



АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УСТРОЙСТВО ОБНАРУЖЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ ВРЕЗОК В ДЕЙСТВУЮЩЕМ ТРУБОПРОВОДЕ И ДЕФЕКТОВ ТРУБОПРОВОДА С ПОВЕРХНОСТИ ГРУНТА БЕСКОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ

А.А. АБДУЛАЕВ

директор ООО «БИНАПРО»

Уфа

ООО «БИНАПРО» занимается разработкой и производством приборов и средств неразрушающего контроля. Деятельность предприятия включает в себя этапы от НИОКР до серийного производства. Одной из последних инновационных разработок является прибор «ZOND-M» представляющий собой автоматизированное устройство обнаружения несанкционированных врезок в действующем трубопроводе и дефектов трубопровода с поверхности грунта бесконтактным методом. Этот продукт позволит решить глобальную проблему по выявлению состояния трубопроводов на предмет наличия врезки или дефекта. Конечный результат обследования трубопровода электронный графический документ, содержащий географические и метрические координаты, амплитуду, и аналитическую характеристику всех отклонений выходящих за пределы критических значений. Информация воспроизводится в удобной для восприятия, целостной графической картине исследованного участка с цветовым ранжированием критических отклонений по степени опасности. При последующих обследованиях трубопровода, устройство будет сравнивать предыдущую накопленную информацию с текущей и, в случае появления новых отклонений, выдавать оператору тревожный сигнал и одновременно записывать и графически выделять эти точки. Кроме перечисленной информации устройство отображает, и записывает время, глубину залегания трубопровода его планово высотное положение.

В основу этого метода реализован способ обнаружения несанкционированных врезок в трубопровод и устройство для его осуществления [1].

Для пояснения сути предложенного способа рассмотрим физические процессы происходящие в местах врезок и дефектах в трубопровода. В магистральном трубопроводе тело трубы испытывает механические напряжения, вызванные в основном давлением продукта в трубопроводе и давлением

окружающего грунта. Если пренебречь рассмотрением влияния грунта на трубопровод то можно вычислить напряжения трубопровода по нижеприведённым формулам.

$$\sigma_x = \frac{F}{S_{ст}}$$

σ_t – окружное тангенциальное напряжение которое вычисляется как :

$$\sigma_t = \frac{R}{\delta} \cdot P$$

σ_3 – эквивалентное напряжение, которое включает в себя обе компоненты напряжений

$$\sigma_3 = \sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_t^2 - \sigma_x \cdot \sigma_t)}$$

Где:

P – давление продукта Н/мм²;

F – сила растягивающая (сжимающая) трубопровод, направленная вдоль оси трубопровода

$S_{ст}$ – площадь поперечного сечения стенки стальной трубы, мм²;

R – внутренний радиус стальной трубы, м;

δ – толщина стенки стальной трубы

На границе сварочных стыков трубопровода появляется неоднородность сплошности металла в виде наплывов металла, чаще всего толщина металла в этом сечении больше толщины стенки трубопровода. Это приводит к тому, что осевая составляющая напряжения в этом сечении отличается от осевой составляющей самой трубы. Соответственно эквивалентное напряжение в этом сечении также отличается от эквивалентного напряжения в сечении самой трубы. Это в свою очередь вызывает появление магнитных напряжённостей обусловленных анизотропным изменением естественной намагниченности трубы или обратным магнотриакционным эффектом. Таким образом, над сварным швом трубопровода наблюдаются всплески магнитных напряжённостей, величина которых пропорциональна превышению

разности сечений шва и самой трубы, давлению продукта в трубопроводе, радиусу сечения трубопровода и обратно пропорциональна толщине стенки трубопровода.

Осевое напряжение идеального трубопровода распределено равномерно по всему трубопроводу. Интегральное значение тангенциальных напряжений по периметру сечения трубопровода на идеальной трубе равно нулю. Таким образом, эквивалентное напряжение на таком трубопроводе имеет постоянное значение на всей длине. На реальном трубопроводе имеется множество концентраторов напряжения обусловленных наличием сварочных швов, дефектов и т.д. Если же на поверхности трубопровода имеется отверстие, то оно вызывает разрыв осевых и тангенциальных напряжений на этом участке и является источником дополнительно возникающих напряжений связанных с перераспределением тангенциальных и осевых напряжений на этом периметре. Суммарный вектор напряжений на этом участке значительно отличается от основного вектора напряжений неповреждённой трубы. Этот вектор включает в себя геометрическую сумму напряжений возникающих в зоне разрыва тангенциальных и осевых напряжений. В этой зоне возникает анизотропное изменение магнитных свойств металла, что в свою очередь приводит к перераспределению магнитных доменных структур на этих участках. Конечным результатом таких структурных изменений является мощный магнитный всплеск над отверстием или дефектом в трубопроводе, находящегося под давлением. Величина эквивалентной магнитной индукции B_3 пропорциональна эквивалентной напряжённости σ_3 . Таким образом, для магнитометрического метода такой магнитный всплеск является информационным сигналом о нарушении целостности трубопровода.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Патент российской федерации № 2379597

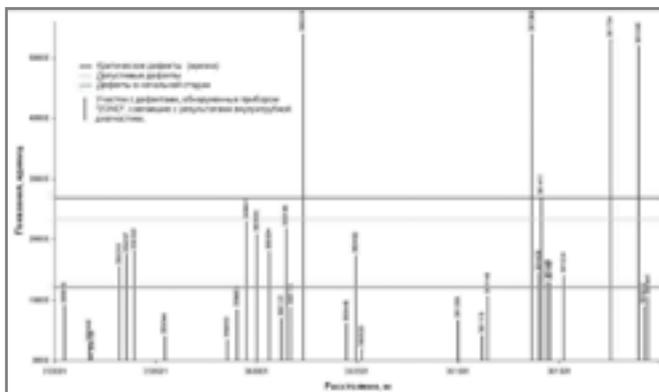


График обследования участка магистрального трубопровода прибором «ZOND» нефтепровода ОАО «Северо-Западные МН» Пермь - Калейкино (Альметьевск). Показания выходящие выше критической зоны соответствуют врезкам в трубопровод.

БИНАПРО

450104, г. Уфа, ул. Российская 25, офис 7
тел. (347) 284-00-26 , тел./факс: (347) 284-01-23
e-mail: binapro@mail.ru
www.binapro-rb.ru

Выводы:

Концентраторы напряжений трубопровода - сварочные швы, коррозионные участки, дефекты, врезки и т.д. являются одновременно концентраторами магнитных напряжённостей трубопровода и соответственно источниками магнитной индукции. Концентраторами напряжений являются также резкие границы перехода плотности грунта. Например- переход с каменистого грунта на песчаный, может вызвать большие значения изгибающих напряжений при осыпании песчаной составляющей. При проведении внешнетрубной диагностики эти проявления служат информативным источником состояния трубопровода для магнитометрического контроля.