Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U003119

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-09-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бакун Богдан Миколайович
2. Bohdan M. Bakun

Кваліфікація: 133

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2127-9368

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 133

Назва наукової спеціальності: Галузеве машинобудування

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 13 Механічна інженерія

Дата захисту: 14-09-2024

Спеціальність за освітою: Обладнання нафтових і газових промислів

Місце роботи здобувача: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 20.052.039ID6768

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 5, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55, 55.39, 55.09, 55.01., 55.03.

Тема дисертації:

1. Підвищення ресурсу гібридних насосних штанг
2. Increasing the resource of hybrid sucker rods

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена обґрунтуванню можливості та пошуку шляхів підвищення ресурсу гібридних насосних штанг (НШ) шляхом вивчення закономірностей зміни їх властивостей за близьких до натурних втомних випробувань зразків, їх порівняння з відповідними властивостями традиційно вживаних сталевих насосних штанг, оцінювання опору динамічним навантаженням, розкриття механізмів руйнування та структурних особливостей склопластикової оболонки та вуглепластикового осердя штанг, розроблення технічно нових конструкційних рішень щодо з'єднання тіла штанги зі сталевою головкою та розрахунку напружено-деформованого стану у критичних перерізах розробленого з'єднання за впливу розтягу та згину як основа для обґрунтування роботоздатності розробленого з'єднання для свердловинного обладнання з суттєвими відхиленнями свердловини від нормальної орієнтації. Оскільки витрати на забезпечення безперебійної експлуатації нафтових свердловин становлять значну частину від собівартості основної продукції паливно-енергетичного комплексу України, то зменшення кількості обривів в колонах насосних штанг, підвищення довговічності кожного з її елементів та, як наслідок, зниження споживання енергії штангових свердловинних насосних установок залишається актуальною задачею сучасного нафтовидобувного виробничого процесу важливою і з наукової, і з конструкторсько-інженерної, і з практичної точок зору. Серед основних причин негативного впливу на роботоздатність насосних установок називають корозійно-активне середовище та високі і різнонаправлені експлуатаційні навантаження в елементах штангової колони. Для підвищення ефективності роботи ШСНУ сьогодні все частіше використовують колони НШ, значну частину штанг якої виготовляють із полімерних композитних матеріалів (ПКМ). Порівняно із сталлю полімерних матеріалів мають ряд переваг. Зокрема в роботі експериментально обґрунтовано високий потенціал цих матеріалів за різного типу навантажень, показано особливості структури оболонки гібридних штанг, армованої скляними волокнами, та їх вуглепластикого осердя, розкрито механізми їх пошкодження за втомних та ударних навантажень, показано ключову роль скло волоконної оболонки у забезпеченні втомної міцності таких штанг та вуглепластикового осердя в забезпеченні їх високого опору крихкому руйнуванню. Проте для широкого використання склопластикових чи вуглепластикових НШ у ШСНУ їх потрібно надійно з'єднувати із сталевими головками. Адже наявність різьби на цих головках дає можливість послідовно з'єднувати між собою велику кількість НШ. Існує багато конструктивних рішень такого з'єднання. Проте з урахуванням складного напружено-деформованого стану у таких з'єднаннях під час експлуатації колон (крутні моменти та високі напруження розтягу, згину та удару, яких неможливо уникнути у глибоких свердловинах) досі залишається важливим і остаточно не вирішеним завдання, спрямоване на забезпечення рівнозначної міцності самої сталевої головки і її з'єднання з склопластиковим чи вуглепластиковим стрижнем. Розроблено новий варіант з'єднання тіла гібридної штанги зі сталевою головкою. Під час її конструювання мінімізували вплив клеєвого прошарку у забезпеченні міцності з'єднання обох елементів, збільшили площу поверхні клеєного з'єднання, розпустивши кінець гібридної штанги на сектори, між які просочувався клей, використали можливості сил тертя вздовж конусної поверхні порожнини, в якій фіксували кінець гібридної штанги, усунули концентрацію напружень на переході між тілом штанги та крайкою отвору в сталевій головці, в яких входила штанга. Створена 3D модель такого з'єднання в середовищі SolidWorks показала його технологічну дієздатність та можливість використання сталевих головок, прийнятих в експлуатації насосних колон, а застосування скінченно-елементного аналізу дало змогу розрахувати напруження і деформації у критичних перерізах розробленого з'єднання і показати їх спроможність чинити опір експлуатаційним навантаженням за розтягу та згину. Застосування розробленого з'єднання сталевої головки з тілом гібридної штанги значно підвищило міцність і надійність їх кріплення між собою, а також спростило технологію виготовлення і зборки гібридних насосних штанг. Завдяки технічній простоті його реалізація не вимагає великих фінансових вкладень та кардинального переобладнання наявного устаткування підіймальних установок.

2. The dissertation is devoted to substantiating the possibility and finding ways to increase the service life of hybrid sucker rods (SR) by studying the patterns of changes in their properties during fatigue tests of samples

close to real life, comparing them with the corresponding properties of traditionally used steel sucker rods, evaluating the resistance to dynamic load, revealing the mechanisms of destruction and structural features of the fiberglass shell and the carbon-plastic core of the rods, the development of technically new structural solutions for the connection of the rod body with the steelhead and the calculation of the stress-strain state in the critical sections of the developed connection under the influence of tension and bending as a basis for substantiating the workability of the developed connection for hole equipment with significant deviations of the well from the normal orientation. Since the costs of ensuring the uninterrupted operation of oil wells constitute a significant part of the cost of the main products of the fuel and energy complex of Ukraine, reducing the number of breaks in the sucker rod columns, increasing the durability of each of its elements and, as a result, reducing the energy consumption of rod well pump installations remains relevant the task of the modern oil production process is important both from the scientific, from the design and engineering, and from the practical points of view. Among the main reasons for the negative impact on sucker rods performance are the corrosive-active environment and high and multidirectional operating loads in the elements of the rod column. In order to increase the efficiency of the work of RWPU, today more and more often use columns of SR, a significant part of the rods of which are made of polymer composite materials (PCM). Compared to steel, such polymer materials have a number of advantages. In particular, the work experimentally substantiates the high potential of these materials under various types of loads, shows the features of the structure of the shell of hybrid rods reinforced with glass fibers and their carbon fiber core, reveals the mechanisms of their damage under fatigue and shock loads, shows the key role of the glass fiber shell in ensuring fatigue strength such rods and carbon-plastic core in ensuring their high resistance to brittle failure. However, for the wide use of fiberglass or carbon-plastic SR in RWPU, they need to be reliably connected to steel heads. After all, the presence of a thread on these heads makes it possible to sequentially connect a large number of SR. There are many constructive solutions for such a connection. However, taking into account the complex stress-strain state in such connections during the operation of the columns (torques and high tensile, bending, and impact stresses, which cannot be avoided in deep wells), there is still an important and not finally solved task aimed at ensuring equivalent strength of the steelhead itself and its connection with a fiberglass or carbon fiber rod. A new version of the connection of the body of the hybrid rod with the steelhead was developed. During its construction, the influence of the adhesive layer in ensuring the strength of the connection of both elements was minimized, the surface area of the glued connection was increased by spreading the end of the hybrid rod on the sectors between which the glue seeped, and the possibilities of frictional forces were used along the conical surface of the cavity in which the end was fixed hybrid rod, eliminated the stress concentration at the transition between the body of the rod and the edge of the hole in the steel head, in which the rod entered. The created 3D model of such connection in the SolidWorks environment showed its technological efficiency and the possibility of using steel heads adopted in the operation of SR columns, and the use of finite element analysis made it possible to calculate stresses and deformations in the critical sections of the developed connection and show their ability to resistance to operational loads in tension and bending. The use of the developed connection of the steel head with the body of the hybrid rod significantly increased the strength and reliability of their attachment to each other, as well as simplified the technology of manufacturing and assembly of hybrid sucker rods. Due to its technical simplicity, its implementation does not require large financial investments and a radical conversion of the existing equipment for lifting installations.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Regularities of growth of fatigue cracks in hybrid pumping rods. Kopei B. V., Krechkovska H. V., Nisonskyi V. P., Bakun B. M. Materials Science. 57, 4. 2022. P. 549–556. DOI 10.1007/s11003-022-00577-y (Scopus, WoS, Q3).
- Specific features of corrosion-fatigue fracture of steel and hybrid pump rods. Kopei B. V., Krechkovska H. V., Kopei I. B., Bakun B. M. Materials Science. 2023. 58, 6. P. 768–773. DOI 10.1007/s11003-023-00728-9 (Scopus, WoS, Q3).
- Peculiarities of fatigue cracks growth in steel and composite sucker rods. H. Krechkovska, B. Kopey, B. Bakun, I. Kopei. Procedia Structural Integrity. 2022. 42. P. 1406–1413. DOI 10.1016/j.prostr.2022.12.179 (Scopus, WoS).
- Feature of fatigue fracture of the composite sucker rod / H. Krechkovska, B. Bakun, I. Kopei. O. Student. Procedia Structural Integrity. 2024. 59. P. 292–298. https://doi.org/10.1016/j.prostr.2024.04.042. (Scopus, WoS).
- Impact Toughness and Fractographic Peculiarities of a Composite Pump Rod Fracture. H.V. Krechkovska, B.M Bakun., O.Z. Student, I. B. Kopei. Materials Science. 2024. 59, 5. P. 616–622. DOI:10.1007/s11003-024-00818-2. (Scopus, WoS).
- Копей Б. В., Михайлюк В. В., Бакун Б. М. Дослідження з'єднань вуглепластикових стрижнів зі сталевими головками при дії навантажень згину. Нафтогазова енергетика. 2021. 2, №36. С. 68–79. (фах. вид. Б).
- Скінчено-елементний аналіз з'єднань гібридної насосної штанги. Копей Б. В., Копей І. В., Канівець В. В., Бакун Б. М. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. №4 (85). 2022 – С. 43–52.
- Патент на корисну модель. № u 2022 03340 МПК (2023.01) E21B 17/00, E21B 11/00. Спосіб з'єднання тіла насосної гібридної штанги зі сталевою головкою. Копей Б. В., Бакун Б. М. – u 2022 03340; заявл. 12.09.2022; опубл. 18.10.2023. – 1 с.
- Копей Б. В., Михайлюк В. В., Бакун Б. М. Дослідження з'єднань вуглепластикових стрижнів зі сталевими головками. Abs. of the 2-nd Int. scientific and practical conf. "Priority directions of science and technology development" (October 25–27, 2020) SPC "Sci-conf. com.ua", Kyiv, Ukraine. 2020. P. 281–285.
- Копей Б. В., Бакун Б. М. Ріст тріщин втоми в гібридних штангах. Сучасний рух науки: тези доп. XI міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції, 8-9 жовтня 2020 р. Дніпро, 2020. Т. 1. С.330 – 332.
- Розрахунок числа циклів навантаження насосної штанги з втомною тріщиною до критичного значення. Копей Б. В., Мартинець О. Р., Бакун Б. М. Конференція Sworld "World Scientific and Technical Trends' 2020", Німеччина, 26- 27 листопада. 2020. С.4 – 8.
- Копей Б. В., Бакун Б. М., Біжко Т. В. Скінченно-елементний аналіз з'єднання гібридної насосної штанги. Science and education: problems, prospects and innovations. Abstracts of the 6th International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Kyoto, Japan. 2021. P. 326–335.
- Копей Б. В., Бакун Б. М., Мартинець О. Р. Оцінка ресурсу насосних штанг з втомними тріщинами. Тези конференції «Нафтогазова енергетика-21», 20–25 вересня 2021 р. Секція А: Нафтогазова інженерія, Івано-Франківськ, ІФНТУНГ. 2021. С.50–61.
- Копей Б. В., Михайлюк В. В., Бакун Б. М. Дослідження з'єднань вуглепластикових стрижнів зі сталевими головками при дії навантажень згину. Тези конференції «Нафтогазова енергетика-21», 20-25 вересня 2021 р. Секція А: Нафтогазова інженерія, Івано-Франківськ, ІФНТУНГ, 2021, с. 21–22
- Копей Б. В., Бакун Б. М. Закономірності росту втомних тріщин в гібридних насосних штангах. Integration of Education, Science and Business in Modern Environment: Winter Debates: Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Internet Conference, February 3-4, 2022. FOP Marenichenko V. V., Dnipro, Ukraine. P. 293–295.
- Копей Б. В., Копей І. Б., Бакун Б. М. Дослідження росту втомних тріщин в сталевих та композитних насосних штангах. В зб. «Нафта і газ. Наука – Освіта – Виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку»: матеріали VII Всеукр. наук.-техн. конф. (Дрогобич, 27 травня 2022 р.). Дрогобич: ТзОВ «Трек-

ЛТД». 2022. С. 99–105.

- Krechkovska H., Kopey B., Bakun B., Kopey I. #502 Pecularities of fatigue cracks growth in steel and composite sucker rods. Book of abstracts. ECF23. Madeira. 2022. (27 June – 02 July 2022. P. 451. ISBN: 9788831482189
- Копей Б. В., Канівець В. В, Копей І. Б., Бакун Б. М. Скінченно-елементний аналіз з'єднань сталевого наконечника та гібридного стержня насосної штанги. Пріоритетні напрями розвитку науки під час воєнного стану, XCII Міжнар. наук.- практ. інтернет-конф. м. Одеса, 24 червня 2022 р. P.13–21.
- Kopey B. Krechkovska G. Kopey I. Bakun B. Growth of fatigue cracks in steel and composite sucker rods. XVI International Conference "Problems of Corrosion and Corrosion Protection of Materials" (Corrosion-2022). 15–16 November 2022, Lviv, Ukraine: Book of Abstract. Lviv, 2022. P. 29.
- Fractographic features of composite sucker rod fracture B. Bakun, H. Krechkovska, B. Kopey, M. Hredil, O. Student. Book of Abstracts 24th Annual Conference YUCOMAT – 2023, Herceg Novi, Montenegro, September 4–8, 2023. P. 134.
- Substantiation of the possibility of repairing sucker rods. A. Stefanyshyn, B. Bakun, I. Kopei, H. Krechkovska, O. Stefanyshyn. Int. Young Scientists Conf. on Materials Science and Surface Engineering MSSE2023. Proceedings, Lviv. P.196– 199.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології; матеріали

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Охоронні документи на ОПІВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Патент на корисну модель. № u 2022 03340 МПК (2023.01) E21B 17/00, E21B 11/00. Спосіб з'єднання тіла насосної гібридної штанги зі сталевою головкою. Копей Б. В., Бакун Б. М. – u 2022 03340; заявл. 12.09.2022; опубл. 18.10.2023. – 1 с

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Копей Богдан Володимирович

2. Bogdan V. Kopey

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.05.12

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кречковська Галина Василівна
2. Halyna Krechkovska

Кваліфікація: д. т. н., професор, пров.н.с., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 5, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Харченко Євген Валентинович
2. Yevhen V. Kharchenko

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.02.09

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сапронов Олександр Олександрович
2. Oleksandr O. Sapronov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1115-6556

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Херсонська державна морська академія

Код за ЄДРПОУ: 35219930

Місцезнаходження: проспект Ушакова, буд. 20, Херсон, 73000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лях Михайло Михайлович
2. Mykhailo M. Liakh

Кваліфікація: к. т. н., професор, 05.05.12

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Паневник Олександр Васильович
2. Олександр В. Паневник

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.05.12

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Петрина Дмитро Юрійович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Петрина Дмитро Юрійович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Бакун Богдан Миколайович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна