

УДК 658.26:665.63:338.45

*Л.М. УЛЬЕВ*, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»,  
*Д.Д. НЕЧИПОРЕНКО*, аспирантка, НТУ «ХПИ»,  
*О.А. ЯЦЕНКО*, студентка, НТУ «ХПИ»

## **ЭКСТРАКЦИЯ ДАННЫХ ПРОЦЕССА ДЕЭТАНИЗАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ КАТАЛИЗАТА НА УСТАНОВКЕ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА**

Цель данного проекта заключается в исследовании одного из блоков установки каталитического риформинга Л-35-11/600. Определены все технологические потоки, которые необходимы для интеграции процесса с помощью метода пинч-анализа

Метою даного проекту полягає в дослідженні одного з блоку установки каталітичного риформінгу Л-35-11/600. Визначенні всі технологічні потоки, які необхідні для інтеграції процесу з допомогою методу пінч-аналіз

The aim of this project is to study one of the units of the catalytic reforming L-35-11/600. Identified all the technological streams that are needed for the integration process by using the method of pinch analysis

**Постановка проблемы.** Одна из важнейших закономерностей развития мировой экономики заключается в непрерывном и максимально быстром росте производства при минимальном потреблении энергии. Прежде всего, за счет невозобновляемых энергоресурсов – угля, нефти и газа. В начале XX в. доля потребления возобновляемых источников энергии, в основном энергии гидроэлектростанций, составила всего 0.4%, а 99.6% получались за счет невозобновляемых органических видов топлива. В середине и к концу столетия потребление возобновляемых источников энергии несколько выросло: их доля в общем объеме потребления оставалась незначительной: к 1950 г. она составляла 3.4%, а в 2000 г. - 5.2% при соответствующем снижении доли органических видов топлива с 96.6 до 90.2% [1]. 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 произ-

водств, и уровень энергозатрат в значительной степени влияет на себестоимость готовой продукции [2]. Учитывая то, что на украинских НПЗ большая часть технологических установок строилась в 60-х и 70-х годах (когда цена на энергоресурсы была очень низкая, и экономии энергии не придавали особого значения) – энергопотребление в основных процессах нефтепереработки и нефтехимии на 30 – 60% выше, чем в современных зарубежных установках [3].

**Основной материал исследования.** Установка каталитического риформинга Л-35-11/600 предназначена для переработки широкой фракции прямогонного бензина (при температуре 85–180 °С) с целью получения компонентов бензина с октановым числом по моторному методу 78–85 пунктов. Привязка установки осуществлена институтом ВНИИПКнефтехим г.Киева, в настоящее время Укрнефтехимпроект. Генеральный проектировщик – АО «Укрнефтехимпроект» г.Киев.

Установка каталитического риформинга состоит из шести отделений:

- блока гидроочистки сырья;
- блока каталитического риформинга;
- блока деэтанзации и стабилизации катализата;
- узла приготовления и подачи хлорорганики;
- узла осушки водородосодержащего газа риформинга;
- узла газгольдеров водородосодержащего газа

Для того чтобы выполнить пинч-проектирование установки целиком необходимо провести пинч-диагностику и выполнить пинч-проектирование для всех блоков установки [4]. В представленной работе более детально проведено обследование блока деэтанзации и стабилизации катализата (рис.1).

**Описание процесса и сбор необходимых данных.** На рис. 1 приведена технологическая схема процесса деэтанзации и стабилизации катализата на установке Л-35-11/600. Приведем описание технологической схемы. Нестабильный катализат (поток № 3) направляется в межтрубное пространство теплообменников Т-7/1, Т-7/2, где за счет теплообмена со стабильным катализатом, нагревается до температуры 150 °С и поступает на на 19-ю тарелку фракционирующего абсорбера К-6.

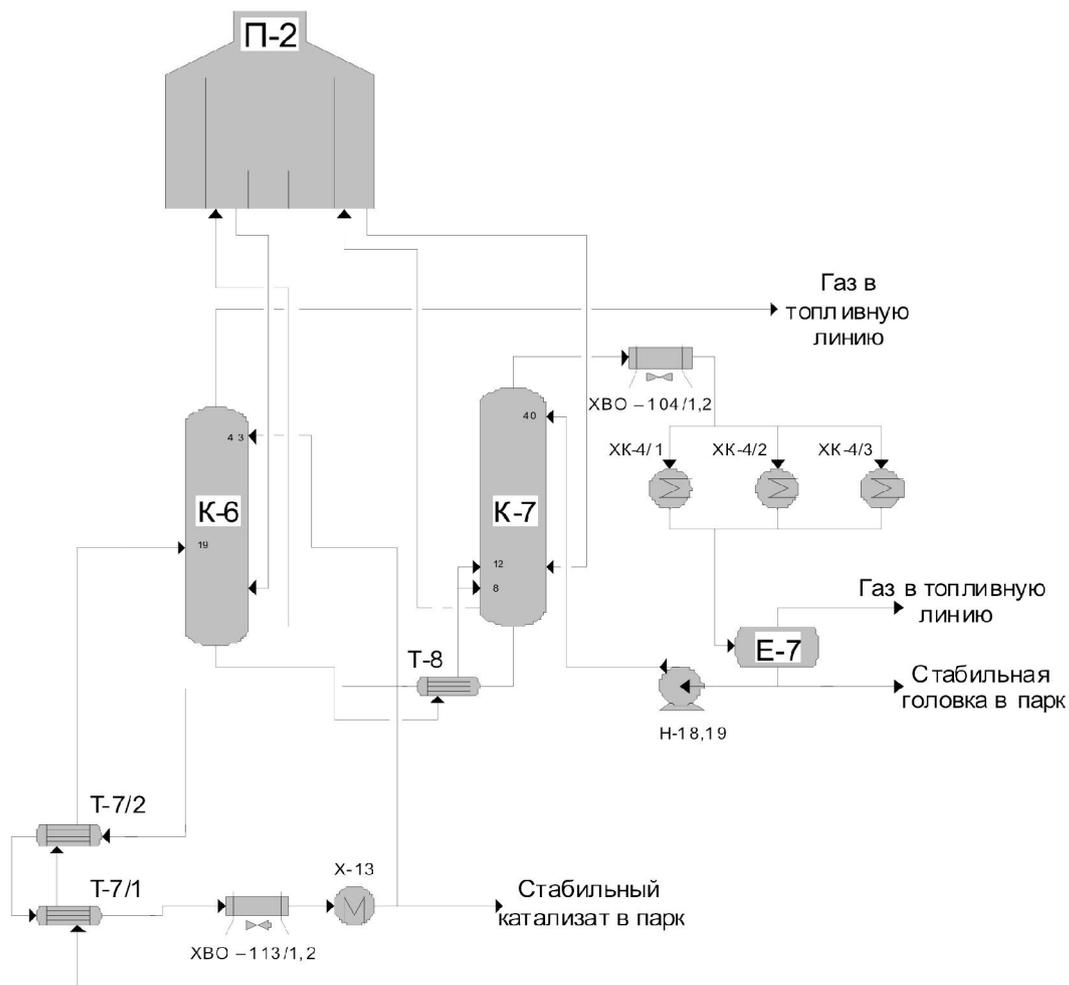


Рис. 1. Технологическая схема блока дезтанизации и стабилизации катализа установки Л-35-11/600: К-6 – фракционирующий абсорбер; К-7 – стабилизационная колонна; Н – насосы; П-2 – печь стабилизации и газодифракционирования; Т-7/1,2 – Т-8 – кожухотрубчатые теплообменники; Х – кожухотрубчатые холодильники; ХВО – холодильники воздушного охлаждения; ХК – кожухотрубчатые конденсаторы; Е – емкости

Во фракционирующем абсорбере К-6, представляющем собой вертикальный цилиндрический аппарат с 48-ю 8-образными тарелками при давлении 0,8 – 0,2 МПа (8-12 кгс/см<sup>2</sup>) и температура внизу колонны 110–160°С и вверху 28–40°С осуществляется дезтанизация нестабильного катализата. Постоянное количество дезтанизованного нестабильного бензина снизу абсорбера К-6 (катализат) (поток № 4) прокачивается через печь П-2 (конвекционная часть) и с температурой до 225 °С входит в нижнюю часть К-6 для поддержания в ней температуры. Балансовый избыток нестабильного катализата снизу колонны К-6 (поток № 5) закачивается через теплообменники Т-8, подогревается (в зависимости от режима работы колонны (К-7) до 185-

195 °С и направляется на 8, 12 тарелки К-7. Часть балансового избытка по отдельной линии поступает на 18-ю тарелку К-7, помимо теплообменника. В колонне К-7, имеющей 40 8-образных тарелок, осуществляется стабилизация катализата при двух режимах:

- дебутанизация – температура верха 56 – 60 °С, температура низа 180 – 230°С и давление 1,0 – 1,2МПа (10 – 12кгс/см<sup>2</sup>);
- депропанализация – температура верха 50 – 78 °С, температура низа 180 – 235°С и давление 1,4 – 1,65 МПа(14,0 – 16,5кгс/см<sup>2</sup>).

Верхний продукт колонны К-7, стабильная "головка" (поток №2) проходит через ХВО-104/1,2 и конденсаторы-холодильники ХК-4/1,2,3, где конденсируется и охлаждается до температуры 35°С, после чего поступает в емкость Е-7. Отделившийся в Е-7 газ направляется в топливную линию установки. Стабильная головка снизу емкости Е-7 поступает на прием центробежных насосов Н-18,Н-19, которые подают постоянное количество стабильной (в качестве орошения) в верхнюю часть колонны К-7. Подогрев низа колонны К-7 осуществляется за счет циркуляции через секцию печи П-2 части стабильного катализата (поток № 6). Балансовый избыток стабильного бензина по уровню в колонне К-7 (поток № 1) поступает в трубное пространство теплообменников Т-8, Т-7/2, Т-7/1. а затем направляется в холодильник воздушного охлаждения ХВО-113/1,2, холодильник Х-13, где охлаждается до температуры 35-45 °С и сбрасывается в товарный парк. Часть стабильного катализата после Х-13 поступает в К-6 в качестве доабсорбента. Во время обследования работы установки Л-35-1 1/600 были определены основные параметры технологических потоков. Характеристика основных технологических потоков участвующих в технологии риформирования на установке Л-35-1 1/600, приведена в следующем списке, который послужит основой для проведения тепловой интеграции процесса.

Поток № 1 – стабильный катализат. Выходит с низа колонны К-7, охлаждается и направляется в парк (часть отбирается на орошение колонны К-6).  $T_S = 180$  °С,  $T_T = 24$  °С, расход  $G = 40$  т/ч.

Поток № 2 – пары верха К-7. Охлаждаются и направляются из колонны К-7 в емкость Е-7.  $T_S = 57$  °С,  $T_T = 35$  °С, расход  $G = 17$  т/ч

Поток № 3 – загрузка К-6. Направляется из сепаратора С–8 в колонну К-6.  $T_S = 41\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_T = 130\text{ }^\circ\text{C}$ , расход  $G = 32\text{ т/ч}$ .

Поток № 4 – горячая струя К-6. Выход из колонны К-6 подогревается в печи П-2 и возвращается обратно в колонну.  $T_S = 130\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_T = 154\text{ }^\circ\text{C}$ , расход  $G = 23\text{ т/ч}$ .

Поток № 5 – загрузка К-7. Направляется с низа колонны К-6 в колонну К-7.  $T_S = 130\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_T = 150\text{ }^\circ\text{C}$ , расход  $G = 41\text{ т/ч}$ .

Поток № 6 – горячая струя К-7. Выход из колонны К-7 подогревается в печи П-2 и возвращается обратно в колонну.  $T_S = 177\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_T = 233\text{ }^\circ\text{C}$ , расход  $G = 41\text{ т/ч}$ .

Оборотная вода. Охлаждающая вода оборотного цикла.  $T = 14\text{-}16\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $G = 1150\text{ т/ч}$ .

Систематизировав результаты изучения технологической схемы, регламента, составим таблицу потоковых данных, необходимых для определения тепловой мощности потребляемой процессом (табл. 1).

Таблица 1

Система потоков для анализа энергопотребления блока дееэтанализации и стабилизации катализа установки Л-35-11/600

№	Название потока	тип	$T_S$ , °C	$T_T$ , °C	$G$ , т/ч	$r$ , кДж/ кг	$CP$ , кВт/К	$\Delta H$ , кВт	$\alpha$ , кВт/ ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}$ )
1	Стабильный катализат з К-7	гор	180	150	40,24		33,19	980,40	0,6
			150	100	40,24		30,12	1506,21	0,6
			100	50	40,24		26,07	1303,33	0,6
			50	24	40,24		23,00	598,06	0,6
2.1	Охлаждение паров К-7	гор	57	35	17,29		12,1	266,27	0,02
2.2	Конденсация паров К-7	гор	35	35	17,29	75		360,21	1
2.3	Охлаждение паров конденсации К-7	гор	35	30	17,29		11,07	55,33	0,1
3	Загрузка К-6	хол	41	130	32,00		21,32	1897,48	0,6
4	Горячая струя К-6	хол	130	154	22,59		17,65	423,61	0,6
5	Загрузка К-7	хол	130	150	41,42		32,20	644,00	0,6
6	Горячая струя К-7	хол	177	233	41,41		37,62	2106,94	0,6

Заметим, что в нашем распоряжении есть 2 горячих и 4 холодных технологических потоков. Наличие энергетических потоков данного процесса позволит наглядно представить количество потребляемых го-

рячих и холодных утилит (рис. 2). Но для начала необходимо определить величину мощности рекуперации в существующем процессе.

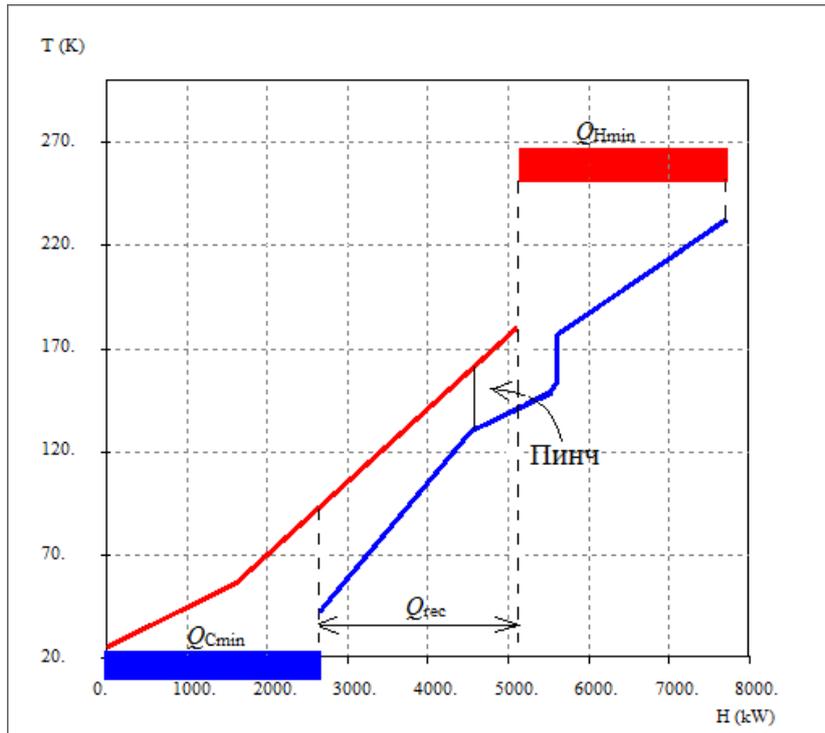


Рис. 2. Составные кривые существующего процесса деэтанализации и стабилизации:  $T(K)$  – температура, °C;  $H(kW)$  – нагрузка, кВт;  $Q_{Hmin}$ ,  $Q_{Cmin}$ ,  $Q_{rec}$  – потребляемая мощность горячих утилит, холодных утилит и мощность рекуперации

После построение составных кривых, мы определили, что  $Q_{rec} = 2542$  кВт,  $Q_{Hmin} = 2612$  кВт,  $Q_{Cmin} = 2610$  кВт.

**Выводы.** Изучив процесс деэтанализации и стабилизации катализатора на установке переработки нефти Л-35-11/600 была составлена таблица потоковых данных, которая в дальнейшем послужит основой для интеграции существующего процесса. Построенная составная кривая выявила недостатки существующей теплообменной системы, которые приводят к увеличению энергопотребления.

**Список литературы:** 1. Банков Н. Производство и потребление топливно-энергетических ресурсов в хх в./ Н. Банков, И. Александрова// Мировая экономика и международные отношения, 2001, № 9, с. 27-33 2. Уильям Д. Леффлер. Переработка нефти / Уильям Д. Леффлер. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес». 2004. – 223 с. 3. Ульев Л.М. Определение энергосберегающего потенциала разделения ШФЛУ на центральной газофракционирующей установке/Л.М. Ульев, С.А. Болдырев, Е.В. Поливода// Вісник національного технічного університету «ХПІ». – 2009, 2001, № 40, с. 21-32. 4. Смит Р. Основы интеграции тепловых процессов/Р. Смит, Й. Клемеш, Л.Л. Товажнянский, П.А. Капустенко, Л.М. Ульев – Харьков: ХГПУ, 2000. – 457с.

Поступила в редколлегию 23.02.12