

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ ВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ

Chistoforova N.V.

STUDY OF A PLANT FOR EXTRACTING HYDROGEN FROM HYDROGEN-CONTAINING GASES

Аннотация. Приведены основные способы извлечения водорода из водородсодержащих газов. Показаны преимущества концентрирования водорода при помощи мембранных установок. Предложены решения по автоматизации установки.

Ключевые слова: водородсодержащий газ, мембранная установка, пермеатор, сепаратор, теплообменник, синтез САР.

Abstract. The main methods of hydrogen extraction from hydrogen-containing gases are presented. The advantages of hydrogen concentration using membrane units are shown. Solutions for automation of the unit are proposed.

Keywords: hydrogen from hydrogen-containing gases, membrane facility, permeator, separator, heat exchanger, synthesis of the SAR.

На протяжении многих лет совершенствовались технологии извлечения и концентрирования, позволяющие получать водород из различных источников сырья. Удалось создать оборудование, которое может извлекать водород из газовых смесей. Благодаря этому водород можно вернуть в производственный цикл, существенно уменьшив потери. Помимо этого, извлечение водорода из газовой смеси положительно сказывается на экологии окружающей среды. Получая водород из топливных, остаточных и сбросных газов, можно значительно повысить экономическую эффективность процессов производства.

В настоящее время существует два наиболее эффективных способа извлечения водорода из водородсодержащих газов (ВСГ): извлечение водорода с помощью адсорбционных установок и концентрирование водорода при помощи мембранных установок.

Выбор метода получения водорода зависит от состава сырья, необходимой чистоты водорода, а также от режима эксплуатации, производственной мощности и других факторов, связанных со спецификой работы конкретного предприятия. Метод концентрирования водорода при помощи мембранных установок позволяет выделять водород из газовых потоков с минимальными потерями, поэтому было принято решение исследовать именно его.

Перед использованием мембранного способа концентрирования водорода необходимо произвести синтез системы автоматического регулирования (САР), который включает в себя исследование установки, установление управляющих воздействий, контролируемых и неконтролируемых возмущений, а также управляемых переменных. Результатом синтеза САР является предложение решения по автоматизации аппаратов.

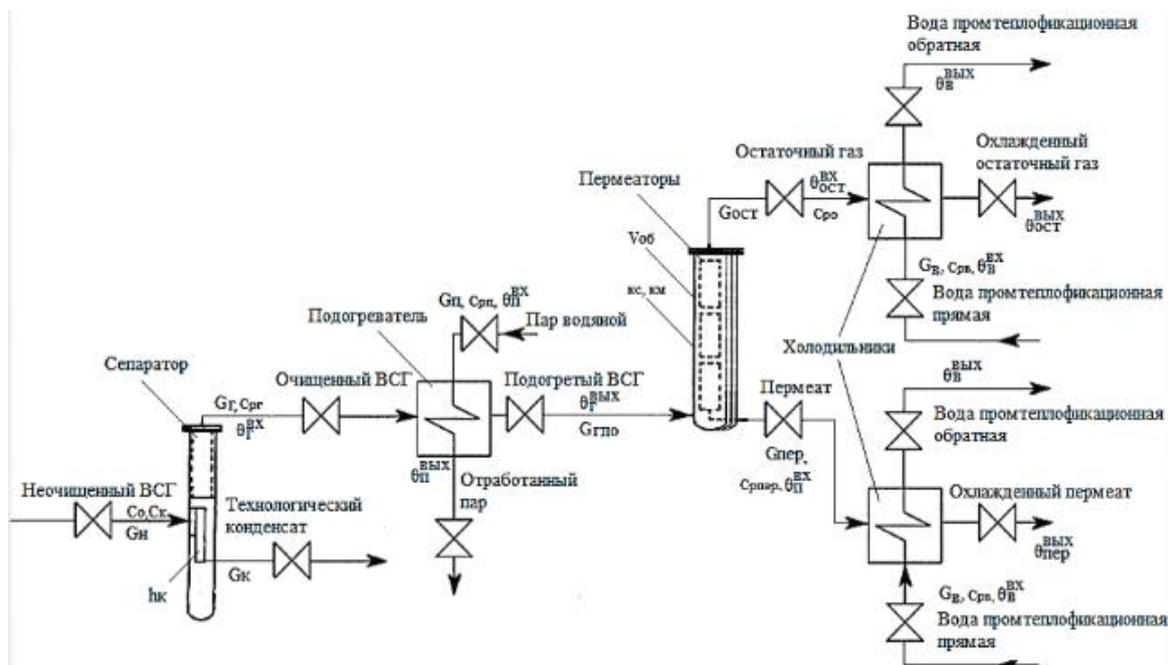


Рисунок 1 – Установка извлечения водорода из ВСГ

Неочищенный водородосодержащий газ (G_H) подается в сепаратор для тонкой очистки, с целью разделения на очищенный ВСГ (G_T) и технологический конденсат (G_K). Технологический конденсат выводится из низа сепаратора и покидает объект. Очищенный ВСГ (G_T) поступает в подогреватель (теплообменник) и нагревается водяным паром до температуры ($\theta_T^{ВЫХ}$) с помощью теплоносителя (G_P). С целью поддержания ($\theta_T^{ВЫХ} = \theta_{зд}$). Показателем эффективности является ($\theta_T^{ВЫХ}$). Подогретый и отфильтрованный ВСГ ($G_{ТПО}$) поступает в пермеаторы, содержащие тысячи полых мембранных волокон. ВСГ проходит внутри волокон, при этом остаточные газы ($G_{ОСТ}$) проникают через стенку мембраны, и из противоположного конца волокна выходит чистый водород (пермеат) ($G_{ПЕР}$) под давлением.

Основным качественным показателем процесса является объёмная степень извлечения водорода φ_{H_2} , которая характеризует количество целевого продукта (водорода технического) полученного из принятого на установку сырья (ВСГ), и определяется формулой:

$$\varphi_{H_2} = \frac{G_{H_2} \cdot C_{H_2}}{G_{ВСГ} \cdot C_{ВСГ}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $G_{ВСГ}$ и G_{H_2} – расход ВСГ и водорода технического соответственно, м³/ч;

C_{H_2} и $C_{ВСГ}$ – содержание водорода в водороде техническом и в ВСГ соответственно, % об.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чистофорова Н.В., Ушенин З.С. Синтез систем автоматического регулирования для установки извлечения водорода из водородосодержащих газов // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2020. Т. 1. № 1. – С. 47-56.