

## ОЦЕНКА НЕОДНОРОДНОСТИ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ЦИЛИНДРАХ ГЛУБИННО-ШТАНГОВОГО НАСОСА

© 2024г. Виталий Васильевич Муравьев<sup>1\*</sup>, А. С. Хомутов<sup>1</sup>, К. А. Торхов<sup>1</sup>,  
Е. А. Степанова<sup>1</sup>, В. Д. Попова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», 426069 Ижевск,  
ул. Студенческая, д. 7

\* - [vmuraviev@mail.ru](mailto:vmuraviev@mail.ru)

Глубинно-штанговые насосы (ГШН) широко применяются в нефтяной промышленности для механизированной добычи нефти. В процессе производства цилиндр глубинно-штангового насоса подвергается различным циклам механико-термической обработки, которые могут привести к образованию остаточных напряжений в стенках цилиндра, что повлияет на изменение геометрии, формы и появление дефектов [1].

Цель работы: оценка неоднородности остаточных напряжений в цилиндрах ГШН по длине и по окружности трубы на основе явления акустоупругости.

Для оценки остаточных напряжений, коэффициента Пуассона и толщины цилиндров стенки ГШН использованы бесконтактный электромагнитно-акустический преобразователь и структуроскоп электромагнитно-акустический (СЭМА), а также локальный преобразователь из гибкой поливинилденфторидной пленки и дефектоскоп DIO-1000 PA [2].

Исследования проводились на образцах цилиндров с размерами внешнего и внутреннего диаметров и длиной 57,64×43,65×4450 мм, изготовленных из стали нитраллой 38CrMoAl, после четырех стадий технологического процесса изготовления: поставка, операция отпуска, процесс шлифовки и ионное азотирование. В процессе измерений преобразователь устанавливался на расстоянии 50, 210 и 370 см от торца цилиндра. В каждом сечении преобразователь перемещался по окружности цилиндра на угол  $\alpha$  от 0° до 360° с шагом в 90°. Полученные эхограммы обработаны в ПО «Принц» и ПО Mathcad.

В результате экспериментальных исследований наблюдаются отклонения остаточных напряжений, коэффициента Пуассона на всех стадиях технологического процесса (рис. 1, 2). Выявлены зависимости между отклонениями напряжений и толщиной стенки цилиндра ГШН, связанные с технологическими процессами обработки изделия (рис. 3).

Максимальные отклонения остаточных напряжений получены после операции шлифовки, минимальные отклонения – после операции отпуска. Коэффициент Пуассона равномерен по окружности после операции отпуска и неравномерен после шлифовки. Максимальное значение коэффициента наблюдается после операции шлифовки – 0,296, минимальное значение после азотирования – 0,286. Связь остаточных напряжений и толщины стенки цилиндра наблюдается на всех стадиях технологического процесса.

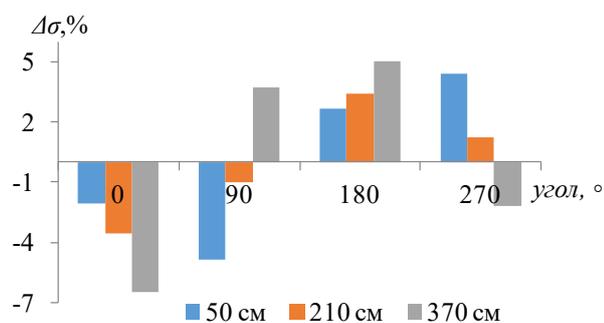


Рис. 1. Отклонения остаточных напряжений по периметру и по длине труб (поставка).

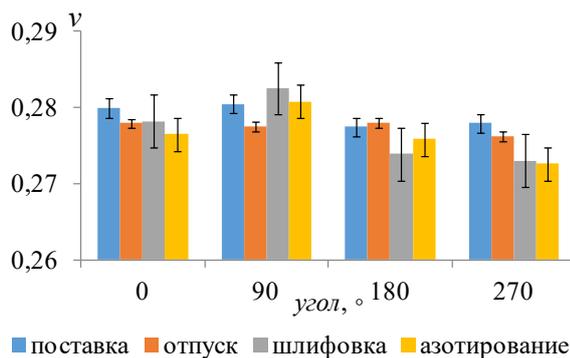


Рис. 2. Изменения коэффициента Пуассона по периметру труб.

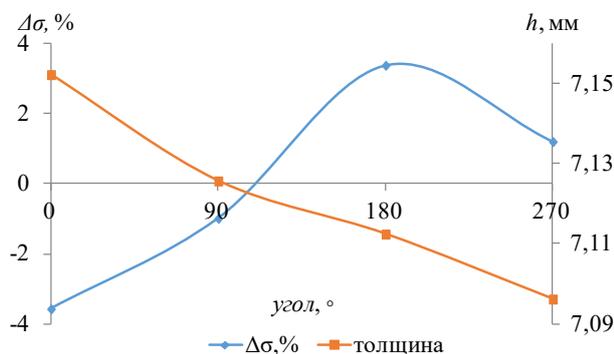


Рис. 3. Изменения напряжений и толщины стенки цилиндра по периметру (поставка).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хомутов А.С., Муравьев В.В. Выявление дефектов цилиндра глубинно-штангового насоса после ионного азотирования // Интеллектуальные системы в производстве. 2023. Т. 21, № 2. С. 16—26. DOI 10.22213/2410-9304-2023-2-16-26.
2. Булдакова И.В., Волкова Л.В., Муравьев В.В. Распределение напряжений в образцах труб магистральных газопроводов со сварным соединением // Интеллектуальные системы в производстве. 2020. Т. 18, № 1. С. 4—8. DOI 10.22213/2410-9304-2020-1-4-8.