Добыча полезных ископаемых

DOI: 10.35634/UdSU.2026.80.63.017

УДК 622.276.53

А.И. Исламов, С.Ю. Борхович, Н.Г. Истомина, Р.Г. Латыпов

СПОСОБ ЛОКАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОДЛЕНИЯ РЕСУРСА ПОГРУЖНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Аннотация. Проблема повышения межремонтного интервала погружных электронасосов, эксплуатируемых в агрессивных пластовых средах, сохраняет высокую актуальность для нефтедобывающей отрасли. Существующие методы ремонта, как правило, требуют полной разборки оборудования либо не обеспечивают необходимой долговечности защитных покрытий. В статье предложен способ локального восстановления коррозионных повреждений наружной поверхности корпуса погружного электродвигателя (ПЭД) при текущем ремонте с использованием электродуговой металлизации. Определены оптимальные технологические режимы, позволяющие сформировать покрытие с высокими адгезионными и защитными свойствами. Показано, что предварительная абразивная активация поверхности и послойное нанесение металлизационного слоя из коррозионностойких сплавов обеспечивают восстановление геометрии корпуса без демонтажа статора благодаря минимальному тепловому воздействию. Приведены примеры практической реализации способа, подтверждающие его эффективность для продления срока службы оборудования. Ожидаемый экономический эффект от внедрения технологии составляет сокращение затрат на ремонт в 3–5 раз по сравнению с полной заменой корпуса.
Ключевые слова: погружной электродвигатель, коррозия, электродуговая металлизация, восстановительный ремонт, защитные покрытия, нержавеющая сталь, алюмоцинковый сплав.

Для цитирования: Способ локальной электродуговой металлизации для продления ресурса погружного электродвигателя / А.И. Исламов, С.Ю. Борхович, Н.Г. Истомина, Р.Г. Латыпов // Управление техносферой: электрон. журнал, 2026. Т.9. Вып.2. С. 541–553. DOI: 10.35634/UdSU.2026.80.63.017

Введение

В нефтедобывающей промышленности России накоплен значительный фонд скважин, оборудованных электроцентробежными насосами (ЭЦН) с погружными электродвигателями (ПЭД). По оценкам, доля скважин, работающих в условиях повышенной коррозионной агрессивности пластовых

флюидов (высокая минерализация, содержание CO_2, H_2S, растворённого кислорода), достигает 60–80% на месторождениях с поздней стадией разработки. Коррозионные поражения наружной поверхности корпуса ПЭД приводят к утоньшению стенки, образованию локальных раковин и, в перспективе, к разгерметизации двигателя с последующим отказом всей установки. Так, на месторождениях Удмуртской Республики за период 2021–2025 гг. зафиксировано 38 отказов погружных электродвигателей (аналитика представлена на рис. 1), непосредственной причиной которых явилась коррозия наружной поверхности корпуса, что подтверждает остроту рассматриваемой проблемы.

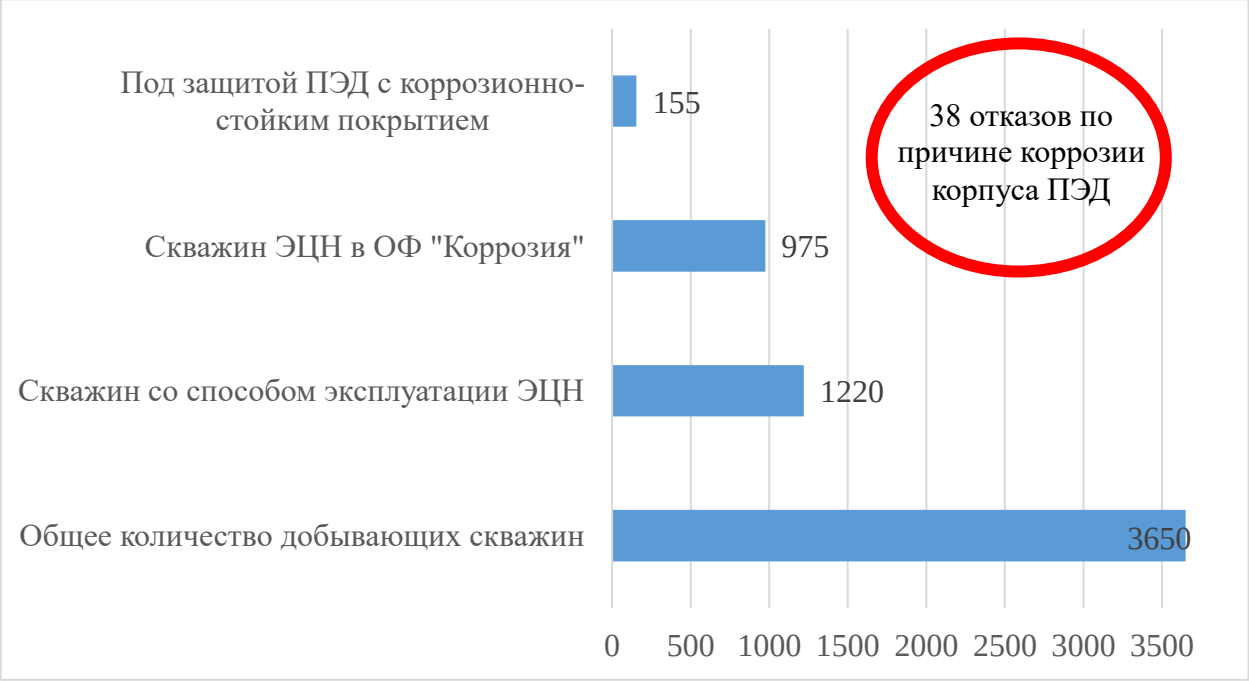


Рис. Статистика по месторождениям Удмуртии

Анализ существующих методов защиты и ремонта

Существующие методы решения данной проблемы (полная замена корпуса, установка наружного кожуха из нержавеющей стали по всей длине, газотермическое напыление на заводе-изготовителе) отличаются высокой стоимостью, сложностью исполнения и необходимостью полной разборки

агрегата с выпрессовкой статора. Это приводит к длительным простоям скважин и росту затрат на капитальный ремонт. Особую остроту проблема приобретает при текущих ремонтах, когда требуется оперативно восстановить локальное повреждение без длительного вывода оборудования из эксплуатации.

В качестве аналогов можно выделить три основных технических решения [1–3].

Прототип (RU2734201C1) предусматривает установку на весь корпус ПЭД наружного цилиндрического кожуха из нержавеющей стали с приваркой по торцам. Недостатком является отсутствие локальности воздействия: кожух закрывает всю поверхность, требует точного изготовления и выполнения сварочных работ, что увеличивает трудоёмкость и риск повреждения внутренних элементов двигателя.

Способ по патенту US7487840B2 использует двухпроволочную электродуговую наплавку для нанесения износостойкого слоя на бурильные трубы. Однако он рассчитан на профилактическое покрытие всей детали при капитальном ремонте, не предназначен для локального заполнения коррозионных раковин и не учитывает ограничения по нагреву, критичные для ПЭД.

Способ по RU2485213C1 предусматривает сверхзвуковую электродуговую металлизацию при токе дуги 330 А и давлении воздуха 0,8–0,85 МПа, что создаёт значительно более высокую тепловую нагрузку на восстанавливаемую деталь по сравнению с заявляемым решением. Даже при соблюдении температурного предела 100–120 °С для поверхности такой режим может вызвать локальный перегрев стенки корпуса ПЭД и, как следствие, повреждение изоляции обмоток статора, что недопустимо при текущем ремонте без разборки двигателя.

Таблица 1

Анализ известных способов восстановления работоспособности ПЭД

№	Способ	Главный недостаток
1	Полная замена корпуса	Высокая стоимость, длительный простой, разборка со статором
2	Установка кожуха (RU2734201C1)	Не локальный, требует сварки по всей длине
3	Газотермическое напыление на заводе	Только при капремонте, не для текущего ремонта [4]
4	Способ нанесения покрытий US7487840B2	Рассчитан на сплошное покрытие всей детали, а не на локальную «заделку» раковины
5	Способ нанесения покрытий RU2485213C1 (сверхзвуковой, 330 А)	Высокая тепловая нагрузка → риск повреждения изоляции статора

Таким образом, существует объективная потребность в локальном, малозатратном и щадящем по тепловложению способе восстановления коррозионных повреждений корпуса ПЭД при текущем ремонте.

Цель и задачи исследования

Целью работы является разработка оперативного способа локального восстановления коррозионно-повреждённых участков корпуса погружного электродвигателя без его разборки при минимальном тепловом воздействии на статор и изоляцию (температура поверхности не выше 80–120 °C), обеспечивающего:

- заполнение коррозионной раковины металлическим покрытием, монолитным с основным металлом;
- восстановление исходной геометрии и прочности корпуса;

- возможность применения переносного оборудования непосредственно на ремонтной базе.

Описание предлагаемого способа

Предлагаемый способ включает следующие этапы:

1. **Выявление дефекта** — визуальным или измерительным контролем локализуют очаг коррозии на наружной поверхности корпуса ПЭД.
2. **Механическая очистка** — удаляют продукты коррозии до обнажения основного металла (металлической щёткой, пескоструйным аппаратом).
3. **Абразивная обработка** — для повышения адгезии создают шероховатость высотой не менее 50 мкм (дробеструйная обработка).
4. **Маскировка** — прилегающие неповреждённые зоны закрывают термостойкой лентой или защитным экраном.
5. **Электродуговая металлизация** — на подготовленный участок послойно наносят покрытие. Параметры процесса:
   - сила тока дуги: 200–250 А;
   - температура корпуса в процессе: 80–120 °С (контролируется пирометром, регулируется воздушным охлаждением и технологическими паузами);
   - давление сжатого воздуха для распыления: 0,4–0,6 МПа;
   - диаметр проволоки: 1,5–2,4 мм (меньший диаметр нестабилен, больший даёт неравномерное осаждение); [6]
   - материал проволоки: нержавеющая сталь с содержанием хрома 12–18% (например, 12Х18Н10Т) или алюминиево-цинковые сплавы (для протекторной защиты);
   - толщина одного слоя: 0,5–1,0 мм.
6. **Послойное нанесение** — повторяют до заполнения раковины и выхода на плоскость корпуса.

7. **Финишная обработка** — после остывания покрытие при необходимости шлифуют для удаления наплывов и покрывают грунтовкой (эпоксидной) для герметизации пор.

Примеры реализации

Пример 1 (нержавеющая сталь).

На корпусе ПЭД диаметром 117 мм обнаружена коррозионная раковина глубиной 4 мм. Участок зачищен до металла и обработан пескоструйным аппаратом до шероховатости Rz 50–80 мкм. Использованы две проволоки из стали 12Х18Н10Т диаметром 1,8 мм. Параметры металлизации: ток 220 А, давление воздуха 0,5 МПа, температура корпуса поддерживалась на уровне 95–105 °С. Нанесено четыре слоя по 1 мм (суммарно 4 мм). После лёгкой шлифовки адгезионная прочность по методу отрыва составила более 20 МПа. В испытаниях в CO_2-среде восстановленный участок не корродировал, тогда как неметаллизированные зоны давали очаги коррозии.

Пример 2 (алюмоцинковый сплав).

На корпусе протектора гидрозащиты ПЭД выявлен очаг коррозии площадью 60×40 мм и глубиной 3 мм. После очистки и абразивоструйной обработки до шероховатости Rz 100–120 мкм проведена металлизация проволокой из алюмоцинкового сплава (диаметр анодной проволоки 2,2 мм, катодной — 1,6 мм). Режимы: ток 245 А, давление 0,42 МПа, температура корпуса не превышала 100 °С. Нанесено четыре слоя по 0,8 мм, после чего выполнена герметизация пор эпоксидной грунтовкой. Восстановленный участок успешно эксплуатировался в скважине с высокой минерализацией воды в течение 14 месяцев без признаков повторной коррозии.

Рекомендации по применению

Предлагаемый способ рекомендуется применять при текущем ремонте погружных электроцентробежных насосов в следующих ситуациях:

- локальные коррозионные раковины на наружной поверхности корпуса ПЭД глубиной до 2–3 мм (не более 30% от номинальной толщины стенки);
- единичные или немногочисленные очаги коррозии, не требующие замены всего корпуса.

Результаты и их практическая значимость

Для предприятий с большим фондом скважин, эксплуатируемых с применением ЭЦН, достигаются следующие результаты:

1. **Экономическая эффективность.** Затраты на локальный ремонт в 3–5 раз ниже, чем на замену корпуса или установку защитного кожуха; отсутствует необходимость дорогостоящей разборки двигателя с выпрессовкой статора.

2. **Сокращение сроков ремонта.** Полный цикл восстановления занимает 2–4 часа против 1–2 суток при капитальном ремонте с заменой узлов [5].

3. **Повышение надёжности.** Металлическое покрытие обладает высокой адгезией и коррозионной стойкостью, не отслаивается в отличие от полимерных составов; возможен выбор протекторных материалов (алюминий, цинк) для защиты от электрохимической коррозии. [7]

4. **Безопасность для двигателя.** Низкая температура процесса (до 120 °C на поверхности) исключает деградацию изоляции обмоток статора, что подтверждено термоконтролем в приведённых примерах.

5. **Универсальность.** Способ применим для ПЭД различных типоразмеров, а также для других узлов погружного оборудования (гидрозащита, газосепараторы), имеющих аналогичные коррозионные повреждения.

6. **Новизна** предлагаемого способа заключается в возможности восстановления локальных коррозионных повреждений наружной поверхности

корпуса погружного электродвигателя при глубине коррозионной раковины до 2,5-3,0 мм включительно. Согласно действующим нормативным требованиям к текущему ремонту, при выявлении коррозионных дефектов указанной глубины ПЭД подлежит отбраковке с последующим направлением в капитальный ремонт, что сопряжено с полной разборкой оборудования, заменой корпуса или его длительной заводской обработкой. Предлагаемый способ, напротив, позволяет устранить такое повреждение локально, без демонтажа статора и без вывода двигателя из эксплуатации на капитальный ремонт. Тем самым достигается продление межремонтного ресурса оборудования при сохранении требований к механической прочности и герметичности корпуса.

Заключение

Разработанный способ локального восстановления коррозионных повреждений наружной поверхности корпуса погружного электродвигателя при текущем ремонте сочетает высокую производительность электродуговой металлизации, минимальное тепловое воздействие на внутренние элементы и локальность ремонта. Применение способа позволяет нефтедобывающим компаниям существенно сократить затраты на обслуживание ЭЦН, увеличить межремонтный период скважин и снизить риск отказов, связанных с коррозией. Способ рекомендуется к внедрению в ремонтных подразделениях, обслуживающих фонд скважин с агрессивными пластовыми средами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Способ защиты от коррозии погружного насосного агрегата: патент 2734201 Рос. Федерация, МПК E21B 41/02. / Баранов Н.А., Юдин П.Е., Максимук А.В. и др.; заявл. 06.08.2019; опубл. 13.10.2020, Бюл. № 29. 12 с.

2. Wear resistant, corrosion resistant coating for downhole tools: патент US 7487840 B2, USA, МПК E21B 17/00. / Gammage J.H., Daemen R.A., Scott J.L. publ. 10.02.2009.
3. Способ восстановления и упрочнения деталей: патент RU 2485213 Рос. Федерация. № 2012116673/02, 24.04.2012. / Титов Н.В., Коломейченко А.В., Логачев В.Н., Виноградов В.В.. заявл. 24.04.2012; опубл. 20.06.2013, Бюл. № 17. 5 с.
4. Князева Ж.В., Андриянов Д.И., Юдин П.Е., Васин Р.А. Исследование механизма углекислотной коррозии газотермических металлизационных покрытий, применяемых для защиты ПЭД // Нефтегазовое дело. 2023. Т. 21, № 5. С. 168 – 181.
5. Кожин А.Г., Соловьев И.Г. Анализ факторов, влияющих на износ погружного электрооборудования // Вестник кибернетики. 2006. С. 3–9.
6. Воронежский государственный технический университет, Расчет параметров режима электродуговой сварки (наплавки) // Методические указания. 2021. С. 3–9.
7. Металлообрабатывающая компания ВТ-МЕТАЛЛ, Покрытие металла: виды, техники, материалы // Металлообработка. 09.01.2024.
8. Князева Ж.В., Андриянов Д.И., Юдин П.Е., Васин Р.А. Исследование механизма углекислотной коррозии газотермических металлизационных покрытий, применяемых для защиты ПЭД // Нефтегазовое дело. 2023. Т. 21, № 5. С. 168–181.
9. Князева Ж.В., Юдин П.Е., Петров С.С., Максимук А.В. Исследование барьерных свойств металлизационных покрытий // Нефтегазовое дело. 2021. Т. 19, № 1. С. 121–130.
10. Князева Ж.В., Юдин П.Е., Максимук А.В., Петров С.С. Применение металлизационных покрытий для защиты погружных электродвигателей насосного оборудования от воздействия осложняющих факторов в нефтяных скважинах // Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2020. № 2. С. 44–51.
11. Юдин П.Е., Князева Ж.В., Даминов А.А. и др. Классификация причин разрушения металлизационного покрытия погружных электродвигателей при эксплуатации // Вестник Брянского государственного технического университета. 2019. № 9. С. 25–32.
12. Князева Ж.В. Исследования причин разрушения и разработка комплексной методики оценки свойств защитных металлизационных покрытий корпусов погружных электродвигателей, эксплуатирующихся в нефтяных скважинах: 2.6.17. Материаловедение: автореферат дис. … канд. техн. наук. Самара: СамГТУ, 2021. 23 с.
13. Коломейченко А.В., Кравченко И.Н., Логачёв В.Н., Измалков А.А. Анализ факторов, влияющих на адгезионную прочность электрометаллизационных покрытий // Агроинженерия. 2019. № 4. С. 30–35.

14. Басалай И.А. Атмосферостойкость углеродистых сталей с комплексными алюмоцинковыми покрытиями // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: сб. науч. тр. Минск: БНТУ, 2018. С. 120–125.
15. Козорез А.С., Ивашко В.С. Технология восстановления номинальных размеров бочки ротора погружного электродвигателя методом электродуговой металлизации // Ремонт, восстановление, модернизация. 2017. № 2. С. 28–31.

Поступила в редакцию: 29.04.26

Сведения об авторах

Исламов А.И.
студент 5 курса специалитета, Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, Россия. E-mail: 211103ainur@mail.ru

Борхович Сергей Юрьевич
к.т.н., доцент кафедры РЭНГМ, Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, Россия. E-mail: syborhovich@yandex.ru

Истомина Наталья Григорьевна
доцент кафедры РЭНГМ, Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, Россия. E-mail: nf-ing@udsu.ru

Латыпов Ринат Гаязович
доцент кафедры РЭНГМ, Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, Россия. E-mail: rinat.latyipov@yandex.ru

A.I. Islamov, S.Yu. Borkhovich, N.G. Istomina, R.G. Latypov

LOCAL ELECTRIC ARC METALLIZATION METHOD FOR EXTENDING THE SERVICE LIFE OF SUBMERSIBLE ELECTRIC MOTORS

Annotation. The issue of increasing the time between overhauls of submersible electric pumps operating in aggressive reservoir environments remains highly relevant for the oil production industry. Existing repair methods typically require complete disassembly of the equipment or do not provide the necessary durability of protective coatings. The article proposes a method for local restoration of corrosion damage to the outer surface of a submersible electric motor (SEM) housing during routine repair using electric arc metallization. Optimal technological parameters are determined to form a coating with high adhesive and protective properties. It is shown that preliminary abrasive surface activation and layer-by-layer application of a metallization layer made of corrosion-resistant alloys ensure restoration of the housing geometry without stator disassembly due to minimal thermal impact. Examples of practical implementation of the method are provided, confirming its effectiveness for extending equipment service life. The expected economic effect from implementing the technology is a 3–5 times reduction in repair costs compared to complete housing replacement.
Keywords: submersible electric motor, corrosion, electric arc metallization, renovation, protective coatings, stainless steel, aluminum-zinc alloy.

For citation: Islamov A.I., Borkhovich S.Yu., Istomina N.G., Latypov R.G. [Local electric arc metallization method for extending the service life of submersible electric motors] *Upravlenie tekhnosferoi,* 2026, vol. 9, issue 2, pp. 541–553. DOI: 10.35634/UdSU.2026.80.63.017. (In Russ.).

REFERENCES

1. Baranov N.A., Yudin P.E., Maksimuk A.V. [i dr.]. *Sposob zashchity ot korrozii pogruzhnogo nasosnogo agregata: patent 2734201 Ros. Federatsiya* [Method of corrosion protection of the submersible pumping unit: patent 2734201 Russian Federation], MPK E21B 41/02; appl. 08/06/2019; publ. 12.13.2020, Byul, no. 29, 12 p. (In Russ.).
2. Gammage J.H., Daemen R.A., Scott J.L. Wear resistant, corrosion resistant coating for downhole tools: patent US 7487840 B2, USA, MPK E21B 17/00, publ. 10.02.2009.
3. Titov N.V., Kolomeichenko A.V., Logachev V.N., Vinogradov V.V. *Sposob vosstanovleniya i uprochneniya detalei: patent RU 2485213 Ros. Federatsiya* [Method of restoration and hardening of parts: patent RU 2485213 Russian Federation]. № 2012116673/02, 24.04.2012, appl. 24.04.2012; publ. 20.06.2013, Byul. no. 17, 5 p. (In Russ.).
4. Knyazeva Zh.V., Andriyanov D.I., Yudin P.E., Vasin R.A. Issledovanie mekhanizma uglekislotnoi korrozii gazotermicheskikh metallizatsionnykh pokrytii, primenyaemykh dlya zashchity PEHD [Investigation of the mechanism of carbon dioxide corrosion of gas-thermal

metallization coatings used to protect pads]. *Neftegazovoe delo* [*Oil and gas business*]. 2023, vol. 21, no. 5, pp. 168 – 181. (In Russ.).

5. Kozhin A.G., Solov'ev I.G. Analiz faktorov, vliyayushchikh na iznos pogruzhnogo ehlektrooborudovaniya [Analysis of factors affecting the wear of submersible electrical equipment]. *Vestnik kibernetiki* [*Bulletin of Cybernetics*]. 2006, pp. 3–9. (In Russ.).
6. Voronezhskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, Raschet parametrov rezhima ehlektrodugovoi svarki (naplavki) [Voronezh State Technical University, Calculation of parameters of the mode of electric arc welding (surfacing)]. *Metodicheskie ukazaniya* [*Methodological guidelines*]. 2021, pp. 3–9. (In Russ.).
7. Metalloobrabatyvayushchaya kompaniya VT-METALL, Pokrytie metalla: vidy, tekhniki, materialy [Metalworking company VT-METAL, Metal coating: types, techniques, materials]. *Metalloobrabotka* [*Metalworking*]. 09.01.2024. (In Russ.).
8. Knyazeva Zh.V., Andriyanov D.I., Yudin P.E., Vasin R.A. Issledovanie mekhanizma uglekislotnoi korrozii gazotermicheskikh metallizatsionnykh pokrytii, primenyaemykh dlya zashchity PEHD [Investigation of the mechanism of carbon dioxide corrosion of gas-thermal metallization coatings used to protect pads]. *Neftegazovoe delo* [*Oil and gas business*]. 2023, vol. 21, no. 5. pp. 168–181. (In Russ.).
9. Knyazeva Zh.V., Yudin P.E., Petrov S.S., Maksimuk A.V. Issledovanie bar'ernykh svoistv metallizatsionnykh pokrytii [Investigation of barrier properties of metallization coatings]. *Neftegazovoe delo* [*Oil and gas business*]. 2021, vol. 19, no. 1, pp. 121 – 130. (In Russ.).
10. Knyazeva Zh.V., Yudin P.E., Maksimuk A.V., Petrov S.S. Primenenie metallizatsionnykh pokrytii dlya zashchity pogruzhnykh ehlektrodvigatelei nasosnogo oborudovaniya ot vozdeistviya oslozhnyayushchikh faktorov v neftyanykh skvazhinakh [The use of metallization coatings to protect submersible electric motors of pumping equipment from the effects of complicating factors in oil wells]. *Izvestiya vuzov. Poroshkovaya metallurgiya i funktsional'nye pokrytiya* [*Izvestiya vuzov. Powder metallurgy and functional coatings*]. 2020, no. 2, pp. 44 – 51. (In Russ.).
11. Yudin P.E., Knyazeva Zh.V., Daminov A.A. i dr. Klassifikatsiya prichin razrusheniya metallizatsionnogo pokrytiya pogruzhnykh ehlektrodvigatelei pri ehkspluatatsii [Classification of the causes of the destruction of the metallization coating of submersible electric motors during operation]. *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [*Bulletin of the Bryansk State Technical University*]. 2019, no. 9, pp. 25 – 32. (In Russ.).

12. Knyazeva Zh.V. *Issledovaniya prichin razrusheniya i razrabotka kompleksnoi metodiki otsenki svoistv zashchitnykh metallizatsionnykh pokrytii korpusov pogruzhnykh ehlektrodvigatelei, ehkspluatiruyushchikhsya v neftyanykh skvazhinakh* [Research of the causes of destruction and the development of a comprehensive methodology for assessing the properties of protective metallization coatings for submersible electric motors used in oil wells]: 2.6.17. Materialovedenie: avtoreferat dis. … kand. tekhn. nauk. Samara: SamGTU, 23 p. (In Russ.).
13. Kolomeichenko A.V., Kravchenko I.N., Logachev V.N., Izmalkov A.A. Analiz faktorov, vliyayushchikh na adgezionnuyu prochnost' ehlektrometallizatsionnykh pokrytii [Analysis of factors affecting the adhesive strength of electrometallization coatings]. *Agroinzheneriya* [*Agroengineering*]. 2019, no. 4, pp. 30 – 35. (In Russ.).
14. Basalai I.A. Atmosferostoikost' uglerodistykh stalei s kompleksnymi alyumotsinkovymi pokrytiyami [Weather resistance of carbon steels with complex aluminum zinc coatings]. *Tekhnologicheskoe oborudovanie dlya gornoi i neftegazovoi promyshlennosti: sb. nauch. tr.* [*Technological equipment for mining and oil and gas industry: collection of scientific papers*] Minsk: BNTU, 2018, pp. 120–125. (In Russ.).
15. Kozorez A.S., Ivashko V.S. Tekhnologiya vosstanovleniya nominal'nykh razmerov bochki rotora pogruzhnogo ehlektrodvigatelya metodom ehlektrodugovoi metallizatsii [Technology of restoring the nominal dimensions of the rotor barrel of a submersible electric motor by the method of electric arc metallization]. *Remont, vosstanovlenie, modernizatsiya* [*Repair, restoration, modernization*]. 2017, no. 2, pp. 28 – 31. (In Russ.).

Received: 29.04.26

About the Authors

Islamov A.I.
5th year student of the specialty, M.S. Gutseriev Institute of Oil and Gas, Udmurt State University, 426034, Izhevsk, Universitetskaya str., 1, Russia. E-mail: 211103ainur@mail.ru

Borkhovich Sergey Yuryevich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Russian Chemical Engineering, M.S. Gutseriev Institute of Oil and Gas, Udmurt State University, Universitetskaya str., 1, Izhevsk, 426034, Russia. E-mail: syborhovich@yandex.ru

Istomina Natalia Grigorievna
Associate Professor of the Department of Russian Chemical Engineering, M.S. Gutseriev Institute of Oil and Gas, Udmurt State University, Universitetskaya str., 1, Izhevsk, 426034, Russia.
E-mail: nf-ing@udsu.ru

Latypov Rinat Gayazovich
Associate Professor of the Department of Russian Chemical Engineering, M.S. Gutseriev Institute of Oil and Gas, Udmurt State University, Universitetskaya str., 1, Izhevsk, 426034, Russia.
E-mail: rinat.latyipov@yandex.ru