

УДК 621.57

В.Е. Козут, Е.Д. Бутовский, Н.Г. Носенко *

Одесская национальная академия пищевых технологий, ул. Дворянская, 1/3, г. Одесса, 65082

* «Инжмаш сервис», г. Одесса

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕРМОКОНДЕНСАТОРА ЭЖЕКТОРА

В статье идет речь о применении струйных аппаратов в нефтеперерабатывающей отрасли. Авторы статьи акцентируют внимание на абсолютно новой конструкции струйного аппарата с контактными теплообменниками – термоконденсатор эжектор. Приведен анализ работы термоконденсатора, представляющий феноменологическую модель поведения потока в аппарате. Так же в данной статье представлен тепловой и конструктивный расчет термоконденсатора эжектора.

Ключевые слова: контактный теплообменник – термоконденсатор эжектор – конденсация углеводородов

В.О. Козут, Є.Д. Бутовський, Н.Г. Носенко *

Одеська національна академія харчових технологій, вул. Дворянська 1/3, м. Одеса, 65082

* «Инжмаш сервис», м. Одеса

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕРМОКОНДЕНСАТОРА ЕЖЕКТОРА

У статті йдеться мова про застосування струменевих апаратів, теплообмінників в нафтопереробній галузі. Автори статті акцентують увагу на абсолютно новій конструкції струменевого апарату з контактними теплообмінниками - термоконденсатор ежектор. Наведено аналіз роботи термоконденсатора, що представляє феноменологическую модель поведінки потоку в апараті. Також в даній статті представлений тепловий та конструктивний розрахунки термоконденсатора ежектора.

Ключові слова: контактный теплообмінник – термоконденсатор ежектор – конденсація вуглеводнів

V. Kogut, I. Butovskyi, N. Nosenko*

Odessa national academy of food technologies, 1/3 Dvoryanskaya str., Odessa, 65082

* «Inzhmash servis», Odessa

DESIGNING OF THERMO EJECTOR CONDENSER

The article dealt about inkjet devices, heat exchangers in the oil processing industry. The authors focus on an entirely new design inkjet device, heat exchanger with contact heat exchangers - thermal condenser ejector. The analysis of the thermal condenser representing the phenomenological model of the flow behavior of in the unit. Also in this article presents a superficial calculation thermo ejector condenser.

Keywords: contact heat exchanger – thermal condenser ejector – condensation of hydrocarbons

I. ВВЕДЕНИЕ

Струйные аппараты довольно просты в конструкции, так как работают без непосредственной затраты механической энергии.

В технической литературе для такого рода аппаратов часто используют два термина: эжектор (от лат. *ejectio* - удаляю), если его использование предназначено для удаления пара (газа) или жидкости наружу из объема (сосуда), причем рабочая струя (поток) подводится извне; и инжектор (от лат. *injecio* - вбрасываю), если пар (газ) или жидкость вталкивается в объем (сосуд) при помощи рабочей струи выходящей из этого же объема.

Разработанный аппарат термоконденсатор эжектор – с изменением агрегатного состояния потока. Отсасываемый поток воздушной смеси с углеводородами ускоряется в конфузоре эжектора до скорости $M = 0.3$. В камеру смешения впрыскивается рабочий поток жидкости (охлажденные углеводороды; углекислота; инертный газ азот, в виде жидкости). Происходит мгновенный теплообмен, и углеводороды конденсируются, это происходит на выходе из диффузора эжектора. Отвод тепла осуществляется путем контактного теплообмена и испарительного охлаждения за счет впрыскиваемой в газовый поток мелко распыленной охлаждающей жидкости.

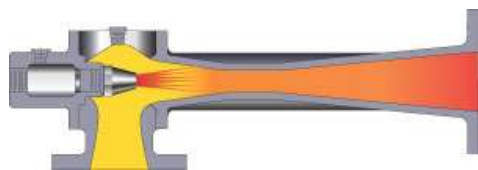


Рисунок 1 – Струйний эжектор



Рисунок 2 – Устройство для конденсации углеводородов

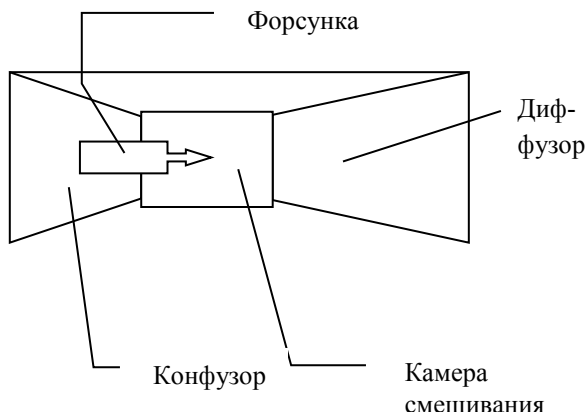


Рисунок 3 – Схема термоконденсатора эжектора для конденсации углеводородов.

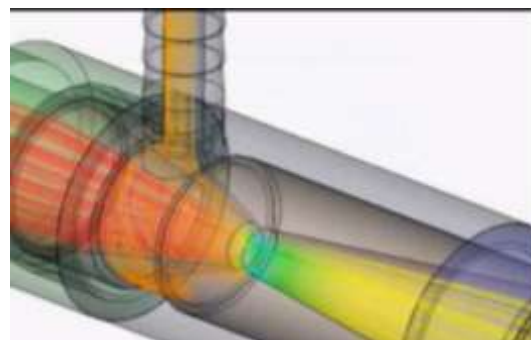


Рисунок 4 – Распределение температуры в эжекторе теплообменнике

В основе термоконденсатор эжектор представляет канал, внутри которого происходит интенсивный теплообмен с фазовым переходом, за счет тонкораспыленной жидкости в поток перегретой смеси воздуха и углеводородов с высокой скоростью. Интенсивность испарения рабочего вещества (жидкость испаряется полностью мгновенно), охлаждает основной поток, из которого происходит полная конденсация углеводородов.

II. АНАЛИЗ РАБОТЫ ТЕРМОКОНДЕНСАТОРА ЭЖЕКТОРА

Учитывая наиболее важные моменты становиться, возможным представить феноменологиче-

скую (физическую) модель и объяснить поведение потока в аппарате. В теплообменник входит поток газа состоящего из воздуха и паров легкокипящих углеводородов с высокой скоростью, а переохлажденная жидкость впрыскивается с меньшей скоростью и низкой температурой. Наиболее важные явления в этом процессе – это лобовое сопротивление капель, испарение, трение о стенки канала и конденсация из основного потока углеводородов. Хотя эти явления проявляются одновременно, все же есть преобладание каждого из них на своей части рассматриваемого процесса. Оценка каждого фактора нужна для качественного анализа процесса проходящего в аппарате.

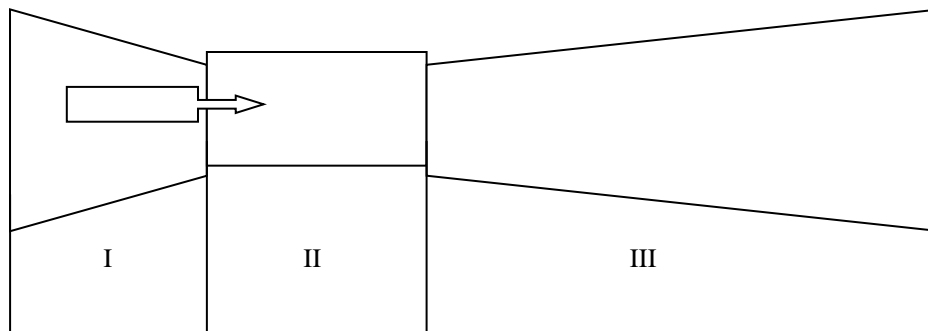


Рисунок 5 – Распределение зон по длине термоконденсатора эжектора.

Зона I. Ускорения потока газа состоящего из воздуха и паров легкокипящих углеводородов, за счет сужения конфузора (подготовка к контактному теплообмену).

Зона II. Активного контактного теплообмена между основным потоком газа и впрыскиваемой жидкостью (мгновенное охлаждение газа).

Зона III. Торможения потока и конденсация углеводородов из газовой смеси (воздух перегрет, а углеводороды значительно переохлаждены).

III. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕРМОКОНДЕНСАТОРА ЭЖЕКТОРА

Простой по устройству терموконденсатор эжектор использует много различных физических явлений и процессов, которые базируются на законах сохранения вещества, энергии, количества движения и взаимосвязаны.

В основу расчета терموконденсатора эжектора положено уравнение теплового баланса (при

испарении рабочего вещества и конденсации из основного потока углеводородов), уравнение момента (количества движения).

$$Q_{и} = Q_{охл} + Q_{к},$$

где $Q_{и}$ - тепловая нагрузка от испарения рабочего вещества; $Q_{охл}$ - тепловая нагрузка охлаждения воздуха смеси; $Q_{к}$ - тепловая нагрузка от конденсации углеводородов в смеси.

$$\begin{aligned} Q_{и} &= G_{\text{раб.вещ.}}(i_{\text{кон}} - i_{\text{нач}}); \\ Q_{охл} &= C_p(t_{\text{нач}} - t_{\text{кон}}); \\ Q_{к} &= G_{\text{угл.}}(i_{\text{нач}} - i_{\text{кон}}). \end{aligned}$$

Важными параметрами для расчета терموконденсатора эжектора является объемное содержание паров углеводородов в смеси, температура окружающей среды и рабочее вещество (охлажденные углеводороды; углекислота; инертный газ азот, в виде жидкости).

Таблица 1 – Содержание углеводородов в воздушной смеси в зависимости от температуры окружающей среды при переливе из емкости в емкость (экспериментальные данные)

Температура окружающей среды, °C	0 - 20	20 - 30	30 - 45
Бензины обычных марок	5- 7%	7 -12%	15 - 20%
Дизельное топливо (летнее)	3- 4 %	5 - 6 %	8 - 10%
Биоэтанольное топливо	4- 5%	6 -10%	12- 22%

Опыты проводились со следующими рабочими веществами, которые впрыскивались в основной поток воздушной смеси углеводородов:

1. Охлажденные углеводороды с температурой впрыска $5 \div 10^{\circ}\text{C}$;
2. Углекислота с температурой впрыска $-80 \dots -75^{\circ}\text{C}$;
3. Инертный газ Азот в жидком состоянии с температурой впрыска $-195 \dots -180^{\circ}\text{C}$

В основе конструктивного расчета терموконденсатора эжектора лежит определение диаметров аппарата, длин зон и углов наклонов конфузора и диффузора.

Экспериментальным путем были найдены оптимальные углы наклонов элементов терموконденсатора эжектора.

Конфузор – 45° ; Диффузор – $10 \div 12^{\circ}$

Диаметр камеры испарения

$$D_{\text{кам.ис.}} = D_j/2;$$

где D_j - диаметр эжектора (рассчитывается зависимости от скорости потока 20-25 м/с и производительности. Для обеспечения скорости потока $M = 0,3$ в камере испарения.

Длина камеры испарения

$$L = 2 \div 4 D_{\text{кам.ис.}}$$

Оптимальный размер для хорошего перемешивания потоков и мгновенного теплообмена.

Длина диффузора

$$L = 7 \div 9 D_{\text{кам.ис.}}$$

Оптимальный размер для торможения потока и выпадения конденсата углеводородов.

Форсунка может быть любой конструкции, обеспечивающая необходимую производительность и поддерживающая скорость факела 100м/с.

Необходимо предусмотреть систему сбора конденсата углеводородов и возврата в емкость, а охлажденный воздух можно использовать для охлаждения резервуаров хранения углеводородов.

ВЫВОДЫ

Существенные преимущества контактных теплообменников по сравнению с поверхностными теплообменниками обуславливают временем теплообмена, эффективный путь уменьшения ме-

таллоемкости, снижения капитальных и эксплуатационных затрат, повышения надежности оборудования. Применение термоконденсатора эжектора обеспечивает экологическую безопасность от попадания в атмосферу углеводородов и пожарную безопасность при перегрузке. Важным фактором является уменьшение испарения составляющих компонентов из биоэтанольного топлива, что обеспечивает не только сохранность углеводородов, но и качественные показатели смеси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Draft Zambian Standart, Transportation pipeline systems for liquid hydrocarbons, Code of Practice, Zambia, 2007
2. Абузова Ф. Ф. и др., Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении – М., Недра, 1981. – 248стр.
3. В. Е. Когут, М. Г. Хмельнюк, Вопросы сохранности при транспортировке и хранении нефтепродуктов // «Вестник Национального университета кораблестроения», 2010
4. Рачевский Б. С., Сжиженные углеводородные газы, 2009
5. Блинев И. Г., Герасимов В. В. и др., Перспективные методы сокращения потерь нефтепродуктов от испарения в резервуарах – М., Энефтехим. – 2001
6. Когут В. Е., Бутовский Е. Д., Хмельнюк М. Г., Охлаждающая система для конденсации углеводородов в потоке // «Холодильная техника и технология» - Одесса., №5, 2013
7. Погорелов А. И., Теплообмен. Основы теории и расчетов – Львов, «Новый свет - 2000», 2004
8. Блинков В.Н., Мелихов В. И., Мелихов О.И. и др., Технические науки // Fundamental research, №11, 2012
9. Кулак А. П., Шестозуб А. Б., Уточнение уравнения характеристик струйных аппаратов // Прикладная гидромеханика. – 2007. – 4 – с.73-76
10. Промежуточный охладитель на основе термopрессора для агрегата АД-260 // Журнал «Холодильная техника», №6, Москва, 1985г., с.21
11. Авторское свидетельство № 1374005 «Холодильная машина» // Описание изобретения к авторскому свидетельству, ВНИИПИ, Бюл. № 7, 1988 г., с. 27

REFERENCES

1. Draft Zambian Standart, Transportation pipeline systems for liquid hydrocarbons, Code of Practice, Zambia, 2007
2. Abuzova F. , Borba s poteriami nefi i nefteproductov pri ix transportirovke – M., Nadra, 1981 – 248pp.
3. Rachevski B., Szhizhenie uglevodorolnye gasy, 2009
4. Kogut V., Khmelniuk M., Voprosy sohrannosti pri transportirovke i hranenii nefteproductov // “Vestnik Nacionalnogo universitet korablestroeniya”, 2009
5. Bliniv I. G., Gerasimov V. V. I dr., Perspektivnye metody sokrasheniya poter` nefteproductov ot ispareniya v rezervuarah – M., Eneftehim. – 2001
6. Kogut V., Butovskiy I., Ohlazhduschaya Sistema dlya condensacii uglevodorodov v potoke // “Holodilna tehnika I tehnologiya” – Odessa., №5, 2013
7. Pogorelov A. I., Teplomassoobmen. Osnovy teorii I raschetov – Lviv, “Novyj svit - 2000”, 2004
8. Blinkov V. N., Melihov V. I., Melihov O. I. I dr., Tehnicheskie nauki // Fundamental research, №11, 2012
9. Kulak A. P., Shestozub A. B., Ytochnenie uravneniya characteristic strujnyh apparatov // Prikladnaya gidromechanika – 2007/ - 4 –pp.73-76
10. Promezhutochuy ohladitel na osnove termopresora dlya agregata AD-260 // Zhurnal “Holodilnaya tehnika”, №6, Moskwa, 1985, p.21
11. Avtorskoe svidetelstvo № 1374005 «Holodilnaya mashina» // Opisanie izobreteniya k svidetelstvu , VNIPI, Bul. №7, 1988, s. 27.

Получена в редакции 07.11.2013, принята к печати 03.12.2013