

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

## **ЭКСТРАКЦИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ПИНЧ-АНАЛИЗА ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ СМЕСИ ЭТАНОЛ –ВОДА**

Цель данной статьи заключается в исследовании работы ректификационной колонны, установки по разделению гомогенной смеси этанол-вода и определение потоков, которые могут быть использованы для интеграции. Актуальность статьи заключается в том, что в мире остро стоит вопрос энергосбережения, вследствие роста цен на энергию, использование которой влияет на себестоимость готовой продукции

**Ключевые слова:** экстракция данных, ректификация, сеточная диаграмма, пинч.

**Введение.** Химическая промышленность является наибольшим потребителем различных природных ресурсов, а отходы этой отрасли загрязняют окружающую среду. Ректификация является энергоемким процессом, обеспечение рационального использования ресурсов и сокращения вредного экологического влияния возможно на основании анализа и применения интеграционных методов, которые базируются на методах пинч-анализа. Интегрированные технологии и пинч-анализ способны четко определить возможности энергосбережения и минимизировать растраты тепловой энергии и капитальных вложений, как новых проектных объектов, так и реконструкции старых.[1]

**Описание технологии.** Принципиальная технологическая схема представлена на рис.1. Начальная смесь из емкости Е1 насосом Н1 подается на подогрев до температуры питания в подогреватель П. С подогревателя начальная смесь поступает на питающую тарелку ректификационной колонны. В ректификационной колонне происходит разделение исходной смеси на дистиллят и кубовый остаток. В верхней части колонны пары низкокипящего компонента подаются на конденсацию в дефлегматор после чего разделяется в распределителе на поток флегмы и поток дистиллята. Флегма возвращается в верхнюю часть колонны на орошение, а дистиллят подается в холодильник Х2, где охлаждается до заданной технологической температуры, после чего попадает в приемную емкость Е3, откуда насосом Н3 подается потребителю.

Кубовый остаток из нижней части колонны подается в холодильник X1, где охлаждается до заданной температуры и поступает в приемную емкость E2, откуда насосом H2, подаваемой потребителю [2,3].

Подогрев исходной смеси в подогревателе П и кипения жидкости в кубовом испарителе происходит за счет подачи водяного насыщенного пара, имеющий давление  $P = 2,5$  атм. Охлаждение дистиллята и кубового остатка в холодильниках X1 и X2, а также конденсация пара в дефлегматоре происходит за счет оборотной воды, имеющий начальную температуру  $t_n = 18$  °С и конечную температура  $t_k = 30$  °С.

Как видим технологический процесс требует больших затрат тепловой энергии, которая с каждым годом становится все дороже. По такой схеме тепловая энергия дистиллята и кубового остатка не используется, ее можно использовать для подогрева исходной смеси, тем самым сократить расходы как греющего пара так и охлаждающей воды. Самый рациональный способ для новой технологической схемы.

Методы пинч-анализа позволят разработать и спроектировать новую технологическую схему, которая позволит без ухудшения качества технологического процесс, значительно сократить потребление тепловых энергоносителей и отказаться от дорогостоящего оборудования, что позволит увеличить конкурентоспособность изготавливаемой продукции.

**Данные для интеграции.** Анализируя технологическую схему к реконструкции, мы видим, что подогрев исходной смеси осуществляется за счет водяного насыщенного пара до температуры  $t_F = 79$  ° С. одновременно с этим кубовый остаток от температуры  $t_w = 94$  ° С и дистиллята от  $t_p = 84$  ° С охлаждается в специальных холодильниках до температуры  $t_k = 30$  ° С. По такой схеме тепловая энергия дистиллята и кубового остатка не используется, а напротив для охлаждения этих потоков используется большое количество энергии. А поток с исходной смесью напротив необходимо нагревать до целевой температуры, расходуя дорогостоящей водяной пар. Из этого можно сделать вывод , что энергию дистиллята и кубового остатка следует направить на использования для подогрева исходной смеси, тем самым произвести рекуперацию тепловой энергии и сократить расходы как греющего пара так и охлаждающей воды, что будет экономически выгодно.

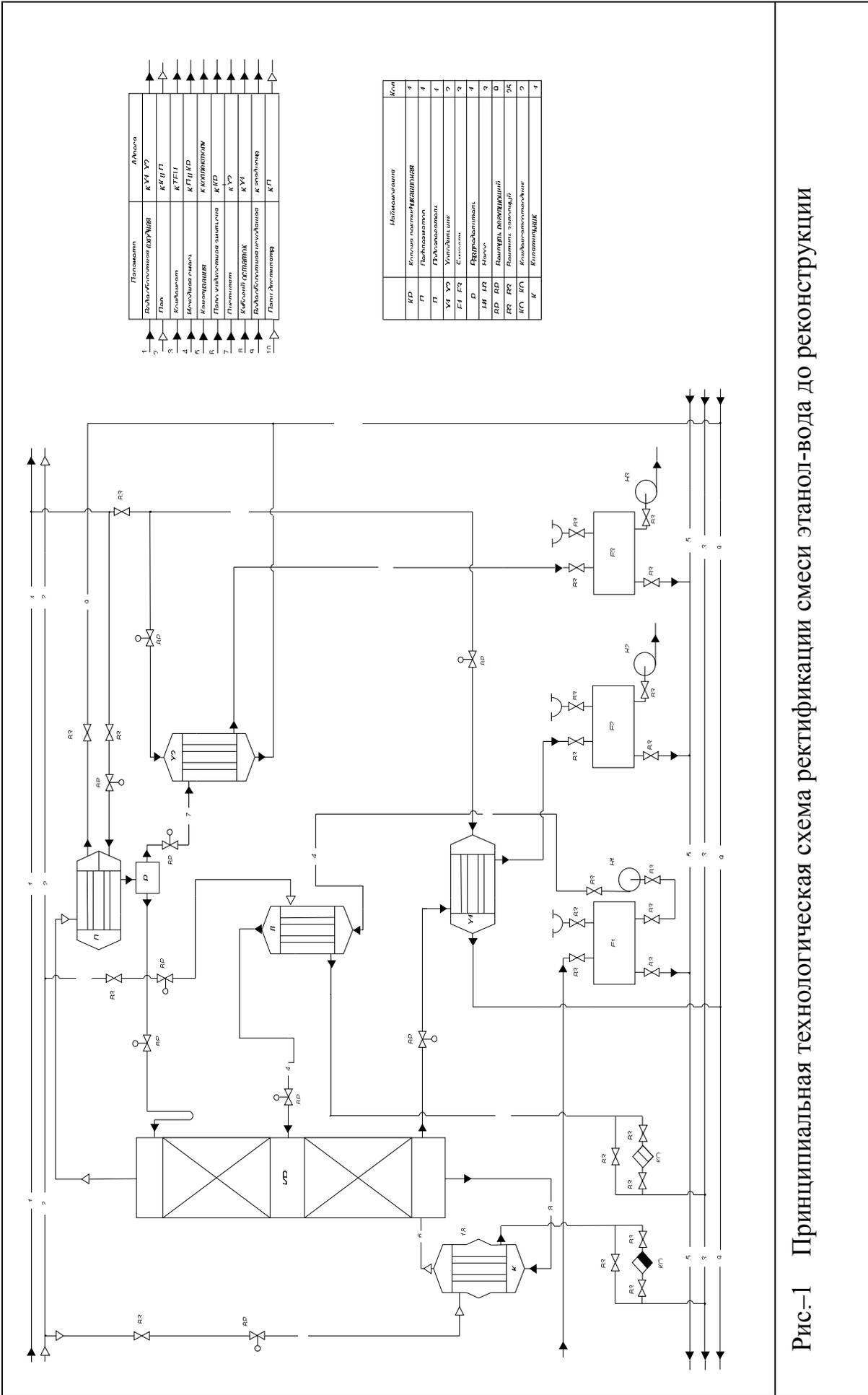


Рис-1 Принципиальная технологическая схема ректификации смеси этанол-вода до реконструкции

Таблица 1 – Поточковые данные технологической схемы

№ потока	Наименование потока	Тип потока	G, кг/с	C, кДж/кг град	T <sub>S</sub> , °C	T <sub>T</sub> , °C	ΔH, кВт	CP, кВт/°C
1	F	Хол.	3,889	3,54	25	84	812,5	13,771
2	P	гор	1,496	2,70	79	30	197,1	4,022
3	W	гор	2,393	4,04	94	30	622,5	9,727

Обозначения. G – массовый расход, кг/с; C – удельная теплоёмкость, кДж/(кг\*град); T<sub>S</sub> – начальная температура потока, °C; T<sub>T</sub> – конечная температура потока, °C; ΔH – потоковая теплоёмкость, кВт; CP – потоковая теплоёмкость, кВт/°C.

Самый рациональный способ для новой технологической схемы. По результатам аудита схемы процесса ректификации были рассчитаны материальный и тепловой баланс, определены значения материальных и тепловых потоков исходной смеси, дистиллята и кубового остатка. Эти потоковые данные технологической схемы приведены в табл.1

**Сеточная диаграмма.** По данным таблицы 1 построим сеточную диаграмму рис.2

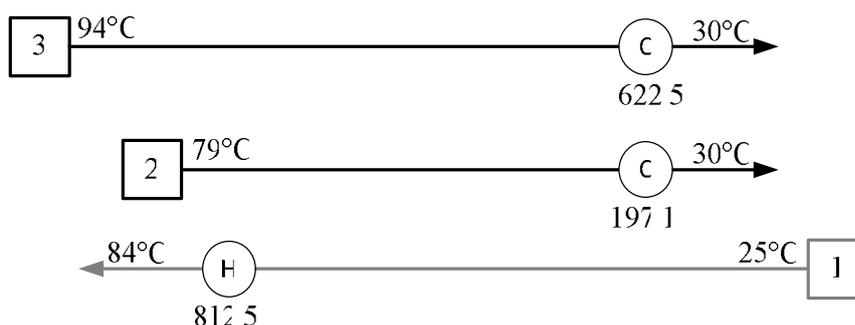


Рис. 2 – Сеточная диаграмма технологической схемы ректификации смеси этанол – вода: 1 – холодный поток; 2, 3 – горячие потоки, T – температура потока, °C, Q – тепловая нагрузка утилит, кВт

На сеточной диаграмме хорошо видны потоки и количество энергии которое следует подвести или забрать с каждого потока. Все это энерго

ресурс за которой нужно постоянно платить, цена за который перекладывается на себестоимость продуктов производства, что в свою очередь не мало важно влияет на конкурентоспособность производства на рынке в целом. Таким образом утилиты ,где используется подогревающий пар и охлаждающая вода стоимость которых растет с каждым годом, в дальнейшем можно сократить с помощью методов пинч-анализа

**Заключение.** Изучив процесс ректификации смеси этанол-вода был произведен сбор данных о процессе. На основе данных произведены расчеты характеристик основных потоков процесса, в которых были замечены недостатки и отсутствие оптимизации. Создана таблица потоковых данных и построена сеточная диаграмма исследуемых потоков. Эти данные в дальнейшем будут служить основой для интеграции и оптимизации существующего процесса ректификации, построения составных кривых, определения энергосберегающего потенциала, определения энер-гоэффективности установки в целом.

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

*Надійшла до редколегії 30.03.2013*

УДК 66.048.3:62-73

**Экстракция данных для пинч-анализа процесса ректификации смеси этанол –вода / Л. М. Ульев, С. В. Грицай // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2013. – № 9 (983). – С. 115–119. – Бібліогр.: 3 назв.**

Мета даної статті полягає в дослідженні роботи ректифікаційної колони, установки по розділенню гомогенної суміші етанол-вода 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 ethanol-water, 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