

П. А. КАПУСТЕНКО, канд. техн. наук, проф. НТУ «ХПИ»;
О. П. АРСЕНЬЕВА, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПИ»;
А. О. ГАРЕВ, ассистент НТУ «ХПИ»;
Д. С. ЗАХАРОВ, студент НТУ «ХПИ»

ЭКСТРАКЦИЯ ДАННЫХ ДЛЯ УСТАНОВКИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ГИДРОЛИЗНОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

В статье описано получение исходных данных для проведения тепловой интеграции установки кристаллизации гидролизной серной кислоты. Произведен анализ потоковых данных, составлены и проанализированы составные кривые и сеточная диаграмма для процесса кристаллизации серной кислоты.

Ключевые слова: Кристаллизация, экстракция данных, потоковые данные, сеточная диаграмма, пинч.

Введение.

Применение пинч-метода позволяет добиться существенного снижения затрат за счет минимизации использования внешних энергоносителей, как тех которые подводят энергию, так и тех которые ее отводят, путем максимального применения рекуперации теплоты в рамках рассматриваемой энерготехнологической системы. При этом данный метод [1] позволяет минимизировать теплообменную поверхность и количество теплообменных единиц, оптимизировать перепад давления в сети и размещение силовых установок, минимизировать количество сточных вод и эмиссию углекислого газа. В случае модернизации существующих производств, пинч-технологии позволяют максимально использовать уже установленное оборудование, и снижает инвестиции в реконструкцию. Более того, методами пинч-анализа можно определить компромисс стоимости между всеми названными факторами и капитальными вложениями при заданном сроке окупаемости, которому и должен удовлетворять окончательный проект .

Описание и предназначение установки.

Установка кристаллизации (рис. 1) [2] предназначена для выделения железного купороса из гидролизной серной кислоты методом изогидричной кристаллизации.

Выходная гидролизная серная кислота в количестве 106000 кг / ч поступает из хранилища в теплообменник 1-Т1, в котором охлаждается

осветленным раствором, поступающим из установки центрифугирования. После теплообменника 1-Т1 собирается в накопительной емкости на складе, а затем направляется на две параллельно работающие выпарные установки. Гидролизная кислота с температурой 8°C поступает в кристаллизатор 1-К1. В кристаллизаторе 1-К1 выходной поток гидролизной серной кислоты смешивается с циркулирующей в кристаллизаторе суспензией, температура которой $1,5^{\circ}\text{C}$. В результате охлаждения гидролизной кислоты в ней создается перенасыщение по сульфату железа, которое снимается в объеме циркулирующей суспензии. Нагретая в результате смешения суспензия охлаждается, проходя через трубки встроенного теплообменника. Суспензия с температурой $1,5^{\circ}\text{C}$ в количестве 106000 кг / ч самотеком из верхней части кристаллизатора 1-К1 поступает в кристаллизатор 1-К2.

В кристаллизаторе 1-К2 поступает суспензия смешивается с циркулирующей в нем при температуре -7°C суспензией. При этом выделяется дополнительное количество кристаллов железного купороса. Нагретая в результате смешения суспензия охлаждается, проходя через трубки встроенного теплообменника. Суспензия с температурой -7°C в количестве 106000 кг / ч самотеком из верхней части кристаллизатора 1-К2 поступает в кристаллизатор 1-К3.

В кристаллизатор 1-К3 поступает суспензия смешивается с уже циркулирующей в нем при температуре -10°C суспензией. Нагретая в результате смешения суспензия охлаждается, проходя через трубки встроенного теплообменника. Охлажденная до -10°C суспензия проходит через взвешенный слой кристаллов, на которых снимается перенасыщения. В восходящем потоке суспензия классифицируется по размерам кристаллов. Мелкие фракции уносятся в верхнюю часть кристаллизатора и возвращаются в циркуляционный контур. Освещенный от кристаллов маточник через перелив выводится из верхней части кристаллизатора. Крупные фракции опускаются в нижнюю часть и выводятся из кристаллизатора через разгрузочное устройство. Оба потока направляются в установку центрифугирования.

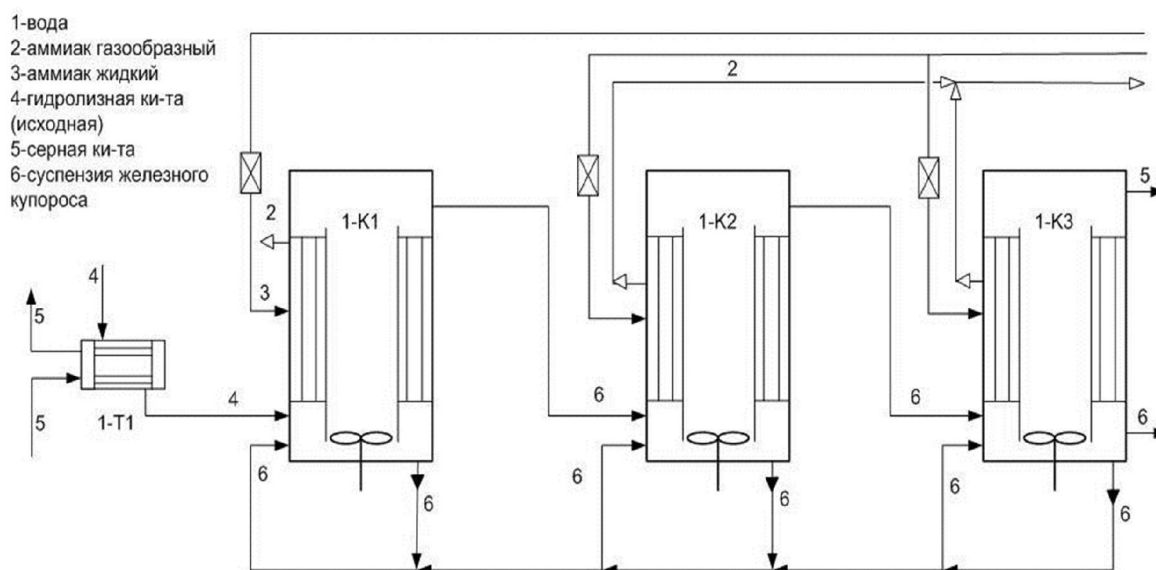


Рис. 1 – Схема установки кристаллизации.

Анализ установки в ходе обследования установки кристаллизации гидролизной серной кислоты и аммиачной холодильной машины, были выявлены основные технологические потоки, которые будут использованы для определения энергосберегающего потенциала установок с использованием методов интеграции тепловых процессов. Технологические потоковые данные собраны в табл. 1

Таблица 1 – Потоковые данные для установки.

№	Название потока	Тип	$T_s, ^\circ\text{C}$	$T_t, ^\circ\text{C}$	$G, \text{кг/ч}$	$CP, \text{кВт/К}$	$\Delta H, \text{кВт}$
1	Аммиак газоподобный	гор	130	36	15090	9	860
2	Аммиак газоподобный	гор	120	36	8933	5	455
3	Аммиак (конденсация)	гор	36	36	15090		2252
4	Аммиак (конденсация)	гор	36	36	8933		3881
5	Серная кислота исходн.	гор	20	8	106000	107	1283
6	Осветленный раствор	хол	-5	9,2	91549,5	90	1283

Используя полученные технологические потоковые данные процесса кристаллизации гидролизной серной кислоты и заданные значения горячих и холодных утилит построим Составные кривые для существующего процесса и определим ΔT_{min} (рис. 2).

Итак, после постройки мы получили следующие значения:

$$\Delta T_{min}=41^{\circ}\text{C}, Q_{Hmin}=0 \text{ кВт}, Q_{Cmin}=7417 \text{ кВт}, T_{Cpinch}=-5^{\circ}\text{C}, T_{Hpinch}=36^{\circ}\text{C}.$$

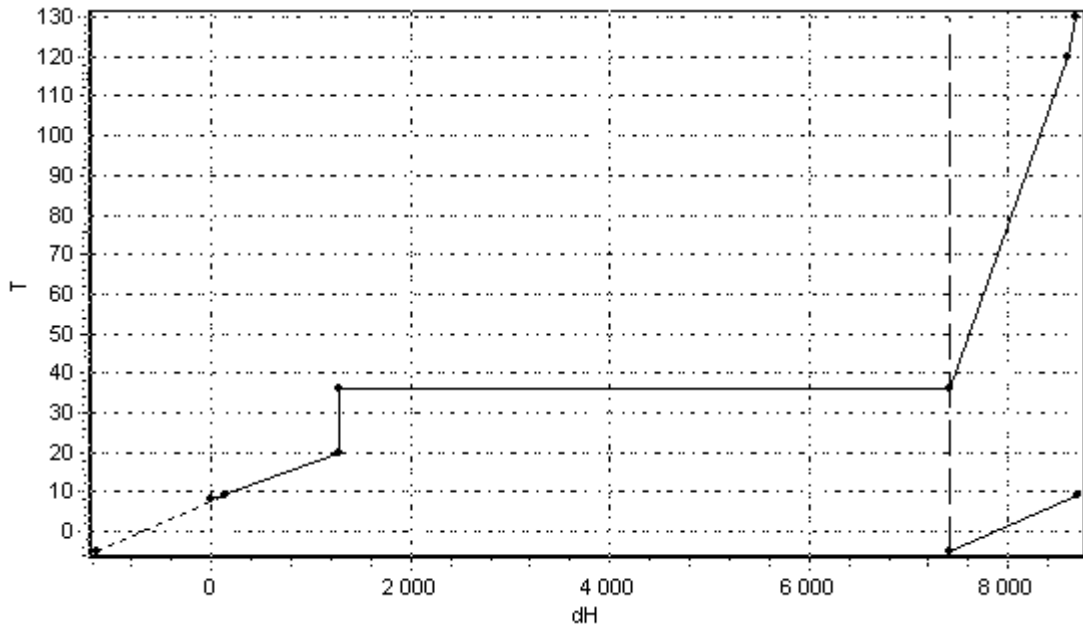


Рис. 2 – Составные кривые для существующего процесса

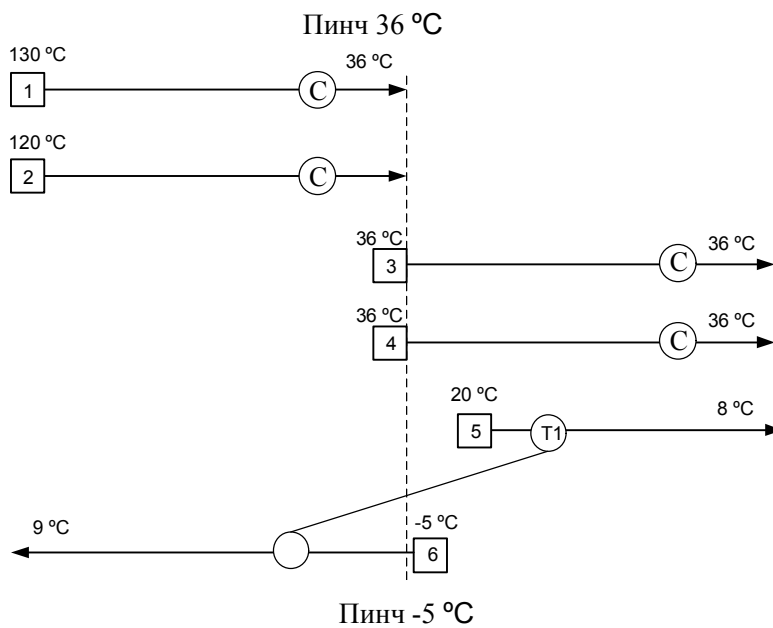


Рис. 3 – Сеточная диаграмма

Для определения области пинча строится сеточная диаграмма, на которой отображены только операции теплопередачи. Сеточная диаграмма ясно показывает локализацию и значение пинча,

позволяет выполнить полный проект без изменения маршрута технологических потоков (рис. 3).

Выводы.

После изучения существующей установки и самого процесса кристаллизации серной кислоты [3, 4], а также обработки и сбора данных были рассчитаны и составлены: таблица потоковых данных, составные кривые и сеточная диаграмма. Анализ сеточной диаграммы показал возможность энергоэффективной реконструкции теплообменной системы установки кристаллизации в соответствии с пинч-принципами проектирования. Увеличение количества рекуперированного тепла позволит снизить себестоимость продукции, сократить величину вредных выбросов в атмосферу.

Список литературы: 1. Смит Р., Клемеш Й., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульянов Л.М., Основы интеграции тепловых процессов, авт. – Харьков: ХГПУ, 2000 г. – С. 457. 2. А.Г. Амелин. Технология серной кислоты. Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. – М.: Химия. 1983. – 360 с. 3. Я.В. Шварцштейн. Использование и переработка гидролизной серной кислоты и сульфатов железа. – М.: Химия. 1970. – 15 с. 4. А.Я. Лебедев. Установки для денитрации и концентрирования серной кислоты. – М.: Химия. 1972. – 240 с.

Поступила в редколлегию 21.03.2013

УДК 661.25:66.012.3

Экстракция данных для установки кристаллизации гидролизной серной кислоты / П. А. Капустенко, О. П. Арсеньева, А. О. Гарев, Д. С. Захаров // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП». 2013. – № 9 (983). – С. 126–130. – Бібліогр.: 4 назв.

У статті описано отримання вихідних даних для проведення теплової інтеграції установки кристалізації гідролізної сірчаної кислоти. Зроблено аналіз потокових даних, складені та проаналізовані складові криві і сіткова діаграма для процесу кристалізації сірчаної кислоти.

Ключові слова: Кристалізація, екстракція даних, потокові дані, сіткова діаграма, пінч.

This article contains information about data extraction and heat integration of hydrolytic sulfuric acid crystallization plant. In addition to that the analysis of stream data was made as well as composite curves and grid diagram for the existing process.

Keywords: Crystallization, data extraction, stream data, grid diagram, pinch.