

Большое внимание уделяется процессу подготовки входных величин модели, а именно: определению реального планово-высотного положения трубопровода и его опор; давлению газа в трубопроводе; остаточной толщине стенок трубы; возможному изменению механических характеристик металла трубы; влажности почвы и изменению его коэффициента податливости; температуре газа и окружающей среды в процессе проведения ремонтных работ и температуре, при которой осуществлялся замыкающий кольцевой сварной шов во время строительства; величинам напряженно-деформированного состояния, определенным экспериментальным путем и др. Оценку остаточной прочности участков МГ с дефектами проводим за алгоритмом, составленным на основе критерия статической прочности, которая базируется на двокритериальном подходе с применением диаграммы оценки разрушения (ДОР), с учетом хрупкого и вязкого разрушения [4].

Предложенный комплекс технических средств и программное обеспечение были использованы в УМГ «Львовтрансгаз» в процессе ремонта опорных узлов надземных участков МГ «Пукенычи-Дашава» D_y 500 и МГ «Ивацевичи-Долина» D_y 1200.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мазур, И.И. Безопасность трубопроводных систем / И.И. Мазур, О.М. Иванов. – М.: ЭЛИМА, 2004. – 1097 с.
2. Способ ремонта участков трубопроводов, расположенных на колоннах балковых переходов: пат. Украины № 21540 / С.Ф. Савула, Ю.В. Банахевич, Й.Л. Зубик, А.А. Кычма, Я.М. Новицкий; опубл. 15.03.2007 // Официальный бюл. – 2007. – № 3 – С. 2.
3. Алямовский, А.А. Проектирование SolidWorks/CosmosWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов / А.А. Алямовский. – М.: Изд-во «ДМК». – 2004. – 432 с.
4. Определение остаточной прочности магистральных трубопроводов с дефектами: ДСТУ-НБВ.2.3-21:2008. – Киев: Минрегионбуд Украины, 2008. – 88 с.

УДК 621.891

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА НА НАДЕЖНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБОПРОВОДА

В. Э. Завистовский

*УО «Полоцкий государственный университет»,
г. Новополоцк, Республика Беларусь*

Отказ материала восстановленного элемента трубопровода в значительной степени определяется наличием дефектов в металле трубы и материале восстанавливающего покрытия, а также их взаимодействием с частицами присадочного материала. Механическая обработка таких элемен-

тов трубопровода приводит к изменениям структуры поверхностного слоя, ранее скрытые микродефекты и поры выходят на поверхность, являясь очагами разрушения. Целью настоящей работы является разработка рабочей гипотезы надежности материалов элементов трубопровода, подвергающихся восстановлению путем нанесения покрытий.

Предположим, что материал восстановленной детали представляет собой систему, состоящую из трех элементов: основной металл – переходная область – покрытие. Каждый из этих элементов может быть оценен через значения физико-механических характеристик. Так как в структуре восстановленного материала эти элементы расположены последовательно друг за другом, то его надежность, представленная в виде вероятности безотказной работы, можно определить как надежность последовательно соединенных элементов.

Вероятность безотказной работы материала детали при заданных эксплуатационных нагрузках может быть принята равной 1, надежность же основного металла восстанавливаемой детали может быть оценена через соответствующие механические характеристики. Надежность переходной области может быть оценена через прочность сцепления материала покрытия с основным материалом. Надежность покрытия можно оценивать через его пористость.

Приведенная модель позволяет оценить надежность материала восстановленного элемента трубопровода и учесть ее при расчетах надежности трубопровода в целом.

Взаимодействие пор в приповерхностной области пористой структуры обусловлено объемной диффузией вакансий, концентрация которых повышена из-за наличия большого числа малых пор. При наличии ансамбля пор равновесная концентрация вакансий в матрице материала повышается, что ведет к увеличению коэффициента диффузии и уменьшению энергии активации. В процессе высокотемпературной обработки в приповерхностном слое процесс диффузии вакансий ускоряется. Можно показать, что поры, размеры которых $\sim 0,05$ мкм, залечиваются полностью за время порядка нескольких минут и, следовательно, из разряда растущих они со временем переходят в разряд залечивающихся [1]. По-видимому, поры с размерами $\sim 1,0$ мкм располагаются по границам зерен, и эволюция их размеров связана еще и с диффузией по границам зерен. При кратковременной температурной обработке температура от максимума на поверхности уменьшается вглубь материала. На поверхности поры температура различна и атомы «испаряясь» с «горячей» поверхности, конденсируются на «холодной». В итоге пора перемещается как единое целое. Учитывая, что коэффициент поверхностной диффузии больше объемной, вклад в изменение размера поры диффузии по границам зерен может быть существенным. Кроме того, разность температур создает давление, сжимающее пору в направлении градиента температуры.

В результате учета перечисленных факторов можно ожидать, что при кратковременной высокотемпературной обработке в приповерхностной области металла малые поры залечиваются полностью; поры, лежащие близко к поверхности, выходят на поверхность, создавая беспористую «корку», что приводит к дополнительному упрочнению материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Завистовский, В.Э. Механика разрушения и прочность материалов с покрытиями / В.Э. Завистовский. – Новополоцк: ПГУ, 1999. – 144 с.

УДК 622.694.4

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫПОЛНЕННЫХ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

А. Н. Козик¹, В. В. Воробьев¹,

Д. П. Комаровский², А. Г. Кульбей², А. Н. Янушонок²

¹ОАО «Гомельтранснефть Дружба», г. Гомель, Республика Беларусь

²УО «Полоцкий государственный университет»,
г. Новополоцк, Республика Беларусь

Аварии на подводных переходах магистральных нефтепроводов сопровождаются значительными ущербами в народном хозяйстве республики. В ОАО «Гомельтранснефть Дружба» проводится огромный комплекс работ по снижению риска возникновения таких аварий. Провести оценку эффективности многих выполняемых работ достаточно сложно.

Одним из способов снижения риска аварии является использование наклонно-направленного бурения (ННБ). Такой способ сооружения имеет ряд преимуществ, широко освещенных в печати. Наиболее наглядным показателем изменения безопасности такого подводного перехода является изменение расчетной величины риска возможной аварии.

Известно, что величина риска складывается из вероятности аварии и величины последствия. Следовательно, в данной работе группа исследователей поставила перед собой задачу расчета изменения величин вероятности возможной аварии, а также величины ущерба при проведении ремонтных работ методом ННБ.

Расчет изменения вероятности возможной аварии

При расчете вероятности используется методика [1], согласно которой при применении ННБ изменяются величины балльных оценок следующих групп факторов: внешние антропогенные воздействия, влияние коррозии, качество производства труб, качество строительно-монтажных работ, конструктивно-технологические факторы, природные воздействия, эксплуатационные факторы, дефекты тела трубы и сварных швов.