

ПРОИЗВОДСТВА МЕТИЛОВОГО СПИРТА ИЗ СИНТЕЗ-ГАЗА

В.А. Ермолаева, канд. хим. наук, доцент

Д.А. Денисов, студент

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени А. Г. и Н. Г. Столетовых
(Россия, г. Муром)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-3-2-137-139

Аннотация. В статье были охарактеризованы целевой продукт – метиловый спирт и исходное вещество – синтез-газ. Предоставлено описание основного технологического устройства и процесса. В материальном балансе были рассчитаны: состав газа на выходе из реактора, объемный и малярный расход вещества. В тепловом балансе приведены результаты расчетов затрат тепла с сырьем и получением продуктов реакции, а также теплотери. Результаты расчетов представлены в общих таблицах.

Ключевые слова: метиловый спирт, синтез – газ, материальный и тепловой баланс.

Метиловый спирт находится в числе самых синтезируемых в промышленности органических веществ. Изначально метиловый спирт в промышленности синтезировался путем сухой перегонки древесины. В современном мире данный способ более неактуален. На сегодняшний день спирт получают из окиси углерода и водорода. Развитие этого способа началось в 1913 г. процесс был осуществлен на цинк-хромовом катализаторе при низком давлении.

В промышленности получение метанола было произведено только в 1934 г. Выход готовой продукции составляло около 30 т/сутки. Метанол производили из водяного газа, полученного путем газификации кокса. В настоящее время сырьем для синтеза служит природный газ.

Характеристика исходного сырья и целевого продукта

В состав синтез-газа входят такие вещества как CO и H₂. В зависимости от метода получения синтез-газа соотношение CO:H₂ в нем варьируется от 1:1 до 1:3. В прямой зависимости от применяемого сырья и метода его соотношение компонентов в синтез-газе изменяется в широких пределах.

1. Угарный газ – этот газ, чуть легче воздуха. Особенная опасность – не имеет

цвета и запаха, поэтому человек не ощущает, когда он поступает в легкие.

2. Водород – при обычных условиях водород – бесцветный, не имеющий запаха газ, почти не растворяется ни в каких растворителях.

3. Метиловый спирт, (метанол CH₃OH) – является простейшим представителем предельных одноатомных спиртов. В свободном состоянии в природе встречается редко и в очень небольших количествах.

Расчет материального и теплового баланса

Произведен практический расчет материального баланса производства метилового спирта на основе следующих исходных данных: Состав исходной смеси, поступающей на синтез метанола,

φ, % об.: H₂ – 75; CH₄ – 6; CO – 12; CO₂ – 7.

Расход синтез-газа в реактор первой ступени составляет V=2100 м³/ч.

Состав газа на выходе из реактора,
φ, % об.: H₂ – 15,18; CH₄ – 45,2; CO – 2,11; CO₂ – 8,15; CH₃OH-24,45;

H₂O-4,91.

Расход синтез-газа в реакторе составляет V=920 м³/ч.

Объемный расход найдем по формуле:

$$\varphi_{в-ва} = \frac{V \cdot \varphi}{100\%},$$

где $\varphi_{в-ва}$ –объемный расход, в м³/ч; V –расход синтез газа, % φ –объемная доля газов, %

$$V_{H_2} = \frac{2100 \cdot 75}{100} = 1575 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad V_{CH_4} = \frac{2100 \cdot 6}{100} = 126 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad V_{CO} = \frac{2100 \cdot 12}{100} = 252 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad V_{CO_2} = \frac{2100 \cdot 7}{100} = 147 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Массовый расход компонента:

$$M = n_{в-ва} \cdot M_{в-ва}$$

Где M – массовый расход компонента, кг/ч; $M_{в-ва}$ – молярная масса вещества, кг/кмоль.

$$M_{H_2} = 70,31 \cdot 2 = 140,62 \text{ кг/ч}; \quad M_{CH_4} = 5,63 \cdot 16 = 90,08 \text{ кг/ч}; \quad M_{CO} = 11,25 \cdot 28 = 315 \text{ кг/ч}; \\ M_{CO_2} = 6,56 \cdot 44 = 288,64 \text{ кг/ч}.$$

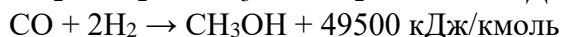
Таблица 1. Производство метилового спирта из синтез-газа

Компонент	На входе в реактор			На выходе из реактора		
	% объема	Кмоль/ч	Кг/ч	% объема	Кмоль/ч	Кг/ч
H ₂	75	70,31	140,62	15,18	6,23	12,46
CH ₄	6	5,63	90,08	45,2	18,56	296,96
CO	12	11,25	315	2,11	0,87	24,36
CO ₂	7	6,56	288,64	8,15	3,35	147,4
CH ₃ OH				24,45	10,04	321,28
H ₂ O				4,91	2	36
Итого	100	93,75	834,34	100	41,05	838,46

Невязка материального баланса составляет 0,49%

Превышение расхода над приходом объясняется округление цифр при расчетах.

Основные реакции:



Основное уравнение теплового баланса

$$Q_1 = n_{в-ва} \cdot C_p \cdot t$$

Где $n_{в-ва}$ – количество вещества выделяющееся в час кмоль/ч; C_p - значение теплоемкости; t -температура веществ при входе в процесс

$$Q_{H_2} = 29,15 \cdot 70,31 \cdot 200 = 409907$$

$$Q_{CH_4} = 46,45 \cdot 5,63 \cdot 200 = 52302,7$$

$$Q_{CO} = 30,24 \cdot 11,25 \cdot 200 = 68040$$

$$Q_{CO_2} = 44,5 \cdot 6,56 \cdot 200 = 58384$$

Таблица 2. Тепловой баланс производства метилового спирта

Поток	кДж/ч	Поток	кДж/ч
Тепло с сырьем	588633,7	Тепло с продуктами	438158,6
Тепло экзотермической реакции	703804	Тепло с теплоносителем	854279,1
		Теплопотери	25848,76
Итого:	1292437,7	Итого:	1318286,46

Невязка теплового баланса составляет 1,96%

Превышение расхода над приходом объясняется округление цифр при расчетах.

Заключение

В работе изучен технологический процесс производства метилового спирта из синтез-газа. Рассчитан его материальный и

тепловой балансы. Синтез-газ представляет собой смесь газов: угарный газ и водород. Метиловый спирт используют как растворитель, а также в производстве формальдегида, применяемого для получения фенолформальдегидных смол. Большие объемы метилового спирта используют при добыче и транспорте природного газа.

Библиографический список

1. Афанасьев С.В., Трифонов К.И. Физико-химические процессы в техносфере. Учебник для вузов. – Самара: Изд. Сам. науч. центра РАН, 2017. 195 с.
2. Эпова Т.И., Пономарева Н.Н. Методические указания к выполнению курсовой работы по общей химической технологии. – Тольятти, ТГУ, 2016. – 98 с.
3. Мещеряков Г.В. Реакторы синтеза метанола с выходом продукта более 5 об. % // Известия ТулГУ. Естественные науки. 2014. Вып. 1. Ч. 2.
4. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. – М.: Высш. шк., 2019. – 520 с.

PRODUCTION OF METHYL ALCOHOL FROM SYNTHESIS GAS

V.A. Ermolaeva, *Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor*

D.A. Denisov, *Student*

Murom Institute (branch) Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletov (Russia, Murom)

***Abstract.** The article characterizes the target product – methyl alcohol and the starting substance – synthesis gas. A description of the main technological device and process is provided. In the material balance, the following were calculated: the composition of the gas at the outlet of the reactor, the volume and paint consumption of the substance. The heat balance shows the results of calculations of heat costs with raw materials and the production of reaction products, as well as heat loss. The results of the calculations are presented in general tables.*

***Keywords:** methyl alcohol, synthesis gas, material and thermal balance.*