

## ОПТИМИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА МЕТАНОЛА

**Чариков А.В., Чариков Ю.В.**  
**Научный руководитель- профессор Щукин В.П.**

*Тольяттинский государственный университет*

Данный инновационный проект посвящен поиску путей дальнейшей интенсификации процесса синтеза метанола, важнейшего продукта нефтехимического синтеза и экологически чистого энергоносителя.

На основании теоретического анализа мирового потребления метанола, его цен, спроса и предложения на данный вид перспективного сырья и топлива обоснована актуальность исследований по дальнейшему совершенствованию его технологий. Исходя из новых взглядов на механизм реакции, обоснованным в 80-х годах 20-го века М.Я. Розовским, предложена принципиально новая наукоемкая технологическая схема синтеза метанола, позволяющая предложить другой состав синтез-газа и другой тип конструкции реактора, превращающего его в комбинированный. Это позволяет существенно повысить его производительность, снизить объемы выбросов веществ, загрязняющих природные объекты, снизить расходы исходного сырья и энергопотребление.

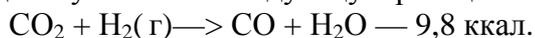
Реализация технологии не требует больших капитальных вложений и наиболее целесообразна для вновь строящихся агрегатах синтеза метанола. Вместе с тем при отработке режима синтеза по новой схеме возможна недорогая реконструкция существующих агрегатов синтеза метанола в период проведения их планового капитального ремонта, позволяющего на 12-16% повысить производительность действующих агрегатов.

Проект соответствует приоритетному направлению технологии синтеза метанола - экологически чистого энергоносителя, являющегося в то же время исходным сырьем производства различных химических соединений масштабного использования, таких, как формальдегид, акролеин, пропилен и ряд других.

В промышленных условиях синтез метанола протекает в присутствии инертных к данному процессу газов (метан, азот). Они в реакции не участвуют и не оказывают прямого влияния на равновесие реакции образования метанола.

Существенно увеличить объемы производства метанола, повысить его рентабельность, серьезно сократить себестоимость продукции, снизив расходные нормы сырья и энергоресурсов, упростить технологию синтеза метанола, повысить ее экологическую и промышленную безопасность возможно, если использовать исследования по механизму реакции, проведенные А.Я. Розовским с сотр., позволяющие по новому подойти к проектированию технологической схемы его синтеза.

Подтверждением этому является факт, что в промышленных условиях синтез метанола осуществляется из газовой смеси, содержащей кроме водорода и оксида углерода также диоксид углерода. Поэтому при расчете равновесия синтеза метанола из смеси газов  $\text{H}_2\text{—CO—CO}_2$  необходимо учитывать следующую реакцию:



Реакция восстановления диоксида углерода водородом до оксида в промышленных условиях синтеза метанола протекает практически до равновесного состояния, и пренебрегать ею при расчете равновесных выходов метанола нельзя.

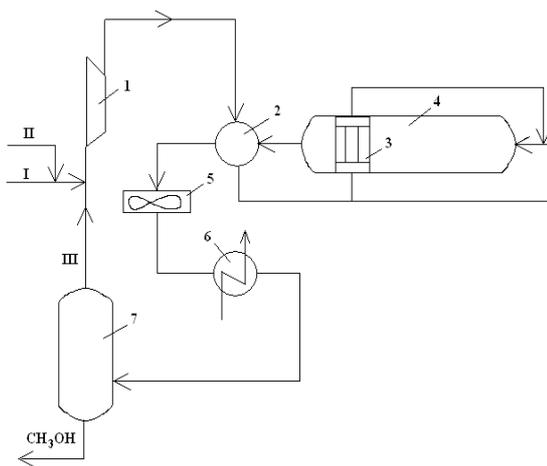


Рис.1 Принципиальная схема технологического процесса

На рис.1 приведена принципиальная схема технологического процесса. Конвертированный газ с печи риформинга (линия I), смешивается с чистым диоксидом углерода (линия II) и газами циркуляции с сепаратора метанола (линия III) и подается на всас компрессора 1. Компримированный синтез-газ подогревается в рекуперативном теплообменнике 2 и встроенном теплообменнике 3 и поступает в горизонтальный реактор 4. Выходящая из реактора метанол - содержащая газовая смесь последовательно охлаждается потоком синтез - газа в рекуперативном теплообменнике 2 и далее воздушным холодильником 5 и холодильником - конденсатором 6. После отделения метанола - сырья в сепараторе 7 газовый циркуляционный поток направляется на смешение с конвертированным газом и диоксидом углерода.(эту часть с картинкой надо переделать она немножко неправильная в реальности поток II не используется)

Следую принципу Ле Шателье сместить равновесие реакции в сторону образования продукта реакции метанола возможно промежуточным выводом продуктов реакции или добавлением реагентов участвующих в синтезе метанола.

Исследование опиралось на использовании программы «Mathcad». На основании кинетических уравнений реакций, изложенных в работе Розовского, была составлена математическая модель. С помощью нее был проанализирован существующий процесс, выведены закономерности его осуществления для каждой полки реактора. Параметры синтез-газа входящего в реактор принимались в соответствии с их проектными показателями. Был произведен расчет производительности четырехполочного горизонтального реактора синтеза метанола при введении промежуточного отбора метанола-сырца после каждой полки, с дополнительным впрыском в синтез газ чистого  $CO_2$ .

Расчет проводился при существующем составе синтез газ. И велся до стабилизации состава рециркуляционного газа. Он показал значительное увеличение производительности агрегата. Существует возможность дозирования именно  $CO_2$  после промежуточного отбора для повышения производительности агрегата. Вместе с тем возможность переработки  $CO_2$  в метанол интересна как в экономическом(  $CO_2$ , фактически является отходом производства), так и в экологическом смысле ( в соответствии с Киотским протоколом  $CO_2$  относится к группе парниковых газов и на его выброс в атмосферу налагаются ограничения). По Киотскому протоколу Россия взяла на себя обязательство по сохранению объема выбросов в 2008-2012 году на уровне 1990 года. При том, что Киотский протокол предполагает торговлю квотами, данный вариант может нести дополнительную прибыль.