

УДК 661.72

Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Демирский А.В., Хавин Г.Л.

### ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕКТИФИКАЦИОННЫХ УСТАНОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАСТИНЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

На спиртовых заводах, на долю брагоректификационных установок приходится около 65 % всей энергии, которая расходуется на получение спирта. Поэтому, в условиях постоянного роста стоимости первичных теплоносителей (газа, мазута и т.п.), актуальнейшей задачей спиртового производства является снижение энергоемкости процессов перегонки и ректификации. Решение этой задачи связано не только с внедрением ресурсо- и энергосберегающих технологий для увеличения выхода товарного продукта с единицы сырья, но и с модернизацией установленного оборудования, в том числе замены трубчатых дефлегматоров и конденсаторов на более производительные и компактные пластинчатые аппараты [1].

Не менее важной задачей является утилизация низкопотенциальной теплоты различных материальных потоков. Решению этой задачи на отечественных спиртовых заводах должного внимания не уделялось. На практике для классической схемы ректификации мероприятия по рекуперативному энергосбережению в большинстве случаев исчерпаны [2,3]. Дальнейшее повышение энергоэффективности процессов перегонки и ректификации связано с внедрением технологий интенсивного энергосбережения, которые, в первую очередь, базируются на использовании нового теплообменного оборудования.

С точки зрения эффективной энергосберегающей модернизации отделения ректификации несомненной перспективой обладает замена кожухотрубчатого оборудования пластинчатым. Пластинчатые теплообменники с успехом применяются в различных отраслях промышленности за рубежом. Опыт их использования показал высокую эффективность и надежную, стабильную устойчивую к коррозии работу при экономии тепловой энергии. При этом в производстве спирта нашли свое применение большинство типов теплообменных аппаратов: традиционные разборные и паяные, разборные ширококанальные, спиральные, пластинчатые испарители и конденсаторы [1].

Пластинчатые и спиральные теплообменники в противоположность исторически применяемым кожухотрубным или теплообменникам «труба в трубе» обладают целым рядом важнейших преимуществ:

- работа с минимальной разностью температур теплоносителей и более высокий коэффициент теплопередачи;
- высокая стойкость к образованию отложений и загрязнений, что позволяет работать без необходимости частых остановок на промывку и техническое обслуживание;
- требуют намного меньше производственных площадей для размещения, монтажа и обслуживания.

Последнее обстоятельство особенно важно в технологической цепочке производства спирта, так как позволяет устанавливать и монтировать теплообменники на уровне вершин дистилляционных колонн.

На сегодняшний день в Украине работает Немировский спиртовой завод, который полностью оснащен пластинчатым теплообменным оборудованием фирмы «Альфа Лаваль» на всех позициях, начиная от отделения разваривания до отделения ректификации. При этом используется практически вся номенклатура выпускаемого «Альфа

Лаваль» пластинчатого оборудования. На рис. 1 показаны паровые разборные пластинчатые теплообменники TS20-MFM установленные в качестве дефлегматоров на эшюрационной и двух ректификационных колоннах.



Рисунок 1 – Пластинчатые дефлегматоры производства фирмы «Альфа Лаваль» установленные компанией АО «Содружество-Т» в отделении ректификации

Главной особенностью расчета пластинчатого аппарата на эту позицию является необходимость жестко выдерживать ряд технологических требований производственного процесса, а именно:

- расход конденсируемых в дефлегматоре водно-спиртовых паров (содержание спирта ~96 %) должен рассчитываться с учетом флегмового числа;
- температура возвращаемой в колонну флегмы не должна быть ниже 76–77 °С;
- отбор спиртов на конденсатор составляет не более 5 % от расхода флегмы;
- потери давления в дефлегматоре по стороне конденсации должны быть минимальными.

В результате предварительного анализа в качестве дефлегматора был выбран аппарат марки TS20-MFM фирмы «Альфа Лаваль». Такой выбор был сделан из следующих соображений: во-первых, аппарат марки TS20-MFM имеет пластину с укороченной рабочей длиной, что сокращает поверхность конденсации и позволяет избежать переохлаждения конденсата. Во-вторых, этот аппарат имеет входные присоединения диаметров 200 мм; что обеспечивает пропуск расхода пара; и, в-третьих, пакет пластин аппарата обеспечивает минимальные потери напора по стороне конденсируемого пара.

Например, для конденсации водно-спиртового пара с массовым расходом 10000 кг/ч (конденсация 95% паров) с температурой на входе 78°С и температурой флегмы на выходе 77°С, водой с входной температурой 25°С (летняя температура оборотной воды) и расходом 63000 кг/ч, был рассчитан аппарат TS20-MFM состоящий из 114 пластин с поверхностью теплопередачи 31,7 м<sup>2</sup>, и компоновкой 1\*56L / 1\*57L, где L – пластина низкого гидравлического сопротивления [1]. Тепловая нагрузка составляет 2239 кВт, коэффициент теплопередачи – 2079 Вт/(м<sup>2</sup>·К), температура воды на выходе из аппарата 55°С. В качестве материал пластин выбрана нержавеющая сталь марки AISI 316, толщина пластин 0,5 мм. Прокладки в аппарате не клеиваются, а вкладываются на основе технологии «clip on», материал прокладок EPDM, материал штуцеров – нержавеющая сталь. Общий вид дефлегматора TS20-MFM (114 пластин) показан на рис. 2. Аналогичные дефлегматоры, но с меньшей площадью теплопередающей поверхности, были рассчитаны и установлены на другие колонны ректификационной установки.



Рисунок 2 – Специальный паровой пластинчатый теплообменник TS20-MFM производства «Альфа Лаваль»

Также для обеспечения работы эшюрационной и ректификационных колонн были установлены пластинчатые кипятильники (испарители), конденсаторы (в том числе и сивушного масла), холодильники спирта и спиртоловушки.

На различные технологические параметры в качестве конденсаторов и холодильников были рассчитаны и установлены традиционные разборные теплообменники фирмы «Альфа Лаваль» [1] марок МЗ, М6-MFM, М10-MFM с различной площадью теплопередающей поверхности и компоновкой пакета пластин, пример установки которых, представлен на рис. 3.



Рисунок 3 – Пластинчатые конденсатор и холодильник ректификационной колонны

Полугодовая эксплуатация установленных пластинчатых аппаратов показала существенные преимущества данного вида оборудования по сравнению с используемым ранее. К основным достоинствам можно отнести следующее:

- оперативное и качественное регулирование колонн за счет быстрого срабатывания пластинчатых кипятильников и дефлегматоров;
- малые габариты позволяют компактно установить его в ректификационном отделении;
- высокий коэффициент теплопередачи обеспечивает экономию тепловой энергии;
- гибкость в переналадке дает возможность встраивания аппаратов при реализации различных энергосберегающих схем в ректификационном отделении;

– аппараты легко и быстро обслуживаются с разборкой пакета пластин, особенно эффективна периодическая безразборная мойка в процессе эксплуатации.

Непосредственное обследование работающих украинских спиртовых заводов показало, что существует актуальная задача реконструкции заводов, а именно замена трубчатых дефлегматоров и конденсаторов на пластинчатые аппараты, а также внедрение тепловых насосов для реализации энергосберегающих мероприятий в ректификационном отделении [3,4].

Работа выполнена при финансовой поддержке Европейского сообщества в рамках проекта SHERHRA, контракт № COLL-СТ-2004-500229.

1. Пластинчатые теплообменники в промышленности / Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, П.А. КАПУСТЕНКО, Г.Л. ХАВИН, О.П. АРСЕНЬЕВА. – Харьков: НТУ „ХПИ”, 2004.– 232 с.

2. Разладин Ю.С., Сагань И.И., Стадников В.Н. Использование вторичных энергоресурсов в пищевой промышленности.– М.: Легкая промышленность, 1984.– 232 с.

3. Технологія спирту / Під ред. проф. В.О. Маринченка. – Вінниця: „Поділля-2000”, 2003.– 496 с. (укр.).

4. Демирский А.В., Хавин Г.Л. Применение пластинчатых теплообменных аппаратов в брагоректификационных установках / Интегровані технології та енергозбереження // Щоквартальний науково-практичний журнал. – Харків: НТУ ”ХПИ”. – 2005, №2.– С. 115–121.

УДК 661.72

ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., КАПУСТЕНКО П.О., ДЕМІРСЬКИЙ О.В., ХАВІН Г.Л.

### **ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕКТИФІКАЦІЙНИХ УСТАНОВОК З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАСТИНЧАСТОГО ТЕПЛООБМІННОГО ОБЛАДНАННЯ**

Розглянути питання модернізації ректифікаційних установок спиртових підприємств шляхом заміни трубчастих дефлегматорів, кип’ятильників і конденсаторів на пластинчасті. Визначено особливості розрахунків пластинчастих апаратів на ці позиції. Наведено приклад вибору парового дефлегматора. Надані переваги встановлення пластинчастих теплообмінників для ректифікаційних колон спиртових заводів.