

ВЫСОКОИНТЕНСИВНОЕ КОЛОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ И СОЗДАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. КАКИЕ НАХОДКИ УЧЁНЫХ И ПЕТЕРБУРГСКИХ МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ ОБЕСПЕЧИЛИ НОВИЗНУ, ВЫСОКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, А ТАКЖЕ МИРОВУЮ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ РОССИЙСКИМ РЕКТИФИКАЦИОННЫМ АППАРАТАМ?

## ВЫСОКОИНТЕНСИВНОЕ КОЛОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ И СОЗДАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Владимир Леонтьев,**  
заместитель генерального директора  
по науке и производству ООО «ИнТАРекС»  
(ПГ «Безопасные Технологии»), к.т.н.



При создании энергосберегающих схем таким фактором будет минимальное гидравлическое сопротивление на единицу эффективности (минимальная температурная депрессия по высоте). Тот же фактор является важнейшим для вакуумных процессов. В случае технологий с возможным протеканием химических реакций с образованием нежелательных продуктов в зоне ректификации, важна скорость прохождения и минимальная задержка жидкой фазы в колонне. Если же стоят требования по ограничению её высоты, то важен минимальный диаметр и вес аппарата.

в 1,5-2 раза меньше, чем у большинства тарельчатых колонн. Эффективная работа ректификационных установок обеспечивается совокупностью трёх основных конструктивных элементов:



рис. 1 Основные узлы колонны с РН.

При модернизации действующих производств и создании новых технологий к ректификационной аппаратуре предъявляется ряд специальных требований. Так, при ректификации термолабильных продуктов определяющими факторами являются минимальное время пребывания в колонне, минимальная задержка жидкой фазы в колонне и минимально возможное гидравлическое сопротивление на единицу эффективности.

Наиболее полно этим требованиям отвечают колонны с регулярными насадками (далее — РН). Их широкое использование в процессах ректификации в мировой практике и значительный объём исследований в этой области подтверждают, что колонны, оснащенные РН, являются одним из наиболее перспективных направлений развития массообменной аппаратуры. Диаметр таких колонн в 1,4-1,8 раз, а высота

- собственно пакетами насадки;
- распределителями жидкой фазы;
- перераспределителями парового потока (см. рис. 1).

Колонны с РН требовательны к равномерности распределения жидкости и пара. Поэтому разработка и использование конструкций, исключающих продольное перемешивание жидкой фазы, байпасирование парового и жидкостных потоков, снижающих поперечную и продольную неравномерность потоков, существенно повышают эксплуатационные характеристики колонн.

Во ФГУП «РНЦ «Прикладная химия» разработаны модификации упругих РН (УРН) из специально гофрированных металлических сеток полотняного плетения и сеток типа ПФ. Насадки выполняются в виде пакетов высотой 100-200 мм. Конструкция обеспечивает восстанавливаемые осевые деформации пакетов при монтаже. Диаметр пакетов насадки после их установки в корпус колонны равен её диаметру. Это обеспечивает плотное прилегание пакетов насадки к корпусу аппарата при монтаже и исключает неконтролируемый ток жидкости в пристенном слое при эксплуатации, характерный для конструкций большинства регулярных насадок.

Проведенный комплекс исследований показал, что увеличение числа точек орошения с 200-300 на 1 м<sup>2</sup>, принятое для колонн с РН, до 600-800 на 1 м<sup>2</sup> уменьшает степень неравномерности распределения жидкости на 1 м высоты насадки с 30 до 5%, повышает эффективность РН на 10-15% и снижает требования к точности горизонтальной установки распределительных устройств.

Допускаемое отклонение от горизонтали увеличивается с 1 мм/м для типового распределителя до 5 мм/м для разработанных конструкций, что существенно облегчает монтаж колонн.

Установлено, что исключение байпасирования потоков жидкости и пара через технологические кольцевые зазоры между корпусом колонны и пакетами насадки повышает эффективность промышленных колонн на 10-15%. Использование структурированных перераспределителей парового потока обеспечивает как его перемешивание в межблочной зоне, так и высокую изотропность на входе в вышележащие блоки насадки, что гарантирует однородность гидродинамического взаимодействия пара и жидкости по всей высоте слоя.

Предложенный комплекс научно-технических решений по улучшению эксплуатационных характеристик колонн с регулярными насадками повышает также съём продукции с единицы объёма аппарата в 1,5-2 раза по сравнению с лучшими зарубежными аналогами. Одновременно он позволяет оптимизировать конструкции распределительных устройств для обеспечения требуемой динамической задержки в аппарате.

Промышленное производство упругих регулярных насадок из металлических сеток налажено в ООО «ИнТАРекС» на мощностях ПГ «БТ». Промышленной Группой «Безопасные Технологии» освоен выпуск высокоинтенсивных колонн с УРН, включая многоточечные распределители с числом точек орошения до 1200 на 1 м<sup>2</sup> и структурированные перераспределители парового

потока. Разработаны, оптимизированы и изготовлены конструкции высокоинтенсивных технологичных ректификационных и абсорбционных колонн и модулей диаметрами от 100 до 2300 мм.

На специально разработанных колоннах эффективностью 300 теоретических тарелок (т.т.) можно очищать загрязненные тритием радиоактивные стоки (детритизация). Также изготовлены промышленные УРН для производств специальной химии. Специалистов, конечно, интересует, а насколько объективна оценка, которая даётся нами приведенным выше конструкционным и другим решениям?

Такая оценка того или иного массообменного аппарата может быть осуществлена при одновременном учёте его гидродинамических и массообменных показателей. Интегральной характеристикой интенсивности процесса в аппарате служит съём продукта с единицы объёма аппарата, который определяется по формуле:  $I = G \cdot n = F \cdot \rho \cdot 0,5 \cdot n$  (где  $G$  — количество пара, проходящего через единицу площади сечения аппарата в единицу времени, кг/(м<sup>2</sup>·с);  $n$  — число т.т. на 1 м высоты насадки;  $F$  — фактор нагрузки;  $\rho$  — плотность пара, кг/м<sup>3</sup>).

Его принимают в качестве критерия сравнительной оценки массообменных аппаратов, работающих в идентичных условиях с различными контактными устройствами. Для высокоэффективных промышленных насадок фирмы SULZER, одного из мировых лидеров в области исследования и разработок РН,  $I = 8...11$  кг/(м<sup>3</sup>·с). За счёт оптимизации основных конструктивных элементов колонн с РН этот показатель

Тип насадки	Эффективность, п т.т./м	$F = w \cdot \sqrt{\rho_n}$ , кг <sup>0,5</sup> /(с·м <sup>0,5</sup> )	$l$ , кг/м <sup>3</sup> ·с	$l_i/l_1$
Шеврон 14-4*	6	2,5	18	0,99
Шеврон 10-3**	8	2,0	18,2	1
Шеврон 7-2,5***	10	1,7	20,4	1,12
BX (SULZER)	6	1,1	7,9	0,43
CY (SULZER)	10	0,9	10,8	0,59
MELLAPAK 750.Y (SULZER)	5,8	1,6	11,1	0,61

\* - Насадка регулярная упругая производства ИнТАРекС, выполненная в виде пакетов с эквивалентным диаметром равным диаметру колонны из гофрированной полосы типа «Шеврон» с шагом 14 мм, высотой гофра 4 мм  
 \*\* - Насадка регулярная упругая производства ИнТАРекС, выполненная в виде пакетов с эквивалентным диаметром равным диаметру колонны из гофрированной полосы типа «Шеврон» с шагом 10 мм, высотой гофра 3 мм  
 \*\*\* - Насадка регулярная упругая производства ИнТАРекС, выполненная в виде пакетов с эквивалентным диаметром равным диаметру колонны из гофрированной полосы типа «Шеврон» с шагом 7 мм, высотой гофра 2,5 мм  
 $w$  – скорость пара в полном сечении колонны, м/с

Таблица 1. Сравнительная характеристика регулярных насадок

можно существенно увеличить. В таблице 1 представлены сравнительные характеристики насадок производства «ИнТАРекС» и SULZER.

Разработанные высокоинтенсивные конструкции колонн с упругими РН и многоточечными РУ эффективно решают целый класс задач по модернизации и техническому перевооружению ректификационных комплексов. Они обеспечивают низкое гидравлическое сопротивление колонн с упругими РН (0,3-0,6 мм Нг на 1 теоретическую тарелку) и малое время пребывания в них жидкой фазы. Это делает разработанные колонны незаменимыми при ректификации термолabileльных продуктов и вакуумной ректификации.

В частности, при получении продуктов специальной химии, гидроксиламина, перекиси водорода, абсолютированного этилового спирта, в процессах нефтепереработки и нефтехимии и др. Применение таких колонн эффективно в процессах ректификации, в которых возможно протекание нежелательных химических реакций (производство метилового, этилового, пропиловых спиртов, очистка глицерина и др.).

Большие перспективы открывает использование упругих РН в колоннах периодического действия, применяемых в малотоннажной химии. Они обеспечивают эффективность 80-120 т.т. при высотах установок всего 10-15 м и существенно повышают выход и чистоту товарных продуктов. Кроме того, аппараты с упругой регулярной насадкой обладают повышенной эффективностью и пропускной способностью и отличаются пониженной металлоемкостью. Это позволяет модернизировать производственные мощности, существующие в ограниченном пространстве, с повышением их производительности.

Среди других применений можно назвать сверхчистую вакуумную ректификацию, а также в установках производства метанола из природного газа непосредственно на месторождениях.

ООО «ИнТАРекС», входящему в состав Промышленной группы «Безопасные Технологии», удалось разработать инновационный продукт, превосходящий по технологическим показателям западные аналоги и обладающий гораздо меньшей ценой. Это не первый продукт,

успешно созданный и поставляемый ПГ «Безопасные Технологии» в рамках программы импортозамещения.

В условиях мировой политической нестабильности максимальная переориентация химических и нефтеперерабатывающих производств на отечественные аппараты и комплектующие является насущной необходимостью. ■

Промышленная Группа  
 «Безопасные Технологии»  
 (812) 339-04-58  
[www.zaobt.ru](http://www.zaobt.ru)

