

УДК 67.05

**Арьков Леонид Валерьевич**

студент

**Василевская Светлана Петровна**

к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Оренбургский Государственный Университет»

Россия, г. Оренбург

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГУЛЯРНЫХ МАССООБМЕННЫХ НАСАДОК**

*Аннотация: широкая потребность в продуктах нефтепереработки в последнее десятилетие привела к интенсивному росту нефтеперерабатывающей промышленности. Для решения этих вопросов необходимо усовершенствование существующих и разработка более эффективных схем разделения исходной смеси на составляющие, создание новых перспективных типов контактных устройств, действующего технологического оборудования и промышленных технологий. Для этого требуются высокоэффективные аппараты, к которым предъявляются высокие требования по экономичности, надежности, технологичности и эргономичности. В данной статье рассмотрены актуальные исследования ресурсо-энергосберегающих технологий в многотоннажных процессах нефте- и газопереработки.*

*Ключевые слова: сопло, регулярное, КПД, теплообменники, конструкция*

**Arkov Leonid Valeryevich**

student

**Vasilevskaya Svetlana Petrovna**

candidate of technical sciences, Associate Professor

**Orenburg State University**

**Russia, Orenburg**

## STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF REGULAR MASS TRANSFER NOZZLES

*Abstract: The widespread demand for refined petroleum products in the last decade has led to an intensive growth of the refining industry. In the process of oil refining, oil products are obtained, which are of crucial importance in the development of all sectors of the national economy. To solve these issues, it is necessary to improve existing and develop more effective schemes for separating the initial mixture into components, create new promising types of contact devices, existing technological equipment and industrial technologies. To implement modern technological processes in the oil refining and petrochemical industry, highly efficient devices are required, which are subject to high requirements for efficiency, reliability, manufacturability and ergonomics. This article discusses current research on resource-saving technologies in multi-tonnage processes of oil and gas processing.*

*Keywords: nozzle, regular, efficiency, heat exchangers, design*

В насадочных колоннах формируется наиболее эффективная схема формирования движущих сил процесса массо – теплопередачи: в идеале – полный противоток. Для насадочных колонн более обосновано задание эффективности через ВЭТТ (высота насадки, эквивалентная теоретической тарелке), которая для современных насадок оказывается заметно меньшей, чем межтарельчатое расстояние, которое приходится использовать в тарельчатых колоннах.

Ещё заметнее преимущества современных насадок становятся при использовании комбинированной характеристики: гидравлического сопротивления, приходящегося на единицу разделительной способности колонны (теоретическую тарелку), которая выражается через  $Pa/VЭТТ$  [2].

Регулярные насадки Насадки, как известно, подразделяются на нерегулярные (кольца Рашига, Паля и др.) и регулярные. Последние

обладают большими преимуществами и в настоящее время практически вытеснили нерегулярные насадки в крупнотоннажных производствах, в том числе и в нефтепереработке, что делает нецелесообразным их детальный анализ.

Регулярные насадки представляют собой пакеты вертикальных пластин, расположенных параллельно оси колонны, которые изготавливаются из просечных гофрированных листов сложной конфигурации, причем толщина листов составляет доли мм (0,15-0,5 мм).

На гофрах выдавливаются отогнутые выступы с отверстиями, направленными вниз, которые обеспечивают расположение соседних листов с определенным зазором по отношению друг к другу, а также непрерывное перераспределение жидкости между соседними листами для выравнивания расходов жидкости по отдельным листам. Листы скрепляются в монтажные блоки методом точечной сварки. Жидкость стекает по поверхности листов в виде пленки, а пар движется по зазорам между соседними листами [4].

Массообмен при этом протекает на смоченной поверхности листов. Благодаря малой толщине листов и плотной упаковке насадки суммарная поверхность массообмена оказывается весьма значительной (до 500 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> насадки). В то же время свободный объем современных насадок (определяется объемом вытесняемой жидкости) превышает 95%.

Преимущества Основные преимущества регулярных насадок в сравнении с тарельчатыми контактными устройствами. Удельное гидравлическое сопротивление регулярных насадок (Па/ВЭТТ) иногда на порядок меньше, чем соответствующая характеристика для контактных устройств. Регулярные насадки обладают весьма высокой разделительной способностью (ВЭТТ гораздо меньше в сравнении с межтарельчатыми расстояниями для традиционных КУ). Недостатки Одновременно насадкам присущи и определенные недостатки: Высокая стоимость, обусловленная сложностью как самой конструкции, так и технологии её изготовления

(превышает \$1000 за 1 м<sup>3</sup> насадки). Чувствительность к равномерности распределения орошения по всей площади насадки, что приводит к возрастанию стоимости оросителей. Меньшая коррозионная стойкость пакетов насадки из-за малой толщины насадочных листов. Сложность организации выводов боковых отборов из колонн [3].

Последний недостаток следует признать принципиально важным. Действительно, колонны установок АТ-АВТ, как уже отмечалось, характеризуются наличием нескольких точек промежуточных отборов и вводов продуктовых потоков (холодные и горячие циркуляционные орошения, боковые отборы). В этих точках насадку приходится разрывать, устанавливая системы сбора жидкой фазы для её вывода из колонны и системы распределения жидкости для следующего слоя насадки. Решения, используемые для тарельчатых колонн в этом случае практически непригодны. Поэтому для насадочных колонн системы сбора, отвода и распределения жидкости оказываются очень громоздкими, дорогостоящими и характеризуются значительной высотой. В результате размеры колонны, невзирая на малое значение ВЭТТ, а значит, и её стоимость значительно возрастают. Наиболее характерные типы регулярных насадок представлены на рисунке 1 [1].

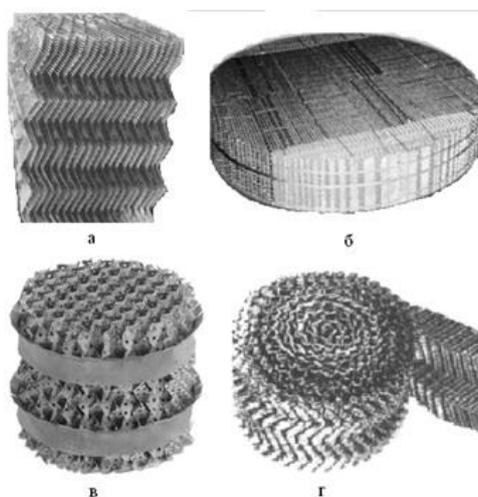


Рисунок 1 - Регулярные насадки: а – Вакупак; б – «Кедр»; в – Меллапак 250; г – насадка Гудлоу

Отечественная насадка «Вакупак» (рис. 1а) представляет собой пакет вертикальных пластин изготовленных методом горизонтального гофрирования. На гофрах имеются отогнутые и направленные вниз выступы с отверстиями, которые обеспечивают заданное расстояние между соседними пластинами при изготовлении насадки. Жидкость стекает по гофрам в виде пленки, а газ движется снизу вверх в зазорах между гофрированными листами. Выступы гофров обеспечивают интенсивное внутреннее перемешивание и турбулизацию потоков жидкости и пара [2].

На рис.1б показана насадка «Кедр», которая представляет собой пакет вертикальных листов с двунаправленным гофрированием, обеспечивающим обеим фазам возможность перехода в смежные каналы, образованные гофрами. Для улучшения смачивания насадки и создания более равномерной пленки жидкости на поверхности листов перед гофрированием наносят мелкое рифление. Условия смачиваемости существенно влияют на массообменные характеристики насадок: так ВЭТТ для насадки «Вакупак» составляет (0,5–1,1) м, а для насадки «Кедр» с улучшенной смачиваемостью – (0,3–0,5) м. Удельная поверхность отечественной насадки «Кедр» различных модификаций составляет 270-400 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>, а удельная металлоемкость – 210-315 кг/м<sup>3</sup>, что находится на уровне лучших зарубежных аналогов.

Важным преимуществом регулярных насадок в сравнении с нерегулярными насадками и тарельчатыми КУ является то обстоятельство, что движение как жидкостных, так и газовых потоков по высоте аппарата и по его сечению носит упорядоченный характер. Благодаря структурированию насадок отсутствуют такие эффекты, как «боковой конус» (стекание жидкости к стенкам колонны), байпасирование потоков, эффекты обратного перемешивания фаз. Поэтому при условии достаточно равномерного

начального распределения фаз на входе в насадочные блоки коэффициент масштабного перехода в процедурах проектирования может быть принят равным единице [5]. Это обеспечивает надежность переноса данных опытных (стендовых) испытаний на проектируемые объекты, что чрезвычайно важно в современных условиях.

### **Список использованных источников**

1 Атександров. И.А. Перегонка и ректификация в нефтепереработке. / И.А. Александров. - М. : Химия. 1981. - 351 с.

2 Ахметов. С.А. Глубокая переработка нефти и газа./ С.А. Ахметов. - Уфа: Изд-во УГНТУ. 1996.-405 с.

3 Ахметов. С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа :Учебное пособие для вузов. / С.А. Ахметов. - Уфа: Гилем. 2002. - 672 с.

4 Ахметшина, М.Н. Усовершенствование работы реконструированной комбинированной установки. / М.Н. Ахметшина. Е.А. Бугай. В.М. Гермаш.//Нефтепереработка и нефтехимия. - 1978. № 3. - с. 1-3.

5 Багиров. ИТ. Современные установки первичной переработки нефти. / И Т.Багиров - М. : Химия. 1974. - 240 с.