

П. И. Корнилов, Т. Н. Качалова

3D ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЮЩЕЙ ДОБАВКИ К АВТОМОБИЛЬНОМУ БЕНЗИНУ

Ключевые слова: бензины, оксигенаты, катализатор, реактор, конверсия, изоамилены, спирт.

Проведена модернизация установки получения трет-амил-метилового эфира с целью повышения выхода товарного продукта. Разработана технологическая схема процесса, выполнена автоматизация и КИПиА, произведены технико-технологические расчеты, выполнены 3d модели оборудования и их обвязка трубопроводами в следующих пакетах программ: MathCad, Hysys, CADWorxP&ID, CADWorxEquipment, CADWorxPlant.

Keywords: gasoline, oxygenates, catalyst, reactor, conversion, iso-amylene, alcohol.

The modernization of the installation produce tert-amyl methyl ether in order to increase the yield of salable product. The technological scheme, the design of automatic control and equipment were designed. The technical – technological calculations were done. 3D models of equipments and piping conduits were made in the following software packages: MathCad, Hysys, CADWorxP&ID, CADWorxEquipment, CADWorxPlant.

Для производства автомобильных бензинов используют сложный комплекс технологических процессов первичной и вторичной переработки нефти, а также различные присадки и добавки, которые обеспечивают соответствие этого вида моторного топлива современным требованиям [1]. Для улучшения ряда эксплуатационных свойств в бензины вводятся оксигенаты. К ним относятся метил-трет-бутиловый (МТБЭ), этил-трет-бутиловый (ЭТБЭ), трет-амил-метиловый (ТАМЭ) и диизопропиловый (ДИПЭ) эфиры, а также топливный этанол. Общий объем производства эфирных добавок к бензинам составляет около 6 млн. тонн в год, а топливного этанола - 4 млн. тонн в год. Содержание кислородсодержащих добавок в высокооктановом бензине разных стран варьируется от 6 до 15%.

Эфиры являются основными кислородсодержащими компонентами бензинов с улучшенными экологическими свойствами. Они улучшают антидетонационные характеристики моторных топлив (их октановые числа равны 111-118 по исследовательскому и 98-102 по моторному методу), способствуют более полному сгоранию топлива и уменьшают концентрацию вредных компонентов в выхлопных газах [2-4]. Наиболее распространенным среди эфиров до недавнего времени являлся МТБЭ. Мировой спрос на него по данным за 2009 год составлял 13,8 млн. тонн. Однако в связи с запретом на его использование в производстве бензинов мощности его получения постепенно снижаются. Доля потребления ЭТБЭ и ТАМЭ увеличивается.

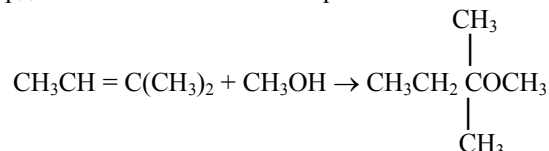
Согласно информации The European Fuel Oxygenates Association, на 1 января 2010 года мощности по производству эфиров в Европе составляли: ЭТБЭ – 3,6 млн. тонн, МТБЭ – 2 млн. тонн, ТАМЭ – 0,63 млн. тонн [1]. Лидером в производстве ТАМЭ является Италия (Sarcoch – 268 тыс. тонн в год). Крупными производителями ТАМЭ являются Германия (Schwedt – 160 тыс. тонн), Финляндия (Porvoo – 110 тыс. тонн) и Греция (Aspropyrgos – 92 тыс. тонн).

В России производителями ТАМЭ являются ОАО «ТАИФ-НК» (152,8 тыс.т./год), ООО «САНОРС» (300 тыс.т./год), ОАО «Коримос» (30 тыс.т./год).

Целью работы является проектирование установки получения ТАМЭ с модернизацией узла синтеза эфира. По сравнению с МТБЭ у ТАМЭ более низкое октановое число, но его можно вводить в топливо в большем объеме (до 15% масс.), замещая при этом избыток ароматических углеводородов. Низкое давление насыщенных паров и большая теплотворная способность ТАМЭ обеспечивает стабильность топлива и снижает его расход. Кроме того, ТАМЭ имеет более низкую растворимость в воде и быстро разлагается естественным образом.

В последние годы в России существенно повысилась доля производства высокооктановых бензинов [5] и согласно схеме развития нефтяной отрасли на период до 2020 года планируется ее дальнейшее увеличение. По предварительным данным на долю бензина АИ-95 будет приходиться 75% от количества потребляемого бензина [6]. Причем требования, предъявляемые к свойствам и качеству автомобильных бензинов, постоянно ужесточаются [7]. В связи с этим является актуальной модернизация установки получения ТАМЭ.

Модернизация заключалась в подборе катализатора, который позволил бы увеличить глубину превращения изоамиленов на действующей установке. Синтез эфира осуществляют взаимодействием изоамиленов с метиловым спиртом в присутствии твердых кислотных катализаторов:



Источником изоамиленов является легкая бензиновая фракция, содержащая около 20% изоамиленов. Для подавления реакции димеризации изоамиленов процесс проводят при небольшом избытке спирта над стехиометрическим его количеством. Это обеспечивает более эффективный контроль температуры. Процесс ведется в двух последовательных реакторах адиабатического типа с тремя реакционными зонами (рис. 1). Температура сырья на входе в реакторы составляет не более 60 °С, давление в верхней

части – не более 0,7 МПа в первом реакторе и не более 0,6 МПа во втором. Съем тепла, выделяемого в процессе реакции, осуществляется в выносных теплообменниках промышленной водой. Перед теплообменниками установлены фильтры для отделения реакционной массы от катализаторной пыли.

В качестве катализаторов могут применяться такие катализаторы как КУ-2, КУ-23, КУ-2ФПП, КИФ-Т, КИФ, AMBERLYST-15,35,36, Пьюролайт, Байер К-2631; Дауэкс М32[8-15]. На действующей установке завода бензинов ОАО «ТАИФ-НК» используется катализатор «LEWATIT» марки K2620. Цена такого катализатора 200 руб./л., глубина превращения изоамиленов 65%, срок службы катализатора 1 год. В результате проведенного патентного поиска предлагается использование катализатора «AMBERLYST» 35 WET [8]. Он обладает более высокой селективностью, срок службы 1,5 года, цена заметно ниже (170 руб./л.), глубина превращения изоамиленов в ТАМЭ достигает 72%. В результате замены катализатора повышается массовая доля ТАМЭ в товарном продукте с 18,25% до 20,13%.

Технологическая схема получения ТАМЭ включает узлы синтеза эфира, выделения товарного эфира и возврата метанола-рецикла. Общий вид установки представлен на рис.2. Схема узла синтеза была разработана с использованием программы CADWorx P&ID. Система автоматизации и КИПиА данного блока спроектирована в соответствии с международным стандартом ANSI/ISA.

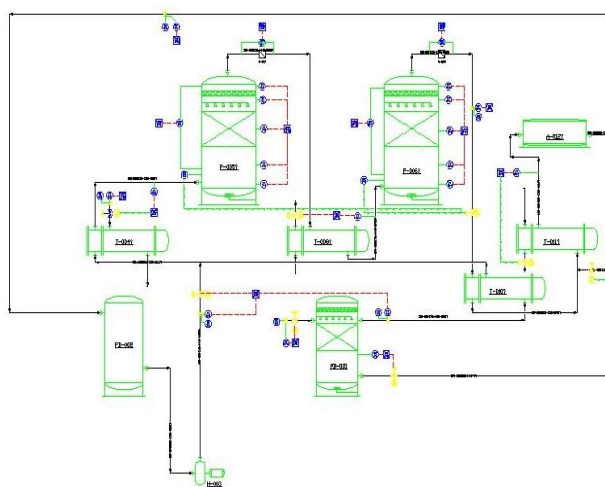


Рис. 1 – Технологическая схема узла синтеза ТАМЭ

Технико-технологические и механические расчеты используемого оборудования были проведены с использованием программ Hysys и MathCad. Графическая часть проекта состоит из 3d моделей

основного и вспомогательного оборудования, металлоконструкций, выполненных с использованием программ CADWorxEquipment и CADWorxSteel. Компоновка и обвязка оборудования технологическими трубопроводами и запорно-регулирующей арматурой проведена в программе CADWorxPlant.

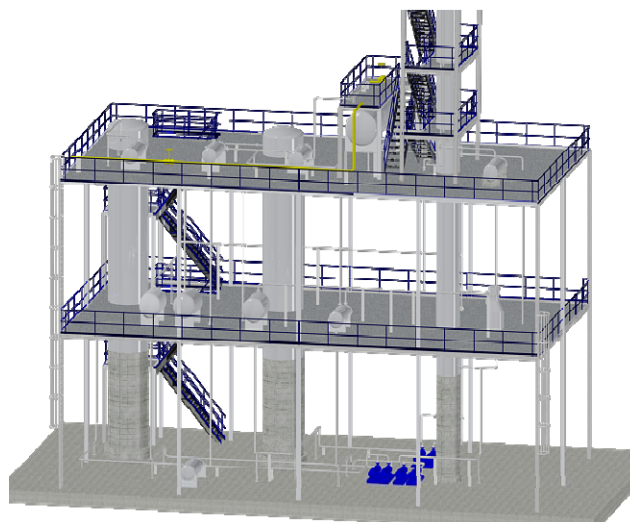


Рис. 2 – 3D модель установки получения ТАМЭ

Литература

1. Мирзоев В., Пушик Е. Что добавить в бензин? // Нефть России, 2011, №8, с.64-67.
2. Мейерс Р.А. Основные процессы нефтепереработки. Справочник: пер. с англ. / под ред. О.Ф. Глаголевой, О.П.Лыкова, СПб: ЦОП «Профессия», 2011, 944с.
3. Пат. РФ 2209811 (2003).
4. Пат. РФ 2167848 (2001)
5. Н. Марков Минэнерго расставляет приоритеты // Нефть России, 2011, №8, с.22-27.
6. А.Л. Аристархов Причины повышения цен на высокооктановые виды топлива / Вестник Казан.технол.ун-та,2008, №6, с.246-252.
7. В.Ф.Николаев, И.И.Табрисов, Р.Б. Султанова Описание физико-химических свойств трехкомпонентных моделей товарных бензинов// Вестник Казан.технол.ун-та, 2010, №10, с.342-349.
8. Пат. РФ 2434835 (2011).
9. Пат. РФ 2206385 (2003).
10. Пат. РФ 2209811 (2003).
11. Пат. РФ 2178404 (2002).
12. Пат. РФ 2048464 (1995).
13. Пат. РФ 2188705 (2002).
14. Пат. РФ 2236396 (2004).
15. Пат. РФ 2167848 (2001).