

**Лалетин Виктор Игоревич,**  
магистрант, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: laletin.95@mail.ru

**Бальчугов Алексей Валерьевич,**  
д.т.н., профессор, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: balchug@mail.ru

## **СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ В РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЕ С УДАРНО-РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ НАСАДКОЙ**

**Laletin V.I., Balchugov A.V.**

## **REDUCTION OF ENERGY CONSUMPTION IN A RECTIFICATION COLUMN WITH SHOCK-SPRAY PACKING**

**Аннотация.** Показано, что проведение реконструкции ректификационной колонны выделения изопентановой фракции, заключающейся в замене клапанных тарелок на новую высокоэффективную ударно-распылительную регулярную насадку, позволит существенно снизить энергетические затраты на проведение процесса при сохранении массообменной эффективности колонны.

**Ключевые слова:** энергетические затраты, гидравлическое сопротивление, ударно-распылительная насадка, клапанные тарелки, ректификация.

**Abstract.** It is shown that the reconstruction of the distillation column of the isolation of the isopentane fraction, which consists in replacing the valve plates with a new highly efficient shock-spray regular packing, will significantly reduce the energy costs of the process while maintaining the mass transfer efficiency of the column.

**Keywords:** energy costs, hydraulic resistance, shock-spray packing, valve plates, rectification.

На производстве каталитического риформинга лёгкой прямогонной нефти выделение изопентановой фракции осуществляется в ректификационной колонне с клапанными тарелками. Производительность колонны по сырью составляет 59 т/ч. Высота колонны составляет 50 м, диаметр колонны 3 м, общая высота слоя тарелок 40 м, число тарелок в верхней части колонны 17 шт, число тарелок в нижней части колонны 68 шт. Характеристики клапанов: дисковый клапан, масса одного клапана 0,126 кг, диаметр отверстий 0,05 м, свободное сечение 12 % . При эксплуатации колонны возникает проблема высоких энергетических затрат на обогрев испарителя кубовой части. Расход греющего пара ( $p=2$  ат,  $t=120$  °С ) в кубовом испарителе с поверхностью теплообмена  $135$  м<sup>2</sup> составляет  $0,069$  кг/(м<sup>2</sup>·с). Как показывает анализ, причиной повышенного расхода пара является высокое гидравлическое сопротивление прямоточных клапанных тарелок. Гидравлическое сопротивление одной тарелки в верхней части колонны составляет 542 Па, а в нижней части колонны 605 Па. В результате общее гидравлическое сопротивление слоя тарелок составляет 43 кПа, что вызывает существенное повышение температуры кипения в кубе колонны, и как следствие, увеличение требуемой температуры греющего пара.

С целью снижения гидравлического сопротивления колонны и энергетических затрат предлагается заменить клапанные тарелки на новую ударно-распылительную насадку, описанную в работе [1]. Ударно-распылительная насадка характеризуется низким гидравлическим сопротивлением и эффективным контактом газа (пара) и жидкости за счет формирования высокой поверхности контакта фаз. Так, гидравлическое сопротивление ударно-распылительной насадки ниже сопротивления регулярной структурно-кольцевой насадки PSI в 2,5-8,1 раза и ниже сопротивления регулярной листовой рифленой насадки в 5,0-8,6 раза.

Выполненные технологические расчеты показали, что для выделения изопентановой фракции при расходе сырья 59 т/ч потребуется слой ударно-распылительной насадки высотой 40 м. Характеристика слоя насадки: свободный объем  $0,82 \text{ м}^3/\text{м}^3$ , эквивалентный диаметр 0,055 м.

В результате проведенных расчетов установлено, что гидравлическое сопротивление слоя ударно-распылительной насадки высотой 40 м составит 16 кПа, что в 2,7 раза ниже сопротивления слоя используемых клапанных тарелок. В результате снижения давления в кубовой части колонны расход греющего пара в кубовом испарителе с поверхностью теплообмена  $126 \text{ м}^2$  снизится до  $0,056 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ .

Таким образом, в результате предложенной реконструкции произойдет снижение гидравлического сопротивления в ректификационной колонне на 62,8 %, снижение площади поверхности теплообмена в испарителе на 8 %, что позволит на 18 % снизить расход греющего пара, подаваемого на обогрев в кубовый испаритель.

Гидравлическое сопротивление колонны снизится благодаря регулярной структуре ударно-распылительной насадки, ее высокому свободному объему и обтекаемой форме элементов насадки. Ударно-распылительная насадка позволяет также обеспечить высокую массообменную эффективность за счет эффективного гидродинамического режима, реализуемого в слое насадки.

Ударно-распылительная насадка занимает промежуточное положение между насадочными и тарельчатыми контактными устройствами, поскольку в объеме данной насадки в нижней части ромбовидных каналов накапливается жидкость, которая играет роль гидрозатвора и, при этом, одновременно принимает участие в массообмене. Ударно-распылительная насадка может быть с успехом использована для проведения различных массообменных процессов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев М.В. Гидродинамические исследования слоя ударно-распылительной насадки в режиме орошения. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328. №12. С. 116-123.