Бурухина О.В., Карпенко Е.В.

**Повышение эффективности теплообменного оборудования процесса
гидрокрекинга**

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени
Н. Г. Чернышевского
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/lj-12-2018-171

idsp: ljournal-12-2018-171

Аннотация

Замена оборудования, увеличение производительности производства являются основными задачами в ходе модернизации производств нефтеперерабатывающей промышленности. В статье предлагается увеличение эффективности кожухотрубчатого теплообменника процесса гидрокрекинга за счет увеличения площади теплообмена ребрением труб.

Ключевые слова: гидрокрекинг, теплообменное оборудование, повышение эффективности.

Ранее нами предлагалась модернизация основного оборудования процесса гидрокрекинга тяжелых углеводородов [1]. В данной работе предлагается замена теплообменного аппарата на более эффективный.

Исходные данные: расход нагреваемой среды 63006,75 кг/ч (вакуумный газойль – 61218 кг/ч; водородсодержащий газ (ВСГ) – 1788,75 кг/ч); начальная температура нагреваемой среды – 80 °С; теплоемкость нагреваемой среды 0,668 ккал/кг (теплоемкость вакуумного газойля – 0,635 $\frac{\text{ккал}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$; теплоемкость ВСГ – 1,829 $\frac{\text{ккал}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$).

Количество тепловой энергии, переданной нагреваемой среде в трех теплообменниках 14195,19 кВт. Принимаем, что количество тепла, передаваемое в каждом теплообменнике одинаково, тогда количество тепла, передаваемое в одном теплообменнике, составит 4,73 МВт.

Произведем расчет действующего теплообменника.

Критерий Рейнольдса для трубного пространства при скорости движения теплоносителя 1,3 м/с:

$$Re = \frac{W \cdot d}{\nu} = 11818.$$

Критерий Прандтля:

$$Pr = \frac{\nu}{\alpha} = \frac{\nu}{\lambda / (c \cdot \rho)} = \frac{\nu \cdot c \cdot \rho}{\lambda} = 8.$$

Критерий Нуссельта:

$$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}} \right)^m = 92,79.$$

Коэффициент теплоотдачи внутри трубки α_1 :

$$\alpha_1 = \frac{Nu \cdot \lambda}{d} = 811,9 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{ч}} = 944,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}.$$

Число Рейнольдса для межтрубного пространства при скорости движения теплоносителя 0,2 м/с: $Re = 3105$.

Критерий Нуссельта: $Nu = 101,3$.

Коэффициент теплоотдачи в межтрубном пространстве:

$$\alpha_2 = 759,7 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{ч}} = 883,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}.$$

Коэффициент теплопередачи в теплообменнике:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = 393,7 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{ч}} = 457,8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}.$$

Площадь поверхности теплообмена: $F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} = 328 \text{ м}^2$.

Задача повышения эффективности работы теплообменника сводится к повышению коэффициентов теплоотдачи и увеличению удельной поверхности теплообменника. Наиболее простой способ увеличения коэффициента теплопередачи – увеличить эффективную поверхность теплообмена со стороны меньшего коэффициента теплоотдачи. Эффективную поверхность теплообмена можно увеличить за счет оребрения наружной поверхности трубы.

Произведем расчет теплообменника с оребренными трубами:

$$\text{Коэффициент оребрения трубы: } K_{ор} = \frac{F_{оребр}}{F_{неоребр}} = 1,82.$$

Эффективная поверхность оребрения: $K_{рс} = 1,146$.

Коэффициент теплоотдачи:

$$\alpha_2 = 870,6 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{ч}}. \quad K = 465 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{ч}}.$$

Поверхность теплообмена: $F = 278 \text{ м}^2$.

Таким образом, показана целесообразность замены теплообменного оборудования. Коэффициент теплоотдачи для межтрубного пространства увеличивается на 15%, а площадь поверхности может быть уменьшена на 20%.

1. М.В. Маякова, О.В. Бурухина Модернизация основного оборудования процесса гидрокрекинга тяжелых углеводородов// Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: Сборник научных статей. Вып. 19. Саратов, 2017. С. 72-74.