

В.П. КУЛИКОВ, Р.С.ХЛЫСТУНОВ
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Нефтеперерабатывающие предприятия являются одними из наиболее опасных производственных объектов промышленности, на которых получают, используются, перерабатываются и транспортируются большое количество опасных веществ, и, как правило, они располагаются вблизи крупных населенных пунктов.

Если не брать в расчет случайные повреждения и нарушение условий эксплуатации, то, по статистике, основной причиной, приводящей к повреждениям трубопровода является коррозия, или более точно – ухудшение структуры. При эксплуатации, практически у любого трубопровода с течением времени наблюдается ухудшение механических свойств.

Исследования показывают, что к причинам повреждения нефтехимического оборудования относятся: межкристаллитная коррозия, общая поверхностная и язвенная коррозия, сероводородное расслоение, коррозионное растрескивание под напряжением, коррозионно-щелочное растрескивание, тепловая хрупкость, образование и развитие макродефектов, ползучесть, сфероидизация перлита и графитизация структуры.

Характерной особенностью является то, что на большинство из перечисленных факторов прямое или косвенное влияние оказывает водород, содержащийся в транспортируемых веществах. От него происходит: сульфидное коррозионное растрескивание, внутреннее расслоение с образованием поверхностных пузырей, водородное растрескивание, водородное охрупчивание, обезуглероживание, водородное расслоение.

Водородное поражение металла происходит следующим образом:

- 1) атомы водорода начинают взаимодействие с поверхностным слоем металла;
- 2) положительный ион водорода забирает электрон от металла;
- 3) атомы водорода проникают в металл и там связываются с атомами углерода;
- 4) нарушается структура металла и создается внутренняя напряженность, металл охрупчивается;
- 5) от действия растягивающих внешних напряжений (от рабочего давления в трубе) поверхностный охрупченный металл растрескивается;
- 6) при достижении одной из трещин критических размеров наступает «внезапное» разрушение трубопровода.

Выводом из всего перечисленного может являться следующее: влияние водорода на металл осуществляется по двум, одновременно происходящим путям: ухудшение механических свойств вследствие структурных изменений и катализация и участие в большинстве коррозионных процессов.

Таким образом, необходим метод, позволяющий определять степень влияния водорода на металл трубопроводов.

Одним из таких показателей может являться коэрцитивная сила. Как показывают исследования, коэрцитивная сила напрямую связана с наводороживанием металла. Кроме того, наблюдается корреляция коэрцитивной силы с большинством механических свойств металла.

Тем не менее, взаимосвязь водорода с магнитными характеристиками металла на сегодняшний день является недостаточно изученным вопросом. Распространено представление, что наводороживание стали вызывает повышение коэрцитивной силы и снижение магнитной проницаемости. Однако эти представления относительны, так как наблюдавшиеся явления изменений магнитных свойств зависят не только, а иногда не столько от водорода, поглощенного металлом, но и от изменений, произошедших с металлом под влиянием водорода, — от появления остаточных напряжений решетки и нарушений ее сплошности, обезуглероживания. Кроме того, указанное явление практически не изучено для сталей, используемых для изготовления трубопроводов, предназначенных для транспортировки водородосодержащих веществ в нефтехимической промышленности.

Ряд экспериментов по катодному наводороживанию образцов из стали 15X5M и Стали 20 подтвердил представление о том, что насыщение металла водородом увеличивает коэрцитивную силу. Установленные зависимости между коэрцитивной силой и временем наводороживания показывают плавное увеличение магнитной характеристики в 4-5 раз. Причем, для графика характерно уменьшение угла наклона кривой с течением времени.

Указанное явление объясняется появлением напряженного состояния в решетке сплава, обусловленного повышением давления в коллекторах.

Таким образом, воздействие водорода на магнитные свойства стали связано, по-видимому, с двумя процессами, сопровождающими наводороживание: обезуглероживанием и созданием напряженного состояния в объеме металла.