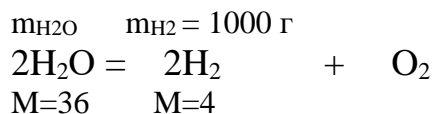


Расчёт необходимого количества теплоты для получения 1 кг водорода согласно тепловым эффектам реакций (без учёта расхода энергии на технологическое обеспечение процесса)

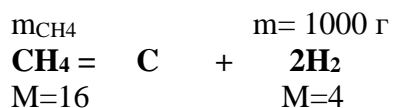


$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 36 \times 1000 / 4 = 9000 \text{ г}$$

$$v_{\text{H}_2\text{O}} = 9000 / 36 = 250 \text{ моль}$$

Теплота образования воды = 285,8 кДж/моль [Н.Л. Глинка «Общая химия». 1982. – 720 с.]

Для получения 1 кг водорода: 250 моль × 285,8 кДж/моль = 71450 кДж = **19,847** кВт·ч



$$m_{\text{CH}_4} = 16 \times 1000 / 4 = 4000 \text{ г}$$

$$v_{\text{CH}_4} = 4000 / 16 = 250 \text{ моль}$$

Теплота образования метана = 74,9 кДж/моль [Н.Л. Глинка «Общая химия». 1982. – 720 с.]

Для получения 1 кг водорода: 250 моль × 74,9 кДж/моль = 18725 кДж = **5,201** кВт·ч

Информация из других литературных источников:

Необходимое количество тепловой энергии на производство 1 кг водорода рассчитывается в соответствии с химическими реакциями процессов генерации водорода. Для получения водорода в процессе электролиза расчет необходимой тепловой энергии выполнен применительно к атомной электростанции с моноблочным кипящим реактором типа «Бета» с коэффициентом полезного действия 30 %. Результаты расчетов приведены в таблице 1.7.

Вещество	Количество тепловой энергии, МДж/кг H ₂
Природный газ	35
Уголь	67,5
Аммиак	31
Метанол	49
Электролиз воды	570

Таблица 1.7 Количество тепловой энергии, необходимой для производства 1 кг водорода

Приведенные в таблице 1.7 данные показывают, что углеводородное сырье и аммиак требуют для получения 1 кг водорода приблизительно одинаковое количество тепловой энергии. В то же время в процессе электролиза количество потребляемой энергии на порядок больше и существенно (более чем в 2,5 раза) превышает высшую теплоту сгорания водорода.

[<https://metallurgist.pro/poluchenie-vodoroda/>]

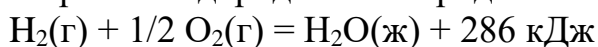
Электролитический водород получить проще всего, но экономически это невыгодно: на получение одного кубометра водорода требуется 4,8 киловатт-часа энергии. Если проводить электролиз перегретого пара, то эффективность процесса повышается, и на получение кубометра водорода уходит около 2,5 киловатт-часа.

[ВОДОРОД ВМЕСТО УГЛЕВОДОРОДОВ Н. ПОНОМАРЕВ-СТЕПНОЙ, А. СТОЛЯРОВСКИЙ. Атомно-водородная энергетика. "Интеграл" № 5, 2003, стр. 12-13.) <https://www.nkj.ru/archive/articles/4885/>]

Использованная литература для расчёта:

[Н.Л. Глинка «Общая химия». 1982. – 720 с., <http://himege.ru/teplovoj-effekt-ximicheskix-reakcij-zakon-gessa/> , <http://www.hemi.nsu.ru/ucheb212.htm>]

Тепловой эффект химической реакции рассчитывают по термохимическому уравнению. Представленное ниже термохимическое уравнение реакции сгорания водорода в кислороде:

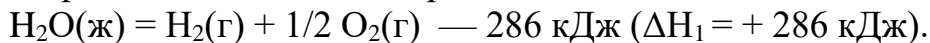


показывает, что на 1 моль сгоревшего водорода или на 1 моль образовавшейся воды выделяется 286 кДж теплоты ($Q = 286 \text{ кДж}$, $\Delta H = -286 \text{ кДж}$). Эта реакция является экзотермической и характеризуется

значительным тепловым эффектом. Недаром водород считается эффективным топливом будущего.

При образовании любого соединения выделяется (поглощается) столько же энергии, сколько поглощается (выделяется) при его распаде на исходные вещества.

Поэтому реакция разложения воды электрическим током требует затрат энергии и является эндотермической:

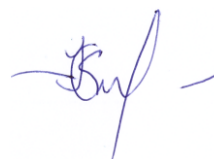


Это является следствием закона сохранения энергии.



В данном случае 76 кДж - это не просто тепловой эффект данной химической реакции, но еще и *теплота образования метана из элементов*.

Доктор технічних наук (спеціальність: «Процеси та обладнання хімічної технології»), провідний науковий співробітник Інституту газу НАН України, зав. лабораторією Інституту проблем безпеки АЕС НАН України, експерт СІГРЕ



Костянтин
СІМЕЙКО

10 жовтня 2022 року