

Метадані

ДОКУМЕНТ

Заголовок

2026_Гера_В.В._ФІТ_ІТТС_СІ-22-1

Автор

Гера В.В.

Науковий керівник / Експерт

Возний А.В.

ІД документу

334264030

ОРГАНІЗАЦІЯ

Назва організації

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

підрозділ

Каф. ІТТС

ЗВІТ

Дата звіту

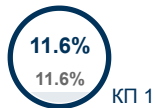
6/11/2026

Дата редагування

6/11/2026

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



КП 1

10217

Кількість слів



КЦ

74106

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		3
Інтервали		388
Мікропробіли		17
Білі знаки		1
Парафрази (SmartMarks)		82

Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Колір тексту

#	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	https://allrefrs.su/4-31751.html	75 (0.73 %)

2	https://vunivere.ru/work41014/page37	41 (0.4 %)
3	https://repo.nung.edu.ua/bitstreams/2f7c12d3-18e0-4df8-9eb4-1b12c4f91de3/download	38 (0.37 %)
4	https://vunivere.ru/work41014/page37	37 (0.36 %)
5	2025_Пяста П.І._ФІТ_ІТТС_СІ_21_1 6/20/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ІТТС)	37 (0.36 %)
6	http://um.co.ua/8/8-9/8-90950.html	36 (0.35 %)
7	https://allrefrs.su/4-31751.html	31 (0.3 %)
8	https://ua-referat.com/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%B0%D1%85%D1%83%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D0%B4%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B9_%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%B9%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0	29 (0.28 %)
9	https://allrefrs.su/4-31751.html	29 (0.28 %)
10	http://um.co.ua/8/8-9/8-90950.html	29 (0.28 %)

Домашня база даних (1.43 %)



#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	2025_Пяста П.І._ФІТ_ІТТС_СІ_21_1 6/20/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ІТТС)	141 (10) (1.38 %)
2	2025_Сем'янів О.Ю._ФІТ_ІТТС-АКСм-24-1 12/26/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ІТТС)	5 (1) (0.05 %)

Програма обміну базами даних (0.45 %)



#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
3	Аналіз режимів роботи та удосконалення конструкції приводу валкового брикет-пресу 12/3/2024 Zaporizhzhia National University (Кафедра металургійного обладнання)	40 (2) (0.39 %)
4	Пристрій керування роботою електропечі з дистанційним контролем 8/20/2023 Odessa National Polytechnic University (ІІБРТ, Каф. радіоелектроніки і телекомунікаційних систем)	6 (1) (0.06 %)

Інтернет (9.72 %)



#	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
5	https://allrefrs.su/4-31751.html	193 (6) (1.89 %)
6	http://uk.x-pdf.ru/5radiotekhnika/271603-3-parhomenko-smirnov-rozrobka-radioelektronnih-shem-osnovi-mikrokontroleriv-na-prikladi-avr-mikrokontroleriv-firmi-a.php	94 (6) (0.92 %)
7	https://vunivere.ru/work41014/page37	91 (3) (0.89 %)
8	http://um.co.ua/8/8-9/8-90950.html	84 (4) (0.82 %)
9	https://ua-referat.com/uploaded/razmesheno-na-v6/index1.html	53 (7) (0.52 %)

10	https://car-led.org/ua/p1506244236-at90s8515-16pu-rozryadnij.html	44 (4) (0.43 %)
11	https://repo.nung.edu.ua/bitstreams/2f7c12d3-18e0-4df8-9eb4-1b12c4f91de3/download	38 (1) (0.37 %)
12	https://repo.nung.edu.ua/bitstreams/732533a7-a6a3-45d4-8459-4426329a258d/download	35 (4) (0.34 %)
13	https://dep_rtires.pnzgu.ru/files/dep_rtires.pnzgu.ru/rpu_ch1.pdf	35 (2) (0.34 %)
14	http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/2807/Azarov_monogr_2010.pdf?sequence=1	30 (4) (0.29 %)
15	https://ua-referat.com/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%B0%D1%85%D1%83%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D0%B4%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B9_%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%B9%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0	29 (1) (0.28 %)
16	https://studall.org/all-157374.html	28 (2) (0.27 %)
17	http://www.tnu.in.ua/study/refs/d79/file155796.html	26 (2) (0.25 %)
18	https://cyberleninka.ru/article/n/elektromehanichnij-kompleks-vitroenergetichnoyi-ustanovki-dlya-vikoristannya-v-pidzemnih-virobkah-zalizadorudnih-shaht	25 (2) (0.24 %)
19	https://otherreferats.allbest.ru/radio/00544387_0.html	23 (1) (0.23 %)
20	http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/183E3095-AFD4-40CD-ADDE-D25587819EAD.pdf	23 (1) (0.23 %)
21	http://library.nung.edu.ua/katalog-disertats%D1%96i-zakhishchenikh-v-%D1%96fntung-z-1999-po-2011-roki-z-fondu-ntb.html	22 (2) (0.22 %)
22	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/35597/2/%D0%94%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC_%D0%A1%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%87.pdf	21 (3) (0.21 %)
23	http://8ref.com/17/referat_174966.html	19 (3) (0.19 %)
24	http://8ref.com/16/referat_169896.html	16 (1) (0.16 %)
25	https://repo.nung.edu.ua/bitstreams/1d0fe955-b53d-4bbc-bf86-611e7dcb6659/download	13 (2) (0.13 %)
26	https://e-eruditor.link/file/741599/	11 (1) (0.11 %)
27	https://subject-book.com/tehnika/analiz-technichnogo-zavdannya-funkcionalna-sxema-mikrokontrolera-ta-%D1%97%D1%97-opis-suchasni-mikrokontroleri.html	9 (1) (0.09 %)
28	http://4ua.co.ua/manufacture/xb2ac68a5d43a88421206d27_0.html	8 (1) (0.08 %)
29	https://studfiles.net/preview/5332843/page:9/	7 (1) (0.07 %)
30	http://uadoc.zavantag.com/text/256/index-8.html	6 (1) (0.06 %)
31	http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/1936/pr04.pdf;sequence=1	5 (1) (0.05 %)
32	https://ukrbukva.net/page.3.72613-Proektirovanie-elementov-EVU.html	5 (1) (0.05 %)



Список прийнятих фрагментів

#	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
---	-------	---------------------------------------

1. Міністерство освіти і науки України Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Факультет інформаційних технологій
Кафедра інформаційно - телекомунікаційних технологій і систем

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: «Розроблення системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах»

1 Освітня програма - «Системна інженерія-Інтернет речей»

Спеціальність G7 «Автоматизія, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

11 Робота містить результати власних досліджень, використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело:

Здобувач освітнього ступеня В. В. Гера

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник Возний А.В., к.т.н., доцент (підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника) Дopusнено до

захисту Завідувач кафедри ІТТС

к.т.н., доц. О.Л.Заміховська

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано -Франківськ 2026

1 Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Факультет інформаційних технологій

Кафедра Інформаційно- телекомунікаційних технологій і систем

Спеціальність G7 «Автоматизія, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

ОПП «Системна інженерія-Інтернет речей»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о.зав. кафедри ІТТС к.т.н., доц.

О.Л. Заміховська

« » травня 2026 р. ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТОВІ

Гера Віталій Володимирович

1. Тема бакалаврської роботи: «Розроблення системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах»

(затверджена наказом по університету No 163/ 7 від 07.04. 2026 року) Керівник роботи к.т.н., доцент Возний Андрій Володимирович

2. Термін здачі студентом закінченої роботи 08 червня 2026 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Періодична науково-технічна, сигнальна та оглядова інформація по темі дипломного проекту, технічна документація на автоматичний ключ АПР-2ВБ

4. Зміст розрахунково - пояснювальної записки (пер.елік питань, що підлягають розробці) Вступ. Технологічна частина (обґрунтування доцільності використання засобів механізації при виконанні СПО, обґрунтування необхідності контролю крутного моменту визначення параметрів механізованого ключа АПР-2ВБ). Розроблення системи контролю параметрів стенду для дослідження роботи автоматичного ключа АПР-2ВБ (обґрунтування вибору давачів, розроблення структурної схеми, розрахунок давача, вибір мікроконтролера, розробка програмного забезпечення системи контролю. Висновки.

12 3. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Конструкція автоматичного ключа АПР-2ВБ (листів - 1).

2. Графіки залежностей крутного моменту від впливових факторів (листів - 1).

3. Класифікація методів контролю моменту на валу виробничих механізмів (листів - 1). 4. Загальний вигляд давача крутного моменту Magtrol TF 216 (листів - 1).

1. Структурна схема системи контролю роботи АПР-2ВБ (листів - 1).

2. Принципова схема системи контролю роботи АПР-2ВБ (листів - 1).

3. Принципова електрична схема електронного ключа (листів - 1).

4. Функціональна схема системи контролю АПР-2ВБ (листів - 1). 6. Дата видачі завдання 04.05.2026 року Керівник, к.т.н., доцент А.В. Возний (підпис)

Завдання прийняв студент-бакалавр В.В. Гера

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

No Назва етапів бакалаврської роботи Термін виконання етапів роботи Примітка

1 Вступ. Технологічна частина (обґрунтування доцільності вико-ристання засобів механізації при виконанні СПО) 15.05 -22.05. 2026 р.

2 Обґрунтування необхідності контролю крутного моменту визначення параметрів механізо- ваного ключа АПР-2ВБ 18.05 -25.05. 2026 р

3 Розробка структури інформаційно-вимірювальної системи контролю параметрів стенду для дослідження роботи автоматичного ключа АПР- 2ВБ 23.05 -31.05. 2026 р.

4 Розрахунок давача, вибір мікро-контролера 25.05- 01.06.2026 р.

5 Розробка програмного забезпечення інформаційно-вимірювальної системи IBC-АПР 28.05 - 04.06. 2026 р.

6 Оформлення пояснювальної записки 31.05 -08.06.2026

7 Оформлення графічного матеріалу 01.06 - 08.06.2026

Студент-бакалавр В.В. Гера

(підпис)

Керівник роботи, к.т.н., доцент А.В. Возний

(підпис)

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота складається з вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 58 сторінках і містить 1 таблицю, 18 рисунків та список використаних джерел з 28 найменувань на 3 сторінках.

Тема бакалаврської роботи: «Розроблення системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах»

Предметом дослідження є технічні засоби побудови систем контролю параметрів стенду для дослідження роботи автоматичного ключа АПР-2ВБ

Метою бакалаврської роботи є дослідження ефективності роботи автоматичного ключа АПР - 2ВБ в стендових умовах шляхом розробки систем контролю її параметрів.

Результати дипломного проектування: на основі обґрунтування доцільності використання засобів механізації при виконанні спуско - підіймальних операцій проведено:

1. обґрунтування необхідності контролю крутного моменту при роботі механізованого ключа АПР-2ВБ;
2. визначені параметри механізованого ключа АПР-2ВБ, які підлягають контролю;
3. проведена розробка системи контролю параметрів стенду для дослідження роботи автоматичного ключа АПБ-2ВБ, яка включала:
4. обґрунтування і вибір давачів;
5. розробку структурної схеми системи контролю роботи АПБ-2ВБ;
6. розрахунок давача;
7. вибір мікроконтролера;
8. розробку програмного забезпечення системи контролю.

Ключові слова: автоматичний ключ, система контролю, структурна схема, давачі, мікроконтролер

1 ABSTRACT The bachelor's thesis consists of an introduction, two chapters, conclusions, and a list of sources used. The work is presented on 58 pages and contains 1 table, 18 figures, and a list of sources used with 28 names on 3 pages.

Topic of the bachelor's thesis: "Unbundling of the robotic control system of the automatic key APR-2B in bench-mounted workshops"

The subject of investigation is the technical specifications of the parameters control systems of the stand for monitoring the operation of the APR-2VB automatic key

The purpose of the bachelor's work is to investigate the effectiveness of the automatic key APR - 2VB in bench-scale research by developing control systems for its parameters.

The results of the diploma project: on the basis of the design of the completeness of the vicinity of mechanization features during the execution of lowering operations, the following were carried out:

1. explaining the need to control torque during operation of the powered long APR-2VB;
2. determined the parameters of the powered key APR-2VB, which facilitate control;
3. development of a system for monitoring parameters at the stand for monitoring the robotic automatic key APB-2VB was carried out, which included:
4. priming and selection of materials;
5. development of the structural diagram of the APB-2VB robot control system;
6. rozrakhunok davacha;
7. select microcontroller;
8. development of software security control system.

Key words: automatic key, control system, block diagram, data, microcontroller

ЗМІСТ с. ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ 7 ВСТУП 8 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 9 Обґрунтування доцільності використання засобів механізації при виконанні спуско-підіймальних операцій 9 Обґрунтування необхідності контролю крутного моменту 24 Визначення параметрів механізованого ключа АПР-2ВБ 26 Висновки і постановка задачі розробки 31 РОЗРОБКА РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ РОБОТИ АВТОМАТИЧНОГО КЛЮЧА АПР-2ВБ В СТЕНДОВИХ УМОВАХ 32 Обґрунтування і вибір давачів 32 Розробка структурної схеми системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах 41 Розрахунок давача 45 Вибір мікроконтролера 47 Розробка програмного забезпечення системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах 50 ВИСНОВКИ 54 ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА 55 БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА 57 КРБ - .00.00.000 ПЗ

Зм. Арк. Но докум. Підпис Дата
Розроб. Гера В.В. «Розроблення системи контролю роботи автоматичного ключа АПР - 2ВБ в стендових умовах» Літ Аркуш
Аркушів
Перев. Возний А.В. н 7
ІФНТУНГ CI-22-1
Н.контр. Возний А.В.
Затверд. Заміховська

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ СПО спуско-підіймальні операції ПРС підземний ремонт свердловин АСУТП автоматизовані системи управління технологічним процесом НКТ насосно-компресорні труби ЕВН електровідцентровий насос УЕВН

7

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

ВСТУП Обладнання, що застосовується для видобутку нафти працює в складних гірничо-геологічних умовах, а також в корозійному та агресивному середовищі. Це в свою чергу призводить до різноманітних пошкоджень, які відображаються на роботі свердловини. В зв'язку з цим, незалежно від способу експлуатації свердловини, необхідно проводити її ремонт. В будь-якому разі ремонт свердловини полягає у підйомі свердловинного обладнання на поверхню, його заміні та спуску. Обладнання для проведення підземного і капітального ремонту свердловин, до складу якого входять механізовані ключі для згинчування і розгинчування НКТ, займає особливе місце. Це пояснюється великим об'ємом робіт по згинчуванню і розгинчуванню НКТ в процесі СПО. При виконанні кожного підземного ремонту свердловини пов'язаного з підйомом і спуском колони НКТ, здійснюється в середньому 300-350 операцій згинчування і розгинчування, а час який затрачається на здійснення СПО займає 50 - 80% від загального часу на виконання ремонту свердловин. Ефективність і якість СПО, які проводяться при ремонті свердловин, визначаються режимами згинчування і розгинчування, які створюються механізованими ключами. Звертаючи увагу на актуальність проблеми пов'язаної з великими затратами часу на проведення ремонту, виникає необхідність у скороченні часу на здійснення СПО, пришвидшення процесів згинчування-розгинчування НКТ. Це питання можна вирішити використовуючи механізовані ключі для згинчування і розгинчування НКТ. Тема даної бакалаврської роботи виконана на замовлення кафедри нафтогазового обладнання, в лабораторному корпусі якої знаходиться стенд для дослідження роботи автоматичного ключа АПР-2ВБ, для оснащення якого, власне, і розробляється система контролю його параметрів в умовах вказаного стенду.

КЕР→.00.00.000 ПЗ Арк.

8

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 1.1 Обґрунтування доцільності використання засобів механізації при виконанні спуско-підймальних операцій Обладнання для проведення спуско-підймальних операцій (СПО) на свердловині поділяється на самохідні і стаціонарні лебідки, підйомники та агрегати [1]. Якщо лебідка монтується спільно з вишкою, талевою системою і іншим обладнанням на транспортній базі, обладнання в цілому називається підйомною установкою або агрегатом, а при більш повній комплектації (насосом, ротором, вертлюгом, і ін.) - комплексом підйомного обладнання. Якщо на базі монтується тільки лебідка, то механізм називається підйомною лебідкою. Підйомна лебідка призначена для роботи в поєднанні із стаціонарними або пересувними вишками, встановленими над устям свердловини. Вишка оснащується талевою системою, для зменшення натягу канату при намотуванні на барабан підйомника або агрегату, складається із системи нерухомих роликів - кронблоку і рухомих роликів - талевого блоку, гаку і талевого канату. Підйомні установки призначені для виконання спуско-підймальних операцій при поточному і капітальному ремонті свердловин. Підйомні установки являють собою мобільну установку на самохідній транспортній базі, яка може бути змонтована, як на шасі автомобіля так і на гусеничному ході. Основним завданням нафтогазовидобувного підприємства являється збільшення видобутку нафти і газу. В комплексі заходів, які направлені на досягнення цієї мети, суттєву роль відіграють роботи по проведенні підземного ремонту свердловин [1]. Мета підземного ремонту свердловин (ПРС) - проведення робіт необхідних для: відновлення працездатності внутрішньосвердловинного обладнання і власне свердловини; попередження відмов і підвищення довговічності експлуатації обладнання і свердловини; підвищення дебіту свердловин до початкового або такого, що перевищує початковий рівень.

КЕР→.00.00.000 ПЗ Арк.

9

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

При цьому, під свердловиною, розуміють не тільки свердловину і обсадну колону, але і зону перфорації, і зону прилягаючого пласта. Для оцінки якості роботи нафтогазовидобувного підприємства використовується показник міжремонтного періоду роботи свердловин. Міжремонтний період роботи свердловин - це продовження фактичної експлуатації свердловини від початку попереднього ремонту до початку наступного. Це продовження визначається шляхом поділу числа свердловино-днів, відпрацьованих на протязі визначеного періоду (кварталу, півріччя), на число підземних ремонтів, проведених за той же період в даній свердловині. Міжремонтний період визначається продовженням експлуатації свердловини, часом виявлення відмов, часом очікування ремонту і продовження робіт по проведенні підземного ремонту. При цьому відмовою вважають не тільки порушення працездатності обладнання, але і зниження видобутку нафти на величину, більше ніж задана в технічній документації або відповідному регламенті. Останні відмови називають параметричними і залежать не тільки від зносу обладнання, але і змін показників роботи свердловини. Збільшення міжремонтного періоду роботи свердловин досягається, як застосуванням правильно вибраного обладнання, так і роботами, які входять до підземного ремонту свердловин. Впровадження систем АСУТП дозволяє скоротити час виявлення відмов. Час очікування ремонту залежить від наявності вільних бригад по ремонту, готовності обладнання, що заміняється, часу, необхідного на транспортування обладнання до устя свердловини. Скорочення цього часу досягається впровадженням АСУТП і діагностики роботи обладнання. Час скорочення робіт по проведенню підземного ремонту досягається новітніми технологіями і впровадженням нового обладнання. Вибір комплексу робіт ПРС залежить не тільки від обладнання, яке використовується, але й необхідності окупності затрат по його проведенню. Тому, на малодобітних свердловинах з високим ступенем обводненості в ряді випадків вигідніше законсервувати свердловину, ніж проводити підземний ремонт.

КЕР→.00.00.000 ПЗ Арк.

10

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

В комплексі основних робіт, пов'язаних з підземним ремонтом свердловин, найбільш складні і трудомісткі операції по спуску і підйому насосно-компресорних труб і штанг [2]. Вони, в залежності від характеру ремонту і числа труб і штанг, які знаходяться в свердловині займають від 50 до 80% від загального часу, що витрачається на ремонт свердловини. Застосування автоматів для роботи з трубами і штангами дозволяє в два-три рази збільшити швидкість СПО і підвищити якість кріплення різьб. Враховуючи велику кількість, трудомісткість і

високу вартість ремонтів, актуальною проблемою є пошук способів зниження трудоемкості, прискорення процесів поточного ремонту свердловин, а також полегшення тяжкої ручної праці і підвищення техніки безпеки при виконанні ремонтних робіт. Одним із шляхів вирішення проблемної ситуації є використання автоматизованих засобів для згинчування-розгинчування насосно-компресорних труб незалежно від способу експлуатації свердловини. В будь-якому разі використання підвісних ключів або автоматичних ключів стаціонарного типу дозволить пришвидшити процес СПО, скоротити час на згинчування-розгинчування НКТ, що в кінцевому результаті зменшить затрати часу на ремонт свердловини. Наприклад при ремонті фонтанної свердловини піднімають лише колону фонтанних труб. При ремонті свердловини, що експлуатується насосним способом піднімають колону труб разом із свердловинним обладнанням. При ремонті свердловин, які експлуатуються установками електро-відцентрових насосів - проводять підйом колони труб разом із ЕВН. Частина часу, що витрачається на підйом колони труб використовується на розгинчування різьбових з'єднань, що в свою чергу також має важливе значення при проведенні ремонту свердловини. Розгинчування різьбових з'єднань залежить від декількох факторів: способу експлуатації свердловини; часу знаходження труб в свердловині;

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.

11

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

якості згинчування труб; Ці фактори необхідно враховувати для того, щоб в процесі ремонту додатково не створити аварійної ситуації, як при підйомі так і при спуску труб. Особливо необхідно звертати увагу на якість згинчування НКТ. Якість згинчування НКТ залежить від застосовуваних засобів для згинчування різьбових з'єднань. Застосування ручних механічних засобів не дозволяє швидко, надійно і з потрібним моментом згинчування з'єднати труби в колону насосних чи компресорних труб, та скоротити час на здійснення процесу СПО, що має особливо важливе значення при ремонті свердловини. Отже, для економії часу на ремонт свердловини та надійного згинчування-розгинчування НКТ необхідно застосовувати механізовані засоби згинчування-розгинчування труб. До переваг механізованих ключів належать: швидкість процесу згинчування-розгинчування труб; можливість контролю моменту згинчування; якість і надійність згинчування НКТ. Для механізації і часткової автоматизації найбільш трудоемких ручних операцій при спуску і підйомі насосно-компресорних труб широке застосування отримали автомати АПР-2 ВБ (рис. 1.1) з приводом від електродвигуна та АПР-ГП з гідравлічним приводом [1, 3, 4]. При ремонті свердловин, які обладнані заглубними електронасосами, знайшли застосування механічні ключі КМУ вантажопідйомністю 32 і 50 т. Також при капітальному ремонті свердловин, особливо в теперішній час, використовуються гідравлічні трубні ключі КГП розрізного типу. Сьогодні використовують відомі чотири типи ключів: ключі водильної схеми стаціонарного типу, в яких крутий момент передається на трубу безпосередньо водилом через ручний машинний ключ; ключі водильної схеми підвісного типу;

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.

12

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

ключі підвісного типу, які мають вбудовану в роторну шестерню (розрізну, замкнуту, замикаючу) захоплювальні елементи; ключі можуть бути укомплектовані проти поворотними пристроями двох видів: тип машинного ключа або спрощеного трубо захоплюючого пристрою; ключі стаціонарного типу, які мають вбудовані в роторну шестерню захоплюючі елементи; ключі кріпляться на колонному фланці. Конструкції підвісних (рухомих) ключів розрізного або замкнутого типу принципово не відрізняються. Обидва типи ключів складаються з корпуса, двигуна (гідравлічного або пневматичного), коробки швидкостей (двохступеневої), редуктора і обертача з захоплюючими пристроями. Найбільш поширені підвісні трубні механічні ключі з закриваючим зівом. Підвісні ключі з зівом або замкнутого типу відрізняються в основному типом привідного двигуна або конструкціями захоплюючих пристроїв. На деяких ключах замість коробки швидкостей встановлюються два двигуни: один для роботи на низьких обертах з великим моментом, інший для збільшення швидкості згинчування-розгинчування з невеликим моментом. На підприємствах України та за її межами використовуються в основному такі два типи ключів: АПР-2ВБ (ГП) і КМУ-50, причому КМУ-50 універсальний, застосовується для обслуговування свердловин при всіх способах експлуатації, а АПР-2ВБ при всіх окрім установок електровідцентрових насосів (УЕВН). Обидва типи ключів побудовані по водильній схемі, тому при згинчуванні і розгинчуванні до контактних напружень, які виникають в різьбі із-за згинчування, додаються напруження згину внаслідок одностороннього прикладання сил, які можуть складати 20-25 % контактних. Використовуючи формули і дослідження, можна зробити висновок, що одностороннє прикладання сили до труби при згинчуванні різко прискорює знос різьбового з'єднання. Цей процес спотворює робота з викривленими трубами і відхилення в центруванні агрегату відносно свердловини. Можливі ексцентриситети різьбових з'єднань при згинчуванні компенсуються за рахунок жорсткого зв'язку трубного ключа з

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.

13

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

водилом. На різьбове з'єднання діє також згинаючий момент, що виникає при терті рукоятки ключа об водило, але він не значний. Ключ АПР-2ВБ виконаний по замкнутій схемі, а КМУ-50 по розімкнутій. До появи ключа КМУ-50 ключ АПР-2ВБ використовували і для ремонту свердловин з УЕВН, але встановлювали відповідну котушку між ним і фланцем свердловини. Однак працювати цим ключем в деяких випадках було незручно так як приходилось знімати пристрій для кріплення кабелю. КМУ-50 дозволяє швидко звільняти устя свердловини при проявленні, розходжуванні колони і інших аварійних ситуаціях, так як має розрізну схему, рознесені по висоті обертач і спайдер. Це підвищує зручність в роботі при встановленні пристрою для кріплення кабелю, але збільшує масу і габарити. Ключ АПР-2ВБ оснащений черв'ячним редуктором, а КМУ-50 двоступеневим циліндричним. Черв'ячний редуктор меншої маси і габаритних розмірів, але володіє більш низькими енергетичними характеристиками.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

13

11 12

а)

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.

14

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

б) Рисунок 1.1 - Механічний ключ АПР-2ВБ а) поперечний розріз; б) повздовжній розріз корпус ключа; 2- черв'ячне колесо; 3-клинова підвіска; 4-корпус клина; 5-плашка; 6- направляюча клинової підвіски; 7-водило; 8- вісь балансира; 9-електропривід; 10-

24

рукоятка; 11-центратор; 12-п'єдестал центратора; 13-фіксатор центратора Обидва ключі оснащені електроінерційним автономним приводом. Наявність інерційних пристроїв різко знижує встановлену потужність. Існують моделі таких ключів з гідроприводом, з'єднаним з гідросистемою агрегату і являють собою комбінацію спайдера і обертача. Це дуже зручно, так як конструктивно забезпечується автоматичне центрування. Слід також відмітити, що в описаних ключах питання надійного їх захисту від попадання свердловинної рідини в масляну ванну редукторів не вирішено. Такі іноземні фірми, як: «OIL COUNTRY», «Byron Jackson», «Eckel», «GH Foster» і «Farr2» випускають ключі з вбудованими в роторну шестерню захоплюючими елементами, тому крутний момент прикладається до труби парю сил, що зменшує згинаючий момент і підвищує зносостійкість різьбового

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.
15

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

з'єднання. Ключі такої конструкції підвісні, з протиповоротними пристроями або без них. Для компенсації відхилень від центрування, можливого ексцентриситету труб між обертачем і протиповоротним пристроєм зазвичай встановлюються як в горизонтальній так і в вертикальній площинах пристрої для контролю різьбового з'єднання. Ключі закордонних виробників виконуються по розрізній схемі (вони мають великі габарити і масу) і по замкнутій (мають менші габарити і меншу масу). Всі закордонні ключі гідропривідні і приводяться в дію від гідросистеми агрегату. Проведемо порівняльний аналіз підвісних ключів з гідролічним приводом вітчизняного та іноземного виробництва. Ключ КГПР-10 (рис.1.2) [5] призначений для механізації операцій по

1 25 5 4 3 2

а)
КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.
25 16

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

б) Рисунок 1.2 - Ключ КГПР-10 а) вигляд збоку; б) вигляд зверху; 1-обертач; 2-пульт управління; 3-гідродвигун; 4-підвіска; 5-строп; 6-демпфер згвинчуванню-розгвинчуванню НКТ при підземному і капітальному ремонті свердловин, які експлуатуються усіма видами обладнання, в тому числі УЕВН. Ключ постачається в комплекті агрегатів для підземного ремонту і освоєння свердловин типу А-50, А-50М, АЗИНМАШ-37 і ін. Ключ використовується в помірних і холодних районах (район І). Технічні характеристики Максимальний крутний момент, кНм (кгс·м) 10 (1000) Умовні діаметри труб, мм: загвинчуваних 48В, 60В, 73В, 89В, 102В, 114В розгвинчуваних 48, 60, 73, 89, 102, 114 Частота обертання трубозатискного пристрою при продуктивності насосної станції 140 л/хв., с-1(об/хв.) на першій швидкості 1,5 (90) на другій швидкості 0,425 (25,5)

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.
17

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

Привід ключа гідролічний Управління приводом - гідророзподільник з ручним управлінням Двигун приводу - гідролічний Параметри гідроприводу: максимальний тиск в гідросистемі агрегату, Мпа (кгс/см²) 16 (160) Габаритні розміри, мм, не більше: Довжина 1160 Ширина 650 Висота 1950 Маса, кг, не більш 520 Ключ механічний розрізний гідролічний типу КГПР-10 (рис. 1.2) складається із обертача 1, пульта керування 2, гідродвигуна 3, підвіски 4, стропа 5 і демпфера 6. Обертач складається із редуктора з гідроприводом трубозатискного пристрою і корпусу. Редуктор обертача чотирьохступінчастий, двохшвидкісний з прямозубою циліндричною передачею. Гідродвигун 1 передає обертання на швидкісний вал 2, на якому знаходиться зубчаста муфта перемикання швидкостей 3 і шестерні першої 4 і другої 5 швидкостей. Перемикання швидкостей здійснюється механізмом перемикання швидкостей (рис.1.3). Далі обертання передається на вал-шестерню 6 через шестерні 7 або 8, в залежності від вибраної швидкості обертання. Обертання від вал-шестерні передається на шестерні 10, які входять в зачеплення з роторною шестернею 11. Роторна шестерня 11 встановлена і обертається на роликів 12, осі яких закріплені в корпусі обертача. Трубопатисний пристрій складається із щелеп 13, що взаємодіють з копіювальною лінійкою роторної шестерні, верхнього 14 і нижнього 15 щелепотримачів, в направляючих пазах яких переміщуються щелепи, і стрічкових гальм 16, які створюють гальмівний момент на щелепотримачі. Щелепотримачі встановлені на роторній шестерні через опори і центруються роликами в пазах шестерні. Корпус обертача складається із корпусу 17, верхньої 18 і нижньої 19 кришок та створки 20. На корпусі встановлені деталі

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.
18

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

Рисунок 1.3 - Механізм перемикання швидкостей ключа КГПР-10 кріплення підвіски ключа. На кришках встановлені стрічкові гальма 16, ексцентриковий притиск гальма 9, механізм перемикання швидкостей і кришки підшипників валів редуктора. Створка 20 закриває зів роторної шестерні і корпусу. Пульт управління 2 призначений для управління обертачем і складається з гідророзподільника управління гідродвигуном, запобіжного клапана, призначеного для регулювання робочої рідини в гідросистемі, трубопровода і з'єднувальної арматури, манометра. Пульт управління встановлений на верхній кришці обертача. Підвіска 3 призначена для підвішування обертача на талевій системі агрегату і складається із строп 7 і демпфера 8. Демпфер призначений для дослідження різби в вертикальному напрямку. Ключ працює наступним чином: при заклиненні колоні труб в спайдері і відкритій створці обертач насувається на трубу, закривається створка і робоча рідина гідророзподільником подається в гідромотор. Крутний момент гідромотора передається на редуктор обертача і так як щелепотримачі загальмовані стрічковими гальмами відносно роторної шестерні, а щелепи розміщені в пазах щелепотримачів, то при повороті роторна

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.
19

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

шестерня копіювальними лініями діє на щелепи і переміщуючись в пазах, затискає трубу. При захопленні труби щелепами різко зростає крутний момент, прикладений до щелепотримачів. Цей момент долає гальмівний момент стрічкових гальм і щелепотримачі з роторною шестернею починають спільне обертання. Потім відбувається згвинчування або розгвинчування труби. Регулювання крутного моменту здійснюється зміною тиску в гідросистемі запобіжним клапаном пульта управління. Після завершення операції згвинчування або

розгвинчування здійснюється реверс гідро двигуна, звільняються щелепи і під дією пружин повертаються в вихідне положення. Для суміщення прорізей роторної шестерні і щелеп тримачів служить палець, який встановлюється в той чи інший отвір в верхньому щелепотримачі. Цей палець в процесі співпадання взаємодіє з виступом в роторній шестерні. При прямому ході він віддаляється від виступу, а при реверсі приближається до упору в нього. Співпадання прорізей роторної шестерні, щелепотримачів і корпуса ключа здійснюється оператором за допомогою співпадання сальника пульта управління. При підйомі насосно-компресорних труб із свердловини необхідно: затягти елеватор під муфту на заклинену колону НКТ і здійснити її підйом; підняти блок клинів за допомогою його гідроприводу при цьому труба звільняється; підняти колону НКТ на довжину однієї свічки; опустити блок клинів, закласти колону НКТ в спайдері; підвести обертач до труби; перевірити правильність встановлення пальця в потрібний отвір на верхньому щелепотримачі; ввімкнути гідродвигун і здійснити розгвинчування труб; після розгвинчування труби ввімкнути гідро двигун короткочасно в протилежне положення; після звільнення щелепами труби і спів падання щелепотримачів і роторної шестерні, контролювати повернення щелеп в початкове положення; відвести обертач від труби.

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.

20

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

Спуск насосно-компресорних труб проводити аналогічно підйому. Загальний вигляд ключів підвісних гідралічних типу КГПР -10 і КГПР -18 наведено на рис. 1.4 і 1.5 Рисунок 1.4 - Ключ підвісний гідралічний КГПР -10 Рисунок 1.5 - Ключ підвісний гідралічний КГПР -18

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.

21

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

Гідралічний ключ для НКТ фірми «OIL COUNTRY» моделі (рис.1.6) [20] є швидким, безпечним і точним ключем для згинчування-розгвинчування НКТ з 2 1 а) б) а) вигляд збоку; б) вигляд зверху; 1-обертач, 2-гідродвигун, 3-підвіска Рисунок 1.6 - Ключ моделі 45000

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.

22

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

зовнішнім діаметром від 1,315 до 4,5 дюймів. Гідралічна енергія направляється до ручного дросельного клапана і гідралічного двигуна. Гідралічна енергія перетворюється в ротаційну гідралічну потужність, яка приводить в дію зубчасту передачу ключа. Конструкція зубчастої передачі проста і надійна, вона складається із планетарної коробки швидкостей, закріпленої безпосередньо під двигуном і із редукційної системи швидкостей, яка забезпечує додаткову потужність крутного моменту. Ключ підвішується на канаті до вишки або мачти і підводиться до НКТ. Щелепи автоматично захоплюють трубу і запобіжна защіпка закривається. Технічні характеристики Робочі характеристики ключа: Максим. Число обертів/хв. (40 гал./хв. 151,4 л/хв. Висока передача) 105 Робоче число обертів/хв. (34 гал./хв. 128,7 л./хв. Висока передача) 93 Крутий момент згинчування (фут/фунт) 5600* (Низька передача, 2000 фунт/кв.дюйм 140,6 кг/кв.см) 760,7 кг-см *Вир. тиску від 2000 до 2500 фунт./кв. дюйм досягаються більш високі крутні моменти. Обладнання ключа: Чотирьохходовий розподільчий клапан Ручне управління для направлення обертання ключа Гідралічний двигун, тип: Зубчаста передача Максимальний робочий тиск 2500 фунт/кв. дюйм (175,8 кг/кв. см) Коробка швидкостей Планетарного типу, редукція від 5-1/2 до 1 дюйма Гідрошланг високого тиску: Робочий тиск 2250 фунт./кв. дюйм (148,2 кг/кв. см) Вибух при 9000 фунт./кв. дюйм (632,8 кг/кв. см) Гідрошланг низького тиску: Зовн. діаметр Х50 фут. (15,2 см.) Робочий тиск 200 фунт./кв. дюйм (14,1 кг/кв. см)

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.

23

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

Вибух при 800 фунт./кв. дюйм (56,2 кг/кв. см) Муфти гідро шланга Самоущільнююча, швидкоз'ємного типу Маса ключа 560 фунт (254кг) Сьогодні цей ключ досить широко використовується для проведення операцій по згинчуванню-розгвинчуванню НКТ при підземному ремонті свердловин в Полтавському газопромисловому управлінні. Існує два типи ключів "OIL COUNTRY": перший з них являє собою модель 45000 (рис. 1.6) з суцільним корпусом і одним гідродвигуном. Ця модель ключа використовується ширше ніж модель "OIL COUNTRY" - Weatherford. Ключ моделі «OIL COUNTRY» - Weatherford є більш потужним ключем. У ньому передбачено два гідродвигуни, що дозволяють підвищити потужність вдвічі. Корпус ключа роз'ємний. Це дає змогу проводити заміну деталей, значно швидше ніж в ключеві моделі 45000. Кожні з описаних вище типів ключів мають свої переваги і недоліки. Наприклад гідропривід дозволяє за рахунок високої питомої потужності гідромотора полегшити ключ, спростити контроль і регулювання моменту згинчування; Електропривід має жорстку характеристику, трудоміємкий (особливо конструктивно) при контролі і регулюванні моменту затягування різьбового з'єднання, небезпечний. В той же час, при правильному виборі електродвигуна, більш зручний в управлінні. Тому, в зв'язку з цим, в механічних ключах гідропривід отримав широке застосування. Підвісні розрізні ключі мають також ряд недоліків: потребують спеціальної підвіски і додаткового часу на відвід і підвід, що, в свою чергу, знижує продуктивність праці; не дозволяють повністю механізувати і автоматизувати процес згинчування-розгвинчування;

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.

24

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

- забезпечують повну безпеку проведення робіт так як оператор знаходиться в небезпечній зоні. Останні три недоліки властиві також підвісним ключам замкнутого типу. Робота механізованих ключів тісно пов'язана із ручними трубними ключами, які входять в систему, що забезпечує процес згинчування-розгвинчування труб в процесі ремонту свердловин. Для згинчування-розгвинчування насосно-компресорних і бурових труб при підземному ремонті свердловин застосовуються ключі різної конструкції. При роботі з трубами в основному застосовуються шарнірні і ланцюгові ключі, однак їх розгляд не входить до теми бакалаврської роботи. 1.2 Обґрунтування необхідності контролю крутного моменту При поточному і капітальному ремонтах свердловин більше 80% робіт з

згинчування і розгинчування НКТ припадає на частку механізованих ключів. [1]. Ці ключі в процесі роботи сприймають різноманітні, скоріше за все ударні навантаження, що значною мірою впливає на їх працездатність, а відповідно, і на формування законів розподілу ймовірності напрацювань [2]. Нормальне виконання основної функції ключа полягає в забезпеченні передачі номінальних крутних моментів при згинчуванні і передачі їх максимальних значень при розгинчуванні НКТ. В будь-якому випадку, надійна передача крутного моменту, здійснюється при умові щільного захвату труби без проковзування і пошкодження її поверхні. Поверхня труби, яка пропрацювала тривалий час в свердловині, покривається іржею, парафіном, нафтовою плівкою і солями пластової рідини. Тому конструкція захоплювальної частини механізованих ключів повинна забезпечувати повний затиск як чистої, так і забрудненої труби. У процесі згинчування НКТ на якість з'єднання впливають наступні фактори: якість труб, що залежить від матеріалу, його механічних властивостей, стану поверхні тіла і різьби; наявність і якість змащення, яке наноситься на різьбу труби й муфти дотримання співвідношення з'єднань, що згинчуються протягом

КЕР.00.00.000 ПЗ Арк.

25

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

усього процесу; відповідність геометричних параметрів різьби ніпеля труби й муфти; кваліфікація оператора. Якість з'єднання в цей час оцінюється по натягу, що дорівнює одному кроку різьби. При збиранні з'єднань на промислах важко забезпечити такий допуск із урахуванням розходження параметрів різьб як нових, так і зношених труб. Зі збільшенням терміну експлуатації НКТ натяг зменшується внаслідок зношування витків і корозії. Відсутність надійного способу контролю якості згинчування приводить до перезатягування НКТ. На процес розгинчування істотно впливають наступні фактори: крутний момент при згинчуванні, термін перебування НКТ в свердловині, спосіб експлуатації свердловини, глибина свердловини (довжина колони) і середовище. Вплив зазначених факторів позначається на збільшенні крутного моменту при розгинчуванні після певного періоду експлуатації. Іноді значення моменту розгинчування значно перевищує первісне. Розкріплення і розгинчування тугих з'єднань найчастіше приводять до відмов і виходу з ладу ключів. Таким чином, ефективність проведених ремонтів свердловин значно залежить від режимів згинчування й розгинчування НКТ, а отже, від конструктивних параметрів ключів. Основні вимоги до процесів згинчування й розгинчування НКТ із врахуванням конструктивних параметрів ключів формулюються в такий спосіб: забезпечення передачі номінального крутного моменту для конкретного типорозміру труби при згинчуванні; забезпечення передачі максимального крутного моменту при розкріпленні й розгинчуванні всіх типорозмірів труб, на які розрахований ключ. 13. Визначення параметрів механізованого ключа АПР-2ВБ. Дослідження параметрів механізованого ключа АПР-2ВБ проводились відповідно до розробленої методики стендових досліджень автомату для підземного ремонту АПР-2ВБ [2]. Для проведення процесів згинчування і розгинчування були виготовлені зрізці патрубків із НКТ діаметром 60, 73 і 89 мм. Вказані зрізці відповідали ГОСТ 633-80.

КЕР.00.00.000 ПЗ Арк.

26

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

Дослідження кожним типорозміром труб проводили поетапно. На першому етапі визначали залежність крутного моменту, який розвивав АПР-2ВБ, від кута відводу водила при роботі автомату з різними наборами маховиків і без них. На другому етапі визначали залежність крутного моменту від числа ударів, при відводі водила автомату від рукоятки ключа на кут до 360° (табл.1.1). Таблиця 1.1 - Визначення максимального крутного моменту

Режим роботи АПР-2ВБ	Умовний діаметр НКТ, мм	Поточне значення крутного моменту М при куті відводу водила (град), Н·м				
0° 90° 180° 270° 360°						
Без маховиків	Згинчування	60	290	330	330	430
		73	290	330	480	480 520
		89	240	430	380	380 380
Розгинчування		60	480	480	480	450 480
		73	190	380	480	480
		89	290	380	290	190 -
З одним маховиком	Згинчування	60	380	480	480	570 570
		73	330	570	670	710 710
		89	380	430	480	570 570
Розгинчування		60	570	570	480	380 190
		73	380	670	480	380 290
		89	380	330	290	290 -
Режим роботи АПР-2ВБ	Умовний діаметр НКТ, мм	Поточне значення крутного моменту М _і при куті відводу водила (град), Н·м				
0° 90° 180° 270° 360°						
З одним великим маховиком	Згинчування	60	380	380	570	670 760
		73	380	480	570	570 670
		89	380	430	520	480 480
Розгинчування		60	670	760	570	380 -
		73	290	570	610	570 570
		89	380	480	100	- -
З двома маховиками	Згинчування	60	570	670	760	890 860
		73	380	480	670	860 950
		89	890	480	520	570 670
Розгинчування		60	520	670	670	480 -
		73	480	860	760	670 -
		89	290	480	480	100 -

КЕР.00.00.000 ПЗ Арк.

27

За видом експериментальних залежностей цих значень встановлено, що у всіх випадках при згинчуванні з'єднань вони можуть бути описані рівнянням $M(\varphi) = a \cdot \varphi^n + b$, а при розгвинчуванні параболічним рівнянням $M(\varphi) = a \cdot \varphi^n + b \cdot \varphi + c$. Обробивши методом найменших квадратів залежності $M_i = f(\varphi)$ і $M_i = f(n)$, отримуємо для кожного випадку емпіричні залежності для визначення залежності крутного моменту від кута відводу водила і від числа ударів при відводі водила на кут до 360° для НКТ Ø 60, 73, 89мм. Автомат АПР-2ВБ в режимі роботи з двома маховиками повинен розвивати граничний крутний момент. Як видно із рисунка 1.7, при роботі ключа без відводу водила від рукоятки трубного ключа ($\varphi = 0^\circ$) мінімальний момент знаходиться в межах 200-550Нм, а максимальний - 680-880Нм. Причому менші значення для труб діаметром 89мм, більші - діаметром - 60мм.

М, Нм 1000 $M(n) = 1,620,3 + 5,6 \cdot 900 \cdot 800$ $M(n) = 3,080,3 + 37 \cdot 700 \cdot 600$ $500 \cdot 400$ $M(n) = 2,40,3 + 20 \cdot 300$
200 0 90 180 270, град
КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.
28

Рисунок 1.7 - Залежність крутного моменту М згинчування від кута відводу φ водила в режимі роботи АПР-2ВБ з двома маховиками для труб Ø 60, 73, 89мм. Такий результат пояснюється збільшенням сил тертя на трубах з різьбою більшого діаметру по мірі їх докріплення. При розгвинчуванні труби діаметром 89 мм (рис. 1.8) розкріплення і початок розгвинчування відбувається при дещо меншому моменті, ніж в кінці докріплення, тобто при 480 Н·м. Це виявилось наслідком швидкого зниження опору розгвинчуванню. На трубах діаметром 60 мм момент початку розкріплення також менший моменту кінця докріплення. Майже рівні значення моментів згинчування і розгвинчування отримані для труб діаметром 73мм. Для всіх типорозмірів труб кут φ на початку розкріплення однаковий і рівний 135°. Відповідно, максимальні значення моментів одержують при цих кутах відводу водила. При згинчуванні і розгвинчуванні труб з поворотними ударами водила і відводі останнього на оптимальний кут, тобто на кут 135°, крутний момент початку розкріплення труб відповідає моменту кінця докріплення і досягається уже при першому ударі водила, починаючи з вказаного кута (рис. 1.9, 1.10). Винятком був експеримент з трубою діаметром 89мм (рис. 1.11). З метою виявлення найбільшого значення крутного моменту на АПР-2ВБ після максимально досягнутого значення 1500Нм проведено ручне докріплення до 2100Нм, що відповідає максимально рекомендованому значенню моменту згинчування для цього типорозміру. Розкріплення і розгвинчування цього з'єднання відбулися на п'ятому ударі при 2000Нм. Теоретично, згідно апроксимуючої кривої розгвинчування, максимальний момент при розгвинчуванні може досягти 2250Нм це вдвічі менше максимального паспортного значення крутного моменту для АПР-2ВБ рівного 4500Нм.

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.
29

М, Нм 900 $M(n) = 0,0172 + 0,047 + 50 \cdot 800 \cdot 700 \cdot 600 \cdot 500$ $M(n) = 0,0011 + 0,26 + 53 \cdot 400 \cdot 300$ $M(n) = 0,00172 + 0,41 + 28 \cdot 200$
100 0 90 180 270, град
Рисунок 1.8 - Залежність крутного моменту М розгвинчування від кута φ відводу водила в режимі роботи АПР-2ВБ з двома маховиками для труб Ø 60, 73, 89мм
М, Нм 1800 $M(n) = 27,1n \cdot 0,5 + 34,9 \cdot 1500$ Згинчування 1200
 $M(n) = -0,58n \cdot 28,88n + 102,42 \cdot 900$ Розгвинчування 600 300 0 3 6 9 12 15 18 21 24 град
Рисунок 1.9 - Залежність крутного моменту М від кількості ударів n водила АПР-2ВБ при згинчуванні і розгвинчуванні труб діаметром 60мм

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.
30

М, Нм 1800 Згинчування 1500 $M(n) = 6,54n + 56,66 \cdot 1200$ 900 $M(n) = -1,97n \cdot 215,95n + 88,2$ Розгвинчування
600 300 0 3 6 9 12 15 п
Рисунок 1.10 - Залежність крутного моменту М від кількості ударів n водила АПР-2 ВБ при згинчуванні і розгвинчуванні труб діаметром 73мм
М, Нм $M(n) = 5,05n \cdot 2 + 58,45n + 54,2 \cdot 2100$ Розгвинчування 1800
Згинчування 1500 1200 900 600 $M(n) = 22,83n \cdot 0,3 + 53,7 \cdot 300 \cdot 0 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 9 \cdot 12 \cdot 15 \cdot n$ Рисунок 1.11- Залежність крутного моменту М від кількості ударів n водила АПР-2 ВБ при згинчуванні і розгвинчуванні труб діаметром 89мм (ручне докріплення)

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.
31

1.4 Висновки і постановка задачі розробки. Виходячи з обґрунтування доцільності використання засобів механізації при виконанні спуско-підймальних операцій та необхідності контролю крутного моменту були визначені параметри механізованого ключа АПР-2ВБ. В результаті чого було встановлено, що ефективність проведених ремонтів свердловин в значній мірі залежить від режимів згинчування й розгвинчування НКТ, а отже, від конструктивних параметрів ключів. Основні вимоги до процесів згинчування й розгвинчування НКТ із врахуванням конструктивних параметрів ключів формуються в такий спосіб: забезпечення передачі номінального крутного моменту для конкретного типорозміру труби при згинчуванні; забезпечення передачі максимального крутного моменту при розкріпленні й розгвинчуванні всіх типорозмірів труб, на які розрахований ключ. Отже, метою даної бакалаврської роботи є розробка системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах. Тобто дана система повинна розраховувати і контролювати номінальні крутні моменти для конкретного типорозміру НКТ при згинчуванні, а також максимальні крутні моменти при розкріпленні й розгвинчуванні всіх типорозмірів труб, а також виключатиме необхідність візуального контролю за моментом зупинки процесу згинчування, не боячись при цьому виходу з ладу електродвигуна і неповного згинчування різьбового з'єднання.

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.
32

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ РОБОТИ АВТОМАТИЧНОГО КЛЮЧА АПР-2ВБ В СТЕНДОВИХ УМОВАХ Обґрунтування і вибір здавачів
В розділі 1 було відмічено, що основним параметром, який обумовлює ефективність роботи автоматичного

ключа АПР-2ВБ є крутий момент. Відповідно до цього проведемо огляд давачів крутного моменту з метою використання їх в інформаційно-вимірвальній системі контролю ственду для дослідження роботи автоматичного ключа АПР-2ВБ. Всі відомі давачі крутного моменту можна розділити на дві групи: давачі для вимірювання механічного моменту на валу прямими методами; давачі для вимірювання крутного моменту через споживану потужність електроприводу, тобто побічними методами. Відомо [6], що для асинхронних двигунів у межах ділянки механічної характеристики $= f(M)$ існує функціональна залежність між крутним моментом на валі M_v і потужністю на валі P_{1M} $\rightarrow 955 P_v [c (1)]$, (2.1) де c - синхронна частота обертання електродвигуна, $xv-1$; S - коефіцієнт ковзання електродвигуна. Тобто за значенням потужності на валу електродвигуна можна побічним методом контролювати крутий момент. Питання вимірювання споживаної електричної потужності різноманітних електричних машин розглядалось доволі давно [7.8]. Відомі методи можна класифікувати наступним чином [9] (рис 2.1). З точки зору використання для побудови технічних засобів вимірювання електричної потужності найбільшу цікавість представляють аналогові обчислювальні перетворювачі, зокрема аналогові напівпровідникові інтегральні перемножувачі які мають якісніші показники точності $\rightarrow (0.1 \dots 2.5) \rightarrow$ однак

КЕР $\rightarrow 00.00.000$ ПЗ Арк.

33

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

гірші з точки зору надійності [10,11.12], а також спеціалізовані обчислювачі в яких використовуються спеціалізовані мікросхеми вимірювачів потужності [13,14,15].

Рис. 2.1 Класифікація методів вимірювання споживаної

M k1 (P Pxx) електричної потужність
k2

Змн.

Арк.

No докум.

Підпис

Дата

КЕР $\rightarrow 00.00.000$ ПЗ

Арк.

34

Рисунок 2.2 - Класифікація відомих методів контролю крутного моменту на валі електроприводу [16,17,18,19,20]

механізмів Класифікація відомих методів контролю крутного моменту на валі електроприводу [16,17,18,19,20] механізмів приведена на рис 2.2. Оскільки при роботі автоматичного ключа використовується привідний асинхронний двигун змінного струму, проаналізуємо непрямі методи контролю моменту на валі виробничих механізмів за енергетичними параметрами електродвигуна. Вони базуються на використанні закону Ампера, що встановлює взаємозв'язок між моментом магнітною індукцією і струмом якоря або ротора

КЕР $\rightarrow 00.00.000$ ПЗ Арк.

35

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

еквівалентних схем заміщення, що моделюють електричну машину; енергетичних діаграм потужності, що споживається двигуном із мережі. При використанні закону Ампера момент розраховується за формулою $M \rightarrow a_1 B I$, (2.2) де a_1 - коефіцієнт пропорційності; B - магнітна індукція; I - струм якоря двигуна. Вимірювання струму якоря прямим методом викликає труднощі, тому класифікацію здійснюють за двома способами вимірювання індукції: прямим і непрямым. При прямих вимірюваннях магнітної індукції в пазах статора двигуна встановлюють додаткову обмотку, що створює певні труднощі, які обмежують застосування цього методу. При непрямих вимірюваннях магнітну індукцію визначають за електрорушійною силою E обмотки двигуна. $B \rightarrow E$, (2.3) $E \rightarrow U I \rightarrow R I$, (2.4) де U - напруга живлення; R - опір обмотки якоря; I - втрати напруги на щітках колектора; a_2 - коефіцієнт пропорційності частота обертання якоря двигуна. Після підстановки (1.9) і (1.10) в (1.8) отримаємо алгоритм функціонування пристрою автоматичного контролю моменту. M_v - момент на валі; P - потужність, що споживається електродвигуном; P_{xx} - потужність холостого ходу електродвигуна; k_1, k_2, k_3 - коефіцієнт пропорційності; P - втрати потужності в електродвигуні; ω - частота обертання вала; ω_0 - синхронна частота обертання вала.

КЕР $\rightarrow 00.00.000$ ПЗ Арк.

36

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

$M \rightarrow a_1 I \rightarrow U I \rightarrow R I$ a_2 , (2.5) Основним недоліком цього методу є те, що пристрої з таким алгоритмом, вимірюють електромагнітний момент, а не момент на валі електродвигуна, тобто не враховуються втрати потужності в приводі. Метод еквівалентних схем передбачає створення моделі електродвигуна згідно схем заміщення. Якщо параметри моделі підібрати так, що при живленні двигуна моделі від одного джерела напруги, струми двигуна і моделі рівні, то електромагнітна потужність двигуна буде відповідати потужності на резисторі, що імітує опір якоря. Зрівноважування здійснюється за модулем струму, який споживається схемою моделі, або за модулем і фазою струму одночасно. Процес вимірювання піддається автоматизації. Точність цього методу не дуже висока, а схема пристрою досить складна,

тому практичне застосування знаходять схеми заміщення зі зрівноважуванням тільки за модулем струму, що споживається вимірювальною схемою. Найбільш розповсюдженим є момент діаграм приводу. Вважають, що момент на валі двигуна пропорційний струму якоря $M \propto I_a$, (2.6) або потужності P , що споживається електродвигуном $M \propto a_4 P$, (2.7) де a_3 , a_4 - коефіцієнти пропорційності. Але ці методи мають суттєву похибку внаслідок нелінійності залежностей струму або потужності від моменту на валі електродвигуна. Точніше контролюють підвищують враховуючи втрати потужності в двигуні шляхом вимірювання к.к.д. двигуна. Тоді $M \propto a_4 U P$, (2.8)

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.

37

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

де U - a_5 - напруга, що пропорційна к.к.д. двигуна; a_4 , a_5 - коефіцієнти пропорційності. Пристрої контролю, що реалізують алгоритм (1.14), мають невелику похибку, оскільки к.к.д. залежить не тільки від струму навантаження двигуна, але і від напруги живлення. Більш досконалими є пристрої, що враховують втрати пружності в елементах приводу і використовують такі алгоритми функціонування: $M \propto a_3 (P_{Rxx})$, (2.9) $M \propto a_6 (P_{Rxx} - P)$, (2.10) P_{Rxx} - втрати потужності холостого ходу; P_{I2} - втрати потужності в обмотках статора електродвигуна; d - g_d - опір обмотки двигуна; I - струм статора; a_3 , a_6 - коефіцієнти пропорційності. Але пристрої, що реалізують алгоритми (2.9) і (2.10) мають велику похибку вимірювання яка викликана зміною частоти обертання електродвигуна. Підвищити точність контролю моменту на валі механізмів можна шляхом використання алгоритмів, що враховують частоту обертання $M \propto a_5 (P_{Rxx})$, (2.11) $M \propto a_6 (P_{Rxx} - P)$, (2.12) де a_7 - коефіцієнт пропорційності. В комплект пристроїв, що реалізують алгоритми (2.6), (2.12) входять тахогенератори для вимірювання частоти обертання вала, на якому контролюється крутний момент.

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.

38

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

Якщо вимірювання частоти обертання вала за допомогою тахогенератора неможливе, використовують непрямий метод контролю цього параметру, що базується на обробці потоку енергії, що поступає до електродвигуна. $a_8 P_v$, (2.13) де a_8 - синхронна частота обертання двигуна, яка задається за допомогою стабілізатора регульованої напруги; P_v - потужність на валі; a_8 - коефіцієнт пропорційності. В пристроях такого виду потрібен давач активної потужності і блок обчислювальних операцій. Таким чином, для вимірювання крутного моменту побічними методами необхідно мати давач активної потужності, або давачі струму і напруги та блок обчислювальних операцій - тобто контролер чи ПЕОМ. Давачем для контролю параметрів та показників роботи стенту для дослідження роботи автоматичного ключа АПР-2ВБ може бути вибрано також давач крутного моменту Magtrol TF 216 фланцевого типу [21]. Застосування давачів крутного моменту фланцевого типу дуже широке. Вони можуть вимірювати статичний і динамічний моменти на стаціонарному або обертовому валу. В основному вони використовуються на випробувальних стендах двигунів внутрішнього згорання електродвигунів, редукторів, а також можуть бути встановлені в лінію для безпосереднього контролю моменту трансмісії, приводів вітрогенераторів, газових турбін, суднових двигунів і ін. Даний давач має ряд переваг для застосування при вимірюванні моменту, а саме: компактність відсутність підшипників і необхідності обслуговування. Безпосереднє жорстке закріплення датчика на валу або фланці допускає використання муфти тільки з одного боку. Це дозволяє полегшити установку випробувальній системі, скоротити загальну довжину випробувального стенту і понизити витрати.

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.

39

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

На рисунку 2.3 наведено давач крутного моменту Magtrol TF 216 з повною комплектацією.

Рисунок 2.3 -

Загальний вигляд давача крутного моменту Magtrol TF 216 Телеметрична система давача TF дозволяє з високою точністю передати сигнал, заснований на тензометричній технології. Підсилювач сигналу встановлений на вимірюючому валу підсилює вимірний сигнал, модулюючи його до високої частоти та передає його за допомогою ВЧ передавача на перетворювач. У перетворювачі оцифрований сигнал моменту переходить в аналоговий вихідний нормований сигнал ± 5 В. Частота обертання може бути виміряна і перетворена давачем частоти через TTL вихідний сигнал. Завдяки безконтактному виконанню давача крутного моменту, допустимий проміжок між вимірювальним фланцем і ВЧ передавачем до 5 мм (в основному 1 - 3мм) дозволяє проводити прийом сигналу незалежно від осьових і радіальних переміщень. Ще однією перевагою давача TF є відсутність інтерференції сигналу і на відміну від інших давачів TF не потребує кругової антени на вимірювальному

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.

40

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

фланці. Додатково давач може бути закритий кожухом який не впливатиме на вимірюваний сигнал. 2.2 Розробка структурної схеми системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах Структурна схема системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах приведена на рисунку 2.4. Призначенням даної системи є вироблення певних керуючих дій залежно від зміни вимірюваних параметрів крутного моменту і підтримання в певних межах стану контрольованого процесу. Розглянемо загальні принципи роботи системи, подальший опис якої буде здійснено в наступних розділах. Для збору інформації про контрольований об'єкт в схемі використано давач крутного моменту (обґрунтування вибору давача приведено в наступних розділах). Телеметричний сигнал даного давача передається на височастотний передавач а далі на перетворювач. Після того, як сигнали передано по лінії зв'язку, вони поступають на перетворювач який використовує диференційний підсилювач, для забезпечення певного рівня сигналу, на виході якого отримуємо нормований сигнал ± 5 В. З перетворювача аналоговий сигнал подається на мікроконтролер.

КЕР-00.00.000 ПЗ Арк.

41

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

перетворювача аналоговий сигнал подається на мікроконтролер. До мікроконтролера підключається клавіатура для введення даних. Також під'єднується LCD екран для виведення результатів виконання роботи інформаційно - вимірювальної системи. Останнім блоком даної системи є електронний ключ, який забезпечуватиме своєчасне вимкнення електродвигуна з метою запобігання виходу з ладу даної установки. На рис. 2.5 наведено електричну принципову схему системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах. Електронний ключ являє собою магнітний пускач і електронне реле. На рис. 2.6 наведена електрична принципова схема даного блоку системи. Магнітний пускач - це комутаційний апарат, призначений для автоматичного включення і відключення споживачів електроенергії багато разів таких, як електродвигун, електродвигун і тому подібне.

КЕР.00.00.000 ПЗ Арк.

42

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

Магнітний пускач дозволяє здійснити дистанційне керування, включати і відключати споживача на відстані з пульта управління. Найпоширеніше застосування магнітного пускача отримали асинхронні двигуна, за допомогою нього здійснюється пуск, стоп і реверс (зміна напрямку обертання валу) двигуна. Управління магнітним пускачем здійснюється за допомогою електромагнітної котушки, яка споживає 200Вт у момент спрацювання, а в спрацьованому стані споживає всього 25Вт. Тепер уявіть, що можна поставити маленький компактний вимикач, який управлятиме магнітним пускачем, а він своїми силовими контактами включатиме і відключатиме великі потужності. Теплове реле поставляється в комплекті з магнітним пускачем. Теплове реле захищає двигун від перевантаження і від неповнофазного режиму роботи. Неповнофазний режим - це коли при роботі електродвигуна зникла одна з трьох фаз. Причини однофазного режиму: перегоріла плавка вставка на одній фазі, підгорів контакт на клемі або викрутився гвинт на клемнику магнітного пускача і випав фазний дріт від вібрації, поганий контакт на силових контактах пускача. При перевантаженні двигуна або роботі в неповнофазному режимі збільшується струм, що проходить через теплове реле.

КЕР.00.00.000 ПЗ Арк.

43

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

Рисунок 2.5 Принципова схема системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах

Рисунок 2.6 - Принципова електрична схема електронного ключа

КЕР.00.00.000 ПЗ Арк.

44

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

У тепловому реле нагріваються струмопровідні біметалічні пластини, під дією тепла вони вигинаються, і механічно впливають на розмикання контакту в тепловому реле, який відключає живлення котушки магнітного пускача, відбувається відключення двигуна по засобах пускача. Принцип роботи даного блоку полягає в наступному: контакт електронного реле має бути нормально замкнутим, якщо моменту сили перевищує певне значення контакт розмикається і двигун знеструмується. Загальна функціональна схема системи IBC-АПР приведена на рис. 2.7.

Рисунок 2.7 - Функціональна схема системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах

2.3 Розрахунок давача У комплект давача обертового моменту Magtrol TF 216 входить: - Вимірювальний фланець з підсилювачем сигналу.

КЕР.00.00.000 ПЗ Арк.

45

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

ВЧ передавач. Перетворювач. Коаксіальний кабель. Безконтактна передача сигналу, телеметричний зв'язок. Основні переваги: Компактний, простий в установці Висока жорсткість при крученні Не потребує обслуговування, відсутні підшипники і деталі, що труться Чудова перешкодозахисна і ударостійкість Вимірювальний фланець є частиною датчика крутного моменту. Він зроблений із сталі і включає 4 тензорезистора, сполучених в повний міст підсилювач, фільтр низьких частот і A/D перетворювач частот. Все це кріпиться на електромагнітну доріжку по колу, яке працює як антена для передачі телеметричного сигналу на ВЧ передавач і зрештою на перетворювач. Високочастотний передавач є статичною частиною датчика. Передавач приймає сигнал з вимірювального фланця і передає його далі на перетворювач. Перетворювач моменту через ВЧ передавач передає енергію до вимірюючого фланцю і збирає заміряний сигнал моменту. Служить джерелом живлення датчиків обертового моменту Magtrol, а також дозволяє збирати дані і виводити їх у вигляді аналогового сигналу. Для відображення заміряних показників перетворювач повинен бути сполучений з мікроконтролером. Технічні характеристики датчика обертового моменту Magtrol TF 216 Номінальний момент... 5000Н·м Допустиме перевантаження 200% Клас точності 0,1% Максимальна частота обертання... 4000об/хв Жорсткість на обертання... 7,16·10⁶ Н·м/рад Кут деформації 0,040о Маса датчика... 9,3кг Момент інерції... 4,447·10⁻² кг·м²

КЕР.00.00.000 ПЗ Арк.

46

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

Вибір мікроконтролера Мікроконтролером в даній системі є ATmega 103. Основні його переваги і технічні характеристики наведені нижче: заснований на AVR RISC архітектурі AVR - висока продуктивність і RISC архітектура з низьким енергоспоживанням 120/121 могутніх інструкцій - більшість виконуються за один такт 32 x 8 робочих регістрів загального призначення + регістри управління периферією: продуктивність, аж до 6 MIPS при 6 МГц; пам'ять даних і незалежна пам'ять: 64/128 Кбайт Flash - програмна пам'ять з підтримкою внутрішньосистемного програмування, ресурс: 1000 циклів запису / стирання; 4 Кбайт вбудованої SRAM 2К/4К-байт EEPROM з підтримкою внутрішньосистемного програмування Ресурс: 100 000 циклів запису / стирання Програмуване блокування для безпеки вмісту Flash і EEPROM Периферія: Вбудований аналоговий компаратор. Програмуваний слідкуючий таймер з вбудованим генератором Програмуваний послідовний UART. Ведучий / ведений SPI - послідовний інтерфейс. Контролер реального часу (RTC) з виділеним тактовим генератором два 8-ми розрядних таймера/ лічильника з окремим попереднім дільником частоти. Розширена система з 16-ти

розрядним таймером/ лічильником з окремим попереднім м→ дільником м→ частоти і→ режимами і→ порівняння і→ захоплення а→ також і→ 8-ми, 9-ти, 10-ти розрядним ШІМ Програмований слідкуючий таймер з вбудованим тактовим генератором 8-ми каналний, 10-ти розрядний АЦП Спеціалізовані функції мікроконтролера:

КЕР→.00.00.000 ПЗ Арк.

47

4 Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

режими зниженого енергоспоживання: спокою (Idle), економічний (Power Save) і відключення (Power Down) програмно - вибрана частота тактового генератора 6 зовнішні і внутрішні джерела переривання Специфікації: Мікромогутня, високошвидкісна технологія 6 CMOS. Повністю статичний режим роботи. Споживана потужність при 4 МГц, 3 В, 25°C: Активний режим: 5.5 мА Режим спокою: 1.6 мА Режим відключення: <1 мкА Функції I/O і корпуси: 32 програмованих ліній I/O, 8 вихідних ліній, 8 вхідних ліній корпус 64 pin TQFP Напруга живлення: від 4.0 до 5.5 В Діапазон тактових частот: від 0 до 6 МГц ATmega103 8-ми розрядним мікроконтролером CMOS з низьким рівнем енергоспоживання, заснованим на AVR RISC архітектурі. Завдяки виконанню високопродуктивних інструкцій за один період тактового сигналу, ATmega103 досягає продуктивності, що наближається до рівня 1 MIPS на МГц, забезпечуючи розробникам можливість оптимізувати рівень енергоспоживання відповідно до необхідної обчислювальної продуктивності. Ядро AVR, засноване на вдосконаленій архітектурі RISC, містить могутній набір інструкцій і 32 робочих регістра загального призначення. Всі 32 регістри безпосередньо підключено до арифметико - логічного пристрою (АЛП), що забезпечує доступ до двох незалежних регістрів при виконанні однієї інструкції за один такт. В результаті, дана архітектура має вищу ефективність коду, при підвищенні пропускну здатності, аж до 10 разів, в порівнянні із стандартними мікроконтролерами CISC.

КЕР→.00.00.000 ПЗ Арк.

48

22 Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

ATmega 103 має: 64 Кбайт Flash - пам'яті з підтримкою внутрішньосистемного програмування, 2 К/4 Кбайт EEPROM, 4 Кбайт SRAM, 32 ліній I/O загального призначення, 8 вихідних ліній, 8 вхідних ліній, 32 робочих регістра загального призначення, контролер реального часу (RTC), 4 універсальних таймера / лічильника з режимами порівняння і ШІМ, UART, програмований слідкуючий таймер з вбудованим тактовим генератором, SPI послідовний порт, а також, три програмно вибраних режими економії енергоспоживання. Режим очікування «Idle Mode» зупиняє CPU, але дозволяє функціонувати SRAM, таймеру / лічильникам, порту SPI і системі переривань. Режим економії енергоспоживання «Power Down» зберігає вміст регістрів, але зупиняє тактовий генератор, відключаючи решту всіх функцій мікроконтролера, аж до наступного зовнішнього переривання, або до апаратної ініціалізації. У режимі економії енергоспоживання (Power Save) тактовий генератор таймера продовжує функціонувати, дозволяючи користувачеві підтримувати контроль часу в той час, як решта всіх функцій мікроконтролера відключена. Пристрій проводиться із застосуванням технології незалежної пам'яті з високою щільністю розміщення, розробленою в корпорації Atmel. Вбудована Flash - пам'ять забезпечує можливість перепрограмування програмного коду у складі системи за допомогою послідовного інтерфейсу, або за допомогою стандартного програматора незалежної пам'яті. Завдяки поєднанню вдосконаленого 8-ми розрядного RISC CPU з Flash - пам'яттю з підтримкою внутрішньосистемного програмування на одному кристалі вийшов високопродуктивний мікроконтролер ATmega103, що забезпечує гнучке і економічне високоефективне рішення для багатьох додатків вбудовуваних систем управління. AVR ATmega 103 підтримується повним набором програм і пакетів для розробки, включаючи: компілятори C, макроасемблери, відладчики / симулятори програм, внутрішньосхемні емулятори і набори для макетування.

КЕР→.00.00.000 ПЗ Арк.

49

22 Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

2.5 Розробка програмного забезпечення системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах В даному розділі наведена програма яка забезпечує виконання функцій системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах program project; {\$NOSHADOW} {\$WG} {global Warnings off} Device = mega103, VCC=5; Import SysTick, ADCPort, LCDport, MatrixPort, LPTport; From System Import; Define ProcClock = 1000000; {Hertz} SysTick = 10; {msec} StackSize = \$00FA, iData; FrameSize = \$00FA, iData; ADCchans = 8, iData; ADCpresc = 128; LCDport = PortD; LCDtype = 44780; LCDrows = 1; {rows} LCDcolumns = 8; {columns per line} MatrixRow = PortE, 0; {use PortD, start with bit0} MatrixCol = PinD, 1; {use PinD, start with bit1} MatrixType = 3, 3; {3 Rows at PortD, 3 Columns at PinD} LPTport = PortB, PortA; // DataPort, ControlPort Implementation {\$IDATA} { } { Type Declarations }

КЕР→.00.00.000 ПЗ Арк.

50

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

```
type { } { Const Declarations } { } { Var Declarations } {$IDATA} var value,a: word;
m,n,data,byteH,byteL,byteH_tetradaH,byteH_tetradaL,byteL_tetradaH,byteL_tetr
adaL: byte; { } { functions } procedure InitPorts; begin
DDRA:=0; DDRB:=0; DDRD:=0; DDRE:=0; end InitPorts; { } { Main Program } {$IDATA} begin InitPorts; {Ініціалізуємо порти}
EnableInts; n:=1; {По замовчуванню встановлюємо номер каналу АЦП} Lptinit; {Ініціалізуємо LPT порт} loop LptOut(8);{Створюємо стробуючий
сигнал одиниця} mDelay(1); {Затримка по часу}
```

КЕР→.00.00.000 ПЗ Арк.

51

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

```
LptOut(0); {Створюємо стробуючий сигнал нуль} mDelay(1); m:=LptInp(); {Читаємо момент з МК} If ReadKey(Key9) then m:=2000; endif;
If ReadKey(Key6) then m:=2500; endif; If ReadKey(Key3) then m:=3000; endif; If ReadKey(Key8) then m:=4500; endif; If ReadKey(Key5) then m:=6000;
endif; If ReadKey(Key2) then m:=7000; endif; If ReadKey(Key7) then m:=8000; endif; If ReadKey(Key4) then m:=9000; endif; Value:=GetAdc(1);
{Значення сигналу на АЦП} LcdClr; {Очищаємо дисплей} Write(LcdOut,IntToStr(integer(n))+IntToStr(Value); {Виводимо на дисплей інформацію}
```

{Значення сигналу яке створює АЦП є двох байтове, тому спочатку ділимо значення на байти} byteH:=byte(Value); {Старший байт} a:=Value shl 8; {Зсуваємо на 8 біт вліво і отримуємо молодший байт} byteL:=byte(a); byteH_tetradaH:=byteH AND \$F0; {Формуємо старшу тетраду старшого байту помноживши на 11110000b щоб не впливало на стробуючий сигнал} byteH_tetradaL:=byteH shl 4; {Формуємо молодшу тетраду старшого байту зсунувши на 4 біти вліво} {Аналогічно робимо для молодшого байту} byteL_tetradaH:=byteL AND \$F0; byteL_tetradaL:=byteL shl 4; {Почергово передаємо 4 тетради} LptOut(8);

КЕР→.00.00.000 ПЗ Арк.

52

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

mDelay(1); LptOut(0); mDelay(1); LptOut(byteH_tetradaH); mDelay(1); LptOut(8); mDelay(1); LptOut(0); mDelay(1); LptOut(byteH_tetradaL); mDelay(1); LptOut(8); mDelay(1); LptOut(0); mDelay(1); LptOut(byteL_tetradaH); mDelay(1); LptOut(8); mDelay(1); LptOut(0); mDelay(1); LptOut(byteL_tetradaL); mDelay(1); {Якщо момент перевищує заданий то подається сигнал і двигун вимикається} if (Value>m) then DDRB:=100000b; endfi endloop; end project.

КЕР→.00.00.000 ПЗ Арк.

53

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

ВИСНОВКИ В бакалаврській роботі на основі обґрунтування доцільності використання засобів механізації при виконанні спуско-підймальних операцій проведено: обґрунтування необхідності контролю крутного моменту при роботі механізованого ключа АПР-2ВБ; визначені параметри механізованого ключа АПР-2ВБ, які підлягають контролю; Проведена розробка системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах, яка включала: обґрунтування і вибір давачів; розробку структурної схеми системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах; розрахунок давача; вибір мікроконтролера; розробку програмного забезпечення системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах

КЕР→.00.00.000 ПЗ Арк.

54

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ Молчанов А. Г., Чичеров В. Л. Нефтепромысловые машины и механизмы. М.: Недра, 1983. - 308 с. Луценко Е. И., Абдуллаев Ю. Г. Монтаж, обслуживание и ремонт нефтепромыслового оборудования. - М.: Недра, 1985. - 391 с. Грабович В. П. Газонефтепромысловое оборудование и машины. 1982. - 44 с. Махмудов С. А. Монтаж, эксплуатация и ремонт скважинных штанговых насосных установок. - 1987. - 209 с. Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов., сост. Абанов А.Э. - 2003. - 14с. Сафонова Е. Н Специализированные машины и механизмы, применяемые ... Спецагрегаты и спецмашины. под общ. Ред... - 2002. - 537 с. Лещій Р. М. Аналіз взаємозв'язків потужності на валі мішалки реактора полімеризації емульсійного полівінілхлориду (ПВХ-Е) з константою Фікентчера (К) // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Технічна кібернетика та електрифікація об'єктів паливно- енергетичного комплексу, - Івано- Франківськ: ІДФТУНГ. - 1997. Вип.. 34 (6). - с. 188-191. Теорія електропривода: Підручник/ За ред. М.Г. Поповича.- К.: Вища школа, 1993. - 494 с. Касаткин А. С., Электротехника. Учебник для вузов. М. : Энергия, 1973, - 560 с. Быков М. А., Грацианский И. Н., Кифер И. И. и др. Курс электрических измйрений. Часть II/ Под. ред. В.Т. Прыткова и А.В. Талицкого. - Л.: Госэнергоиздат, 1960, - 431 с. Говінський В. А. Вдосконалення ватметрографічних методів діагностування штангових глибинно- насосних установок для видобутку нафти та розробка технічних засобів для їх реалізації. Дис. на здоб. наук. ступеня канд. техн. наук. - Івано- Іфранківськ. - 2003. - 180 с.

КЕР→.00.00.000 ПЗ Арк.

55

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

Соклоф С. Аналоговые интегральные схемы: Пер. с англ. М.: Мир. 1988. - 583 с. Шило В.Л. Линейные интегральные схемы в радиоэлектронной аппаратуре. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Сов. радио. 1979. - 368 с. Граф Р. Электронные схемы: 1300 примеров: пер. с англ. - М.: Мир, 1989, 688 с. Гусев В. Г., Гусев Ю. М. Электроника: Учеб. пособие для приборостроит. спец. вузов. - 2-е изд. - М.:Высш. шк. 1991. - 622с. Enegy Metering IC with On Chip Fault Refection ADE 7751// Analog de vices// www/ analog/ com. Tree Phase Energy Metering IC with Pulse Output ADE 7752 // Analog devices // www/ analog.com. Заміховський Л. М., Гринів П. П., Панчук В. Г. Сучасний стан методів технічних засобів контролю моменту на валу занурю вальних електродвигунів / Івано-Фран. ін-т нафти і газу. Івано- Франківськ, 1993. 17 с. Доп. в ДНТБ України 16.11.1993. No2274-Ук 93. Семенцов Г. Н. Класифікація методів автоматического контроля момента на валу производственных механизмов // Автоматизация производственных процессов в машиностроении и приобретении. - Львов: Вища школа. - 1976. - Вип. 21. - с. 100-104. Лещій Р. М. Контроль моменту на валі електродвигуна мішалки непрямим методом // Вісник ДУ "Львівська політехніка" Серія "Електроенергетичні та електромеханічні системи". - Львів: Львівська політехніка. -1999. - No372. - с. 97-100. Семенцов Г. Н, Автоматический контроль момента на валу электродвигателя главного движения металлорежущего станка РМАТС. Автоматизация производственных процесов. Львів. Вища школа. Вип.19. -1980.

КЕР→.00.00.000 ПЗ Арк.

56

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА Тема бакалаврської роботи: «РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ РОБОТИ АВТОМАТИЧНОГО КЛЮЧА АПР-2ВБ В СТЕНДОВИХ УМОВАХ» Обсяг пояснювальної записки 57 аркушів Перелік графічного матеріалу: КРБ - .00.00.001 Конструкція автоматичного ключа АПР-2ВБ (аркушів - 1). КРБ - .00.00.002 Графік залежностей крутного моменту М від кількості ударів в водила АПР-2ВБ при згинчуванні і розгинчуванні труб діаметром 60 мм; крутного моменту М від числа ударів в водила АПР-2 ВБ при згинчуванні і розгинчуванні труб діаметром 89 мм (ручне докріплення) (аркушів - 1). КРБ - .00.00.003 Класифікація методів контролю моменту на валі виробничих механізмів (аркушів - 1). КРБ - .00.00.004 Загальний вигляд давача крутного моменту Magtrol TF 216 (аркушів - 1). КРБ - .00.00.005 Структурна схема системи контролю роботи автоматичного ключа АПР-2В в стендових умовах (аркушів - 1). КРБ - .00.00.000 Е1 Принципова схема системи контролю роботи автоматичного

ключа АПР-2В в стендовых условиях (аркушів - 1). КВ- .00.00.00 E2 Принципова электрическая схема электронного ключа (аркушів - 1). КРБ - .00.00.005 Функциональная схема системы контроля работы автоматического ключа АПР-2В в стендовых условиях (аркушів - 1). Дата завершения бакалаврской работы 08.06.2026 року Студент-бакалавр В.В. Гера

КБР- .00.00.000 ПЗ Арк.

57

Змн. Арк. No докум. Підпис Дата

