

А. Г. Поздеев, А. Р. Садртинов, Т. Х. Галеев

СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАНОЛА ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ*Ключевые слова: метанол, каталитический синтез, синтез-газ, газификация, биотопливо, древесных отходы.**В статье рассмотрен процесс получения метанола из синтез-газа предварительно полученного из древесных отходов. Дана структурная схема и описание разработанного процесса.**Keywords: methanol, catalytic synthesis, synthesis gasification, biofuel, wood waste.**In article describes the process of producing methanol from synthesis gas obtained from the pre wood waste. Dana block diagram and description of the developed process.*

В настоящее время человечеством используются миллионы средств автотранспорта и других различных машин, которые потребляют огромное количество топлива. На данный момент большой процент автомобильного горючего изготавливается из нефти - маслянистой горючей жидкости, добываемой из земных недр. Но количество её не безгранично и, по словам учёных, нефть закончится на нашей планете через 60-100 лет. Поэтому сейчас, весьма актуальна тема использования в будущем альтернативных видов топлив, разработка которых ведется учеными всего мира.

Метанол (метиловый спирт - CH_3OH) является одним из важнейших по значению и масштабам производства органическим продуктом, представляющий собой легкоподвижную, токсичную жидкость с ПДК 5 мг/м³[5;6]. Хорошо растворяет многие газы, в том числе оксиды углерода, ацетилен, этилен и метан, вследствие чего используется в технике для абсорбции примесей из технологических газов.

Впервые метанол был найден в древесном спирте в 1661 г., но лишь в 1834 г. был выделен из продуктов сухой перегонки древесины Думасом и Пелиготом. Но так называемый «Лесохимический метиловый спирт» был загрязнен ацетоном и другими трудноотделимыми примесями, поэтому в настоящее время от этого метода получения метанола практически отказались[6]. С технической, а главным образом экономической точки зрения развитие получил метод синтеза метанола из окиси углерода и водорода, являющиеся основными компонентами синтез-газа, который можно получить паровой конверсией метана, газификацией древесины и т.д.

Рассматриваемый способ имеет следующие особенности. Метанол образуется в соответствие с реакцией:

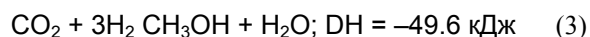
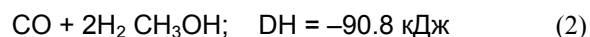


в исходном газе соотношение водорода к окиси углерода должно составлять 2:1, то есть теоретически необходимо, чтобы газ содержал 66,66 % H_2 и 33,34 % CO .

При содержании значительных количеств двуокиси углерода в исходном газе отношение реагирующих компонентов целесообразно выражать соотношением ($\text{H}_2 - \text{CO}_2$): ($\text{CO} + \text{CO}_2$).

Это соотношение учитывает расход водорода на реакции восстановления окиси и двуокиси углерода[2;3]. Количество CO_2 может быть различным в зависимости от метода получения газа, условий синтеза (давление, температура, состав катализатора) и изменяется от 1,0 до 15,0 %.

Синтез метанола основан на обратимых реакциях, описываемых уравнениями:



Обе реакции экзотермичны и протекают с уменьшением объема. Из этого следует, что для достижения максимальных значений выхода метанола и степени превращения синтез-газа необходимо проведение процесса при низких температурах и высоких давлениях.

Состав газовой смеси существенно влияет на степень превращения сырья и производительность катализатора[1]. В промышленных условиях всегда работают с некоторым избытком водорода и максимальная производительность наблюдается при молярном отношении $\text{H}_2:\text{CO}=4$, а на практике поддерживают отношение 2,15–2,25.

На кафедре ПДМ КНИТУ был разработан метод получения метанола из синтез-газа полученного путем газификацией древесных отходов. На рис. 1 представлена схема и описание, разработанного процесса.

Согласно данной схеме, синтез-газ полученный путем газификацией древесных отходов, проходит очистку от золы и мелких частиц углерода в циклоне 2. После циклона синтез-газ поступает в компрессор 11, для компримирования до 4 МПа. Полученный сжатый газ смешивается в газовом эжекторе 4 с циркуляционным газом, поступающим из сепаратора 9 подается в дожимной компрессор 3, на выходе из которого газ имеет давление 5,6 МПа. Датчики давления Р1 и температуры Т1 относятся к системе компримирования. Расход газа контролируется расходомером G1.

После компримирования синтез-газ поступает в трубное пространство рекуперативного теплообменника 5. Газ в трубном пространстве нагревается за счёт тепла газа, отходящего из

реактора синтеза метанола и проходящего по межтрубному пространству. Температура нагретого

газа на выходе из теплообменника составляет 180-230 °С и контролируется датчиком температуры T2.

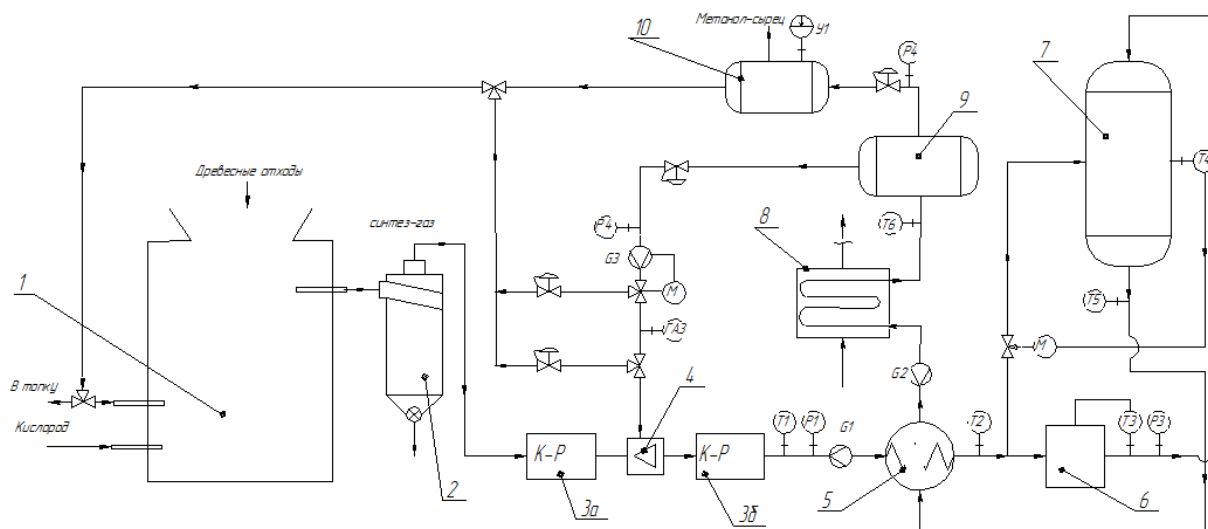


Рис. 1 - Схема получения метанола из древесных отходов

Далее газ проходит электронагреватель 6, работающий преимущественно в пусковой период, а также в режиме поддержания оптимальной температуры газа. Электронагреватель представляет собой систему трубок и нагревательных лент, расположенных на цилиндрической обечайке. Температура нагрева лент регулируется датчиком температуры T3, находящимся на выходе из аппарата. При температуре выходящего газа 250°С и выше датчик подает сигнал на реле отключения нагревательных лент от сети 380 В. При понижении температуры газа происходит включение нагревательных элементов. Давление газа контролируется датчиком давления P3.

До электронагревателя газ разделяется на два потока. Основной поток, пройдя электронагреватель, поступает в верхнюю часть реактора 7, вспомогательный охлаждающий поток (байпас) подается в боковую часть реактора. Так как газ, проходя через катализатор в реакторе нагревается в результате протекания экзотермической реакции, то в каждом слое катализатора по ходу движения газа температура поднимается, и к средней части реактора достигает 300 °С. Для исключения возможности дальнейшего роста температуры в среднюю часть реактора подается охлаждающий газ расход которого регулируется клапаном, который в свою очередь регулируется датчиком температуры T4, установленным в средней части реактора. При температуре газа внутри реактора 300 °С и выше датчик T4 подает сигнал на привод клапана, который плавно меняет положение открытия клапана до тех пор, пока температура газа не понизится до 265 °С. При достижении температуры газа 265 °С и ниже датчик T4 подает сигнал на привод клапана для осуществления плавного закрытия. На выходе из реактора установлен датчик

температуры T5 для контроля температуры выходящего газа.

Из реактора газ выходит с температурой не более 300°С и объемной долей метанола в этом газе 3,0-5,0%. Далее газ поступает в трубное пространство рекуперативного теплообменника 5, где охлаждается до температуры не более 150°С. Контроль расхода выходящего газа осуществляет датчик G2 на выходе из теплообменника.

После теплообменника 5 газ доохлаждается в аппарате водяного охлаждения 8, до 40°С. Температура охлажденного газа измеряется датчиком температуры T6.

Конденсирующаяся смесь метанола и воды (метанол-сырец) поступает в сепаратор 9, где отделяется от циркуляционного газа, проходя сепарирующие устройства, и поступает в сборник метанола – сырца 10. Давление циркуляционного газа на выходе из сепаратора контролируется датчиком P4. С целью исключения возможности накопления циркуляционного газа выше регламентированной нормы датчик расхода G3, установленный на выходе из сепаратора, подает сигнал на привод регулируемого клапана для сброса лишнего газа. При снижении расхода ниже заданного значения клапан закрывается. Для контроля состава циркуляционного газа на выходе из сепаратора установлен пробоотборник ГАЗ, через который газ постоянно поступает в газоанализатор, который посылает сигнал на привод отсечного клапана для его закрытия в случае, если концентрации компонентов газа не соответствуют требуемым значениям. Не соответствующий заданным параметрам циркуляционный газ отправляется на сжигание в топку.

Весь подпор давления в системе получения метанола обеспечивается регуляторами давления, каждый из которых имеет свой заранее установленный диапазон регулирования.

Жидкий метанол-сырец из сепаратора 9 проходит регулятор давления и поступает в приемник метанола-сырца 10. Давление жидкого метанола контролируется датчиком давления Р4. В приемнике жидкость захватывает с собой часть циркуляционного газа из сепаратора, который в виде танковых газов выделяется из сборника метанола-сырца и отправляется на сжигание в топку. Уровень жидкого метанола-сырца в приемнике контролируется датчиком уровня У1.

Нужно отметить, что в мире ведутся интенсивные исследования в области переработки синтез-газа в метанол, являющиеся сырьем для получения ряда важных промышленных продуктов. При определенных условиях переработка сырья в химическую продукцию становится экономически целесообразной и выгодной. Это обуславливается тем, что спрос метанола на мировом рынке довольно велик. Тем самым выше перечисленные факторы обуславливают актуальность данной разработанной технологии.

Литература

1. Сафин Р.Г. Газификация влажных древесных отходов/ Р.Г. Сафин, Н.Ф. Тимербаев, А.Р. Хисамеева, Д.А.

Ахметова// Вестник Казанского технологического университета. 2012. - №17. С. 195-199.

2. Тимербаев Н.Ф. Совершенствование процесса газификации древесных отходов с целью получения моторного топлива// Тимербаев Н.Ф., Сафин Р.Г., Хисамеева А.Р., Ахметова Д.А., Мухаметзянова А.Г.// Вестник Казанского технологического университета. 2011. - №19. С.211-213.
3. Тимербаев Н.Ф. Разработка технологии получения метанола из древесных отходов/ Тимербаев Н.Ф., Сафин Р.Г., Галеев Т.Х.// Вестник Казанского технологического университета. 2013. №3. С.168-170.
4. Сафин Р.Г. Разработка технологии переработки высоковлажных древесных отходов в высокооктановые компоненты моторного топлива/ Сафин Р.Г., Тимербаев Н.Ф., Садртдинов А.Р., Просвириков Д.Б.// Вестник Казанского технологического университета. 2013. №7. С.250-254.
5. Тимербаев Н.Ф. Установка переработки древесных отходов в синтез-газ. Деревообрабатывающая промышленность, 2012, №1. С. 21-22.
6. Коробов, В.В. Переработка низкокачественного древесного сырья: пробл. безотход. технологии / В.В. Коробов, Н.П. Рушнов - М.: Экология, 1991. - 287 с.
7. Рид, Р. Свойства газов и жидкостей / Р. Рид, Т. Шервуд. -Л.: Химия, 1971.-704 с.

© А. Г. Поздеев - д-р техн. наук, проф., зав. каф. водных ресурсов Поволжского госуд. технол. ун-та, pozdeeva@marstu.ru;
А. Р. Садртдинов - канд. техн. наук, доц. каф. переработки древесных материалов КНИТУ, dog_home@list.ru Т. Х. Галеев – магистрант той же кафедры.