

В І Д Г У К

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Шлюнь Наталії Володимирівни** «Стійкість бурильних колон в криволінійних свердловинах», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.17 – будівельна механіка

Актуальність теми дисертації. Нафтогазовидобувна промисловість України, як невід’ємна складова паливно-енергетичного комплексу, є стратегічною галуззю народного господарства, оскільки суттєво впливає на розвиток економіки і зміцнення енергетичної безпеки держави.

На даний час в Україні має місце вичерпання запасів в більшості легкодоступних родовищ вуглеводнів, проте виявлено великі запаси нафтогазової сировини на великих глибинах. Окрім того перспективним стає видобуток сланцевого газу. У зв’язку з цим набувають розвитку і впроваджуються технології, орієнтовані на буріння надглибоких і, зокрема, похилих свердловин. Процеси їх проходки і експлуатації можуть супроводжуватися ускладненим напружено-деформованим станом (НДС) бурильного обладнання (бурильних колон), зокрема такими механічними ефектами, як втрата стійкості і випинання бурильних колон, їх прихоплення (заклинювання) тощо. Як наслідок, впровадження і використання технологій буріння глибоких свердловин різної просторової орієнтації має бути забезпечено засобами прогнозування непроєктного (надмірно деформованого) стану конструкцій бурильного обладнання з метою запобігання виникненню позарегламентних подій і розвитку аварійних сценаріїв функціонування свердловин.

Зважаючи на вищевикладене тема дисертаційної роботи Н.В. Шлюнь є суттєво **актуальною**. На користь актуальності роботи свідчить також те, що



автором дослідження були проаналізовані маловивчені до теперішнього часу механічні процеси притаманні реальним промисловим технологіям, розроблені методологія і програмно-обчислювальний апарат прогнозування виникнення біфуркаційних ефектів (фактично передаварійних подій) в конструкціях бурильного обладнання (в бурильних колонах).

Дисертаційна робота Н.В. Шлюнь пов'язана з планом науково-дослідних робіт, які виконуються на кафедрі вищої математики Національного транспортного університету.

Наукова новизна дисертації полягає в створенні математичної моделі, що описує пружне випинання бурильної колони великої довжини в порожнинах каналів свердловин криволінійного обрису, а також у проведенні досліджень впливу геометричних та фізичних параметрів бурильної колони на її механічну поведінку з урахуванням сил взаємодії з оточуючим ґрунтовим середовищем, які виникають при спуско-підйомних операціях та бурінні.

Здобувачем була вперше поставлена і розв'язана задача на власні значення для рівнянь, що моделюють явища втрати стійкості криволінійної бурильної колони з урахуванням дії сил тяжіння, тертя та контактної взаємодії зі стінкою свердловини при виконанні технологічних операцій буріння, визначені критичні рівні інтенсивності зовнішніх збурень, побудовані форми втрати стійкості бурильної колони.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій. Обґрунтованість і достовірність отриманих здобувачем результатів забезпечується реалістичністю вихідних даних про конструкцію об'єкта дослідження, коректністю постановки задачі будівельної механіки, зокрема задачі на власні значення для явища втрати стійкості (випинання) криволінійних стержнів, застосуванням механічних моделей, адекватних реальному об'єкту, використанням для розв'язку системи рівнянь задачі

апробованих і надійних математичних методів і алгоритмів, зокрема методів диференціальної геометрії, а також методу Рунге-Кутта. Обґрунтованість і достовірність результатів дослідження також підтверджуються прийнятним збігом результатів розрахунку з відомими розв'язками при граничних значеннях вихідних даних.

Практична цінність роботи полягає в розробці методології комп'ютерного програмного забезпечення для розрахунку механічної поведінки бурильних колон при спуско-підйомних операціях та бурінні в свердловинах криволінійного обрису. Використання результатів роботи при проектуванні видобувної діяльності дозволить за рахунок обґрунтованого удосконалення (підсилення) конструкцій бурильних колон мінімізувати технологічні ризики, пов'язані з надмірним деформуванням колон в процесі буріння глибоких похило-скерованих та горизонтальних нафтових і газових свердловин. Результати досліджень можуть бути використані в діяльності нафтогазовидобувних підприємств України.

Повнота викладення результатів. Зміст наукового дослідження, отримані результати і висновки достатньо повно викладені у 26-ти опублікованих працях, серед яких одна монографія, сім статей у виданнях іноземних держав, які включені до міжнародних наукометричних баз, вісім робіт опубліковано у провідних фахових виданнях, що входять до відповідного переліку Департаменту атестації кадрів вищої кваліфікації Міністерства освіти і науки України, отримані 2 патенти на корисну модель.

Оцінка основного змісту роботи. Дисертаційна робота містить вступ, чотири розділи, висновки (по кожному розділу і підсумкові), два додатки та список використаних джерел, що складається з 138-ми найменувань. У роботі наведено 38 рисунків та 13 таблиць. Загальний обсяг дисертації складає 203 сторінки, зокрема 146 сторінок друкованого тексту.

Усім розділам роботи притаманне змістовне науково-інформаційне

наповнення, послідовність розділів коректно відображає логіку розвитку процесу досліджень. У розділах викладено прийняті гіпотези і припущення, вихідні дані і результати теоретичних і чисельних досліджень, які предметно доповнюють одне одного та підтверджують ефективність розробленої методології і застосованих дослідницьких підходів.

В якості зауважень до виконаної роботи і *рекомендацій* щодо поглиблених досліджень розглянутої проблеми є підстави зазначити наступне:

1. У дисертаційній роботі розглянуті задачі про стійкість геометричної форми розташованих в свердловинах бурильних колон під дією квазістатичних осьових гравітаційних і фрикційних сил. Такі стани навантаження притаманні, зазвичай режимам, які передбачають виконання спуско-підйомних операцій.

Але більш складним і актуальнішим станом квазістатичного навантаження є процес буріння, оскільки при його реалізації колона обертається і в ній додатково виникають внутрішні крутні моменти, які впливають як на умови втрати колоною стійкості, так і на форму її випинання. В рамках подальших досліджень проблеми доцільно і актуально проаналізувати вплив на НДС і випинання колони також і фактору її обертання в процесі буріння.

2. Зміст виконаного дослідження орієнтований на розгляд сукупності задач про випинання бурильної колони для випадків, коли осьова лінія свердловини нахилена та має викривлення. При цьому вважається, що профіль (траєкторія) свердловини має достатньо просту геометрію (пряма, коло, гіпербола тощо), яка може бути описана аналітично. При цьому факторами ускладнення задачі є додаткові сили контактної та фрикційної взаємодії, що виникають під час здійснення технологічних операцій.

Хоча вибрані для аналізу профілі (траєкторії) свердловин переважно і спостерігаються в практиці нафтогазовидобування, проте актуальним є розгляд більш складних траєкторій свердловин з метою розробки і надання

узагальнених практичних рекомендацій.

3. У дисертації розглянуто технологічні режими, пов'язані з виконанням спуско-підйомних операцій і бурінням на етапі проходки свердловини. Але технологічний процес подальшого облаштування свердловини також передбачає встановлення в її порожнину обсадної труби, що здійснюється по завершенні буріння після вилучення бурильної колони. На етапі опускання обсадної труби для її конструкції також можливе виникнення всіх негативних ефектів, розглянутих в дисертації (втрата стійкості, випинання, прихоплення/заклинювання тощо). Слід зазначити, що прояв зазначених ефектів може супроводжуватись більш складним НДС конструкції, ніж розглянуті в дисертації випадки, оскільки для обсадних труб мають місце суттєво менші значення міжтрубного зазору і збільшені сили тертя. Здобувачем вплив означених двох факторів на розв'язок задачі докладно не досліджувався, хоча запропонована і реалізована в роботі методологія принципово дозволяє здійснювати комп'ютерне моделювання вказаного режиму експлуатації свердловини.

Загальні висновки.

1. Дисертація Шлюнь Наталії Володимирівни є завершеною науковою роботою, яка присвячена розгляду актуальної проблеми будівельної механіки і інженерної практики. Результати дисертаційної роботи можуть бути використані як у подальших наукових дослідженнях, так і впроваджені в діяльність нафтогазовидобувних підприємств держави.

2. Фахові публікації здобувача повною мірою розкривають теоретичні положення дисертації, які виносяться на захист.

3. Дисертаційна робота **Н.В.Шлюнь** «Стійкість бурильних колон в криволінійних свердловинах» виконана на високому науковому рівні і містить розв'язок ряду нових важливих задач будівельної механіки. За своїм

складом, змістом, отриманими результатами досліджень, тематикою оприлюднених автором наукових робіт виконана дослідницька робота відповідає всім вимогам пункта 11 «Порядку присудження наукових ступенів» для кандидатських дисертацій, а автор дисертації **Наталія Володимирівна Шлюнь** заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.17 – будівельна механіка.

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук, старший
науковий співробітник відділу
довготермінової експлуатації АЕС
Державного підприємства
«Державний науково-технічний
центр з ядерної
та радіаційної безпеки» (ДНТЦ ЯРБ)



В. Б. Крицький

Підпис Крицького Володимира Борисовича засвідчую:

Перший заступник
директора ДНТЦ ЯРБ



О.В.Печериця