

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РУЧЕЙКОВОЙ КОРРОЗИИ ПОЛОСТИ ТРУБОПРОВОДА

Кундянова У.П.

Научный руководитель: Бурков П.В., к.т.н., доцент  
Юргинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО  
«Национальный исследовательский Томский политехнический  
университет», 652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26  
E-mail: ursula93.28@mail.ru

### Введение

В данной статье рассмотрены проблемы эксплуатации промысловых трубопроводов в результате развития «ручейковой» коррозии. Проанализированы характерные особенности взаимодействия ручейковой коррозии с полостью трубопровода. Построена компьютерная модель трубопровода подверженного «ручейковой» коррозии. Выявлена и обоснована необходимость модернизации промысловых трубопроводов.

В практике эксплуатации промысловых трубопроводов важной проблемой является выход их из строя в результате коррозии. Средний срок службы промысловых трубопроводов изменяется от нескольких месяцев до 15 лет. Коррозионные процессы приводят к снижению механической прочности труб, и как следствие - к отказам трубопроводов. В результате отказов происходит загрязнение окружающей среды, снижение добычи нефти, повышение затрат на капитальный ремонт трубопроводов и на природоохранные мероприятия.

Промысловые трубопроводы, транспортирующие пластовые флюиды и построенные из углеродистой и низколегированной стали, подвержены, в основном, так называемой «ручейковой» коррозии в виде ручейков (желобов), образующихся по верхней или нижней образующей трубы. В то же время толщина стенки труб по остальному периметру практически не уменьшается.[1] в данном исследовании использовалась труба изготовленная из СТАЛЬ 09Г2С. Чаще всего прокат из данной марки стали используется для разнообразных строительных конструкций благодаря высокой механической прочности, что позволяет использовать более тонкие элементы чем при использовании других сталей. Устойчивость свойств в широком температурном диапазоне позволяет применять детали из этой марки в диапазоне температур от -70 до +450 С. Также легкая свариваемость позволяет изготавливать из листового проката этой марки сложные конструкции для химической, нефтяной, строительной, судостроительной и других отраслей. Применяя закалку и отпуск изготавливают качественную трубопроводную арматуру. Высокая механическая устойчивость к низким температурам также позволяет с успехом применять трубы из 09Г2С на севере страны. Также марка широко используется для сварных конструкций.

Наиболее часто применяемым способом

защиты от ручейковой коррозии внутренней поверхности нефтепромысловых трубопроводов является изменение режима перекачки, т.е. повышение давления и подачи, с целью перехода потока перекачиваемой среды с ламинарного в турбулентный. Но изменением режима перекачки не всегда удается добиться турбулентного режима по всей длине трубопровода. При падении давления в конце трубопровода режим часто переходит в ламинарный, что приводит к расщеплению перекачиваемой продукции и, в конечном счете, к коррозии металла трубы.[2]

### Методика исследования

Современные компьютерные программы при помощи приближенных численных методов позволяют выполнять расчеты систем, имеющих сложную геометрическую конфигурацию и нерегулярную физическую структуру. Метод конечных элементов (МКЭ) является одним из приближенных численных методов, реализованный в программном комплексе Ansys.

В среде Ansys построен и рассчитан участок трубопровода длиной  $L = 1$  м., диаметром условным  $D_u = 1200$  мм., толщиной стенки  $\delta = 20$  мм, радиус бороздки от коррозии  $r_p = 10$  мм

Постановка задачи следующая:

Участок трубопровода подверженного ручейковой коррозии представлен твердотельным полуцилиндром с радиусом бороздки от ручейковой коррозии 10 мм.

Смоделирован участок трубопровода подверженного «ручейковой» коррозии. В трубопроводе повышается давление. По результатам расчетов подтверждается, что при повышении давления и подачи, с целью перехода потока перекачиваемой среды с ламинарного в турбулентный, уменьшается активность «ручейковой» коррозии (рисунок 1). Собственно, значения напряжения по Мизесу и картина перемещений представлены на рисунках 2, 3.

На картине напряжений отображено эквивалентное напряжение, получаемое при суммировании трехмерных напряжений, образующихся в нескольких направлениях.

Карта нагружений при наличии «бороздки» коррозии на исследуемом участке трубопровода (Рисунок 4):

Опыт эксплуатации трубопроводов по транспорту агрессивных сред показал, что для уменьшения влияния коррозии (в частности «ручейковой»), эксплуатирующие организации должны совершенствовать способы защиты трубопроводов. [3]

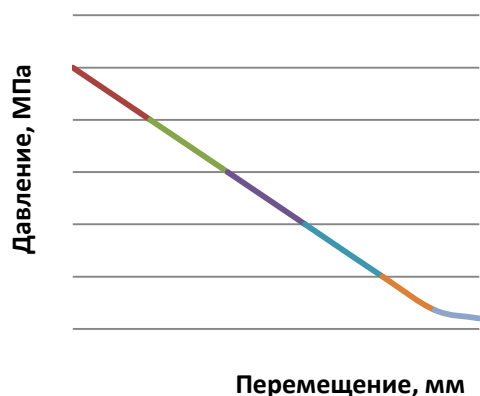


Рисунок 1. График зависимости перемещения от давления

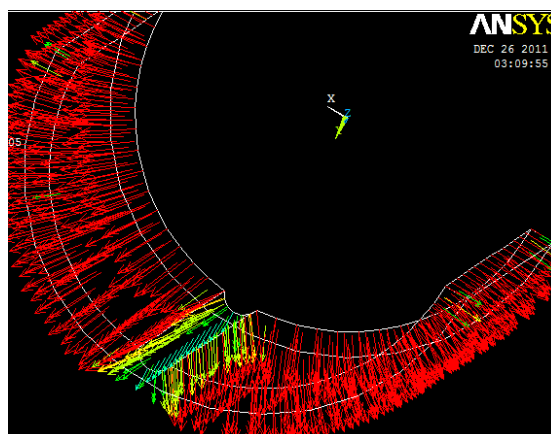


Рисунок 4. Карта нагружений

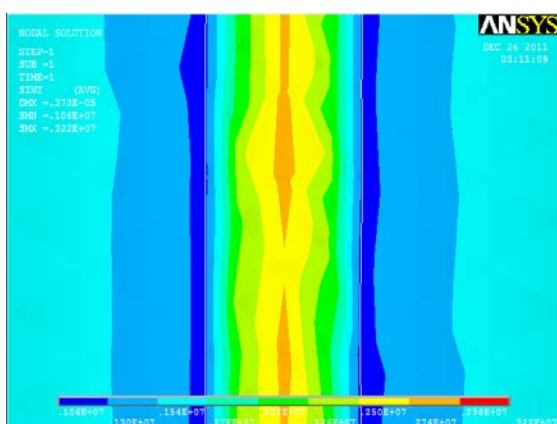


Рисунок 2. Напряжения по Мизесу

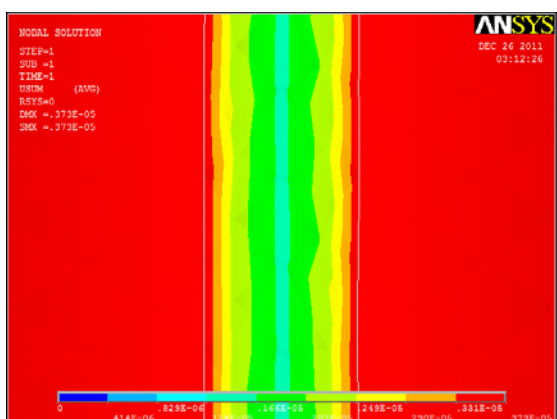


Рисунок 3. Перемещения

Исходя из всего выше упомянутого для борьбы с «ручейковой» коррозией, наиболее эффективным способом является создание барьера между внутренней поверхностью труб и транспортируемой средой (нанесение различных видов покрытий на внутреннюю поверхность стальных труб или плакирование различными видами коррозионностойких материалов на основе металлов и неметаллов).[4]

#### Список литературы

1. Абдуллин И.Г. и др. Механизм канавочного разрушения нижней образующей нефтесборных коллекторов. – М.: Нефтяное хозяйство, 1984. – С. 51-53.
2. Большая Энциклопедия Нефти и Газа: [Электронный ресурс] // Ручейковая коррозия. 2008. URL: <http://www.ngpedia.ru/id113006p1.html>. (Дата обращения: 28.10.2012)
3. Бекбаулиева А.А. Совершенствование методов и технических средств защиты промысловых трубопроводов от внутренней коррозии. – Уфа, 2010. – 121 с.
4. В.И. Горнштейн, В.М. Айдуганов, О.В. Рабинзон, И.Г. Кашлаков, Л.И. Волкова, С.Л. Чახеев. Стальные трубы, футерованные полиэтиленом, для нефтегазодобывающей промышленности. 1-ый Трубный конгресс 2004 г. – Екатеринбург, 2004. – С. 90-92.
5. П. В. Бурков, С. Г. Буркова. Компьютерное моделирование напряженно-деформированного составного участка магистрального газопровода в условиях осадки слабосвязанных грунтов, 2005. – С.343-349