

# Перспективные технологии восстановления работоспособности трубопроводов

**В.А. Рыбин**  
ассистент<sup>1</sup>  
vtec11@mail.ru

<sup>1</sup>кафедра Транспорт углеводородных ресурсов, Тюменский Государственный Нефтегазовый университет, Тюмень, Россия

**Возросшее число отказов магистральных трубопроводов России свидетельствует о наступлении III этапа жизненного цикла трубопроводного транспорта, характеризующегося резким снижением надежности и необходимости проведения срочных ремонтных работ. Это требует поиска и внедрения прогрессивных методов ремонта, одним из которых является заварка дефектов стенки трубопровода порошковыми проволоками.**

## Материалы и методы

Наплавка порошковой проволокой.

## Ключевые слова

дефекты стенки трубопровода, наплавка, порошковая проволока

Трубопроводный транспорт РФ представляет собой совокупность магистральных и промысловых газонефтепроводов протянувшихся от побережья Тихого океана до Европы, охватывая различные климатические зоны. От надежности и работоспособности трубопроводных магистралей зависит не только своевременность поставки углеводородного сырья потребителю, но и темпы развития современной экономики.

Основу трубопроводного транспорта России составляют (рис. 1), газопроводные магистрали (161 тыс. км), магистральные нефтепроводы (48 тыс. км) и нефтепродуктопроводы (19,8 тыс. км).

Опыт эксплуатации трубопроводов показывает, что с точки зрения основных положений физики отказов «жизнь» трубопроводов, как и других сложных механических систем можно условно разделить на три периода эксплуатации:

- I — период приработки;
- II — период стабильной работы или эксплуатации;
- III — период изнашивания.

Интенсивность отказов после резкого всплеска в начальный период, вызванных дефектами строительно-монтажных работ и заводскими дефектами труб, затем быстро снижается и после трех-четырёх лет эксплуатации (I период) стабилизируется. По истечении примерно 10–20 лет эксплуатации (II период) снова происходит рост интенсивности отказов (III период) связанный с проявлением дефектов коррозионного, усталостного и других происхождений.

Таким образом, следует отметить, что в целом система магистральных нефтепроводов России (практически 100% МН) вступила в III период «жизненного цикла». Этот период характеризуется общим ухудшением состояния магистральных нефтепроводов, что вызвано усилением роли факторов изнашивания, обусловленных циклическими и коррозионными воздействиями перекачиваемого продукта и окружающей среды.

Проведенный анализ внутритрубной

диагностики магистральных нефтепроводов (далее МН) показал, что наиболее часто встречающимися являются дефекты типа «потеря металла» (рис. 2).

Также было установлено, что не смотря на сравнительно небольшие размеры, дефекты типа «потеря металла» являются концентраторами напряжений, приводящих к разупрочнению металла стенки МН и образованию локальных и магистральных трещин.

В настоящее время существует множество различных методик восстановления работоспособности стенки трубопроводов, которые условно можно разделить на 2 основные группы: с остановкой и без остановки перекачки продукта.

Очевидно, что наиболее выгодными являются методы ремонта без остановки перекачки, при этом давление в трубопроводе снижается до ремонтного.

Проведенный анализ методов ремонта показал, что наиболее прогрессивным является ремонт без остановки перекачки, во время которого производят заварку (наплавку) дефектных участков стенки трубы, после чего восстанавливается полная работоспособность трубопровода.

В настоящее время нормативными документами рекомендована наплавка ручной дуговой сваркой (далее РД). Однако, при всех ее положительных, этот способ сварки имеет ряд технологических недостатков, одним из которых является образование зоны глубокого термического влияния (далее ЗТВ) и обширного температурного разупрочнения ремонтной конструкции.

Следует также отметить, что производительность РД наплавки невысока, что в совокупности с создаваемым обширным температурным разупрочнением делает этот способ малоэффективным.

Для сравнения, на рис. 3 приведены результаты анализа производительности различных способов наплавки: порошковыми проволоками (далее МПС), проволоками сплошного сечения (далее МП).



Рис. 1 — Протяженность магистральных трубопроводов Российской Федерации, тыс. км.

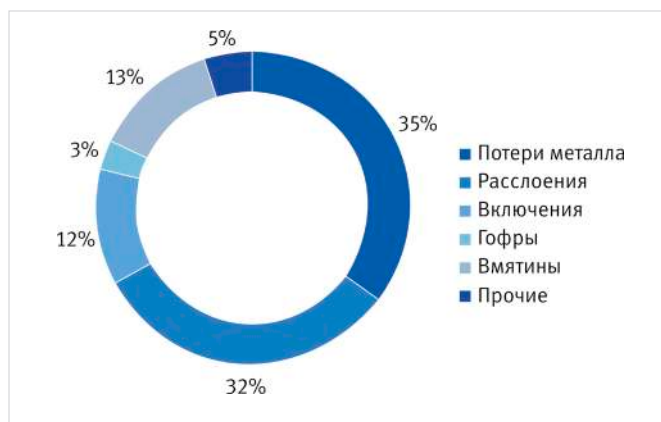


Рис. 2 — Данные внутритрубной диагностики распределения дефектов по длине МН

Из сопоставления этих видов сварки следует, что наиболее производительным является МПС наплавка.

Проведенные авторами исследования позволили установить, что наибольшее влияние на степень разупрочнения металла стенки трубы, при проведении ремонтных работ, оказывает глубина температурного разупрочнения.

Опытным путем было установлено, что за счет разницы в производительности МПС и РД, а также за счет более высокой тепловой мощности, МПС наплавка предпочтительнее. В подтверждении данной гипотезы говорят результаты термического анализа, представленные на рис. 4.

Из данных рис. 4 видно, что при РД глубина прогрева металла существенно больше чем при МПС. Следовательно, замена РД на МПС позволяет снизить температурное разупрочнение, что предположительно повысит несущую способность металла ремонтируемой конструкции трубопровода.

Однако, существующие методики определения ремонтного давления в трубопроводе не учитывают глубину температурного разупрочнения, что делает задачу исследований по определению пределов давления при перекачивании рабочего тела в трубопроводе во время проведения ремонтных работ весьма актуальной.

#### Итоги

Проведенные исследования показали, что применение наплавки порошковой проволокой при ремонте поверхностных дефектов стенки трубопровода предпочтительнее чем РД, т.к. позволяет снизить глубину термического разупрочнения металла ремонтируемого участка трубы и повысить производительность ремонтных работ.

#### Выводы

1. Ремонт стенки трубопровода с применением дуговой наплавки порошковыми проволоками позволяет повысить производительность и качество ремонтных работ.
2. Зона термического разупрочнения при МПС существенно меньше чем при РД наплавке.
3. Существует необходимость в разработке методики определения ремонтного давления в трубопроводе с учетом глубины температурного разупрочнения при наплавке стенки трубы.

#### Список используемой литературы

1. Рыбин В.А., Иванов В.А. Проблемы повышения энерго- и ресурсоэффективности при сооружении и реконструкции магистральных трубопроводов // Экспозиция Нефть Газ. 2013. № 7(32). С. 60–62.
2. Гумеров А.Г., Зайнуллин Р.С. Восстановление работоспособности труб нефтепроводов. Уфа: Башкирское книжное издательство, 1992. 240 с.
3. Иванов В.А., Лысяный К.К. Надежность и работоспособность конструкций магистральных нефтепроводов. СПб.: Наука, 2003. 121 с.

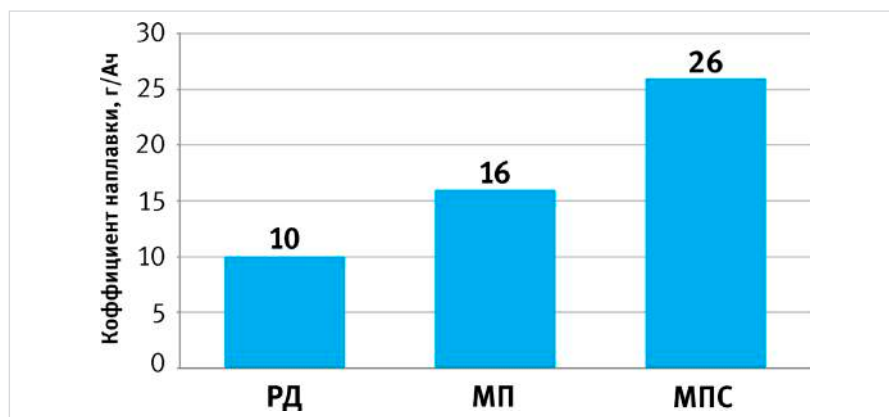


Рис. 3 — Производительность различных способов наплавки



Рис. 4 — Распределение тепла при РД и МПС наплавке (время нагрева 1 с)

ENGLISH

PIPELINE

## Perspective technology of pipelines disaster recovery

UDC 622.692.4

#### Authors:

Vasilij A. Rybin — assistant professor<sup>1</sup>; [vttec11@mail.ru](mailto:vttec11@mail.ru)

<sup>1</sup>Transport of hydrocarbon resources department, Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, Russian Federation

#### Abstract

The increased number of trunk pipelines failures in Russia indicates the occurrence of III stage of the life cycle of pipeline transport, characterized by a sharp decrease in the reliability and the need for urgent repairs. It requires the introduction of advanced searching and repair methods, one of which is the welding defects in the pipe wall cored wires.

#### Materials and methods

Welding with flux-cored wire.

#### Results

Studies have shown that the use of welding flux cored wire for repair of surface defects in the pipe wall is preferable than manual arc welding because reduces the depth of the thermal softening of the metal pipe repair area and improve the performance of repair work.

#### Conclusions

1. Repair the pipe wall using arc welding flux cored wire can increase productivity and quality of repair work.

2. Zone of thermal softening in surfacing flux cored wire is substantially less than in surfacing by manual arc welding
3. There is a need to develop methods for determining repair pressure in the pipeline considering the depth of the softening temperature when the tube wall surfacing.

#### Keywords

defects in the wall of the pipeline, welding, flux cored wire

#### References

1. Rybin V.A., Ivanov V.A. *Problemy povysheniya energo- i resursoeffektivnosti pri sooruzhenii i rekonstruktsii magistral'nykh truboprovodov* [Problems of increasing energy and resource efficiency in the

- construction and reconstruction of pipelines] *Exposition Oil Gas*, 2013, issue 7, pp. 60–62.
2. Gumerov A.G., Zaynullin R.S. *Vosstanovlenie rabotosposobnosti trub nefteprovodov* [Recovery pipes in pipelines]. Ufa: Bashkirskoe

- knizhnoe izdatel'stvo, 1992, 240 p.
3. Ivanov V.A., Lisany K.K. *Nadezhnost' i rabotosposobnost' konstruktsiy magistral'nykh nefteprovodov* [Reliability and serviceability of the structures of trunk pipelines]. St. Petersburg: Nauka, 2003, 121 p.