технологическая схема процесса с реконструкцией теплообменной системы с помощью методов пинч-анализа. В результате внедрения предложенного проекта от потребления тепловой энергии и охлаждающей воды возможно полностью отказаться. Срок окупаемости проекта составит 3 месяца

Ключевые слова: тепловая интеграция, ректификация, сеточная диаграмма, пинч

Введение. Сокращение потребления топливно-энергетических ресурсов является одной из глобальных проблем человечества. Их

© Л.М. Ульев, А.А. Лунёв. 2013

экономия и рациональное использование связано с широкомасштабным внедрением современных энергосберегающих технологий, создания высокоэффективных энерготехнологических комплексов [1–3].

Важным резервом в решении проблемы энерго- и ресурсосбережения является оптимальный по минимуму расход энергии или топлива при управлении динамическими объектами, а также проектирование аппаратов и систем, которые функционально требуют меньше энергозатрат по сравнению с имеющимися аналогами.

На основе этого был создан метод энергосбережения, который базируется на интегрированном (комплексном, системном) подходе к производству, в целом, к системе всех процессов и аппаратов, индивидуальных и суммарных холодных и горячих потоков, выявление и анализ в них пинча – узких, лимитирующих мест – точек сближения горячих и холодных составных кривых [2, 4].

Именно с помощью этого метода и будет проведена реконструкция теплообменной системы процесса ректификации смеси ацетон-метанол.

Сеточная диаграмма. Изучив процесс ректификации смеси ацетон-метанол была создана сеточная диаграмма рис. 1. На данной диаграмме мы видим технологические потоки с начальной и конечной температурами соответственно. На каждом из потоков установлены утилиты, таким образом, мощность использования горячих утилит 719,3 кВт, а холодных – 381,24 кВт.

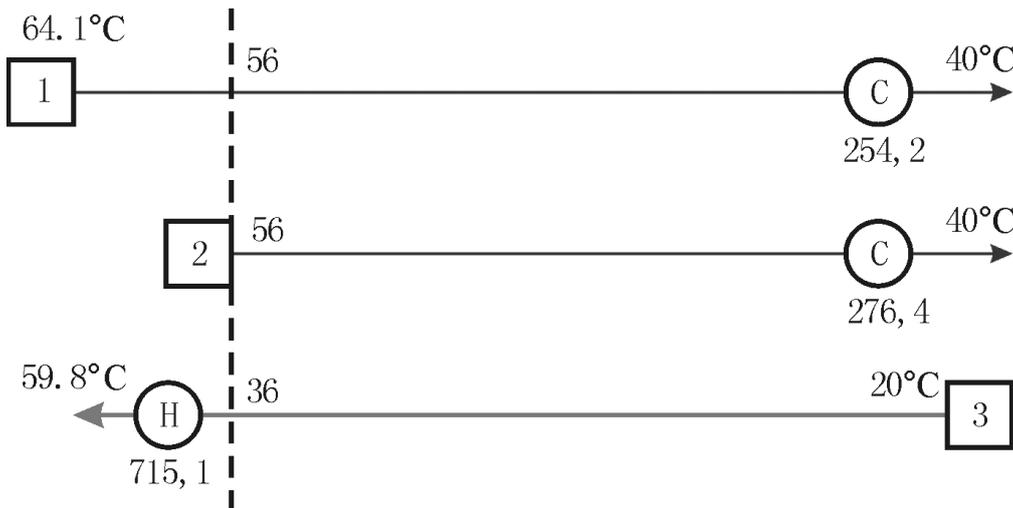


Рис. 1. Сеточная диаграмма технологической схемы ректификации смеси ацетон-метанол: 1 – 2 – горячие потоки; 3 – холодный поток; Т – температура потока, °С; Q – тепловая нагрузка утилит, кВт

Такое количество утилит, требует огромного потребления энергетических ресурсов, цены на которые в мире растут, поэтому необходимо спроектировать новую схему теплообменных аппаратов с более выгодными показателями.

Новая сеточная диаграмма. На обычной технологической схеме при проектировании очень трудно провести разделение технологической схемы ректификации на подсистемы, выше и ниже пинча. Наиболее удобно это сделать, если представить технологические потоки схемы ректификации с помощью сеточной диаграммы, на которой показываются только операции теплопередачи [5].

Разделяем технологическую схему ректификации на две подсистемы, где вертикальные линии показывают локализацию пинча. По сторонам от вертикальных линий находится подсистемы потоков, расположенная слева – выше пинча, справа – ниже пинча.

Чтобы сократить количество теплообменных аппаратов будем использовать принцип максимальной нагрузки каждого рекуперативного теплообменника в тепловой сети технологической системы, используя *CP*-правило. Критерии для теплообменных связей, размещаемых в подсистеме находящейся выше пинча $CP_H \leq CP_C$, а для подсистемы ниже пинча $CP_H \geq CP_C$, CP – потоковая теплоёмкость горячего и холодного потоков соответственно. Для того, чтобы выше пинча осуществить рекуперацию тепловой энергии горячих потоков холодными, количество горячих потоков не должно быть больше числа холодных потоков $N_H \leq N_C$, для подсистемы ниже пинча $N_H \geq N_C$.

В итоге мы получили в подсистеме выше пинча расщепление холодного потока и были установлены три рекуперативных теплообменника и один нагреватель, а в подсистеме ниже пинча два охладителя. С помощью методов пинч-анализа была спроектирована и предложена новая схема системы теплообменников для процесса ректификации смеси ацетон-метанол рис. 2. Как видим, на схеме присутствует три рекуперативных теплообменника под номерами РТ1 – РТ3, которые полностью удовлетворяют тепловые нагрузки технологических потоков и доводят их практически до целевых температур. Также в схеме изображены утилитные теплообменники на потоке 1,2 находится холодный, а на потоках 2 и 3 – горячие, но как

видим, их мощность не значительна, а погрешность в один градус Цельсия является допустимой, поэтому утилитами в дальнейшем можно пренебречь и не производить их установку.

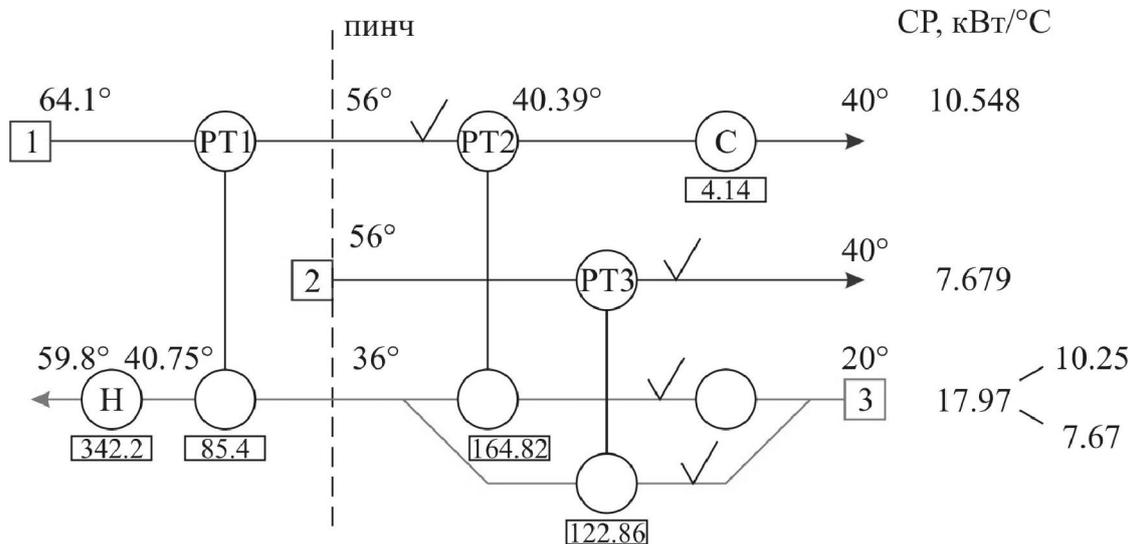


Рис. 2. Новая сеточная диаграмма технологических потоков и теплообменной системы процесса ректификации: Н – нагреватель; С1, С2 – охладители; 1 – 3 – рекуперативные теплообменники; 1 – холодный поток; 2 – 3 – горячие потоки; 1, 2, 3 – теплообменники; Т – температура потока, °С; Q – тепловая нагрузка, кВт; ΔН – потоковая теплоёмкость, кВт; СР – потоковая теплоёмкость, кВт/°С

Новая технологическая схема. На основе новой сеточной диаграммы технологических потоков и теплообменной системы была спроектирована новая технологическая схема процесса ректификации смеси ацетон-метанол, которая представлена на рис. 3.

В новой технологической схеме были убраны кожухотрубчатые теплообменники и использованы новые более эффективные разборные пластинчатые, с большим коэффициентом теплопередачи.

Срок окупаемости. Основной показатель экономической эффективности разработанной пинч системы – срок окупаемости капитальных затрат, который показывает за сколько лет разовые затраты полностью окупятся и проект начнет приносить прибыль.

Капитальные вложения окупятся за счет ежегодного прироста чистой прибыли предприятия представлен вместе с другими показателями в таблице.

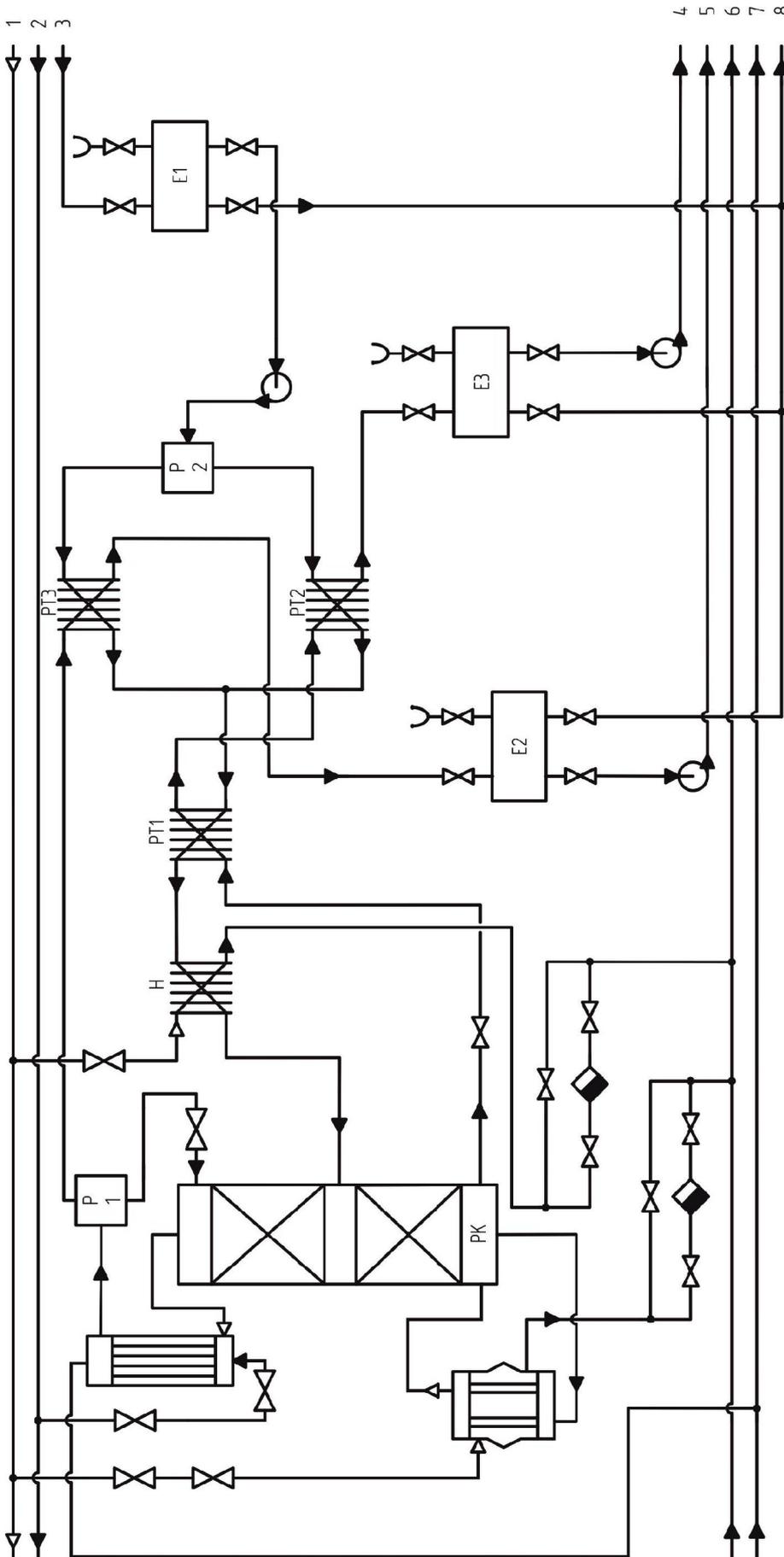


Рис. 3. Оптимизированная технологическая схема процесса ректификации смеси ацетон-метанол после реконструкции: 1 – греющий пар; 2 – охлаждающая вода; 3 – исходная смесь; 4 – кубовый остаток; 5 – дистиллят; 6 – конденсат греющего пара; 7 – оборотная вода; 8 – канализация

Таблица. Основные технико-экономические показатели

| Название величины | Величина |
|--|----------|
| Затраты на проектирование, Z_p , грн. | 50000 |
| Общая стоимость оборудования, $Z_{об}$, грн. | 157536 |
| Общая сумма капитальных затрат, K , грн. | 207536 |
| Общая сумма годовых затрат по эксплуатации, $Z_{экс}$, грн. | 54760 |
| Годовая экономия, ΔS , грн. | 871764 |
| Годовой прирост балансовой прибыли, $\Delta \text{Прб}$, грн. | 817004 |
| Годовой прирост чистой прибыли, $\Delta \text{Прч}$, грн. | 612752 |
| Срок окупаемости, $T_{ок}$, лет. | 0,339 |
| Коэффициент эффективности капитальных вложений, E , грн/грн | 2,95 |

На основе технико-экономических показаний можно увидеть, что внедрение пинч-интеграции к технологическому процессу – экономически целесообразно.

Выводы. Данная статья была посвящена тепловой интеграции процесса ректификации смеси ацетон-метанол. Был проведен анализ существующей схемы ректификации, который показал отсутствие рекуперации в тепловых потоках. С помощью методов пинч-анализа была разработана новая технологическая схема процесса ректификации, которая способствует увеличению рекуперации тепловой энергии и отказа от утилит. Экономический расчет процесса показал, что его внедрение принесет 817004 тыс. грн. прибыли в год, а срок окупаемости проекта составит 0,34 года.

Список литературы: 1. Муромцев Д.Ю., Погонин В.А. Системы энергосберегающего управления: Учеб. пособие. Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 92 с. 2. Смит Р., Клемеш Й., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульев Л.М., Основы интеграции тепловых процессов, авт. – Х.: ХГПУ, 2000. – С. 457. 3. Ebrahim M. «Pinch technology: an efficient tool for chemical-plant energy and capital-cost saving» Applied Energy 65, 2000, 45–40 . 4. Коновалов В.И., Кудра Т., Пахомов А.Н., Орлов А.Ю. Современные аналитические подходы к энергосбережению. Интегрированный подход. Пинч-анализ. Луковичная модель. Вестник Тамбовского государственного технического университета, 14 (2008), 3, 560 – 578. 5. Smith R., and Linnhoff B., the Design of Separators in the Context of Overall Processes // Trans Ichem E. ChERD, 1988. – P. 195.

Поступила в редколлегию 10.06.13

УДК 658.28:66.648.3:661.726

Тепловая интеграция процесса ректификации смеси ацетон-метанол / Ульев Л.М., Лунёв А.А. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПІ». 2013. – № 55 (1028). – С. 35–41. Бібліогр.: 5.

Дана стаття присвячена можливій тепловій інтеграції в процесі ректифікації суміші ацетон-метанол. Зроблено аналіз сіткової діаграми процесу, побудована нова сіткова діаграма і запропонована нова технологічна схема процесу з реконструкцією теплообмінної системи за допомогою методів пінч-аналізу. В результаті впровадження запропонованого проекту від споживання теплової енергії і охолоджуючої води можливо повністю відмовитися. Термін окупності проекту складатиме 3 місяці.

Ключові слова: тепла інтеграція, ректифікація, сіткова діаграма, пінч.

This article focuses on the possible integration of the heat in the process of rectification of ethanol-water. Was made the analysis of grid chart of the process, built a new grid diagram and a new technological scheme of the reconstruction of the heat exchange system using the methods of pinch analysis. As a result of the proposed project from the consumption of thermal energy and cooling water may completely refuse. The payback period is 3 months.

Keywords: thermal integration, rectification, grid diagram, pinch.

УДК 658.28:665.63:338.44

Л.М. УЛЬЕВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»;
К.А. ЯКОВСКИЙ, студент, НТУ «ХПИ»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ВАКУУМНОГО БЛОКА УСТАНОВКИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕГОНКИ НЕФТИ ТИПА АВТ С ПОМОЩЬЮ ПИНЧ-АНАЛИЗА

В данной работе представлены расчеты и выводы для оценки экономического и энергетического потенциала энергосбережения для вакуумного блока установки типа АВТ. После внедрения разработанного проекта будет существенно снижено расходы предприятия на энергоносители, существующая система теплообмена будет усовершенствована.

Ключевые слова: нефтепереработка, вакуумный блок, пинч-анализ, сеточная диаграмма, энергосберегающий потенциал, составные кривые

Постановка проблемы в общем виде и её связь с важными научно-практическими заданиями. В связи с тем, что приоритетное положение среди первичных энергоносителей в мировом топливно-энергетическом комплексе (ТЭК) занимает нефть (35,8%), вопросам развития нефтеперерабатывающей промышленности во всех странах мира уделяется наибольшее внимание. Нефтяная и нефтехимическая отрасли промышленности Украины являются одними из самых более энергоемких производств. Учитывая то, что на украинских НПЗ (нефтеперерабатывающих заводов) большая часть технологических

© Л.М. Ульев, К.А. Яковский. 2013