

ВІДГУК

офіційного опонента Ярошевіча Єжи
на дисертаційну роботу **Гутого Андрія Володимировича**
«Динамічні процеси в бурових установках
під час вивільнення прихопленої колони труб»,
подану до захисту у спеціалізовану вчену раду Д 35.052.06
Національного університету «Львівська політехніка»
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

У зв'язку з необхідністю збільшення в Україні обсягів бурових робіт та з огляду на зростання глибин видобування нафти і газу виникає потреба удосконалення технологічних процесів буріння, піднесення технічного рівня бурових установок, нафтогазопромислового обладнання, зменшення витрат на усунення наслідків аварій на бурових. Найпоширенішими і найтяжчими видами аварій у свердловинах є прихоплення колон бурильних чи обсадних труб. Для вивільнення прихоплених колон труб застосовують привідні системи бурових установок, спеціальні підймальні пристрої, а також пристрої ударної чи вібраційної дії. Процеси вивільнення колон труб супроводжуються динамічними явищами, від яких істотно залежать як ефективність ліквідації наслідків аварій, так і надійність експлуатації підймальних механізмів, бурильних чи обсадних труб, спеціальних ударних або вібраційних пристроїв.

Для ефективного вивільнення прихоплених колон труб необхідно добирати раціональні параметри привідних систем і несівних конструкцій бурових установок, спеціальних пристроїв ударної дії, а також характеристики технологічних процесів, пов'язаних з усуненням наслідків аварій. Це можна здійснити лише на основі детального аналізу динамічних процесів, які виникають у бурових установках в аварійних режимах роботи.

Дисертаційна робота Гутого Андрія Володимировича спрямована на удосконалення методології аналізу динамічних процесів у механічних системах бурових установок, що виникають під час вивільнення прихопленої у свердловині колони труб, на основі застосування узагальненої континуально-дискретної розрахункової моделі та урахування динамічних властивостей двигунів і особливостей сумісної роботи підйальної системи установки і спеціального пристрою ударної дії. Тому тема дисертації є актуальною і має особливо важливе наукове і практичне значення.

2. Аналіз структури та змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 207 найменувань і додатків. Загальний обсяг роботи становить 210 сторінок і містить 58 рисунків, 12 таблиць і 3 додатки. Дисертація відповідає вимогам, що ставляться до кандидатських робіт.

У **вступі** (с. 17...23) обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету і завдання досліджень, окреслено наукову новизну і практичну цінність одержаних у роботі результатів, наведено інформацію про особистий внесок автора, апробацію дисертації та публікації за темою дисертаційної роботи.

У **першому розділі** (с. 24...44) проаналізовано відомі дослідження у галузі динаміки бурових установок в експлуатаційних та аварійних режимах роботи, особливу увагу приділено процесам, пов'язаним із вивільненням прихопленої у свердловині колони бурильних чи обсадних труб. Розглянуто конструкції пристроїв ударної дії для вивільнення прихопленої колони труб і тенденції їх вдосконалення.

На основі проведеного аналізу сучасного стану проблеми динаміки бурових установок під час вивільнення прихопленої у свердловині колони труб встановлено, що динамічні явища в бурильній колоні під час сумісної дії приводу і пристроїв ударної дії досліджені недостатньо. Наголошено на необхідності розвитку та уточнення методів розрахунку динамічних процесів в бурових установках під час вивільнення прихопленої колони труб.

Другий розділ (с. 45...85) дисертації присвячено удосконаленню методології розрахунку нестационарних процесів у бурових установках в аварійних режимах експлуатації за рахунок урахування одночасної роботи приводу установки і пристрою ударної дії. Побудована математична модель цих процесів, особливістю якої є урахуванням тісного взаємозв'язку електромагнітних явищ в асинхронному двигуні і коливальних та хвильових явищ у континуально-дискретній механічній системі. Досліджено динамічні процеси, що відбуваються під час ліквідації прихоплення колони бурильних труб, та вплив параметрів підіймальної системи бурової установки і гідравлічного ударного механізму на ефективність вивільнення прихопленої у свердловині колони труб. Одержано аналітичну залежність крутного моменту дизельного двигуна з турбонаддувом від частоти обертання колінчастого вала двигуна і переміщення рейки паливного насоса.

Третій розділ (с. 86...115) присвячено удосконаленню методології аналізу хвильових процесів, що виникають у заблокованій частині прихопленої у свердловині колони труб під час її вивільнення за допомогою пристроїв ударної

дії. Побудовано математичну модель і розроблено комп'ютерний алгоритм розрахунку динамічних явищ з детальним урахуванням багатокомпонентного тертя. При цьому бурильна колона з ударним механізмом розглядається як континуально-дискретна механічна система.

Проведено скінченно-елементну дискретизацію рівняння з частинними похідними шляхом застосування методу зважених нев'язок у поєднанні з методом Бубнова-Гальоркіна, внаслідок чого задачу аналізу хвильових процесів зведено до розв'язання задачі Коші для нелінійної системи звичайних диференціальних рівнянь.

Обґрунтовано практичні рекомендації щодо підвищення ефективності ліквідації прихоплень колон труб у свердловинах.

У **четвертому розділі** (с. 116...148) описана експериментальна установка для дослідження хвильових процесів в колоні бурильних труб на фізичній моделі реальної механічної системи, розробленій із дотриманням критеріїв подібності. Вона складається з опорної частини з ударним пристроєм, натяжного механізму і сталеві струни, що являє собою модель бурильної колони. Проведено експериментальні дослідження динамічних процесів, які виникають в незаблокованій частині колони під час спрацьовування механізму ударної дії. Наведено результати цих досліджень у вигляді графіків і таблиць. Методом тензометрування одержано осцилограми напружень у поперечних перерізах колони, розташованих поблизу її кінців, для значень сили спрацьовування моделі ударного пристрою 285,0 Н; 332,5 Н; 380,0 Н; 427,5 Н; 475,0 Н і ходу бойка 5,0 мм і 10,0 мм. Результати теоретичних розрахунків добре узгоджуються з експериментальними результатами, розбіжність теоретичних і експериментальних значень відповідних напружень не перевищує 8,5%.

Для підвищення ефективності ліквідації прихоплення колони труб наведено запатентовані Гутим Андрієм Володимировичем нові технічні рішення гідравлічного ударного механізму і пристрою для ліквідації прихоплення колони труб.

Дисертаційна робота завершується **висновками**, які узагальнюють основні результати теоретичних та експериментальних досліджень, і списком літературних джерел.

У **додатку А** (с. 174...180) наведені акти впровадження і промислових випробувань результатів дисертаційної роботи Гугого Андрія Володимировича; у **додатку Б** (с. 181...195) – програма розрахунку динамічних процесів у підймальній системі бурових установок під час вивільнення прихопленої колони труб; у **додатку В** (с. 196...210) – програма розрахунку хвильових процесів у заблокованій частині прихопленої колони труб.

Автореферат дисертації адекватно відображає основний зміст,

положення та висновки дисертаційної роботи.

3. Наукова новизна результатів дисертаційних досліджень полягає в наступному:

– отримала подальший розвиток методологія розрахунку нестационарних процесів у підймальній системі бурових установок під час вивільнення прихопленої колони труб за рахунок урахування одночасної роботи приводу установки і механізму ударної дії для створення імпульсних навантажень колони;

– вперше на основі опрацьованої методології побудована нелінійна математична модель динамічних процесів у підймальній системі установки з урахуванням тісного взаємозв'язку електромагнітних явищ в асинхронному двигуні і коливальних та хвильових явищ у континуально-дискретній механічній системі;

– удосконалено методологію аналізу хвильових процесів, що виникають в прихопленій у свердловині колоні труб під час її вивільнення за допомогою пристроїв імпульсної дії, за рахунок детального урахування внутрішнього та зовнішнього тертя у механічній системі, обумовленого розсіюванням енергії у матеріалі, а також взаємодією труб зі стінкою свердловини і з промивальним розчином;

– вперше проведено скінченно-елементну апроксимацію побудованої математичної моделі шляхом застосування методу зважених неув'язок у поєднанні з методом Бубнова-Гальоркіна, внаслідок чого задачу аналізу хвильових процесів зведено до розв'язання задачі Коші для нелінійної системи звичайних диференціальних рівнянь.

4. Практичне значення роботи

Математичні моделі і комп'ютерні програми, розроблені дисертантом для проведення досліджень динамічних процесів, що виникають під час вивільнення прихопленої колони труб, значно підвищують точність визначення експлуатаційних навантажень елементів бурових установок, оцінки та прогнозування їх міцності, довговічності, залишкового ресурсу. Це підтверджує практичне значення одержаних результатів.

За допомогою запропонованих Гутим Андрієм Володимировичем нових технічних рішень гідравлічного ударного механізму і пристрою для ліквідації прихоплення колони труб значно підвищується ефективність їх вивільнення.

Розроблена «Методика розрахунку динамічних процесів в бурових установках під час вивільнення прихопленої колони труб» пройшла промислові випробування на підприємстві ТОВ «Карпатська бурова компанія» (Івано-Франківська область, Коломийський район, село Сопів) під час проведення

геологорозвідувальних робіт на Добрівлянському родовищі (свердловина №5-Добрівлянська).

5. Оцінка достовірності та обґрунтованості основних положень дисертації

Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів забезпечена ретельним вивченням фізики процесів, що відбуваються у прихопленій колоні труб під час її вивільнення шляхом сумісного застосування приводу і спеціальних пристроїв ударної дії, докладністю побудованих математичних моделей динамічних явищ, строгістю і коректністю постановки та розв'язання розглянутих у дисертації завдань, застосуванням сучасних методів експериментальних досліджень і засобів вимірювань, а також задовільною збіжністю теоретичних і експериментальних результатів досліджень.

Можна зробити висновок, що ступінь обґрунтованості та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, запропонованих автором, не викликає сумнівів.

6. Аналіз викладення основних положень дисертації в опублікованих працях

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 13 наукових працях, з них: 5 публікацій у наукових фахових виданнях України (з них 1 одноосібна); 1 стаття у науковому періодичному виданні іншої держави, яке включено до міжнародних наукометричних баз; 2 статті у інших виданнях України; 3 праці у матеріалах конференцій та симпозіумів; 2 деклараційні патенти України на корисні моделі.

В опублікованих працях повністю висвітлені всі основні положення, результати, висновки і рекомендації дисертаційної роботи, що вказує на достатньо повну апробацію дисертації. Обсяг друкованих робіт та їх кількість відповідають вимогам МОН України щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є особистим науковим доробком здобувача. Особистий внесок полягає у визначенні та формулюванні мети і завдань роботи, наукових положень, проведенні теоретичних та експериментальних досліджень, аналізі та обробці результатів, розробленні і теоретичному обґрунтуванню заходів та засобів, направлених на підвищення ефективності процесів вивільнення прихоплених у свердловині колон труб.

7. Зауваження до дисертації та автореферату

1. Важливе завдання дисертаційної роботи полягає у вивченні впливу

ударних і коливальних явищ, що виникають у компоновці прихопленої у свердловині колони труб, на динамічні навантаження та на працездатність елементів бурової установки. Разом з тим, поза увагою автора залишилися поперечні коливання висотної споруди установки, які можуть виникати під час вивільнення прихопленої колони труб, а також питання міцності та можливої втрати стійкості металоконструкції бурової вежі.

2. Під час дослідження динамічної взаємодії незаблокованої і заблокованої частин прихопленої колони труб, зв'язаних між собою пристроєм ударної дії, дисертантом прийнято припущення про те, що у початковий момент часу сила взаємодії зазначених частин колони дорівнює нулю. Бажано було б дослідити вплив початкового значення цієї сили на розвиток динамічних процесів у механічній системі бурової установки та на динамічні навантаження елементів підйимального механізму, вежі і колони труб.

3. Математичне моделювання хвильових процесів у прихопленій у свердловині колоні труб у дисертаційній роботі проводиться з урахуванням дії на труби розподілених по довжині колони сил тертя. Бажано було б дослідити також особливості вивільнення колони, прихопленої концентрованими силами тертя, наприклад, внаслідок заклинювання бурового інструмента у вибої, або заклинювання колони бурильних труб у жолобі.

4. Переважна частина досліджень, проведених у дисертації спрямована на збільшення сили удару бойка по корпусу ударного пристрою та на забезпечення вивільнення прихопленої колони труб. На мою думку, варто було б більше уваги приділити дослідженню можливості ізоляції елементів підйимальної системи від ударних навантажень за рахунок застосування механізму для кріплення нерухомої вітки талевого каната регульованої жорсткості.

5. У списку використаних джерел, який налічує 207 найменувань, присутні джерела інформації терміном видання до 1990 року, деякі з них видані навіть до 1970 року, хоча існують більш сучасні видання, які охоплюють дисертаційні питання.

6. У тексті дисертації і автореферату зустрічаються незначні синтаксичні похибки та стилістичні неточності.

Зауваження щодо дисертації та автореферату не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи і мають, здебільшого, рекомендаційний характер на подальшу наукову діяльність автора.

8. Загальний висновок по дисертаційній роботі

8.1. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, які в сукупності вирішують

наукове завдання підвищення ефективності вивільнення прихоплених у свердловині колон труб.

Дисертантом удосконалено методологію аналізу динамічних процесів у механічних системах бурових установок, що виникають під час вивільнення прихопленої у свердловині колони труб. Для цього застосовано узагальнену континуально-дискретну розрахункову модель та враховано динамічні властивості двигунів і особливості сумісної роботи підйимальної системи установки і спеціального пристрою ударної дії. Одержані автором результати є новими, впроваджені у навчальний процес і апробовані у промисловості.

8.2. Матеріали дисертації викладені логічно та послідовно на високому професійному рівні. Автореферат достатньо точно і повно відображає основні положення дисертаційної роботи, а його зміст є ідентичним зі змістом дисертації. Рукопис дисертації та автореферат оформлені згідно з вимогами. Внесок автора у підготовку публікацій, відображених у авторефераті, є визначальним.

8.3. На основі наведеного вище вважаю, що дисертаційна робота Гутого Андрія Володимировича «Динамічні процеси в бурових установках під час вивільнення прихопленої колони труб» є завершеною, самостійною виконаною науковою працею, яка відповідає паспорту спеціальності 05.02.09 – динаміка та міцність машин, вимогам пунктів 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» та вимогам Міністерства освіти і науки України щодо кандидатських дисертацій, а її автор Гутий Андрій Володимирович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин.

Офіційний опонент
доктор технічних наук,
професор кафедри управління виробництвом
Білостоцької Політехніки (Польща)


Ежи Ярошевіч

Підпис офіційного опонента Ежи Ярошевіча **засвідчую.**

Проректор з питань розвитку
Білостоцької політехніки
доктор хабіл.-інженер

Роман Качиньскі



VICE-RECTOR
for Development


Prof. Roman Kaczyński, D.Sc., Ph.D., Eng.
BIAŁYSTOK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY