

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Паневника Дениса Олександровича
“Підвищення ефективності використання наддолотних струминних
насосів”, що представлена на здобуття ступеня доктора філософії за
спеціальністю 133-Галузеве машинобудування

Актуальність теми. Ежекційні технології завдяки можливості істотно інтенсифікувати очищення вибою і наддолотної ділянки та здійснювати буріння в умовах зменшеного диференціального тиску в свердловині дозволяють досягти якісно нового рівня розвитку бурового обладнання. Переваги використання ежекційних технологій наповніше реалізуються при проведенні бурових робіт в складних гірсько-геологічних та технологічних умовах. Існуюча світова тенденція зростання об'ємів буріння в складних умовах підсилює значимість ежекційних технологій при будівництві свердловин.

Малий коефіцієнт корисної дії (ККД) струминної помпи вимагає удосконалення гідравлічних зв'язків між елементами ежекційної системи та розробки методів оптимізації її конструкції. Відсутність безпосереднього зв'язку з глибинним обладнанням зумовлює необхідність прогнозування режиму роботи свердловинних ежекційних систем. Ефективність моделювання гідравлічних зв'язків та точність прогнозування режимних параметрів свердловинних ежекційних систем визначається ступенем обґрунтованості теоретичних основ їх використання.

Найпоширеніша методика визначення теоретичної характеристики струминної помпи адекватно відображає реальні процеси змішування рідин виключно в ділянці нульових значень коефіцієнта інжекції. Недостатні уявлення про особливості зміни гідродинамічних параметрів змішаного потоку у привибійному контурі циркуляції є причиною якісних і кількісних невідповідностей теоретичної характеристики гідравлічної системи струминної

помпи. Дані обставини потребують розвитку теорії використання свердловинних ежекційних систем з наступним експериментальним підтвердженням розроблених теоретичних елементів.

Удосконалення конструкцій та теорії свердловинних ежекційних систем відповідає прийнятому в Україні стратегічному напрямку розвитку нафтогазової промисловості спрямованому на здобуття енергетичної незалежності держави і є актуальною задачею.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій. Наукові положення, висновки та рекомендації сформульовані у дисертаційній роботі підтверджені теоретичною розробкою базових положень, які визначають гідравлічні зв'язки між елементами ежекційної системи, результатами апробації отриманих теоретичних напірних характеристик, збіганням результатів моделювання процесів змішування рідин і фактичними режимними параметрами робочого процесу струминної помпи, логічним поєднанням проведеного дослідження з відомими результатами, використанням класичних методів для обробки результатів експериментальних досліджень, значним обсягом використаного статистичного матеріалу.

Наукова новизна результатів дисертаційних досліджень. Здобувачем розроблено удосконалену математичну модель кінематики змішуваних потоків на основі нової постановки задачі про вирівнювання швидкостей в коаксіальних потенціальних і зсувних течіях. Встановлено вірогідний механізм розподілу гідравлічних втрат напору в ланках привибійного контуру циркуляції ежекційної системи з урахуванням експериментального дослідження вибіркового впливу робочого й інжектного потоку на гідродинамічні характеристики елементів, що усуває якісну невідповідність теоретичних і реальних характеристик гідравлічної системи струминної помпи. Сформульовано принципи вибору оптимальних конструкційних і режимних параметрів струминних pomp на основі деталізації впливу окремих елементів

ежекційної системи на її енергетичні показники. Обґрунтовано необхідність переформатування гідравлічних зв'язків між елементами ежекційної системи уведенням додаткового контуру привибійної циркуляції.

Отримані наукові результати відповідають меті та задачам дисертаційної роботи й дозволяють зменшити недоліки відомих методів прогнозування характеристик свердловинних ежекційних систем.

Теоретична цінність дисертаційної роботи визначається систематизацією основних схем використання свердловинних ежекційних систем і визначенням перспектив їх подальшого удосконалення. Сформульовано принципи оцінки нерівномірності розподілу швидкостей рідини в камері змішування струминної помпи та теоретично доведено необхідність врахування зміни поля швидкостей при побудові математичної моделі з'єднання потоків. Проведеним теоретичним узагальненням встановлено закономірності формування гідродинамічних зв'язків між елементами одноконтурної нагнітальної ежекційної системи.

Практична цінність роботи полягає в підвищенні точності оцінки та достовірності теоретичного визначення режиму роботи свердловинної ежекційної системи й у покращенні енергетичних показників свердловинних ежекційних систем на основі оптимізації геометричних розмірів окремих складових елементів. Також визначені перспективи удосконалення свердловинних ежекційних систем шляхом оцінки порівняльної ефективності використання окремих схем включення струминного насоса. Застосування запропонованої схеми використання струминних pomp скорочує терміни будівництва свердловин і зменшує витрати на руйнування гірської породи й очищення вибою.

Повнота опублікування результатів наукових досліджень. Результати проведених досліджень достатньо повно викладені в 29 наукових публікаціях, зокрема 1 стаття у провідному науковому періодичному виданні Польщі, 10

статей – у фахових виданнях України та 4 статті – у виданнях, віднесених до першого-третього квартилів відповідно до класифікації SCLmago Journal and Country Rank (Journal Citation Reports).

Відсутність порушень академічної доброчесності. Основні результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно. Представлені результати досліджень відзначаються відповідними посиланнями на джерела інформації, дотримуванням норм законодавства про авторське право, наданням достовірної інформації про власні та використані методики досліджень.

Оцінка змісту основної частини дисертаційної роботи

В *першому* розділі дисертаційної роботи “*Дослідження етапів та перспектив розвитку свердловинних ежекційних систем*” на основі аналізу історії розвитку свердловинних струминних pomp і систематизації їх конструкцій розроблено систему класифікації вибійних ежекційних систем і визначені шляхи їх удосконалення. В процесі дослідження існуючих математичних моделей робочого процесу свердловинних ежекційних систем показано необхідність покращення сучасних методик з визначення режиму роботи струминної помпи.

Зауваження до першого розділу:

1. Кожна з pomp, які представлені у табл. 1.1, має зростання показників, котрі характеризують її роботу. Однак, не вказано з якою помпою зроблено їх порівняння.

2. Табл. 1.1 і рис. 1,8 розміщені раніше, ніж зроблено в тексті на них посилання.

3. На сторінках 31, 36 і 38 здобувач, посилаючись на власні роботи пише, що зроблено “автором [59]”, “автором [104]”. Краще для розуміння тексту писати, що виконано “здобувачем [59]”, “здобувачем [104]”.

У другому розділі роботи *“Теоретичний аналіз гідродинамічних процесів в ежекційній системі свердловинного ежекційного насоса”* розроблено теоретичне підґрунтя підвищення точності прогнозування режиму роботи свердловинних ежекційних систем. На основі нової постановки задачі розроблено математичну модель процесу вирівнювання поля швидкостей потоків в камері змішування струминної помпи, що дозволило удосконалити систему оцінок його напірної характеристики. Реалізацією гіпотези здобувача про формування гідравлічних втрат в додатковому привибійному контурі циркуляції уточнено структуру рівнянь, які описують характеристики гідравлічної системи струминної помпи.

Зауваження до другого розділу:

1. Відсутні проміжні формули при виведенні окремих залежностей, наприклад, рівнянь, що визначають зв'язок між радіусами границь поясів потоків в камері змішування струминної помпи, критичних відстаней між робочою насадкою та камерою змішування та в інших математичних моделях.

2. На основі аналізу робочого процесу струминної помпи встановлено, що коефіцієнт швидкості потоку не може приймати значення $\varphi=1$. Такий аналіз не є потрібним, оскільки коефіцієнт швидкості внаслідок дії сил в'язкості завжди менший одиниці.

3. В одному лише абзаці на сторінці 61 здобувач ужив сім разів термін “область” стосовно ділянок потоку. “Область” – це адміністративна одиниця. У нас об'ємні потоки. Тут можна застосовувати терміни пояс, конус, ділянка.

4. Рівняння другого степеня зазвичай називають квадратними, а не квадратичними, як це сказано на сторінці 101.

Третій розділ *“Експериментальне дослідження впливу гідродинамічних параметрів змішаного потоку на характеристику гідравлічної системи струминного насоса”* присвячено експериментальним дослідженням свердловинних струминних помп. Експериментальне

дослідження гідродинамічних параметрів елементів замкнутого контуру ежекційної системи досліджено з використанням розроблених здобувачем методик. Зокрема, досліджена робота струминної помпи, дифузор якої сполучається з промивальною системою долота. Проведено порівняльний аналіз результатів експериментальних досліджень з теоретичною характеристикою струминної помпи та характеристикою її гідравлічної системи, рівняння яких удосконалені з використанням розроблених автором математичних моделей.

Зауваження до третього розділу:

1. На с.134 здобувач говорить про “оновлені коефіцієнти нерівномірності”. За суттю це уточнені значення коефіцієнтів.

В *четвертому* розділі “*Вдосконалення конструкцій свердловинних ежекційних систем*” розглянуто практичні заходи, спрямовані на підвищення технічного рівня свердловинних ежекційних систем. Розроблена пошукачем методологія синтезу конструкцій ежекційних систем забезпечує підвищення ККД струминної помпи встановленням оптимальних умов її роботи. покращуються окремі показники процесу буріння свердловин за рахунок комбінованого використання двох основних схем включення струминної помпи в єдиній конструкції вибійної компоновки. Також підвищується ефективність ежекційних технологій шляхом розробки методики прогнозування техніко-економічних показників використання струминних помп.

Зауваження до четвертого розділу:

1. У рівняннях для визначення гідравлічного опору насадок струминної помпи, долота та щілини калібратора не враховано змінний характер значення коефіцієнта витрати.

Загальні висновки

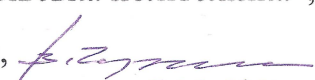
Науковий рівень дисертаційної роботи, її теоретична та практична цінності є достатніми для дисертацій представлених на здобуття наукового ступеня доктора філософії. Мета роботи та завдання досліджень узгоджуються з

висновками. Основні результати проведених досліджень достатньо повно представлені в публікаціях за темою дисертаційної роботи. Тема дисертаційної роботи відповідає профілю спеціалізованої ради ДФ 20.052.001. Результати проведених досліджень узгоджуються з принципами академічної доброчесності. Зміст дисертаційної роботи узгоджується з анотацією.

Дисертаційна робота Паневника Дениса Олександровича “Підвищення ефективності використання наддолотних струминних насосів” є завершеною науковою працею, котра розв’язує важливу проблему – раціонального підведення енергії до вибою свердловини шляхом удосконалення гідравлічних зв’язків між елементами ежекційної системи. Робота відповідає вимогам МОН України, а її автор, згідно з Постановою КМУ “Про проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії” від 06.03.2019 р. № 167, заслугоує присвоєння йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133-Галузеве машинобудування.

Офіційний опонент

завідувач кафедри гідротехніки та водної інженерії
Національного університету “Львівська політехніка”,
доктор технічних наук, професор,



5.09.2020

Чернюк В. В.

Підпис Чернюка В. В. *з а с в і д ч у ю*:

Вчений секретар Ради
Національного університету
“Львівська політехніка”



Брилинський Р. Б.