

Л.Б. Павлович, А.А. Краутер

Сибирский государственный индустриальный университет

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ВЫБРОСОВ УЧАСТКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ НАФТАЛИНОВОЙ ФРАКЦИИ

Участок кристаллизации нафталиновой фракции (УКНФ) предназначен для выделения нафталина из нафталиновой фракции и его отгрузки в жидком или твердом виде. Вентиляционные выбросы и выбросы емкостного оборудования УКНФ характеризуются наличием высокой концентрации нафталина в сублимированном виде и незначительным содержанием органических примесей, в том числе фенола, цианистого водорода, аммиака и др. В УКНФ очистке подлежат вентиляционные выбросы четырех комплексов (гидравлический пресс-кристаллизатор-вентилятор) объемом $8000 \text{ м}^3/\text{ч}$ каждый; при одновременной работе двух вентиляторов объем выбросов составит $16000 \text{ м}^3/\text{ч}$, выбросы 12 воздушников емкостного оборудования (два напорных бака, три плавильника нафталина, четыре хранилища нафталина, три сборника прессовых оттеков) объемом $528 \text{ м}^3/\text{ч}$. Принципиальная технологическая схема УКНФ и каталитической очистки выбросов представлена на рис. 1.

По данным инвентаризации источников загрязнения атмосферного воздуха промплощадки ОАО «ЗСМК» 2011 г. выбросы УКНФ составляли 36,9 т/год, а по фактическим замерам – 58,8 т/год. Фактические замеры показали превышение лимита ПДВ в 1,6 раз. Рассчитаны эколо-

гические риски для всех источников УКНФ. Для нормирования загрязнения окружающей среды для всех источников выбросов предлагается внедрение концепции риска. Оценка риска проводилась согласно методике, опубликованной ранее [1].

Экологический риск от всех источников выбросов УКНФ составил 52 % (см. таблицу), что превышает приемлемый уровень 2 %. Таким образом, проблема очистки выбросов УКНФ является актуальной задачей.

Предлагается осуществлять сбор выбросов коллекторной системой с дальнейшей их утилизацией посредством каталитического дожигания в шлаковом катализаторе. Схема коллекторной системы сбора и подвода выбросов к установке очистки представлена на рис. 2. Коллекторная система сбора выбросов с воздушников емкостного оборудования УКНФ (рис. 1) состоит из двух напорных баков, четырех хранилищ жидкого нафталина, трех плавильников нафталина, трех сборников оттеков прессования, которые собираются в обогреваемый коллектор и подаются через огнепреградитель на смешение с выбросами вентиляционных установок и далее на установку каталитической очистки. Коллекторная система сбора выбросов используется за рубежом и успешно начала

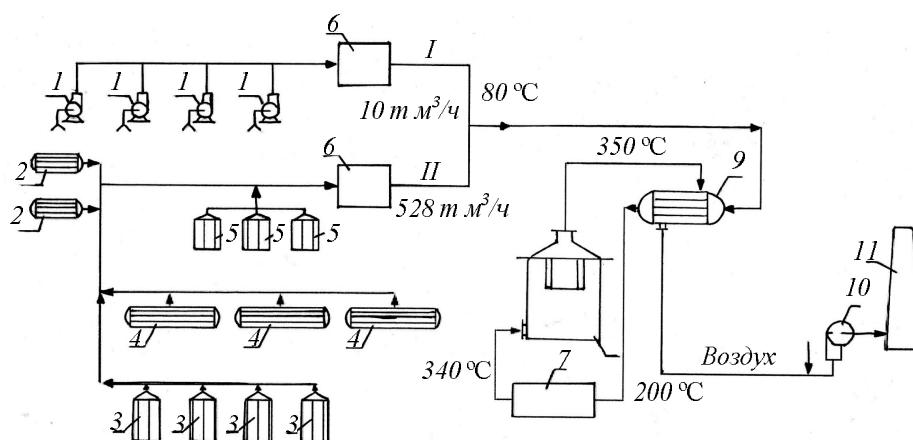


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема УКНФ и каталитической очистки выбросов:

1 – вентилятор; 2 – напорный бак; 3 – хранилища нафталина; 4 – плавильник; 5 – сборник оттеков прессования; 6 – огнепреградитель; 7 – газовый электронагреватель; 8 – каталитический реактор; 9 – трубчатый теплообменник; 10 – дымоход; 11 – дымоходная труба

Экологический риск от выбросов УКНФ в атмосферу

Источники выбросов	Количество источников	Наименование выбросов	Максимальная приземная концентрация, мг/м ³	Риск
Хранилища нафталеновой фракции	4	Аммиак	0,0013	0,07
		Цианиды	0,0006	0,03
		Фенол	0,0008	0,04
		Нафталин	0,0040	0,23
		Пиридин	0,0001	0,007
Плавильники нафталена	3	Цианиды	0,070	0,002
		Аммиак	0,096	0,003
		Фенол	0,045	0,005
Напорные баки	2	Нафталин	0,00760	0,004
		Пиридин	0,000090	0,00000032
		Цианиды	0,00190	0,00009
		Аммиак	0,00390	0,00009
		Фенол	0,00190	0,00032
Вентиляция	4	Нафталин	4,47	0,47
		Пиридин	0,24	0,017
		Фенол	0,29	0,03
Суммарный риск				0,52 (52%)

функционировать на ряде предприятий Российской Федерации (Алтай-кокс, Магнитогорский металлургический комбинат).

В настоящей работе предлагается каталитическая очистка выбросов УКНФ. Технология основана на глубоком каталитическом окислении органических примесей до углекислого газа и воды. Установка (рис. 1) включает в себя следующее оборудование: каталитический реактор с газовым электронагревателем, трубчатый теплообменник, два дымососа, два вентилятора, огнепреградитель, газоходы, трубопрово-

ды, арматуру, систему КИПиА, электрооборудование, дымовую трубу.

Контактные газы, собранные в коллекторную систему с температурой 70 – 90 °С, по обогреваемому трубопроводу поступают с помощью вентилятора в термокаталитический реактор, снабженный газовым электронагревателем, где органические вещества подвергаются глубокому каталитическому окислению в слое катализатора. При окислении температура газов в реакторе поддерживается на уровне 340 – 350 °С. После термокаталитического

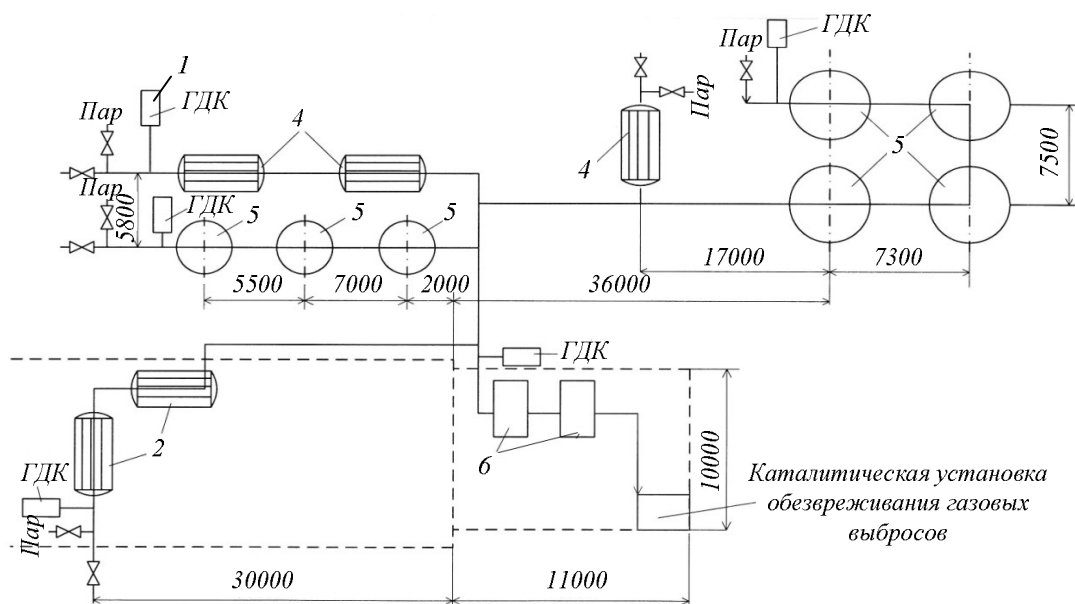


Рис. 2. Принципиальная схема коллекторной системы сбора выбросов емкостного оборудования участка кристаллизации нафталена:

1 – гидравлический клапан; 2 – напорный бак; 3 – хранилища нафталена; 4 – плавильник; 5 – сборник оттеков прессования; 6 – огнепреградитель

реактора очищенные контактные газы с температурой 350 – 360 °С по трубопроводу поступают в теплообменник, где отдают тепло технической воде и охлаждаются до 200 °С. Из теплообменника очищенные газы удаляются по дымососам и выбрасываются через дымовую трубу в атмосферу. Предусмотрен подсос воздуха до дымососа для предотвращения его нагрева. Корзина с катализатором может подвергаться воздействию температур, достигающих до 600 °С, поэтому она должна выполняться из жаростойкой нержавеющей стали.

Реактор предлагаемой конструкции НПО «Энергосталь» представляет собой цилиндрический вертикальный аппарат. Внутри контактного аппарата на опорной трубе подвешена корзина с катализатором. С целью повышения производительности реактора, эффективности очистки газа, сокращения простоя при замене катализатора и снижения его расхода корзины выполнены из вертикально расположенных колосников, скрепленных кольцами из перфорированных трубок. Корзина жестко скреплена с фиксирующим затвором, выполненным в виде цилиндрического стакана. Поступающие в кольцевой зазор между корпусом и корзиной газы проходят в радиальном направлении слой катализатора к центру и оттуда выбрасываются в газопровод. Во время работы происходит уплотнение катализатора и самопроизвольное заполнение освобождающегося пространства за счет дополнительного слоя катализатора. При этом устраняется вероятность прохода неочищенных газов. Аппаратурный расчет каталитического реактора сводится к расчету необходимого объема катализатора для загрузки в реактор [2].

В УКНФ предлагается использовать новый катализатор для очистки газов от органических веществ и оксида углерода, который содержит активированный выщелачиванием отвалный рядовой конверторный или мартеновский шлак и оксид кобальта. Состав катализатора соответствует следующей эмпирической формуле: $\text{Co}_a\text{Fe}_c\text{Mn}_d(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Si}, \text{Al})_g\text{O}_g$, где $a = 0,6$

– 1,9 %; $c = 1,1 - 1,6$ %; $d = 0,9 - 1,7$ %; $f = 16 - 18$ %; g – число атомов кислорода, необходимое для насыщения валентности всех элементов. Катализатор может дополнительно содержать оксид меди, тогда его состав соответствует следующей эмпирической формуле: $\text{Co}_a\text{Cu}_b\text{Fe}_c\text{Mn}_d(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Si}, \text{Al})_g\text{O}_g$, где $a = 0,4 - 1,3$ %; $b = 0,2 - 0,6$ %; $c = 1,1 - 1,6$ %; $d = 0,8 - 1,7$ %; $f = 16 - 18$ %. Кроме того, катализатор представлен такими характеристиками, как фракционный состав (3 – 5 мм), насыпная масса (1,6 – 1,9 кг/дм³), механическая прочность (15 кг/частицу) [3].

Степень очистки полициклических ароматических углеводородов при использовании предлагаемого катализатора составляет 95 – 97 % при объемной скорости 3000 ч⁻¹ и объеме загрузки 2,4 м³.

Выводы. Выбросы с участка кристаллизации нафталиновой фракции превышают предельно-допустимые. Предлагаемый катализатор для очистки газов позволяет снизить экологический риск от выбросов их в атмосферу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О с о к и н а А.А., П а в л о в и ч Л.Б., Л у п е н к о В.Г. Оценка экологического риска от загрязнения атмосферного воздуха при выдаче кокса // Вестник СибГИУ. 2012. № 2. С. 46 – 49.
2. А.с. 1268196 (СССР). Каталитический реактор / Дунаев А.В., Ерохин А.В., Серебрякова В.В. и др. // Открытия. Изобретения. 1986. № 41.
3. А.с. 1790057 (СССР). Катализатор для очистки газов от органических веществ и оксида углерода / Павлович Л.Б., Золотухин Е.А., Дряхлов А.С. и др. // Открытия. Изобретения. 1989.

© 2014 г. Л.Б. Павлович, А.А. Краутер
Поступила 16 сентября 2014 г.