

## ОПТИМИЗАЦИЯ НАМАГНИЧИВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДЕФЕКТΟΣКОПА БУРИЛЬНЫХ ТРУБ

© 2024 г. Леонид Вадимович Михайлов<sup>1\*</sup>, Ю. Л. Гобов<sup>1\*\*</sup>, А. В. Михайлов<sup>1\*\*\*</sup>,  
А. В. Никитин<sup>1\*\*\*\*</sup>, Я. Г. Смородинский<sup>1\*\*\*\*\*</sup>, В. Н. Костин<sup>1\*\*\*\*\*</sup>  
<sup>1</sup> – ИФМ УрО РАН, 620108 Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, д. 18  
\* - [mikhaylov\\_lv@imp.uran.ru](mailto:mikhaylov_lv@imp.uran.ru); \*\* - [go@imp.uran.ru](mailto:go@imp.uran.ru); \*\*\* - [mikhaylov@imp.uran.ru](mailto:mikhaylov@imp.uran.ru);  
\*\*\*\* - [an@imp.uran.ru](mailto:an@imp.uran.ru); \*\*\*\*\* - [jack.sm@mail.ru](mailto:jack.sm@mail.ru); \*\*\*\*\* - [kostin@imp.uran.ru](mailto:kostin@imp.uran.ru)

Магнитная дефектоскопия играет ключевую роль в неразрушающем контроле бурильных труб. Традиционно используемые в портативных дефектоскопах системы намагничивания, представляющие собой катушки, используемые рядом ведущих производителей магнитных дефектоскопов (Виматек, Россия; New Tech System, США и т.д.) [1, 2], несмотря на их широкое распространение, имеют ряд существенных недостатков. Эти недостатки заключаются в большом весе (до 30 кг), высокой потребляемой мощности (до 5 кВт), неоднородности создаваемого поля, а также в ограничении способов установки только с конца трубы. Целью данной работы являлось исследование возможных путей оптимизации систем намагничивания для уменьшения их массы, уменьшения энергопотребления и создания более однородного магнитного поля в рабочей области.

Ранее была разработана распашная (рис. 1) намагничивающая система, представляющая собой П-образный магнит и описанная в работе [3].



Рис. 1. Распашная система намагничивания.

Несмотря на то, что данная система показала многообещающие результаты с точки зрения своей эффективности намагничивания стенки трубы толщиной вплоть до 13 мм, ее вес остается достаточно большим. Наличие воздушного зазора (5 мм) между

магнитопроводом и внешней стенкой трубы приводит к падению магнитного потенциала. Последующее улучшение данной намагничивающей системы представлялось в избавлении от сопротивления магнитной цепи путем внедрения в систему ферромагнитных колес, которые служили бы для передачи магнитного потока по пути магнитопровод-стенка трубы, исключая воздушный зазор. Это позволило бы уменьшить массу намагничивающей системы. Был проведен ряд расчетов, в результате которого была разработана 3D-модель намагничивающей системы с ферромагнитными колесами, имеющей меньший вес. Однако расчеты методом конечных элементов показали незначительное уменьшение энергопотребления. Также недостаток данной системы заключается в ее низкой проходимости: колеса будут упираться в высадку на конце трубы с наружной высадкой, из-за чего останутся участки, не прошедшие контроль.

Выпускаемые в настоящее время постоянные магниты NdFeB обладают энергией большей, чем электромагниты. Поэтому намагничивающие системы, состоящие из постоянных магнитов, могут быть эффективными даже в присутствии в магнитной цепи достаточно большого воздушного зазора (15 мм). Результаты показали, что намагничивающая система с постоянными магнитами будет иметь вес вдвое меньший, чем система с электромагнитом, создающая аналогичное поле. Также такая система позволит контролировать всю длину тела трубы. Постоянные магниты не требуют расхода электроэнергии. Без серьезных трудозатрат возможно сконструировать распашную систему намагничивания для удобства установки ее на трубу.

Таким образом, оптимизацией намагничивающей системы путем замены катушки на современные постоянные магниты NdFeB возможно снизить массу дефектоскопа, свести к минимуму его энергопотребление, получить более однородное магнитное поле в рабочей области, а также сохранить проходимость прибора на уровне систем, использующих катушки намагничивания.

Работа выполнена в рамках государственного задания МИНОБРНАУКИ России (тема «Диагностика», Г.р. № 122021000030-1).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Портативная установка контроля бурильных труб магнитными методами неразрушающего контроля МАГПОРТАБУР. URL: <https://www.vimatec.ru/index.php/ru/produktsiya/rasseyanie-magnitnogo-potoka/oborudovanie-metoda-magnitnogo-rasseyaniya/218-portativnaya-ustanovka-kontrolya-burilnykh-trub-magnitnymi-metodami-nerazrushayushchego-kontrolya-magportabur-2>.
2. Drill Pipe Inspection System. URL: [http://www.newtechsystems.com/vedaq\\_2000.htm](http://www.newtechsystems.com/vedaq_2000.htm).
3. *Mikhailov A.V., Gobov Yu.L., Nikitin A.V., Popov S.E., Mikhailov L.V., Antokolsky L.I.* Simulation of a closed-loop magnetizing system for a portable drill pipe magnetic flaw detector // AIP Conf. Proc. 2022. V. 2466 (1). P. 040009.