

УДК 663.551

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СПИРТА
ЭТИЛОВОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
ENERGY-SAVING ETHYL ALCOHOL TECHNOLOGY**

Ю.В. Булий, С.М. Чумаченко, И.И. Юрик

**Национальный университет пищевых технологий
г. Киев, Украина**

Аннотация. Разработаны энергосберегающая технология спирта этилового технического (СЭТ) из углеродсодержащего сырья – зерна, мелассы, диффузионного сока сахарных заводов и аппаратурно-технологическая схема для ее реализации. В установке предусмотрена рекуперация теплоты водно-спиртовых паров бражной колонны для обогрева концентрационной колонны, работающей под вакуумом. Программное обеспечение поддерживает работу колонного оборудования в режиме контролируемых циклов задержки жидкости на тарелках для увеличения времени контакта пара и жидкости. Техническое решение позволяет уменьшить металлоемкость оборудования, себестоимость товарного спирта и сократить расход греющего пара на 40 %, а воды на охлаждение теплообменного оборудования на 30 %. Вышеуказанные разработки внедрены в производство.

Ключевые слова: спирт, колонна, тарелка, пар, примеси, флегма, дефлегматор, конденсатор.

Abstract. Energy-saving technology of ethyl technical alcohol (ETA) from carbon-containing raw materials - grains, molasses, diffused juice of sugar mills and hardware and technological scheme for its implementation were developed. The unit provides heat recovery of water-alcoholic vapors of the brazier column for heating the concentration column operating under vacuum. The software supports the operation of the column equipment in the mode of controlled liquid delay cycles on the plates to increase the time of steam and liquid contact. The technical solution allows to reduce

metal intensity of the equipment, the cost of marketable alcohol and reduce the consumption of heating steam by 40%, and water for cooling the heat exchanging equipment by 30%. The above developments are implemented in production.

Keywords: alcohol, column, plate, steam, impurities, phlegm, deflegmator, condenser.

Основными производителями спирта этилового технического (СЭТ) из углеродсодержащего сырья являются Бразилия, США, Франция, Канада, Польша. Крупнейшими его потребителями в странах СНГ являются предприятия по производству этилового, диэтилового, уксусноэтилового эфиров, уксусной кислоты, ацетальдегида, хлороформа, тетраэтилсвинца, синтетического каучука, искусственных волокон, спиртовых лаков, парфюмерии и др. Технический спирт используется в химической, биохимической, целлюлозно-бумажной, текстильной, легкой, металлургической, машино- и приборостроительной, автотранспортной, оборонной промышленности, а также в качестве моторного топлива и добавки к бензину [1].

Известная технология СЭТ состоит из обычных для спиртового производства операций, которые выполняют на типовом технологическом оборудовании. При переходе на производство технического спирта достигается уменьшение себестоимости товарной продукции по сравнению с пищевым спиртом за счет снижения энергозатрат на процесс ректификации и уменьшения количества спиртосодержащих отходов.

В Национальном университете пищевых технологий разработаны энергосберегающая технология ректификации с контролирующими циклами задержки жидкости на тарелках массообменных колонных аппаратов до 40-60 с и аппаратурно-технологическая схема установки для ее реализации, которая предусматривает рекуперацию теплоты водно-спиртовых паров бражной колонны для обогрева концентрационной колонны, работающей под вакуумом [2].

Целью работы было исследование эффективности предложенной технологии СЭТ, степени функциональности

системы управления мехатронными подсистемами на основе пневмоавтоматики, определение удельного расхода греющего пара и воды на охлаждение теплообменного оборудования, а также проверка соответствия качественных показателей СЭТ требованиям стандарта.

Монтаж установки и исследования проводились в производственных условиях ГП «Поповский экспериментальный завод» (Украина). Установка включала бражную колонну с клапанными тарелками (28 шт.) и концентрационную колонну, оснащенную многоколпачковыми тарелками (78 шт.). Ее аппаратурно-технологическая схема представлена на рис. 1.

Брагоректификационная установка работает следующим образом. Бражка (*Б*) последовательно подогревается в подогревателях 3 за счет конденсации водно-спиртовых паров, которые выходят из верхней части концентрационной колонны 15, до температуры 65-70 °С, а затем догревается до температуры 90-92 °С теплом барды (*Брд*) в спиральном теплообменнике 13. Подогретая бражка поступает в сепаратор 2, освобождается от углекислого газа, концевых и части головных примесей и далее самотеком поступает на тарелку питания бражной колонны 4. Лютерная вода (*ЛВ*) из кубовой части концентрационной колонны 15 с помощью центробежного насоса 14 подается на верхнюю тарелку колонны 4 на ее орошение. Углекислый газ, пары концевых и частично головных примесей из верхней части сепаратора 2 и пары сивушного спирта, отбираемые из 22, 24 и 26-й тарелок, считая снизу, колонны 15 поступают в верхнюю часть конденсатора сепаратора углекислого газа 1, конденсат из которого делится на две части: одна часть в виде флегмы возвращается в колонну 4 на тарелку питания, а вторая часть – промежуточные примеси (*ПП*) выводится из установки.

В колонне 4 бражка освобождается от спирта и сопутствующих летучих примесей. Водно-спиртовые пары из ее верхней части непрерывно поступают по паровой коммуникации под нижнюю тарелку колонны 15, работающей под разрежением благодаря включению в схему вакуум-насоса 23 и барометрического конденсатора 21. В колонне 15 происходит укрепление этилового спирта до заданной концентрации.

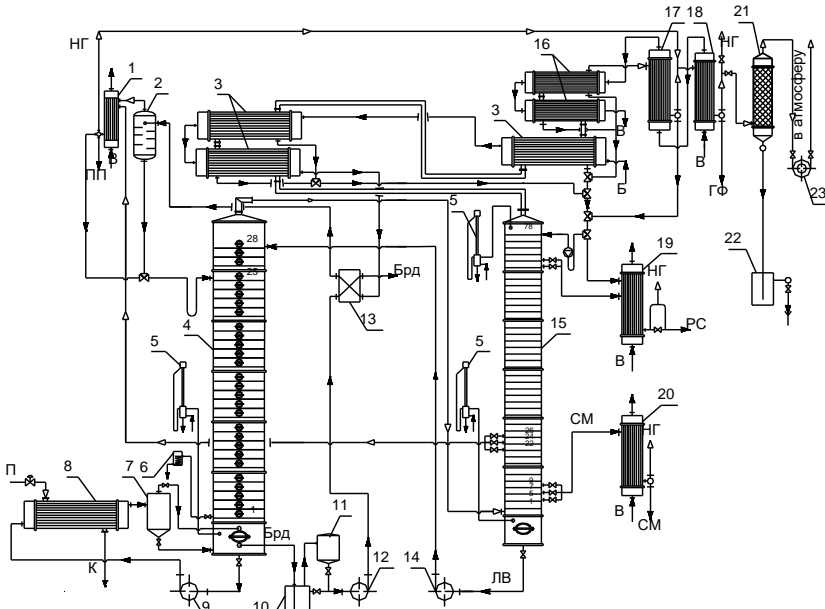


Рис. 1. Энергосберегающая установка НУПТ для производства СЭТ

1 – конденсатор сепаратора CO₂; 2 – сепаратор CO₂; 3 – бражные подогреватели; 4 – бражная колонна; 5 – вакуум-прерыватели; 6 – пробный холодильник; 7 – сепаратор пара; 8 – кипятильник; 9,12,14 – насосы; 10 – гидрозатвор; 11 – сборник барды; 13 – теплообменник; 15 – концентрационная колонна; 16 – дефлегматоры; 17,19,20 – конденсаторы; 18 – спиртоловушка; 21 – барометрический конденсатор; 22 – барометрический ящик; 23 – вакуум-насос.

Условные обозначения: Б – бражка; Брд – барда; В – холодная вода; ГФ – головная фракция; ЛВ – лютерная вода; НГ – неконденсированные газы; П – греющий пар; ПП – промежуточные примеси; СМ – сивушное масло.

Необходимая концентрация спирта регулируется изменением потока флегмы на верхнюю тарелку колонны 15 с помощью трехходового крана. Для увеличения концентрации ректификованного спирта кран устанавливается в положение, при котором в холодильник спирта 19 поступает меньшее количество флегмы и наоборот. Неконденсированные газы (НГ) и остаток

головных примесей в виде головной фракции этилового спирта (*ГФ*) выводятся из установки через спиртоловушку 18.

При необходимости производства СЭТ с пониженным содержанием летучих примесей продукт может отбираться из верхних тарелок колонны 15. При этом увеличивают отбор головной фракции из спиртоловушки 18. Очищенный от летучих примесей СЭТ после охлаждения в конденсаторе 19 самотеком поступает в спиртохранилище. Из нижних тарелок колонны 15 (5,7,9,11-й) отбирают сивушное масло (*СМ*), которое выводится из установки после его охлаждения в конденсаторе 20.

Энергетические затраты на выделение и концентрирование органических примесей спирта пропорциональны степени их концентрирования.

Практически доказано, что предложенная технология НУПТ позволяет уменьшить удельный расход греющего пара на 40 % и воды на охлаждение на 30 % в сравнении с типовыми установками и таким образом значительно снизить себестоимость СЭТ. Установлено, что разработанное программное обеспечение поддерживает стабильную работу мехатронных подсистем на основе пневмоавтоматики за заданным алгоритмом. Увеличение времени контакта жидкости и пара на тарелках до 40-60 с позволяет повысить эффективность массообмена.

В указанном режиме физико-химические показатели СЭТ соответствуют нормативным согласно требований ТУ У 18.510-99 [3]. На основании полученных результатов разработана математическая модель технологического процесса.

Список литературы

1. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: Монографія / П.Л. Шиян, В.В. Сосницький, С.Т. Олійнічук. – К.: Видавничий дім «Асканія», 2009. – 424 с.
2. Патент (UA) 136560 B01D 3/00. Спосіб масообміну між рідиною і паром в колонному апараті / Булій Ю.В., Дмитрук А.П., Дмитрук П.А. – Заявка u201902119. Дата подання заявки 01.03.2019; опубл. 27.08.2019, Бюл. № 16/2019. – 4 с.
3. Спирт этиловый технический. Технические условия ТУ У 18.510-99. — К.: 1999. — 9 с.