

Введение Высокий уровень энергоемкости производства отечественных нефтехимических предприятий является одной из важнейших причин, сдерживающих повышение их конкурентоспособности на мировом рынке. Увеличивающиеся тарифы на энергоресурсы и отчисления в экологические фонды предъявляют новые требования к уровню химических технологий. Первостепенной задачей является снижение энергозатрат, увеличение селективности процесса, а также возможность проведения процесса в мягких условиях. Основная часть Ароматические спирты, такие как метилфенилкарбинол, α-метилбензиловый спирт, 2-фенилэтанол и др. могут перерабатываться в ценные промежуточные продукты нефтехимического синтеза – олефины, которые используются в производстве крупнотоннажных пластиков, каучуков и ряде других продуктов [1-3]. Основным способом переработки ароматических спиртов является процесс дегидратации с получением соответствующих олефинов. Стирол является одним из основных крупнотоннажных продуктов нефтехимии. Главными рынками потребления стирола являются производство полистирола, латексов сополимера стирола и бутадиена, ненасыщенных полиэфирных смол, бутадиен-стирольных эластомеров и латексов на их основе [4]. Одним из способов получения стирола является процесс дегидратации метилфенилкарбинола [5]. В промышленности этот процесс проводят в паровой фазе на гетерогенном катализаторе кислотного типа (γ-оксид алюминия) при температуре около 300 °С. Для снижения парциального давления метилфенилкарбинола используется водяной пар в мольном соотношении метилфенилкарбинол : вода – 1 : 10. Конверсия МФК 90 % (масс.). Селективность по сырью 97 % (масс.). [6, 7]. Технологическая схема процесса парофазной дегидратации МФК приведена на рисунке 1. Рис. 1 – Технологическая схема парофазной дегидратации МФК. 1 - трубчатая печь; 21, 22 - реакторы дегидратации МФК; 3 - подогреватель; 4 - перегреватель; 5 - колонна; 6 - кипятильник; 7 - теплообменник; 8 - скруббер; 9 - воздушный конденсатор; 10 - сепаратор; 11 - водяной конденсатор; 12 - отстойник; 13, 15 - емкости; 14, 16 - насосы. I - МФК; II - водяной пар; III - топливный газ; IV - кубовая жидкость колонны на выделение МФК и ацетона; V - 20 %-ный раствор едкого натра; VI - вода на отпарку углеводородов; VII - катализат на ректификацию стирола; VIII - отдувки в топливную сеть. Стадия парофазной дегидратации МФК в процессе совместного производства окиси пропилена и стирола характеризуется большим энергопотреблением, обусловленным высокой температурой процесса и большим расходом водяного пара на пароразбавление. Кроме того, на многих участках технологической схемы этого производства наблюдается образование побочных «тяжелых» продуктов, присутствие которых отрицательно сказывается на качестве целевых продуктов. Утилизация «тяжелых» продуктов связана с многочисленными проблемами. Следует отметить стадию щелочной отмывки и закалки контактного газа, в результате которой образуется большое

количество химически загрязненных сточных вод, что негативно сказывается на общей экологической обстановке. Наибольшее загрязнение окружающей среды происходит в процессе регенерации катализатора процесса получения стирола. По проведенным расчетам энергетических затрат реакторного блока процесса парофазной дегидратации метилфенилкарбинола получены следующие данные указанные в таблице 1. Таблица 1 – Энергозатраты производства стирола парофазной дегидратацией МФК

| Наименование стадии          | Тепловая нагрузка, кВт |
|------------------------------|------------------------|
| Стадия подогрева сырья       | 5448,7                 |
| Пароразбавление              | 31620                  |
| Реакторный блок              | 990,3                  |
| Узел ректификации катализата | 26871                  |
| Общая тепловая нагрузка      | 64930                  |

Рис. 2 – Технологическая схема жидкофазной дегидратации МФК. 1 - реактор дегидратации МФК; 2 - приспособление для подогрева сырья; 3 - конденсатор; 4 - отстойник для разделения продуктов дегидратации на водный и углеводородный слои; 5 - емкость для сбора углеводородного слоя; 6 емкость для сбора водного слоя; 7 - вакуумная система; 8 - узел приготовления катализатора; 9, 10 - смесительные устройства для интенсивного перемешивания; 11 - теплообменное устройство для поддержания температуры кубового продукта; 12 - распределительная тарелка; 13 - теплообменник трубчатого типа; 14 ректификационные тарелки; 15 - теплообменная рубашка; 16 - распределительное устройство для ввода газа; 17 - уровнемерное устройство; 18 - емкость для сбора кубового продукта

Одним из вариантов решения вышеуказанных проблем является переход на новую технологию производства стирола дегидратацией МФК в жидкой фазе при более низких температурах с использованием высокоселективных и активных катализаторов [8-10]. Технологическая схема получения стирола жидкофазной дегидратацией МФК приведена на рисунке 2. Процесс жидкофазной дегидратации протекает при более низких температурах (160-180 °С) и меньшем использовании водяного пара, а потребление топливного газа полностью исключается. Более мягкие условия позволяют повысить селективность до 96-97% и уменьшить компонентный состав углеводородного конденсата, что предполагает исключение из технологической установки узла нейтрализации и пароперегрева [11-17]. Расчет энергозатрат жидкофазного процесса дегидратации МФК представлен в таблице 2. Таблица 2 – Энергозатраты реакторного блока производства стирола жидкофазной дегидратацией МФК

| Наименование стадии               | Тепловая нагрузка, кВт |
|-----------------------------------|------------------------|
| Стадия подогрева сырья            | 926,6                  |
| Пароразбавление - Реакторный блок | 10590                  |
| Узел ректификации катализата      | 22084                  |
| Общая тепловая нагрузка процесса  | 33600,6                |

Выводы В работе рассмотрен процесс получения стирола дегидратацией МФК. Рассчитаны энергетические затраты на реакторный блок производства стирола методами парофазной и жидкофазной дегидратацией МФК. Анализ технологических схем процессов и полученные результаты расчетов позволяют сделать вывод о большей экономичности процесса жидкофазной дегидратации МФК в виду более низких

температурах процесса и отсутствия необходимости пароразбавления исходной фракции МФК.