

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету «Полтавська
політехніка імені Юрія Кондратюка»
доктору технічних наук, професору
Коробку Богдану Олеговичу

РЕЦЕНЗІЯ

к.т.н., доцента, доцента кафедри буріння та геології
Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія
Кондратюка» Матяша Олександра Васильовича
на дисертаційну роботу Ландаря Сергія Миколайовича
«Розробка технологічної системи свердловинного інструменту діаметром
127 мм для зниження торсіонних вібрацій»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 18 «Виробництво та технології»
за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології»

Актуальність теми. Дисертаційне дослідження Ландаря Сергія Миколайовича присвячене вирішенню актуального науково-прикладного завдання щодо підвищення ефективності буріння нафтогазових свердловин шляхом створення технологічної системи свердловинного інструменту діаметром 127 мм, призначеної для зменшення торсіонних вібрацій бурильної колони. Зі збільшенням глибин буріння, ускладненням профілів свердловин та поширенням використання високопродуктивних PDC-доліт значно зростають динамічні навантаження на елементи компоновки низу бурильної колони. Це призводить до виникнення нерівномірних режимів роботи, погіршення передачі крутного моменту до долота, інтенсивного зношування бурильного та породоруйнівного інструменту, збільшення ризику аварійних ситуацій та зниження механічної швидкості буріння.

Сучасна практика буріння свідчить, що однією з головних причин передчасного виходу з ладу елементів компоновки низу бурильної колони є розвиток торсіонних коливань Stick-Slip і HFTO, які супроводжуються значними динамічними перевантаженнями та негативно впливають на ресурс бурильних труб, вибійних двигунів, телеметричних систем і породоруйнівного інструменту. Існуючі технічні засоби не забезпечують достатньої ефективності пригнічення таких коливань у широкому діапазоні гірничо-геологічних та технологічних умов, що обумовлює необхідність розроблення нових конструктивних рішень, здатних стабілізувати роботу бурильної колони.

У зв'язку з цим особливої актуальності набувають дослідження, спрямовані на створення спеціалізованого бурового амортизатора торсіонних

вібрацій, який забезпечує автоматичний перерозподіл динамічних навантажень, демпфування крутильних коливань та більш рівномірне передавання крутного моменту і осьового навантаження на долото. Комплексне поєднання математичного моделювання, числових розрахунків напружено-деформованого стану, лабораторних експериментів, промислової апробації конструкції та використання розробленої автономної системи реєстрації вибійних вібрацій Smart 4 дозволило отримати нові науково обґрунтовані результати, що мають практичне значення для підвищення продуктивності, надійності та безаварійності процесу буріння нафтогазових свердловин. Саме тому тема дисертаційної роботи є своєчасною, актуальною та відповідає сучасним напрямкам розвитку нафтогазової інженерії.

Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій.

Наукові результати, висновки та практичні рекомендації, наведені в дисертаційній роботі Ландаря С.М., є достатньо обґрунтованими та базуються на фундаментальних положеннях механіки буріння, динаміки бурильних колон, теорії коливань, опору матеріалів, механіки деформівного твердого тіла й сучасних інженерних методах проєктування свердловинних інструментів. Для досягнення поставленої мети автором використано комплекс взаємодоповнювальних методів дослідження, що включає аналітичні розрахунки, математичне моделювання, комп'ютерний аналіз напружено-деформованого стану (FEA) в середовищі ANSYS, лабораторні стендові експерименти та промислові випробування в умовах родовищ Дніпровсько-Донецької западини..

Методологія виконання дослідження є логічною та послідовною. Робота охоплює:

- аналіз причин виникнення торсіонних вібрацій і механізмів їхнього впливу на елементи КНБК;
- обґрунтування та розроблення конструкції бурового амортизатора торсіонних вібрацій діаметром 127 мм з багатозахідним гвинтовим вузлом і системою компенсації внутрішнього тиску;
- побудову математичної моделі крутильних коливань бурильної колони з пружним елементом у компонуванні;
- виконання розрахунків міцності та витривалості основних елементів за небезпечними перерізами;
- розробку й апробацію автономного пристрою реєстрації вибійних вібрацій Smart 4;
- проведення польових вимірювань динамічних параметрів буріння та експериментальну перевірку ефективності запропонованих рішень на лабораторному стенді..

Достовірність отриманих результатів підтверджується належним збігом результатів теоретичних, числових та експериментальних досліджень, а також їхньою практичною перевіркою під час буріння свердловин. Обґрунтованість сформульованих висновків підтверджується результатами розрахунків на міцність і витривалість, записами вибійних вібрацій, даними стендових випробувань і підтвердженням позитивним впливом на стабілізацію режимів буріння та зростання механічної швидкості.

Наукова новизна одержаних результатів.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи полягає у вирішенні актуального науково-прикладного завдання щодо підвищення ефективності буріння нафтогазових свердловин шляхом удосконалення засобів зниження торсіонних вібрацій бурильної колони та характеризується такими основними положеннями:

1. Удосконалено науково-методичний підхід до оцінювання динамічного стану бурильної колони, який базується на визначенні відносних і переносних складників крутного моменту, дотичних напружень у характерних перерізах бурильної колони, коефіцієнта віброзахисту при торсіонних коливаннях та коефіцієнта динамічності долота, що дозволяє більш об'єктивно оцінювати ефективність засобів віброзахисту.

2. Отримано вперше комплекс експериментальних даних щодо закономірностей розвитку торсіонних вібрацій у реальних умовах буріння, на підставі яких обґрунтовано конструктивні параметри бурового амортизатора та підтверджено його позитивний вплив на стабілізацію процесу буріння і підвищення механічної швидкості проходки.

3. Розроблено конструктивне рішення бурового амортизатора торсіонних вібрацій із вдосконаленою системою компенсації внутрішнього тиску, що забезпечує стабільну та надійну роботу інструмента в умовах високих температур і тисків, характерних для сучасних глибоких нафтогазових свердловин.

4. Дістали подальшого розвитку методичні підходи до експериментального дослідження вибійної динаміки бурильної колони шляхом комплексного використання автономної системи реєстрації Smart 4, стендових випробувань та аналізу експлуатаційних характеристик бурового амортизатора, що розширює можливості оцінювання ефективності технічних засобів боротьби з торсіонними вібраціями.

Отримані результати поглиблюють наукові уявлення про закономірності виникнення та демпфування торсіонних коливань бурильної колони, розширюють теоретичні основи проектування свердловинного інструменту та створюють передумови для подальшого розвитку адаптивних систем керування динамічними процесами під час буріння нафтогазових свердловин.

Практична цінність дисертаційної роботи.

Практична цінність дисертаційної роботи Ландаря С.М. полягає у створенні комплексу технічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності буріння нафтогазових свердловин за рахунок зниження торсіонних вібрацій бурильної колони.

Основні практичні результати роботи включають:

- розроблення технологічної системи свердловинного інструменту діаметром 127 мм, яка представлена буровим амортизатором торсіонних вібрацій із механізмом автоматичного перерозподілу динамічних навантажень. Реалізований принцип роботи забезпечує демпфування коливань, стабілізацію передавання крутного моменту та осевого навантаження на долото, що сприяє збереженню ріжучої структури PDC-доліт та елементів КНБК.
- створення та впровадження автономного пристрою реєстрації вибіркової динаміки Smart 4, який забезпечує безперервний контроль вібраційних навантажень (поперечних, поздовжніх, торсіонних) безпосередньо поблизу вибою в реальних умовах експлуатації.
- підтвердження практичної ефективності запропонованих розробок результатами стендових і промислових випробувань, якими доведено можливість підвищення механічної швидкості буріння та зменшення зносу інструменту.

Практичне значення отриманих результатів підтверджується їхнім упровадженням у виробничу діяльність ТОВ «Енергофінанс» під час буріння свердловин №179, №174, №178 та №61Д Анастасівського родовища. Додатковим підтвердженням прикладної цінності дослідження є одержання трьох патентів України на корисні моделі, що засвідчує новизну, технічну реалізованість і перспективність запропонованих розробок для практичного застосування в нафтогазовій галузі.

Повнота відображення основних положень дисертації у виданих роботах.

Результати дисертаційного дослідження Ландаря С.М. знайшли достатнє відображення у наукових публікаціях і повною мірою висвітлюють основні положення, наукові результати та практичні аспекти виконаної роботи. Загалом за темою дисертації опубліковано 10 наукових праць, серед яких 3 статті у виданнях, що індексуються міжнародною наукометричною базою Scopus, 2 статті у фахових наукових виданнях України, 2 публікації апробаційного характеру, а також отримано 3 патенти України на корисні моделі.

Аналіз змісту опублікованих праць свідчить, що вони комплексно охоплюють основні етапи проведених досліджень. У публікаціях висвітлено результати теоретичних і експериментальних досліджень торсіонних вібрацій бурильної колони, наведено розроблені математичні моделі та результати числового моделювання, обґрунтовано конструктивні особливості бурового

амортизатора, представлено результати використання автономної системи реєстрації вибівної динаміки Smart 4, а також проаналізовано ефективність запропонованих технічних рішень за результатами стендових і промислових випробувань.

Отримані патенти України на корисні моделі підтверджують новизну запропонованих технічних рішень та їх практичну спрямованість. Сукупність опублікованих наукових праць і результатів патентування дає підстави стверджувати, що основні положення дисертаційної роботи пройшли належну апробацію, а результати дослідження достатньо повно висвітлені у відкритих наукових джерелах і відповідають вимогам, що ставляться до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам.

Дисертаційна робота Ландаря С.М. має завершено, логічно вибудовану структуру та складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи становить 197 сторінок, з яких 157 сторінок займає основний текст. Список використаних джерел налічує 106 найменувань. Робота містить 69 рисунків і 14 таблиць, що забезпечує наочність викладеного матеріалу та сприяє належному обґрунтуванню отриманих результатів.

Структура дисертації є логічною, послідовною та повною мірою підпорядкована досягненню поставленої мети дослідження. У першому розділі здійснено аналіз сучасного стану наукових досліджень у галузі динаміки бурильної колони, розглянуто причини виникнення вібрацій та сучасні технічні засоби їх зниження. Другий розділ присвячено розробленню конструкції бурового амортизатора торсіонних вібрацій, а також обґрунтуванню прийнятих конструктивних рішень. У третьому розділі наведено математичні моделі, аналітичні залежності та результати числового моделювання, що стали основою для оцінювання ефективності функціонування запропонованої конструкції. У четвертому розділі представлено результати експериментальних досліджень, виконаних як у виробничих умовах, так і на спеціально створеному лабораторному стенді. П'ятий розділ присвячено інженерним розрахункам, оцінюванню міцності та працездатності конструкції, розробленню методики її розрахунку, а також питанням практичного впровадження результатів дослідження.

Матеріал дисертації викладено послідовно й логічно. Зміст кожного розділу відповідає його назві, поставленим завданням та загальній концепції дослідження. Загальні висновки є логічним підсумком виконаних теоретичних, числових і експериментальних досліджень, містять кількісне підтвердження основних наукових результатів та засвідчують досягнення автором поставленої мети і виконання визначених завдань.

Тематика дисертаційної роботи повністю відповідає спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології», оскільки дослідження спрямоване на

вдосконалення технічних засобів і технологічних рішень у процесі буріння нафтогазових свердловин, підвищення ефективності роботи компоновки низу бурильної колони, зниження динамічних навантажень та забезпечення надійності функціонування бурового обладнання. Зміст дисертації, поставлені завдання, використані методи досліджень і отримані результати повною мірою відповідають предметній області спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології».

Дотримання принципів академічної доброчесності.

Проведений аналіз дисертаційної роботи не виявив ознак порушення принципів академічної доброчесності. Під час виконання дослідження здобувач дотримувався вимог чинного законодавства України у сфері авторського права, етичних засад наукової діяльності та загальноприйнятих правил академічного цитування.

У дисертаційній роботі коректно оформлено посилання на використані наукові джерела, які включено до списку використаної літератури. Власні наукові результати автора чітко відокремлено від результатів і положень, отриманих іншими дослідниками. У наукових публікаціях, підготовлених у співавторстві, належним чином визначено та відображено особистий внесок здобувача у проведення досліджень і отримання наукових результатів.

Дисертаційна робота відповідає вимогам академічної доброчесності, а її зміст не містить ознак академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації чи інших порушень, визначених законодавством України та нормативними документами у сфері забезпечення академічної доброчесності.

Зауваження, побажання та рекомендації до дисертаційної роботи.

Відзначаючи високий науково-технічний рівень та практичну спрямованість дисертаційного дослідження Ландаря С.М., вважаю за необхідне висловити наступні зауваження та рекомендації:

1. У підрозділі 1.2 зазначається, що високочастотні торсійні коливання (*HFTO*) виникають у діапазоні 50–500 Гц. Проте в огляді та подальших розрахунках недостатньо висвітлено, як саме інерційні маси та пакет тарілчастих пружин реагують на такі високі частоти і чи не виникає запізнення демпфуючого елемента або його інерційного «заклинювання» при частотах понад 100 Гц.

2. Статистичний аналіз причин відмов і ускладнень під час буріння (п. 2.1, табл. 2.1) базується на вибірці лише з 16 випадків. Для отримання статистично надійних висновків щодо переважання відмов у Тріасових (62,5%) та Кам'яновугільних (18,75%) відкладах така вибірка є незначною; крім того, у ній не враховано напрацювання інструменту в годинах, стан різьбових з'єднань і властивості бурового розчину.

3. Для імітації заклинювання долота у чисельному експерименті (п. 3.3) зафіксовано абсолютну заборону обертання нижнього торця вала та жорстке обмеження верхнього торця. У реальних умовах свердловини гірська

порода та КНБК володіють пружною податливістю, що пом'якшує пікові контактні тиски на витках.

4. Стендовий експеримент (п. 4.10, 4.13, 4.15) проводився на зменшеному макеті з долотом діаметром 92 мм без внутрішнього тиску промивальної рідини. Відсутність циркуляційного тиску всередині макету та масштабний ефект при переході від 92 мм до 127 мм натурального виробу змінюють коефіцієнти демпфування, що потребує додаткового перерахунку за критеріями гідромеханічної подібності.

5. Попри наявність актів упровадження у ТОВ «Енергофінанс» при бурінні свердловин Анастасівського родовища (п. 5.5), у розділі відсутній підтверджений розрахунок техніко-економічного ефекту (кількісне скорочення непродуктивного часу у годинах, економія коштів від зменшення кількості СПО або збільшення проходки на долото).

Висловлені зауваження та рекомендації не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи, мають переважно уточнювальний і рекомендаційний характер та не впливають на її науково-практичну значущість.

Висновки

Дисертаційна робота Ландаря С.М. на тему «Розробка технологічної системи свердловинного інструменту діаметром 127 мм для зниження торсіонних вібрацій» є завершеною кваліфікаційною науковою працею, у якій на високому науковому рівні вирішено актуальне науково-прикладне завдання, спрямоване на підвищення ефективності буріння нафтогазових свердловин шляхом створення та наукового обґрунтування конструкції спеціалізованого свердловинного інструменту для зменшення торсіонних коливань бурильної колони.

Результати проведених досліджень характеризуються належним рівнем наукової новизни, практичною цінністю та достатньою обґрунтованістю. Основні положення дисертації є логічно взаємопов'язаними, підтверджені теоретичними, числовими та експериментальними дослідженнями й мають практичне значення для вдосконалення технології буріння свердловин. Запропоновані технічні рішення можуть бути використані буровими підприємствами, сервісними компаніями, проєктними та науково-дослідними організаціями під час проєктування, удосконалення й експлуатації компоновок низу бурильної колони, а також для зниження рівня динамічних навантажень, контролю технічного стану бурильного інструменту та оптимізації режимів буріння.

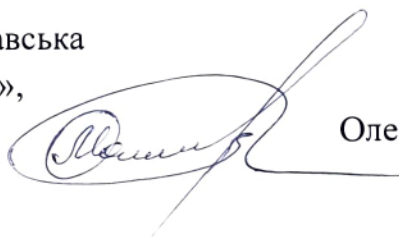
За змістом, структурою, науковим рівнем і оформленням дисертаційна робота відповідає спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології», а також вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017

р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами) та вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

Враховуючи актуальність теми дослідження, наукову новизну, практичне значення та достовірність отриманих результатів, повноту вирішення поставлених завдань і відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам, вважаю, що Ландар Сергій Миколайович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології».

Рецензент:

доцент кафедри буріння та геології
Національного університету «Полтавська
політехніка імені Юрія Кондратюка»,
кандидат технічних наук, доцент



Олександр МАТЯШ

Підпис засв. журо
Математик ВК

Експ. О. Єфимов