УДК 665.6/7

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КОНДЕНСАЦИИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ПАРОВ

STUDY OF THE PROCESS OF CONDENSATION OF HYDROCARBON VAPORS

Шарипов Козимжон Комилжонович
младший научный сотрудник,
младший научный сотрудник лаборатории
«Процессы и аппараты химической технологии»,
Институт общей неорганической химии
Академии наук Республики Узбекистан
kozim2481@mail.ru

Аннотация. В статье приведены экспериментальные данные по изучению процесса конденсации углеводородных паров в модульных конденсаторах при давлении паров от 50 до 250 кПа и расходе охлаждающей воды от 3 до 11 л/мин. Экспериментами определено целесообразности применения вертикальных кожухотрубчатых конденсаторов в нефтеперерабатывающих заводах для конденсации углеводородных паров.

Ключевые слова: нефть, газовый конденсат, кожухотрубчатые конденсатор, углеводородных паров, скорость потока.

Sharipov Kozimjon Komiljonovich
Junior Researcher,
Institute of General Inorganic Chemistry of
the Academy of Sciences of
the Republic of Uzbekistan
kozim2481@mail.ru

Annotation. The article provides experimental data on studying of process of condensation of the hydrocarbon vapors in the unit capacitors in the vapor pressure from 50 to 250 kPa and the flow rate of cooling water from 3 to 11 l/min Experiments determined the feasibility of using vertical shell and tube condensers in refineries to condense the hydrocarbon vapors.

Keywords: oil, gas condensate, shell and tube condenser, hydrocarbon vapors, flow rate.

В нефтеперерабатывающих предприятиях для конденсации паров углеводородных фракций широко применяются кожухотрубчатые теплообменные аппараты – конденсаторы различной конструкции и производительности, а также аппараты воздушного и водяного охлаждения. Для изучения процесса конденсации паров углеводородного сырья в лаборатории процессов и аппаратов химической технологии Института общей и неорганической химии АН РУз собрана экспериментальная установка [1, 2], которая состоит в основном из парогенератора, трех модульных кожухотрубчатых конденсаторов, мерного бачка для сбора конденсата и объемного счетчика для определения расхода охлаждающей воды (рис. 1).

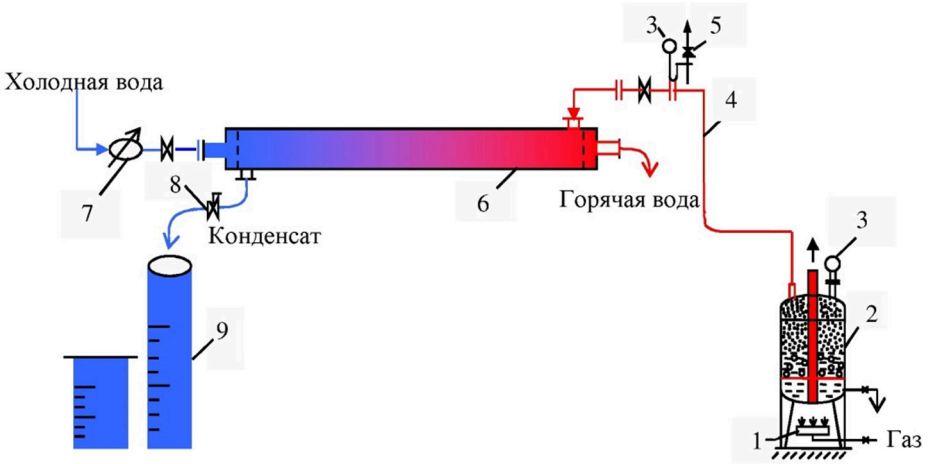

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для изучения процесса конденсации:
1 – горелка газовая; 2 – парогенератор; 3 – манометр; 4 – труба соединительная; 5 – вентиль продувочный; 6 – кожухотрубчатый конденсатор модульный; 7 – счетчик холодной воды; 8 – вентиль регулирующий; 9 – мерный бачок для сбора конденсата

Модульные кожухотрубчатые конденсаторы имеют следующие параметры. Первый горизонтальный конденсатор имеет размеры: диаметр теплообменных труб d_1 = 10x2,0 мм, рабочая длина одной трубы L_1 = 1000 мм, их количество n_1 = 7 шт., диаметр кожуха аппарата D_1 = 70x3,0 мм. Общая площадь теплообмена (охлаждения) аппарата составляет F_1 = 0,308 м^2.

Геометрические параметры второго конденсатора: диаметр тепло-обменных труб d_2 = 12x2,5 мм, рабочая длина одной трубы L_2 = 1000 мм, их количество n_2 = 5 шт. и диаметр кожуха аппарата D_2 = 70x3,0 мм. Общая площадь охлаждения аппарата составляет F_2 = 0,236 м^2.

Геометрические параметры третьего вертикального конденсатора аналогично второму конденсатору (F_3 = 0,236 м^2).

Эксперименты в установке проведены следующим образом. В паро-генератор 2 заливали измеренное количество жидкого теплоносителя (15–20 л газового конденсата Бухарского НПЗ) и зажигая газ довели её до кипения. При достижении необходимой величины давления в парогенераторе пустили пар в межтрубное пространство испытуемого конденсатора 6. После прогрева аппарата в его трубное пространство подавали охлаждающую воду, регулируя ее расхода по счетчику 7.

В ходе экспериментов измеряли значения следующих параметров: давление и температура пара в парогенераторе, расход охлаждающей воды, её температуру на входе в конденсатор и на выходе из него, текущие значения температур конденсата в пяти точках конденсатора по его длине, объемный расход образованного в ходе процесса конденсата. Показание контрольно-измерительных приборов записывали по времени, с интервалом 3 ÷ 5 мин, до достижения установившегося теплового режима конденсатора.

Эксперименты по изучению процесса конденсации углеводородных паров в модульных конденсаторах проводились при давлении паров от 50 до 250 кПа и расходе охлаждающей воды от 3 до 11 л/мин. Температура воды на входе в установку равнялась 15 ÷ 20 °С. В ходе экспериментов основное внимание было уделено изучению распределения температуры конденсации пара по длине аппарата и изменению объёма образованного в нем конденсата в ходе процесса.

Для сравнения полученных данных были проведены контрольные опыты по конденсации водяного пара при идентичных условиях. После завершения цикла запланированных испытаний одного конденсатора заменяли с другим.

Целью данной работы является определение сравнительных технологических характеристик исследуемых модельных конденсаторов по температуре конденсации углеводородных паров, расходу охлаждающей воды на процесс и объему образованного конденсата в аппаратах.

На рисунке 2 показаны изменения температуры конденсации t паров углеводородного сырья в модельных конденсаторах при значении давления в их межтрубном пространствах P = 150 кПа.

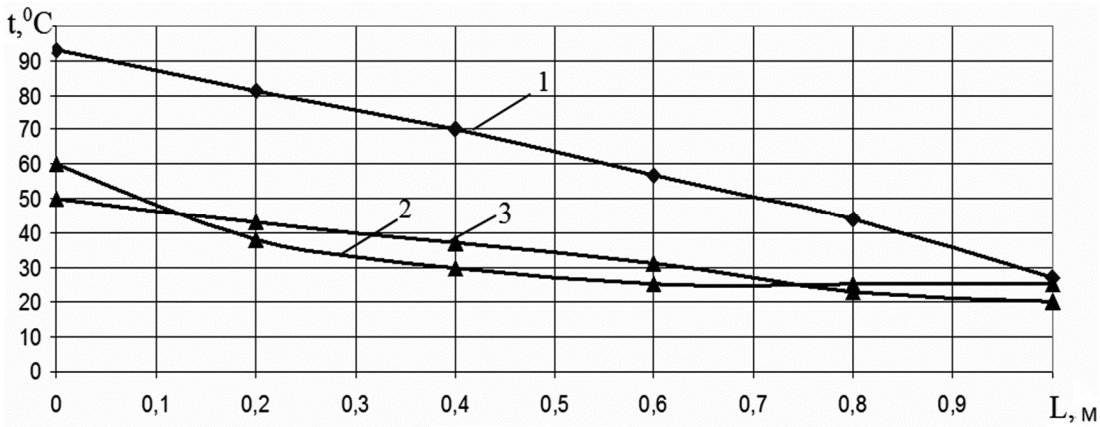

Рисунок 2 – Изменение температуры конденсации паров углеводородного сырья по длине модельных конденсаторов: 1 – горизонтальный конденсатор (F_1 = 0,308 м^2); 2 – горизонтальный конденсатор (F_2 = 0,236 м^2); 3 – вертикальный конденсатор (F_3 = 0,236 м^2)

Во время опытов температура углеводородных паров в кожухе конденсаторов находилась в пределах t_1 = 150 ÷ 153 °С, t_2 = 131 ÷ 161 °С и t_3 = 100 ÷ 121 °С соответственно.

Как видно из рис. 2, процесс конденсации углеводородных паров в вертикальном кожухотрубчатом конденсаторе осуществляется в более «мягком» температурном режиме (кривая 3).

На рисунке 3 представлена графическая зависимость изменения расхода охлаждающей воды по длине опытных конденсаторов при давлении в аппарате 150 кПа.

Сравнение кривых 1–3 показывает, что процесс конденсации углеводородных паров в вертикальном конденсаторе характеризуется минимальным расходом воды. При этом средний расход охлаждающей воды в конденсаторах составил G = 3,7, 2,0 и 1,5 л/мин. В ходе опытов температура воды на входе в конденсаторы составила $t_{во}$ = 16 °С, где она в ходе опытов нагревалась до температуры $t_{в1}$ = 27 °С, $t_{в2}$ = 24 ÷ 33 °С и $t_{в3}$ = 25 °С соответственно.

На рисунке 4 приведены результаты измерения объема конденсата (V, л) углеводородных паров по времени (τ, мин) при давлении в кожухе конденсаторов P = 150 кПа.

Сравнение кривых данного графика также показывает, что объём образованного конденсата углеводородных паров (л/мин) напряму зависит от величины поверхности охлаждения конденсаторов и составляет соответственно V_1 = 0,367, V_2 = 0,361 и V_3 = 0,208 л/мин.

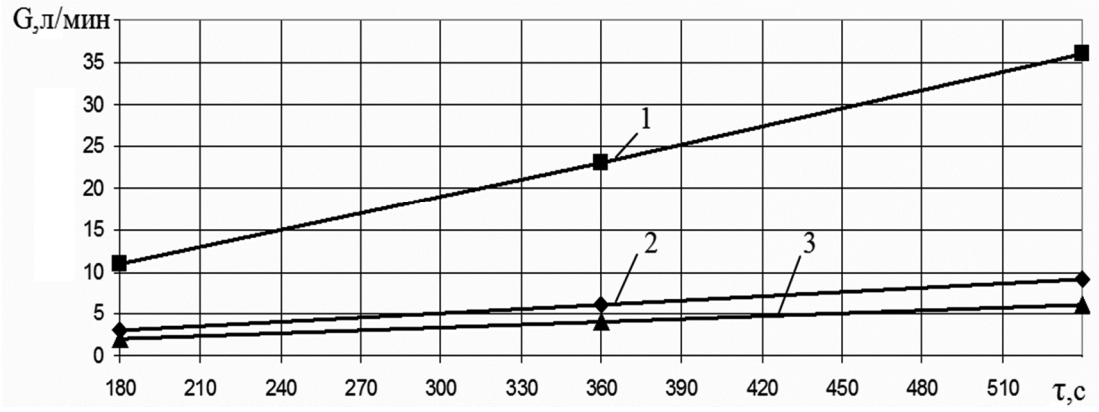

Рисунок 3 – Изменение расхода охлаждающей воды в процессе конденсации паров углеводородных паров в конденсаторах: 1 – горизонтальный конденсатор (F_1 = 0,308 м^2); 2 – горизонтальный конденсатор (F_2 = 0,236 м^2); 3 – вертикальный конденсатор (F_3 = 0,236 м^2)

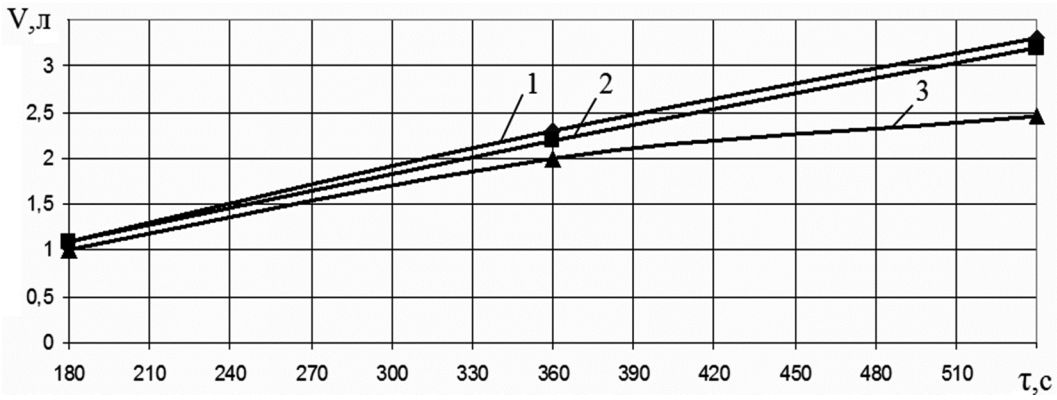

Рисунок 4 – Изменение объема образованного конденсата в процессе конденсации паров углеводородного сырья в конденсаторах: 1 – горизонтальный конденсатор (F_1 = 0,308 м^2); 2 – горизонтальный конденсатор (F_2 = 0,236 м^2); 3 – вертикальный конденсатор (F_3 = 0,236 м^2)

Таким образом, изучение процессов конденсации углеводородных паров в опытной установке с модульными конденсаторами показало целесообразности применения вертикальных кожухотрубчатых конденсаторов в нефтеперерабатывающих заводах для конденсации углеводородных паров.

Литература:

1. Салимов З.С., Худайбердиев А.А., Шарипов К.К. Изучение процессов конденсации водяного и углеводородных паров в двухтрубчатом теплообменнике // Узбекский химический журнал. – 2011. – № 5. – С. 57–61.

2. Шарипов К.К., Худайбердиев А.А. Установка для изучения процесса конденсации углеводородных паров. Сборник трудов республиканской НТК: «Актуальные проблемы очистки нефти и газа от примесей различными физико-химическими методами». – Карши : Государственный университет, 2011. – С. 54–55.

References:

1. Salimov Z.S., Hudayberdiyev A.A., Sharipov K.K. Study of condensation of water and hydrocarbon vapors in a two-tube heat exchanger // Uzbek chemical journal. – 2011. – № 5. – P. 57–61.

2. Sharipov K.K., Hudayberdiev A.A. Setting to study the process of condensation of hydrocarbon vapours. Proceedings of the Republikan NTK : «Actual problems of purification of oil and gas from impurities of various physico-chemical methods». – Karshi : State University, 2011. – P. 54–55.