

МАГНИТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ К НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОМУ СОСТОЯНИЮ ТРУБОПРОВОДА

Василенко О.Н., Костин В.Н., Мызнов К.Е., Скворцов Д.В.

Актуальность и цель работы

Оценка напряжённо-деформированного состояния объектов газотранспортной инфраструктуры является важной и актуальной проблемой. Используются различные методы оценки напряжённо-деформированного состояния. Наиболее перспективными являются магнитные методы. Цель работы – определить взаимосвязь характеристик петли гистерезиса с напряжённо-деформированным состоянием участков магистральных трубопроводов, выраженным в виде коэффициента нагруженности.

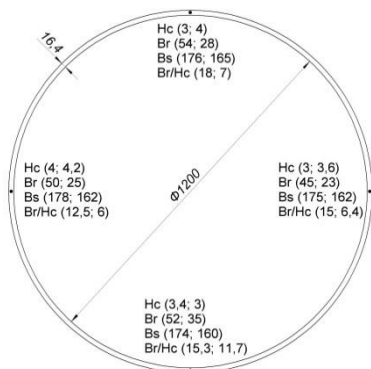
Объекты и методики измерений

Магнитный мультитестер ММТ-3 предназначен для измерения относительных значений магнитных свойств с целью оценки структуры, физико-механических свойств и напряжений ферромагнитных материалов.



С помощью данного прибора были получены петли гистерезиса на разных участках трубопровода, измеренных вдоль оси и по кольцу. По результатам измерений получены относительные значения характеристик: коэрцитивная сила H_c , остаточная магнитная индукция, B_r и магнитная индукция насыщения B_s .

Пример характеристик, полученных на участке трубопровода в поперечном сечении, расположенном на 1/2 длины участка.



Определение напряжённо-деформированное состояние труб по геодезическим измерениям

Для определения уровня напряжённого состояния сечения обследуемого участка используется коэффициент нагруженности:

$$- \text{ для растягивающих напряжений } (\sigma_f \geq 0): K^+ = \frac{\sigma_f}{R_2^*}$$

$$- \text{ для сжимающих напряжений } (\sigma_f < 0): K^- = \frac{\sigma_{\text{экв.}f}}{R_2^*}$$

где σ_f – максимальные (фибровые) продольные напряжения,

$\sigma_{\text{экв.}f}$ – эквивалентные фибровые напряжения,

R_2^* - сопротивление по условию деформативности.

$$\sigma_{\text{экв.}f} = \sqrt{\sigma_h^2 - \sigma_h \sigma_f + \sigma_f^2}$$

где σ_h – кольцевые напряжения.

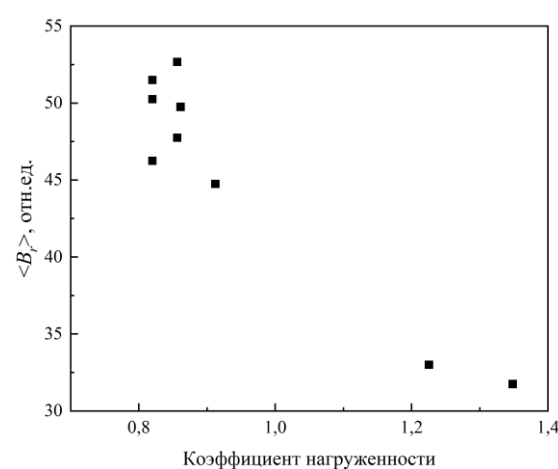
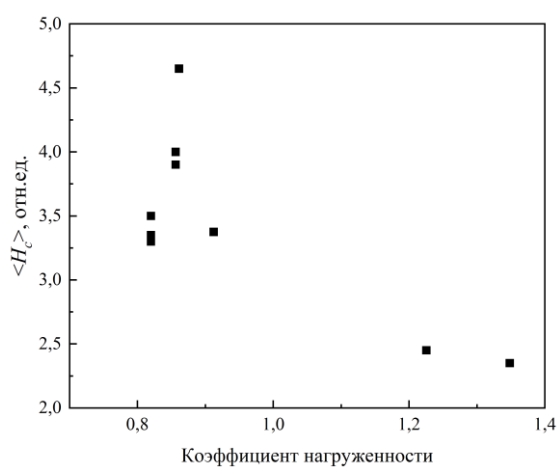
Выбирается наибольшее значение: $K = \max \{K^+; K^-\}$

Принимаемые решения в зависимости от уровня нагруженности участка трубы:

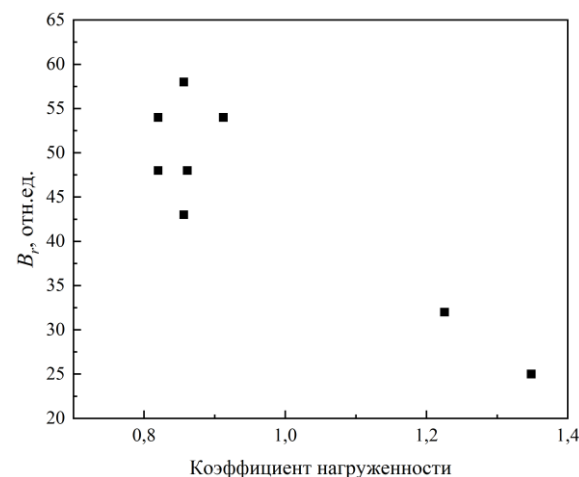
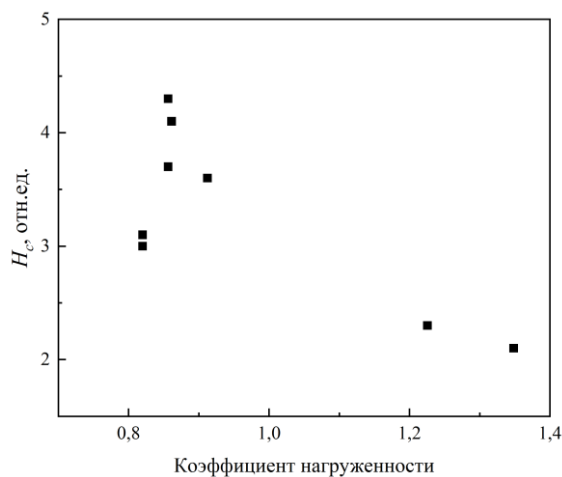
К	Решение
$K \leq 1.00$	Разрешается эксплуатация газопровода при рабочем (проектном) давлении.
$1.00 < K \leq 1.20$	Корректировка положения оси участка газопровода в соответствии с плановым ремонтом. До планового ремонта требуется периодическое техническое обследование участка.
$K > 1.20$	Вывод из эксплуатации с последующим ремонтом.

Результаты и их анализ

Ниже представлены графики зависимости усреднённых по четырём точкам («3, 6, 9 и 12 часов») в сечении трубы относительных значений коэрцитивной силы $\langle H_c \rangle$ и остаточной магнитной индукции $\langle B_r \rangle$ от коэффициента нагруженности K , измеренных в направлении вдоль оси трубы:



Проведя анализ зависимостей H_c и B_r от коэффициента нагруженности в разных точках измерения, пришли к выводу, что наибольшее отклонение по свойствам при критическом значении коэффициента нагруженности ($K > 1$) наблюдается в точках на 12 ч:



Заключение

В результате анализа полученных данных было обнаружено, что участки трубопровода, характеризующиеся повышенным значением коэффициента нагруженности, отличаются от ненагруженных участков пониженными значениями коэрцитивной силы и остаточной магнитной индукции.