

Non-contact magnetometry as a pipeline integrity tool

Бесконтактная магнитометрия для обеспечения надёжности трубопроводов

L. A. Khusnutdinov, head of Pipeline Integrity Lab, LLC RDC Transkor-K

Л.А. Хуснутдинов, зав. Лабораторией надёжности трубопроводов ООО НТЦ «Транскор-К»

Non-contact magnetic methods of inspection based on Villari effect (that shows relation between mechanical stress in metal and magnetic field intensity) have been developing for twenty years. They have truly proven their efficacy as a means of pipeline integrity assessment. In particular, these methods include the Magnetic Tomography Method (MTM) and its underwater implementation – Aqua-MTM®. It is not the defects themselves, but a combination of defects and stress that really makes a pipe fail. This is the basic concept of integrity assessment by means of MTM data. Judging from that, the most dangerous spots are the areas where the stress level is high and the defects are developing. This leads to fast rise of stress and, eventually, to pipeline destruction.

The MTM and Aqua-MTM® methods were tested many times for their quantitative parameters. One of the tests was performed in Malaysia on a full-scale test bench. The pipe used there was 90 meters long and 8" in diameter. It had artificial defects of various kinds: corrosion- and crack-like defects, dents and gouges. The pipe was inspected at different internal pressure that varied from 10 bar up to 300 bar. The danger level of defective areas was determined from the values of internal stress in metal. These values were calculated in accordance with MTM specification. At the same time, the values of stress in the same areas were evaluated by means of international standards – DNV, ASME, API. For different type of defects, different standards were used, whichever of them were applicable for particular defects. For reference observation, strain gauges were installed in the defective areas. Comparing results of stress calculation by MTM (Aqua-MTM®) to values evaluated from traditional methods (DNV, ASME, API) showed that the values correlate well. The level of correlation was 90% – 97%

Similar test was done in collaboration with PRCI, USA. Good statistical results were obtained also during works performed in 2013 for National Grid, Great Britain. These works included pipeline inspection at a mining district with collapsible and unstable soils.



● Fig. 1 – Experimental test bench.
● Рис. 1 – Натурный стенд для испытаний.

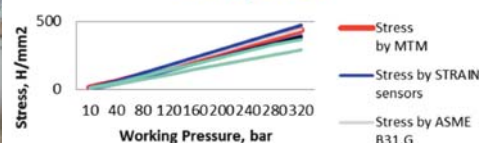
A vast amount of statistical data showing the method's capability to detect corrosion and stress-corrosion defects was obtained when MTM was applied at pipelines operated by Gazprom, Russia, in 2014-2015. The probability of detection (POD) of defective metal areas was proven to be 90%. After NDT was done in verification digs, the following values were established for quantitative parameters of method reliability:

- probability of detection of defective areas $POD = (1-1/10) * 100 = 90\%$
- probability of identification of danger level $POI = 7,75/10 * 100 = 7,75\%$
- probability of missing a dangerous defect $POE = (1-POD) * (1-POI) = 2,25\%$
- probability of false call $POFC$ was varying from 0% to 17% (for pipelines with many foreign metal items in the vicinity of the pipe axis).

20 лет развития бесконтактных технологий магнитометрического обследования, основанных на эффекте Виллари (связи между механическими напряжениями в металле и напряженностью магнитного поля), показали перспективность этого инструмента обеспечения надёжности трубопроводов. К таким методам относится, в частности, метод магнитной томографии (MTM) и его модификация для подводных трубопроводов – АКВА-MTM (AQUA-MTM®). В основе концепции надёжности на базе данных MTM лежит представление о том, что опасность для разрушения конструкции представляют не дефекты как таковые, а локальная комбинация дефектов и напряжений. Максимальную опасность представляют собой участки повышенных напряжений с развивающимися дефектами. Это приводит к быстрому росту напряжений на локальном участке с последующим разрушением трубы.

Тестирование эффективности MTM и Аква-MTM по количественным показателям проводилось неоднократно. В частности, в Малайзии на натурном стенде протяженностью 90 м на трубы 8" были нанесены одиночные и групповые дефекты различной природы: – коррозионные, – трещиноподобные, – вмятины с задирами. Труба обследовалась при изменении внутреннего давления от 10 до 300 бар. Степень опасности участков с дефектами определялась, исходя из расчета внутренних напряжений металла согласно спецификации MTM. Одновременно с этим производился расчёт этих же напряжений в соответствии с мировыми стандартами оценки опасности дефектов – DNV, ASME, API – для тех видов дефектов, для которых применимы эти стандарты. Для контрольных измерений в зоне дефектов были установлены тензодатчики. В результате сопоставления результатов расчетов напряжений по данным MTM (АКВА-MTM) было установлено, что эти данные совпадают с расчётными значениями по традиционным методикам DNV, ASME, API, причем корреляция составила 90-97%

Расчетные напряжения в области дефектов №№S4D1, S4D2, S4D3



● Fig. 2 – Example of data correlation plot.
● Рис. 2 – Пример сравнения данных.

Аналогичная работа выполнена совместно с центром PRCI в США. Также положительным был опыт работ 2013 г с компанией National Grid в Великобритании по обследованию трубопроводов на территориях шахтных выработок с просадочными и неустойчивыми грунтами.

- Большой объём статистических данных по выявляемости дефектов коррозионной и стресс-коррозионной природы был получен в результате применения MTM на объектах ПАО Газпром в 2014-2015 гг. В частности, по результатам квалификационных испытаний MTM вероятность выявления участков с дефектами металла (POD) составила 90%. По данным НК металла труб в контрольных шурфах установлены следующие показатели качества:
- вероятность обнаружения дефектных участков $POD = (1-1/10) * 100 = 90\%$
 - вероятность интерпретации степени опасности $POI = 7,75/10 * 100 = 7,75\%$
 - вероятность пропуска опасного дефекта $POE = (1-POD) * (1-POI) = 2,25\%$
 - вероятность ложных сигналов $POFC$ варьировала от 0 до 17% (для объектов с большим количеством посторонних металлических предметов близости от оси труб).



TRANSKOR®
RUSSIA



NON-PIGGABLE & DIFFICULT PIPELINES

ICDA/ECDA Program based on Magnetic Tomography Method (MTM)
MTM & AQUA-MTM® SERVICE

Pipeline INTEGRITY with GUARANTEED QUALITY:
POD > 75%
POI > 80 %

WWW.TRANSKOR.RU

