

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Паневника Д.О. «Підвищення ефективності використання наддолотних струминних насосів», представлену на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 - галузеве машинобудування

Ступінь актуальності обраної теми. Ефективність очищення вибою свердловини – один з основних факторів, що визначають показники буріння. Інтенсифікація видалення шламу шляхом підвищення продуктивності бурового насоса викликає зростання диференціального тиску на вибої та погіршує умови руйнування гірської породи. Використання свердловинних струминних насосів з утворенням замкненого привибійного контуру циркуляції дозволяє інтенсифікувати промивання свердловини виключно у привибійній зоні при збереженні первинної витрати промивальної рідини у затрубному просторі свердловини і незмінного гідродинамічного тиску на вибій. Крім того, окремі конструкції свердловинних ежекційних систем дозволяють зменшити диференціальний тиск на вибої в процесі буріння, що суттєво впливає на процес руйнування гірської породи та видалення шламу. Здатність струминного насоса створювати зону низького тиску на вибої з інтенсифікацією його очищення зумовлюють перспективність і актуальність використання ежекційних технологій та обладнання.

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі. Наукові положення, теоретичні висновки та практичні рекомендації, сформульовані у дисертаційній роботі, викладені в логічній послідовності, є достатніми і належним чином обґрунтованими теоретичною розробкою принципів побудови матмоделей свердловинного струминного насоса з розширеним масивом вихідних даних (урахування взаємної орієнтації елементів струминного насоса, змінного профіля швидкостей потоків в камері змішування, визначення гідравлічних втрат в елементах привибійного замкненого контуру циркуляції), експериментальною перевіркою удосконалених рівнянь характеристики струминного насоса та його гідравлічної системи методами фізичних і математичних моделювань. Великий обсяг матеріалів, зібраних в ході проведення наукових експериментів, ретельно узагальнено та логічно проаналізовано. Достовірність результатів досліджень забезпечується коректною постановкою і вирішенням завдань, ґрунтується на результатах багаточисельних експериментів та їх відтворюваністю, використанням сучасних прикладних комп'ютерних програм для обробки результатів експериментальних досліджень і CFD-моделювань, а також застосуванням методів теорії подібності. Наукові положення та теоретичні висновки у своєму логічному викладенні не суперечать фундаментальним положенням гідродинаміки. Висновки за окремими розділами та загальні висновки до дисертаційної роботи викладено чітко та науково обґрунтовано.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у наступному:

- розроблено математичну модель трансформації поля швидкостей в камері змішування струминного насоса у вигляді рівномірного центрального, змінного проміжного та рівномірного периферичного профілю, ширина якого може приймати нульові значення, а отриманий коефіцієнт нерівномірності швидкостей на відміну від відомих моделей додатково враховує геометричні розміри та величину коефіцієнта інжекції струминного насоса, що дозволило підвищити точність визначення його теоретичної характеристики;
- встановлено закономірності розподілу гідравлічних втрат в елементах одноконтурної ежекційної системи, визначено гідродинамічні параметри елементів, розміщених на ділянці змішаного потоку, які визначаються величиною витрати робочого, а не змішаного потоку, що дозволяє прогнозувати параметри свердловинної ежекційної системи;
- розв'язано задачу оптимізації умов експлуатації свердловинних ежекційних систем на основі розширеного масиву вихідних даних з врахуванням взаємної орієнтації елементів, що дозволило встановити її теоретичний зв'язок з енергетичними витратами в проточній частині струминного насоса;
- розроблено теоретичні передумови одночасної інтенсифікації промивання наддолотної області та зниження тиску на вибої ґрунтуючись на закономірностях розподілу потоків у триконтурній свердловинній ежекційній системі.

Практичне значення результатів роботи полягає у наступному:

- теоретично показана необхідність враховувати зміну профіля швидкостей в камері змішування струминного насоса при використанні рівняння його напірної характеристики, а удосконалене рівняння характеристики струминного насоса може застосовуватись для прогнозування його характеристики як в технологічних процесах нафтової і газової промисловості, так і в суміжних галузях промисловості;
- розширено уявлення про моделювання гідравлічних зв'язків у замкненому привибійному контурі циркуляції шляхом встановлення впливу потоку на гідродинамічні параметри елементів ежекційної системи, що дозволяє підвищити точність оцінки характеристики гідравлічної системи струминного насоса;
- сформульовано принципи оптимізації балансу енергії в проточній частині струминного насоса з врахуванням взаємної орієнтації елементів свердловинної ежекційної системи, що дає змогу зменшити енерговитрати бурових робіт;
- обґрунтовано можливість поєднання нагнітального та нагнітально-всмоктувального промивання вибоєю шляхом встановлення закономірностей переорієнтації потоків при введенні додаткового контуру привибійної циркуляції свердловинної ежекційної системи, при цьому покращуються показники буріння.

Повнота викладення результатів досліджень в наукових публікаціях.

Основні положення та результати дисертаційної роботи у достатній мірі відображені в опублікованих 29 наукових працях, з яких 10 статей у наукових фахових виданнях України та 3 статті у фахових видання іноземних держав (у тому числі 4 статті у виданнях, які обліковуються наукометричною базою Scopus), 13 публікацій у матеріалах міжнародних і всеукраїнських науково-технічних і науково-практичних конференцій, а також 1 патент України на винахід. Обсяг і зміст опублікованих праць повністю охоплює всі розділи дисертації, а також в достатній мірі відображає її зміст. Основні результати проведених здобувачем досліджень отримані самостійно, а особистий внесок здобувача в опублікованих у співавторстві роботах є визначальним. Таким чином, наукові публікації за темою проведених дисертаційних досліджень відповідають вимогам п.11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 06.03.2019.

Структура та основний зміст дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається з анотації на двох мовах, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел літератури та додатків.

В першому розділі узагальнені етапи розвитку свердловинних струминних насосів. Показаний взаємозв'язок між потужністю силових приводів та глибиною розміщення струминного насоса в свердловині. Проаналізовані елементи надійності свердловинних струминних насосів та проведена статистична оцінка ефективності і структура використання в бурінні основних конструкцій ежекційних систем. Основні конструкції струминних насосів систематизовані у вигляді класифікаційної схеми. Проведений в першому розділі роботи аналіз дозволив запропонувати удосконалену схему ежекційної системи та визначити напрям удосконалення теоретичних основ її використання.

В другому розділі приведені математичні моделі, які визначають характеристики струминного насоса і його гідравлічної системи. В процесі моделювання змішування осесиметричних струменів додатково враховано змінний профіль швидкостей та змінну структуру потоків в камері змішування струминного насоса. На основі висунутого здобувачем припущення про залежність гідродинамічних параметрів елемента, розміщеного на виході з дифузора струминного насоса від витрати робочого, а не змішаного потоку уточнений характер розподілу гідравлічних втрат в елементах замкнутого привибійного контуру циркуляції промивальної рідини. Розроблені теоретичні елементи дозволили суттєво підвищити точність оцінки режиму роботи свердловинної ежекційної системи.

В третьому розділі на основі експериментальних досліджень моделей струминного насоса з врахуванням теорії гідравлічного моделювання та подібності і застосуванням елементів математичної статистики приведений розв'язок наступних задач: експериментально доведено припущення про залежність гідродинамічних параметрів елемента, розміщеного на виході струминного насоса від витрати робочого, а не змішаного потоку; перевірена адекватність математичної моделі, що визначає характеристику струминного насоса; перевірена адекватність математичної моделі, що визначає характеристику гідравлічної системи струминного насоса. Проведеними дослідженнями експериментально доведено, що запропоновані здобувачем математичні моделі робочого процесу свердловинної ежекційної системи дозволяють зменшити похибку визначення теоретичного напору струминного насоса.

В четвертому розділі приведена низка методичних розробок, яка реалізує на практиці визначені здобувачем закономірності моделювання гідравлічних зв'язків елементів свердловинної ежекційної системи. На основі дослідження особливостей зміни ККД свердловинної ежекційної системи нагнітального, всмоктувального та нагнітально-всмоктувального типів встановлені оптимальні геометричні розміри деталей проточної частини струминного насоса і промивальної системи долота, а також режимні параметри гідромашини, які забезпечують граничні показники її експлуатації. Шляхом дослідження характеру розподілу потоків у триконтурній привибійній гідравлічній системі розроблені теоретичні засади прогнозування режиму роботи запропонованої здобувачем свердловинної ежекційної системи, до складу якої входять струминні насоси, що реалізують нагнітальне та нагнітально-всмоктувальне промивання вибою. Розроблені теоретичні основи вибору мінімально необхідної за умов міцності товщини стінки струминного насоса при його роботі в кавітаційному режимі. Використовуючи результати статистичного аналізу розроблена методика визначення техніко-економічних показників основних схем застосування струминних насосів при бурінні свердловини. Запропоновані науково-методичні розробки сприяють підвищенню технічного рівня ежекційного бурового обладнання.

До додатків включено допоміжні матеріали (методики, протоколи, акти, довідки і т.п.), які необхідні для повноти сприйняття основного тексту дисертації.

Академічна доброчесність. Дисертаційна робота містить необхідні посилання на наукові публікації інших авторів. При проведенні досліджень автор дотримувався принципів академічної доброчесності. В дисертаційній роботі та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати, порушень академічної доброчесності (академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації) не виявлено.

Зауваження щодо змісту і оформлення дисертації:

1. При формулюванні об'єкта дослідження слід виходити з тлумачень, що це процес або явище, яке породжує проблемну ситуацію й обране для дослідження.
2. У коментарях до рис.1.3 зазначено, що проаналізовано досвід використання і середні показники тривалості міжремонтної експлуатації струминних насосів в нафтогазовидобувних свердловинах за останні 50 років. В той же час наведені дані обмежені станом до 2005 р.
3. Запропонована здобувачем система класифікації свердловинних струминних насосів не враховує ежекційні системи, які здійснюють комбіноване промивання вибою.
4. У підрозд.2.1 наведено обмежені пояснення умов проведення числових експериментів CFD-методами, зокрема відсутній опис завдання математичної моделі, початкових і граничних умов. Які конкретно методи розв'язання основних рівнянь гідродинаміки застосовано при математичних імітаційних (комп'ютерних) моделюваннях гідродинамічних процесів? Наведено геометрію розрахункової області, але не вказано розміри розрахункової сітки, хоча й вказано умови її адаптації.
5. На рис.3.3 помилково однаково позначено осі ординат, а повинно бути: а - відносного напору h та б - коефіцієнта інжекції i .
6. Окремі експериментальні залежності (зокрема, "вплив тиску силового приводу" та "динаміка зміни глибини розміщення струминного насоса в свердловині") приведені без загальноприйнятих емпіричних формул.
7. Методика експериментальних досліджень не враховує умови перенесення результатів з води (модельна речовина) на промивальний розчин (реальна речовина)
8. В роботі зустрічаються одиниці вимірювання величин, наведені не в загальноприйнятій міжнародній системі одиниць СІ (наприклад (розд.3), експериментальні значення витрати, л/с). В процесі аналізу етапів розвитку свердловинних струминних насосів значення тисків приведені в м.вод.ст., кгс/см² та МПа, що ускладнює порівняльний аналіз ефективності окремих конструкцій ежекційних систем.


Вказані зауваження не стосуються принципових положень дисертаційної роботи, а тому не зменшують її науково-практичної цінності та значимості роботи в цілому. Слід також зазначити, що вказані зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, а є лише дорадчими, дискусійними чи технічними.

Загальний висновок по дисертаційній роботі.

На підставі вивчення та аналізу роботи в цілому можна зробити наступні висновки про відповідність дисертації встановленим вимогам:

1. Дисертаційна робота Паневника Дениса Олександровича «Підвищення ефективності використання наддолотних струминних насосів» відповідає спеціальності 133 - галузеве машинобудування та профілю спеціалізованої вченої ради ДФ 20.052.001.
2. В межах зазначеної спеціальності проведені здобувачем наукові дослідження представляють наукову новизну та практичну цінність. При цьому необхідно відмітити розробку узагальненої теорії струминного насоса, яка враховує змінну структуру потоку в камері змішування для різних конструкцій ежекційної системи. Отримані здобувачем результати розв'язують важливу науково-прикладну проблему удосконалення гідравлічних зв'язків свердловинних ежекційних систем, а результати моделювань процесів в ежекційній системі надають можливість підвищити точність прогнозування режиму роботи струминного насоса та ефективність використання ежекційних технологій.
3. Публікації, що додаються до дисертації, достатньо висвітлюють результати роботи, відповідають вимогам МОН України та Постанови Кабінету Міністрів України №167 від 06.03.2019 р.
4. Дисертаційна робота Паневника Д.О. відповідає вимогам МОН України до дисертаційних досліджень, а здобувач заслуговує присвоєння йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 - галузеве машинобудування.

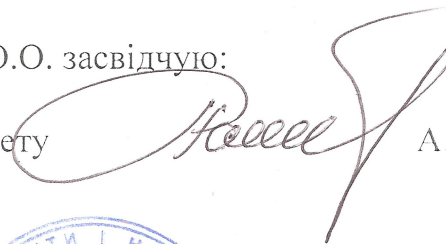
Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор
Сумського державного університету



6.09.20

О.О.Ляпощенко

Підпис д.т.н., проф. Ляпощенко О.О. засвідчую:
Вчений секретар
Сумського державного університету



А.І.Рубан

Ляпощенко О.О.

Підпис	<i>Рубан А.І.</i>
засвідчую	
<i>проректор</i>	відділу кадрів
<i>А.І. Рубан</i>	

