

## **ВІДГУК**

офіційного опонента **Кунцяка Ярослава Васильовича** на дисертаційну роботу **Слабого Ореста Олеговича** на тему «**Динаміка бурильного інструменту при поглибленні свердловин на морі з плавучих засобів**», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.10 – Буріння свердловин

### **Актуальність теми дисертаційної роботи**

Одним із напрямків подальшого нарощування видобутку вуглеводнів є інтенсифікація розробки родовищ в умовах глибокого моря. Особливістю поглиблення свердловин на морі є неможливість забезпечення сталого положення плавучої бурової установки відносно гирла свердловини, що значною мірою впливає на динамічні процеси, які мають місце під час буріння свердловин.

Існуючі дослідження показують, що динамічний режим роботи бурильної колони і породоруйнівного інструменту значною мірою впливають на ефективність поглиблення свердловини. Виходячи із цього вивчення динаміки роботи бурильного інструменту при бурінні свердловини на морі, чому присвячена дисертаційна робота Слабого О. О., є актуальною науковою задачею.

### **Загальна оцінка змісту дисертаційної роботи**

Дисертація Слабого О. О. загальним обсягом 225 сторінок містить 73 рисунки і 12 таблиць та складається із вступу, п'яти розділів, висновків, додатків і списку використаних джерел, який налічує 186 найменувань. Слід відмітити, що більшість опрацьованих джерел є іноземними.

У **вступі** подано загальну характеристику роботи, коректно сформульовано мету і задачі досліджень.

У **першому розділі** шляхом аналізу існуючих і замовлених плавучих бурових установок показано, що існує тенденція до збільшення замовлення установок, зокрема бурових суден, здатних бурити в умовах глибокого моря. Описано основні технічні рішення, що використовуються при бурінні свердловин в умовах глибокого моря, а також проаналізовано методи і підходи по дослідженню особливостей їх роботи. Зазначено, що на сьогоднішній день більшість досліджень ґрунтується на

побудові математичних і імітаційних моделей їх роботи, що зумовлено складністю досліджуваного об'єкту і його вартістю.

В розділі описано математичні моделі, які використовуються при дослідженні роботи водовіддільних і бурильних колон, натяжної системи водовіддільної колони і компенсатора вертикальних переміщень.

За результатами аналізу зроблено висновок, що одним із напрямком подальшого уточнення існуючих моделей є отримання узагальненої моделі роботи плавучої бурової установки, що б дозволило оцінити взаємний вплив окремих підсистем бурової установки на її роботу в цілому.

У **другому розділі** обґрунтовано вибір обраного методу досліджень який полягає в аналізі результатів імітаційного моделювання моделей досліджуваної системи. Проведено декомпозицію досліджуваного об'єкту, а також описано математичні моделі його окремих структурних елементів.

Уточнено математичну модель поздовжньо-поперечну коливань водовіддільної колони в площині дії векторів швидкості потоку рідини, що її омиває, з урахуванням протікання промивальної рідини по ній, а також наближену модель поздовжніх коливань бурильної колони з урахуванням переносного руху, який враховує вплив водовіддільної колони.

**Третій розділ** присвячено аналізу результатів імітаційного моделювання системи «бурове судно – натяжна система водовіддільної колони – водовіддільна колона». Для цього було створено імітаційну модель досліджуваної системи і проведено серію чисельних експериментів за різної висоти хвилювання моря і наявності чи відсутності морських течій. Наведено порівняння отриманих результатів імітаційного моделювання роботи водовіддільної колони, одержаних за уточненою моделлю поздовжньо-поперечних коливань і «класичною» моделлю поперечних коливань, яка поширена в галузевих стандартах і технічній літературі. Одержані результати показують, що врахування зміни зусилля натягу внаслідок хитавиці плавучої бурової установки при хвилюванні моря до 6 балів, при якому дозволяється проводити бурові роботи, призводить до отримання значно більших максимальних і середньоквадратичних значень амплітуди поперечних коливань і згинаючих моментів в перерізах колони.

У **четвертому розділі** автор здійснив аналіз роботи бурильної колони і породоруйнівного інструменту при поглибленні вертикальної свердловини в умовах глибокого моря. Для цього створено низку імітаційних моделей системи «бурове судно – компенсатор вертикальних переміщень бурильної колони – бурильна колона – долото». Проведено оцінку впливу який чинить хитавиця бурового судна і деформація водовіддільної колони на зміну динамічної складової осьової сили в перерізах бурильної колони і на долоті. Також здійснено оцінку зміни динаміки роботи системи при зміні жорсткості наддолотного амортизатора.

У **п'ятому розділі** описано розроблену бібліотеку OffshoreDrill в мові моделювання Modelica та інструкцію з її використання для створення експрес-методом ієрархічних імітаційних моделей для вивчення роботи бурових систем.

Особливістю даної бібліотеки є її відкритість і гнучкість, що дає змогу швидко змінювати моделі в залежності від задач досліджень. Також в розділі наведено подальші шляхи використання отриманих результатів дисертаційної роботи.

Окрім цього наведено конструкцію, описано принцип роботи та окремі питання проектного розрахунку створеного бурового регулятора на який отримано патент України на корисну модель №114949. Даний регулятор передбачає використання планетарного роликівинтового вузла, який має кращі характеристики роботи у порівнянні із класичною парою «гвинт-гайка»

#### **Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в наступному**

1. Створено нову ієрархічна модель бурової системи для буріння свердловин на морі.
2. Створено нову модель динаміки системи «бурове судно – водовіддільна колона», яка враховує конструктивні та технологічні особливості роботи натяжної системи водовіддільної колони.
3. Уточнено оцінку впливу зміни зусилля натягу верхнього кінця водовіддільної колони на її напружено-деформований стан.
4. Створена нову нелінійну імітаційну модель динаміки механічної системи «бурове судно – компенсатор вертикальних коливань – бурильна колона», яка враховує одночасний вплив на динаміку системи хитавиці бурового судна, деформації водовіддільної колони та збурення породоруйнівного інструменту.

## **Практичні значення одержаних результатів**

1. Розроблено бібліотеку OffshoreDrill у мові моделювання Modelica, використання якої дозволяє створювати експрес-методом імітаційні моделі роботи довільних бурових систем.

2. Розроблено «Інструкція по використанню бібліотеки моделювання «OffshoreDrill» для створення імітаційних моделей роботи бурової системи при поглибленні свердловин на морі.

3. Розроблено конструкцію бурового регулятора для накопичення і перерозподілу енергії поздовжньо-крутильних коливань бурильного інструменту. Одержано патент України на корисну модель № 114949.

## **Повнота висвітлення результатів в опублікованих працях, апробація роботи**

Основні результати роботи достатньо повно освітлені у 17 наукових працях, з яких 1 стаття у виданні включеному до міжнародних науково-метричних баз, 7 статей у фахових виданнях України, 6 тез наукових конференцій і симпозіумів, 1 патент України на корисну модель. При цьому 8 статей і 4 тези доповідей опубліковані одноосібно.

## **Ідентичність змісту автореферату й основних положень дисертації**

Зміст автореферату дисертаційної роботи Слабого О. О. адекватно відображає основний зміст, положення та висновки дисертаційної роботи.

## **Зауваження по дисертаційній роботі**

1. Дещо спрощено моделюється взаємодія долота з вибоєм свердловини. На сьогодні існують більш досконалі моделі.

2. В роботі не досліджувалась динамка роботи бурильного інструменту при похило скерованому бурінні.

3. Не проведено моделювання роботи бурильного інструменту з включеним у його компоновку запропонованим автором буровим регулятором. Це дозволило б краще оцінити вплив його параметрів на динаміку і показники роботи бурильного інструменту.

4. Потрібно було б детальніше розшифрувати позначення на рис 3.1, 3.2, 4.1, 5.1, де наведено графічне представлення створених імітаційних моделей.



## Загальні висновки по дисертаційній роботі

Дисертаційна робота Слабого О.О. «Динаміка бурильного інструменту при поглибленні свердловин на морі з плавучих засобів» є завершеною науково-дослідною роботою, що присвячена вивченню динамічних процесів, що мають місце в бурильному інструменті при поглибленні свердловини на морі, шляхом аналізу результатів імітаційного моделювання. Вона виконана на належному теоретико-експериментальному рівні, викладена продумано, грамотно і відповідає кваліфікаційним вимогам ДАК «України» до кандидатських дисертацій, а її автор Слабий Орест Олегович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.10 – Буріння свердловин.

Офіційний опонент,  
Доктор технічних наук,  
Генеральний директор  
ПрАТ «НДІКБ бурового інструменту»



Кунцяк Я. В.

*Відзук надійшов до спеціалізованої вченої ради  
D20.052.02 24.09.2018р.  
Учений секретар [Signature]*

