

УДК 355.58+614.8.086.2

**И. А. ТЕЛЕШ, Д. А. ПОКАЛЮК**

Беларусь, Минск, БГУИР

E-mail: tia32@bsuir.by, dimapokaluk409@gmail.com

## **ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ВОДОРОДА**

Развитие «зеленой» экономики, сокращение объема потребления нефтепродуктов обуславливают активное развитие водородной энергетики.

Водород сегодня выступает как топливо, альтернативное ископаемым источникам, т. е. способ построить безуглеродную экономику. Он играет ключевую роль в перегонке нефти, а также в производстве удобрений, химикатов, продуктов питания и стали.

В настоящее время одними из перспективных направлений в области природопользования, а также ресурс- и энергосбережения являются технологии и способы транспортировки, хранения и эффективного производства водорода.

Основной областью применения водорода в металлургии является производство металлизированного сырья методом прямого восстановления железа. В химической промышленности основными потребителями водорода являются предприятия, производящие аммиак. В производстве холоднокатаной стали водород применяют для создания водородной среды при отжиге стали [1] и др.

Технологии хранения и транспортировки водорода известны давно, но с ростом потребления требуют и повышенных мер безопасности при случае возникновения чрезвычайной ситуации природно-техногенного характера. В связи с этим для предотвращения чрезвычайной ситуации при транспортировке и хранении водорода разработана электромеханическая система защиты с целью снижения возникновения чрезвычайной ситуации природно-техногенного характера.

Для реализации поставленной цели по разработке электромеханической системы защиты необходимо учесть принцип работы электромеханической схемы защиты для хранения и транспортировки водорода. Принцип работы электромеханической схемы защиты для безопасного хранения и транспортировки водорода показан на рисунке.

При контакте кислорода с водородом (гремучего газа) с искрой произойдет взрыв. При исключении из этой цепи кислорода следует установить в бак водорода датчик на определение давления в нем. Когда давление начнет падать, датчик получит сигнал и передаст сигнал на постоянно включенное реле 1, тем самым отключит его.

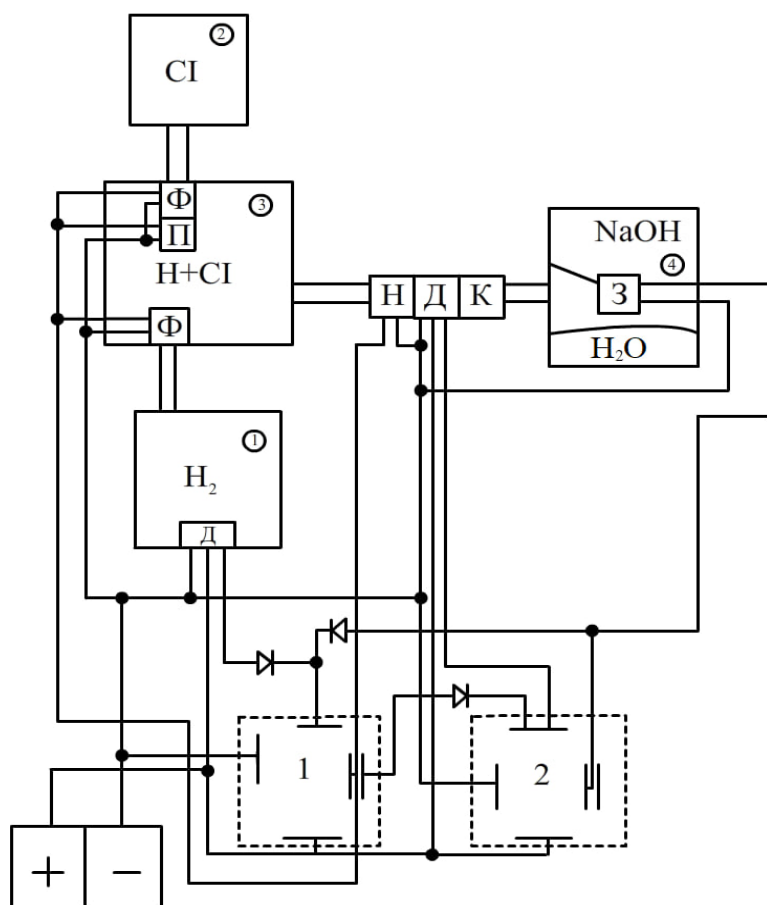
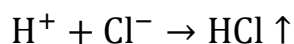


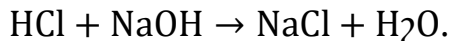
Рисунок – Электромеханическая схема предотвращения контакта кислорода с водородом

Микромеханический датчик давления, изображенный на рисунке, представлен в виде прогрессивной конструкции и обеспечивает высокую точность измерений. Микромеханический датчик – это полупроводниковый датчик с преобразователем давления на кремниевом кристалле, в работе которого используется пьезорезистивный эффект. На поверхности кремниевом кристалла сформирован мост из четырех тензорезисторов, ток через которые изменяется под действием прогиба чувствительной диафрагмы. С одной стороны диафрагмы расположена камера с вакуумом, с другой на диафрагму воздействует давление воздуха во впускном коллекторе [2].

Кроме того, на рисунке видно, что при переходе реле в сигнал 0 подается ток на форсунки 1 и 2 и на пьезу, после чего произойдет возгорание хлора из резервуара 2. В резервуаре 3 начнется реакция в ходе горения водорода в хлоре [3]:



Водород подается в избытке (5–10 %), что позволяет полностью использовать более ценный хлор и получить не загрязненную хлором соляную кислоту в газообразном состоянии. Также сигнал с реле перейдет на насос, находящийся после камеры 3, который выкачивает полученную смесь в виде хлороводорода в газообразном состоянии. Хлороводород начнет попадать в камеру 4, где находится вода. В ходе реакции хлороводорода с водой начнет образовываться соляная кислота в жидком состоянии. После насоса будет находиться датчик, который после включения насоса начнет показывать давление, созданное насосом, а когда реакция вся пройдет в резервуаре 3, то насос начнет создавать вакуум, и давление на датчике начнет падать. Когда давление на втором датчике начнет падать, то так же, как и в первом случае, будет установлено второе реле. Когда насос качает и датчик показывает давление, на реле идет сигнал с фактическим значением 1. Когда давление падает, на реле приходит фактическое значение 0, следовательно, реле выключается, и сигнал идет на заслонки в резервуаре 4. После открытия заслонки в резервуар начнет попадать сильное основание NaOH для полной нейтрализации вредного вещества, что в результате реакции с соляной кислотой даст соль и воду:



Таким образом, разработана электромеханическая схема, которая позволяет предотвратить контакт кислорода с водородом с использованием упрощенной электрической схемы датчика высокого давления, что позволит уменьшить риск возникновения чрезвычайной ситуации природно-техногенного характера. Представленная электромеханическая схема имеет место как один из способов, связанных с транспортировкой и хранением водорода в современных условиях развития водородной энергетики.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Радченко, Р. В. Общая энергетика: водород в энергетике : учеб. пособие для вузов / Р. В. Радченко, А. С. Мокрушин, В. В. Тюльпа ; под ред. С. Е. Щеклеина. – М. : Юрайт, 2024. – 230 с.
2. Сенсорная электроника, датчики: твердотельные сенсорные структуры на кремнии : учеб. пособие для вузов / Э. П. Домашевская, С. В. Рябцев, Е. А. Тутов [и др.] ; под ред. А. М. Ховива. – М. : Юрайт, 2024. – 203 с.
3. Коротков, В. Ф. Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах : учеб. для вузов / В. Ф. Коротков. – М. : Изд. дом МЭИ, 2013. – 416 с.