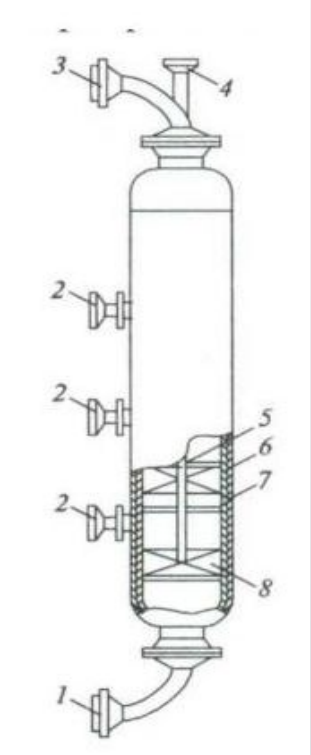
Титульный лист

Актуальность исследования

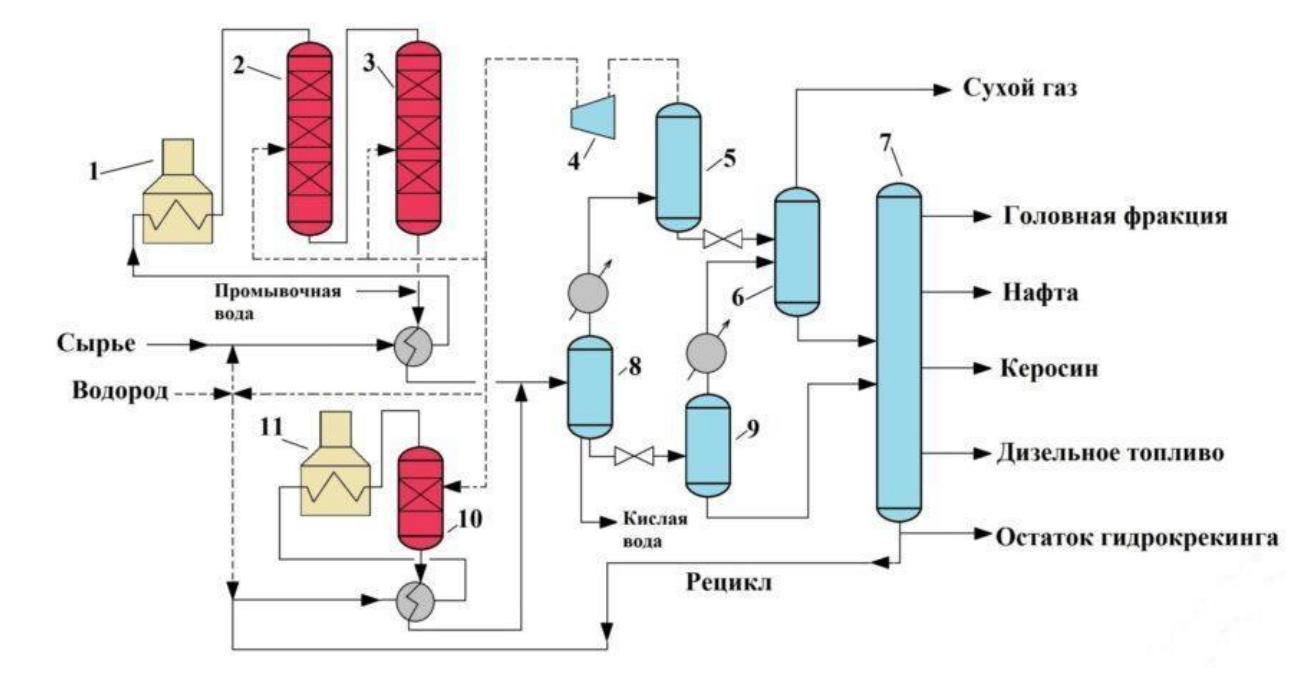
- Гидрокрекинг — это процесс, осуществляемый с целью переработки высококипящих нефтяных фракций для получения моторных топлив. Развитию процессов гидрокрекинга способствует все возрастающая добыча сернистых и высокосернистых нефтей, т.к. данному процессу сопутствует процесс гидроочистки.

Условия процесса гидрокрекинга



Температура процесса – 330-450°С
Давление 30-200 атмосфер
Расход водорода 1-3%

Типы установок гидрокрекинга



- Одностадийный
- Одноступенчатый с рециркуляцией
- Двух стадийный

Цель и задачи исследования.

Цель работы:

- Расчёт запаса мощности теплообменного оборудования реакционного блока установки гидрокрекинга при увеличении мощности на 422 тысячи тонн в год.

Задачи:

- Расчёт уже имеющегося теплообменника
- Подбор подходящего теплообменника

Выбор установки и теплообменника

Установка

Сырье	Основное (100% тяж. вакуумный газойль)
Мощность установки, тыс. тонн/год	2,1
Температура,°С	290-455
Давление, МПа	9-13
Конверсия сырья, %	65
Катализаторы	Окислы никеля (кобальта) и молибдена нанесённые на окись алюминия

Теплообменник

Тип	Кожухотрубчатый
Диаметра кожуха, $D_{кож}$, мм	1000
Длина теплообменной части труб, $L_{тр}$, мм	6000
Диаметр труб, $d_{тр}$, мм	25
Количество труб, $N_{тр}$, шт	292
Поверхность теплообмена, F, м^2	13753,2
Межтрубное пространство	
Входящая температура теплоносителя Т,°С	454
Трубное пространство	
Входящая температура сырья Т,°С	427

Материальный баланс

№	Наименование сырья/продукции	Приход			Расход		
		тыс.т/год	кг/час	%масс.	тыс.т/год	кг/час	% масс.
Сырье:							
1.	Тяжелый вакуумный газойль	2056,92	244872	97,5	-	-	-
2.	Подпиточный водород	52,51	6251	2,5	-	-	-
Продукция:							
1.	Дизельное топливо	-	-	-	615,54	73288	29,2
2.	Непревращенный остаток	-	-	-	663,37	78972,5	31,4
3.	Керосин	-	-	-	381,61	45430	18,1
4.	У/в газ (топливный)	-	-	-	70,35	8375	3,3
5.	Тяжелая нафта	-	-	-	184,49	21962,5	8,7
6.	Легкая нафта	-	-	-	115,68	13771,5	5,5
7.	СУГ	-	-	-	21,23	2511	1,0
8.	Потери	-	-	-	57,17	6806,5	2,7
Итого:		2109,43	251123	100	2109,43	251123	100

$$G_i = \frac{G * w_i}{100\%}$$

Тепловая нагрузка с заданным потоком

$$Q_1 = G_1 * c_1 * (t_{1к} - t_{1н}) = 3321106 \text{ Дж/с}$$

Тепловая нагрузка после повышения потока на 20%

$$Q_1 = G_1 * c_1 * (t_{1к} - t_{1н}) = 3985327 \text{ Дж/с}$$

Расчёт теплообменника

- **Поверхность теплообмена заданного теплообменника:**
- $F = \pi * d_{тр} * L_{тр} * N_{тр}$ = 137,532 м^2
- **Гидравлическое сопротивление:**
- $\Delta P_{тр} = \left[\lambda \frac{n l_{тр}}{d_{вн}} + \sum \zeta_{тр}\right] \frac{\rho W_{тр}^2}{2} + \sum \zeta_{шт} \frac{\rho W_{шт}^2}{2}$ = 2040 Па
- $\Delta P_{мт} = [2(1+k)Eu + \sum \zeta_{мт}] \frac{\rho W_{мт}^2}{2} + \sum \zeta_{шт} \frac{\rho W_{шт}^2}{2}$ = 22354 Па
- **Требуемая поверхность теплообмена**
- $F = \frac{Q_1}{K * t_{ср}}$ = 152 м^2

Для нахождения поверхности теплообмена нам необходим коэффициент теплопередачи $K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_г} + \frac{\delta_{ст}}{\gamma_{ст}} + \frac{1}{\alpha_х}}$

Для этого необходим коэффициент теплоотдачи, который считается по значениям Нуссельта, Рейнольдса и Прандтля.

$Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}$

Для определения Нуссельта необходимо посчитать Рейнольдса и Прандтля

$Re_{тр} = \frac{W_{тр} d_{вн} p_{тр}}{\mu_{тр}} = 118459$

$Pr = \frac{c\mu}{\lambda} = 365$

Учитывая, что значение Рейнольдса больше 10000, то для расчёта Нуссельта воспользуемся формулой:

$Nu = 0{,}021 * \varepsilon_l Re^{0{,}8} Pr^{0{,}43} (\frac{Pr}{Pr_{ст}})^{0{,}25}$ = 261,76

Отсюда найдём коэффициент теплоотдачи:

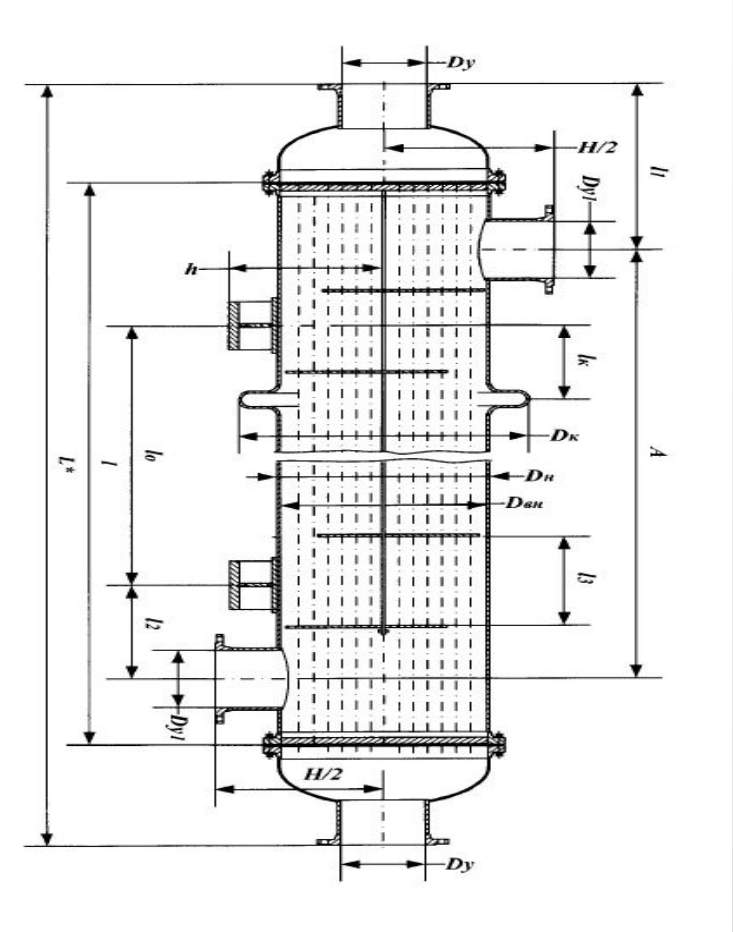
$\alpha = \frac{Nu * \lambda}{d}$ = 1776 Вт/(м^{2}К)

Исходя из этого, значение коэффициента теплопередачи будет равно:

К = 855 Вт/м^{2}К

Выбор теплообменника и его проверка

$D_{кож}$, мм	Число труб	$L_{тр}$, м	$d_{тр}$, м	$S_{тр}$, $м^2$	$S_{мт}$, $м^2$	Труб в пучке	Расстояние между перегородками
1000	747	3	0,025	0,259	0,143	29	520



Для проверки гидравлического сопротивления высчитывали скорость потоков в трубном, межтрубном пространстве и на штуцерах по формуле

$$W = \frac{G}{pS}$$

Значения соответственно были равны: 0,6; 0,9; 0,105, 0,12 м/с

Заключение

- На основании проведённых расчётов можно сделать следующие в выводы:
- Произведён расчёт увеличения мощности установки гидрокрекинга, установлено, что невозможно увеличение мощности работающей установки на 20% (до 2531,3 тыс. тонн в год) без замены теплообменника 039-Т-002.
- Гидравлическое сопротивление межтрубного пространства равно 22354 Па, трубного пространства равно 2078 Па, что больше максимально допустимого на 24% и 21% соответственно.
- Расчётная площадь поверхности теплопередачи необходимое для нагрева до нужной температуры равна 152 $м^2$, что больше поверхности, которую имеет теплообменник на 11%.

Спасибо за внимание