

## СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ МЕТОДОМ ПИНЧ-АНАЛИЗА

Куприяшкин Д.А., студент 4 курса  
факультета управления и автоматизации,  
Научный руководитель: Рыжова А. А.а, к.т.н., старший  
преподаватель  
ФГБОУ ВО «КНИТУ»

*Ключевые слова:* пинч-анализ, энергоэффективность, теплообмен, рекуперация, композитные кривые.

*В статье рассматривается метод пинч-анализа, предназначенный для минимизации потребления энергии за счет рекуперации тепла технологическими потоками. Рассмотрены достоинства и недостатки данного метода, а также современные программные обеспечения для проведения пинч-анализа.*

**Введение.** Глобальная энергетическая статистика показывает, что общее потребление энергии увеличились почти в два раза, а промышленное потребление энергии по-прежнему составляет треть от конечных потребностей [1]. По этой причине промышленная энергоэффективность нуждается в разработке новых методов оптимизации систем энергооборота.

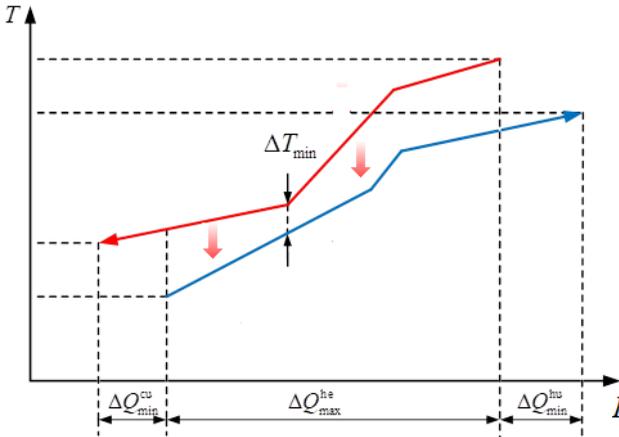
**Целью работы** является изучение метода пинч-анализа и применение его при решении задач исследования энергоэффективности химико-технологических систем (ХТС).

### **Результаты исследования**

Пинч-анализ – метод, основанный на термодинамическом подходе [2]. Наиболее широкое распространение данный метод получил как при решении задач исследования термодинамической эффективности существующих ХТС, так и при проектировании вновь создаваемых и реконструируемых производств. Метод пинч-анализа показывает, как за счет увеличения количества рекуперированной

энергии, уменьшить количество подводимой и отводимой энергии и число теплообменного оборудования.

В пинч-анализе, в качестве исходных данных используются данные по горячим и холодным потокам технологического процесса. Далее, путем объединения всех потоков технологического процесса, получают композитные кривые: по одной кривой для всех горячих и холодных потоков. Полученный график изображен на рисунке 1.



**Рис. 1 – Температурно-энтальпийная диаграмма**

На композитных кривых находится точка пинча (pinch point) – точка, где расстояние между горячей и холодной составной кривой минимальное. При проектировании оптимальной системы теплообмена в области точки пинча накладываются небольшие ограничения. Таким образом, начав проектировать с найденной точки пинча, при помощи системы теплообменников достигаются нужные энергетические значения, путем теплообмена между горячими и холодными потоками в двух независимых подсистемах, выше и ниже точки пинча.

В существующих процессах, во время проведения пинч-анализа, существует большая вероятность наличия перекрестного обмена тепла между горячим и холодным потоками, с температурами выше и ниже пинча соответственно. Для достижения энергетических целей и

улучшения процесса необходимо устранить подобные связи и создать альтернативные.

Пинч-анализ имеет свои недостатки: данный метод не всегда подходит для простых сетей теплообмена или если данная сеть имеет серьезные технологические ограничения. Данный недостаток был решен группой ученых [3]. Они разработали и апробировали метод THE BASYC SELOOP (THErmodynamic BACkground of SYnthesis Criteria SELECTION Of Optimal Processes) [4]. Для того чтобы учесть все технологические ограничения в изменении технологического процесса, в данном методе вводятся дополнительные правила, позволяющие синтезировать сеточную диаграмму рекуперативной системы теплообмена для технически реализуемого проекта её реконструкции. Благодаря этому решения, разработанные на основе метода SELOOP-анализа, без каких-либо проблем реализовываются на действующих предприятиях.

С появлением новых научных разработок, совершенствуются и программные обеспечения, предназначенные для проведения пинч-анализа. Наибольшее распространение получили следующие программные обеспечения:

- **SPRINT** – программное обеспечение, которое является одним из самых функциональных программных пакетов, постоянно обновляющееся на основе последних научных разработок. Данное ПО разработано Университетом Манчестера (CPI UMIST).

- **PinCH** – программное обеспечение, предназначенное для непрерывных и периодических процессов. Оно так же включает в себя побочные циклы рекуперации тепла и энергохранилища.

- **HeatIT** – облегченная версия программного обеспечения пинч-анализа, которая работает в Excel. Она разработана консалтинговой компанией Pinchco, которая занимается предоставлением консультаций экспертов по вопросам энергетики.

- **Simulis Pinch** – инструмент от ProSim SA, который может использоваться непосредственно в Excel. Предназначен для проведения диагностики и энергетической интеграции процессов.

- **Pinch-SELOOP** – предназначенный для проведения пинч и SELOOP-анализа на промышленных и коммунальных предприятиях.

---

**Закключение.** Таким образом, применение пинч-анализа позволяет существенно снизить энергозатраты и рационально использовать энергоресурсы.

### **Библиографический список:**

1. Мировая статистика по потреблению энергии // EnerData URL: <https://yearbook.enerdata.ru/total-energy/world-consumption-statistics.html> (дата обращения: 04.01.2022).

2. Смит Р., Клемеш Й., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульев Л.М. Основы интеграции тепловых процессов. Харьков: НТУ “ХПИ”, 2000. 457 с.

3. The pinch design method for energy-saving oil-refining plants / J. Klemes, Y. T. Kostenko, L. L. Tovazhnyanskii [et al.] // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 1999. – Vol. 33, No. 4. – P. 379-390.

4. Пинч-анализ // Википедия URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пинч-анализ> (дата обращения: 04.01.2022).

## **REDUCING ENERGY CONSUMPTION BY PINCH ANALYSIS**

**Kupriyashkin D.A.**

**Keywords:** *pinch analysis, energy efficiency, heat transfer, recuperation, composite curves.*

*The article discusses a pinch analysis method designed to minimize energy consumption due to heat recovery by process streams. The advantages and disadvantages of this method, as well as modern software for pinch analysis, are considered.*