УДК 620.179.14

МАГНИТНЫЙ МЕТОД КАК СПОСОБ ВНУТРИТРУБНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

♦♦♦♦♦

THE MAGNETIC METHOD AS A METHOD OF INTRUSIVE TUBE DEFECT DETECTION

Федотова М.В.
старший преподаватель
кафедры технологии нефти и газа,
Кубанский государственный технологический университет
starodub.m@mail.ru

Ефремов Д.С.
студент кафедры технологии нефти и газа,
Кубанский государственный технологический университет
dima.kek48@mail.ru

Усенко Е.А.
студент кафедры технологии нефти и газа,
Кубанский государственный технологический университет
usenkoe@gmail.com

Вервыкишко С.Н.
студент кафедры технологии нефти и газа,
Кубанский государственный технологический университет
sgeche@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассмотрен магнитный метод внутритрубной дефектоскопии, его использование, преимущества и недостатки, также было рассмотрено его применение на примере производства.

Ключевые слова: внутритрубная дефектоскопия, магнитный метод, снаряд, устройство, дефектоскоп.

Fedotova M.V.
Senior Lecturer at the Department
of Oil and Gas Technology,
Kuban State Technological University
starodub.m@mail.ru

Efremov D.S.
Student of the Department
of Oil and Gas Technology,
Kuban State Technological University
dima.kek48@mail.ru

Usenko E.A.
Student of the Department
of Oil and Gas Technology,
Kuban State Technological University
usenkoe@gmail.com

Verkivyshko S.N.
Student of the Department
of Oil and Gas Technology,
Kuban State Technological University
sgeche@gmail.com

Annotation. This article examines the magnetic method of in-line inspection, its use, advantages and disadvantages, and also looks at its application using a production example.

Keywords: in-line inspection, magnetic method, projectile, device, flaw detector.

Внутритрубная дефектоскопия магистральных трубопроводов – это метод неразрушающего контроля, при котором внутри трубы с помощью специального устройства (дефектоскопического снаряда) обследуют её стенку по всей протяжённости трассы. При этом не нужно вскрывать грунт или останавливать транспортировку продукта – снаряд движется вместе с потоком перекачиваемой среды (нефти, газа, нефтепродукта).

Магнитный метод – один из ключевых способов неразрушающего контроля трубопроводов. Он особенно востребован для диагностики магистральных газо- и нефтепроводов, в том числе в рамках внутритрубной дефектоскопии (ВТД) [1]:

- Магнитный метод (MFL – Magnetic Flux Leakage). Снаряд намагничивает стенку трубы. В местах дефектов (коррозия, трещины, вмятины) магнитный поток «вытекает», и это фиксируют датчики (Холла или индукционные катушки). Метод хорошо выявляет потерю металла, но менее чувствителен к плоским трещинам, ориентированным вдоль оси трубы;
- TFI (Transverse Flux Inspection, контроль поперечного потока) – поперечное намагничивание. Эффективен для продольных трещин и дефектов продольных сварных швов – именно такие дефекты часто наиболее опасны для трубопроводов;
- Метод магнитной памяти металла (ММПМ). Использует остаточную намагниченность, обусловленную напряжённо-деформированным состоянием металла и историей нагрузок. Позволяет находить зоны концентрации напряжений, потенциально опасные участки и аномалии без принудительного намагничивания;
- Бесконтактный магнитометрический контроль (над трассой). Проводится с поверхности земли: магнитометры фиксируют аномалии магнитного поля над трубо-

проводом. Подходит для экспресс-оценки состояния и поиска подозрительных участков без вскрытия грунта.

Преимущества:

- Возможность контроля без остановки перекачки и без вскрытия грунта (для внутритрубных и надтрассовых методов);
- Высокая производительность: за один пропуск снаряда можно обследовать десятки и сотни километров;
- Хорошая чувствительность к потере металла и трещиноподобным дефектам.
- Совместимость с другими методами: часто используют в составе комбинированных снарядов (MFL+TFI, MFL+ультразвук и т.п.).

Ограничения и нюансы:

- Применим преимущественно к ферромагнитным сталям (углеродистые и низколегированные стали). Для аустенитных нержавеющих сталей и неметаллических труб – неэффективен;
- Чувствительность зависит от толщины стенки, геометрии дефекта, скорости движения снаряда и качества очистки внутренней полости;
- Требуется тщательная подготовка трассы: очистка, калибровка, обеспечение проходимости;
- Локализация дефекта по длине и окружности трубы требует точной привязки данных (одометрия, маркеры, инерциальные системы).

Внутритрубная дефектоскопия активно используется как один из методов на кущевском линейном производственном управлении магистральных газопроводов с помощью специального снаряда-дефектоскопа. На корпусе снаряда закрепляют постоянные магниты, а магнитный поток передают в стенку трубы через гибкие элементы – металлические щётки или полиуретановые детали, которые плотно прилегают к внутренней поверхности. Пример снаряда приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема магнитного дефектоскопа

В ВТД участвуют сразу несколько устройств. Очистной скребок очищает внутреннюю полость и стенки газопровода от различных отложений. После этого магнитный очистной поршень осуществляет намагничивание газовой магистрали и собирает металлические предметы в трубе. Затем в дело вступает профилемер. Он предназначен для измерения профиля внутренней поверхности трубы и тестовой оценки проходимости газопровода. Итоговая работа, а именно: непосредственное обнаружение и регистрация дефектов, – задача дефектоскопов продольного и поперечного намагничивания [2].

Литература

1. Канайкин В.А. Внутритрубная магнитная дефектоскопия магистральных трубопроводов. – Екатеринбург : УрО РАН, 2009. – 308 с.
2. Бобров А.Л. Основы магнитного неразрушающего контроля : учеб. пособие / А.Л. Бобров, Е.В. Лесных. – Новосибирск : СГУПС, 2018. – 89 с.

References

1. Kanaykin V.A. In-line magnetic flaw detection of main pipelines. – Yekaterinburg : Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2009. – 308 p.
2. Bobrov A.L. Fundamentals of magnetic non-destructive testing : textbook / A.L. Bobrov, E.V. Lesnykh. – Novosibirsk : SSUPS, 2018. – 89 p.