

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи  
Івано-Франківського національного  
технічного університету  
нафти і газу



Чудик І.І.

«10» 06 2020 р.

## ВИСНОВОК

**фахового семінару Івано-Франківського національного технічного  
університету нафти і газу про наукову новизну, теоретичне та практичне  
значення результатів дисертації на здобуття ступеня доктора філософії**

**Паневника Дениса Олександровича**

на тему: Підвищення ефективності використання наддолотних струминних насо-  
сів

галузь знань 13 – механічна інженерія,

спеціальність 133 – галузеве машинобудування

**Актуальність теми та її зв'язок із планами науково-дослідних робіт.**

Ефективність управління свердловинними струминними насосами безпосередньо визначає перспективність їх застосування в нафтогазовій промисловості. Переважна більшість ежекційних технологій, які використовуються при розробці нафтогазових родовищ, передбачає розміщення струминного насоса або безпосередньо на вибої, або на значній глибині. Невпинне зростання частки ежекційних технологій в процесах, що реалізують розробку нафтогазових родовищ, свідчить про їх світове значення та актуальність досліджень, спрямованих на їх вдосконалення. Відсутність чітких уявлень про змішування потоків та механізм формування гідравлічних втрат в елементах ежекційної системи є причиною значної похибки прогнозування параметрів роботи струминного насоса в свердловині. Низькі енергетичні показники зумовлюють необхідність проведення досліджень спрямованих на роботу струминних насосів в області максимальних ККД. На сьогоднішній день відсутні універсальні ежекційні системи, які забезпечують одночасне зниження тиску та зростання витрати на вибої в процесі буріння. Необхідність розв'язку вищезгаданих задач визначає актуальність проведених досліджень.

**Зв'язок теми дослідження з планами науково-дослідних робіт.**

Робота носить науково-прикладний характер і входить в комплекс тематичних планів окреслених Енергетичною стратегією України на період до 2035 року

«Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» затвердженою розпорядженням КМ України від 18.08.17 № 605-р, а також пов'язана з проблематикою науково-дослідних робіт Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

#### **Конкретна особиста участь автора в одержанні результатів.**

Теоретичні положення, висновки та наукові результати дослідження у вигляді математичної моделі змішування потоків, удосконаленої структури рівнянь характеристики гідравлічної системи струминного насоса; закономірностей взаємозв'язку між гідродинамічними та міцнісними характеристиками окремих елементів свердловинного струминного насоса, принципів оцінки напруженого стану складових ежекційної системи та науково-методичних основ вибору області існування безрозмірних геометричних та режимних параметрів, за яких досягаються граничні енергетичні показники свердловинної ежекційної системи; що виносяться на захист, одержані автором самостійно.

**Ступінь обґрунтованості запропонованих здобувачем положень, висновків та рекомендацій.** Положення, висновки та рекомендації, отримані автором у процесі дослідження, належним чином аргументовані та науково обґрунтовані. Достовірність, сформульованих у дисертації наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується їх науковим обґрунтуванням, яке базується на критичному осмисленні здобутків вітчизняних та зарубіжних вчених у галузі; застосуванням системного підходу, відповідністю використаних наукових методів завданням, поставленим в ході дослідження, структурованістю та логічною послідовністю етапів дослідження, значним обсягом опрацьованих джерел, коректною постановкою завдань теоретичних досліджень, співставленням отриманих результатів з відомими розв'язками та їх експериментальною перевіркою з застосуванням апробованих методів побудови емпіричних формул та їх оцінювання.

**Основні результати дослідження, ступінь їх наукової новизни та значущості.**

Отримані в процесі дослідження наукові результати в сукупності дозволили розв'язати важливе науково-прикладне завдання підвищення ефективності підведення енергії до вибою шляхом вдосконалення гідравлічних зв'язків між елементами ежекційної системи.

Основні положення, що визначають наукову новизну дисертаційної роботи:

**вперше** встановлено закономірності трансформації поля швидкостей в камері змішування струминного насоса з врахуванням його змінної структури;

**вперше** визначено механізм формування енерговитрат в елементах ежекційної системи на основі вибіркового впливу різновиду потоку;

**вперше** встановлено взаємозв'язок між гідродинамічними та міцнісними характеристиками окремих елементів свердловинного струминного насоса та

сформульовано принципи оцінки напруженого стану складових ежекційної системи при її роботи в кавітаційному режимі;

**удосконалено** механізм взаємозв'язку між конфігурацією проточної частини струминного насоса та його енергетичними параметрами;

**отримав подальший розвиток** алгоритм оптимізації розподілу потоків у привибійній зоні свердловини при використанні багатоконтурної ежекційної системи.

**Наукове значення роботи** полягає в

– узагальненні, класифікації, систематизації та встановленні порівняльної ефективності основних схем використання наддолотних струминних насосів;

– розробленні загальних принципів побудови математичних моделей робочого процесу свердловинних струминних насосів з покращеними енергетичними характеристиками незалежно від конструкції, прийнятої схеми, умов експлуатації та характеру технологічних операцій, що реалізуються з використанням ежекційних систем;

– удосконаленні правил перенесення результатів експериментальних досліджень струминних насосів на умови їх експлуатації в свердловині шляхом використання узагальненого безрозмірного комплексу у вигляді аналога критерія подібності Ейлера;

– теоретичному обґрунтуванні спільного використання в одній наддолотній компоновці нагнітального та нагнітально-всмоктувального струминних насосів, поєднання яких забезпечує одночасне збільшення витрати промивального розчину та зменшення тиску на вибої.

Безрозмірна форма отриманих експериментальних залежностей гідравлічних характеристик елементів ежекційних систем, дозволяє використовувати їх для розв'язку класу задач присвячених аналізу робочого процесу свердловинних струминних насосів різного призначення.

**Практичне значення роботи.**

На основі реалізації розроблених математичних моделей гідравлічних зв'язків елементів ежекційної системи

– удосконалена структура рівняння напірної характеристики ежекційної системи на основі запропонованого методу оцінки нерівномірності профілю швидкостей в камері змішування, що зменшило похибку теоретичного визначення відносного напору струминного насоса на 20,1 %;

– удосконалено метод аналітичного визначення гідравлічних характеристик елементів ежекційної системи із врахуванням вибіркового впливу складових змішаного потоку, що дає змогу зменшити похибку побудови характеристики гідравлічної системи струминного насоса на 10,9 %;

– розроблено рекомендації для вибору конструктивних та режимних пара-

метрів свердловинних ежекційних систем з покращеними енергетичними характеристиками;

– запропоновано метод вибору міцнісних характеристик корпусних елементів струминного насоса;

– розроблена система оцінки ефективності експлуатації основних схем наддолотних струминних насосів та показані переваги застосування нагнітально-всмоктувальних ежекційних систем;

– запропонована паралельно-послідовна схема використання наддолотної ежекційної компоновки для комбінованого промивання вибою з покращеними техніко-економічними показниками.

**Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.**

Результати дослідження опубліковано у 29 наукових працях, в тому числі 4 статтях, які входять до міжнародної наукометричної бази Scopus, 2 статтях, що входять до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus, 3 статтях у закордонних виданнях та 10 статтях у фахових виданнях України. Запропоноване в дисертаційній роботі технічне рішення захищене патентом на винахід.

10 наукових праць є одноособовими. В спільних публікаціях автору належить встановлення взаємозв'язку між гідродинамічними та міцнісними характеристиками окремих елементів свердловинного струминного насоса за умови його експлуатації в кавітаційному режимі; визначення закономірностей зміни глибини розміщення струминного насоса в свердловині та розподілу ежекційних технологій за окремими технологічними процесами розробки родовищ нафти і газу; розробка гіпотези про залежність гідравлічного опору елемента змішаного потоку від витрати робочої течії та автотельності по відношенню до витрати інжектваного середовища; узагальнення, систематизація та розробка класифікаційних ознак окремих схем використання свердловинних ежекційних систем; розробка математичних моделей робочого процесу свердловинного струминного насоса; теоретичне обґрунтування вибору раціональних та оптимальних конструкторських та режимних параметрів свердловинних ежекційних систем; використання узагальненого безрозмірного комплексу у вигляді критерія подібності Ейлера для перенесення результатів експериментальних досліджень струминних насосів на умови їх експлуатації в свердловині; розробка паралельно-послідовної схеми використання струминного насоса в свердловині та постановка завдань її дослідження; експериментальне дослідження струминного насоса.

Опубліковані наукові праці Паневника Д.О. охоплюють всі розділи дисертаційної роботи і достатньо повно висвітлюють зміст наукових досліджень.

**Апробація результатів дослідження.** Теоретичні, методичні та практичні положення дисертаційної роботи доповідалися на міжнародних і всеукраїнських

науково-практичних конференціях: III Всеукраїнській міжвузівській науково-технічній конференції «Сучасні технології у промисловому виробництві», (м.Суми, 22–25 квітня 2014р.); 6 Міжнародній науково-технічній конференції «Нафтогазова енергетика – 2017», (м.Івано-Франківськ, 15–19 травня 2017 р.); XVIII Міжнародній науково-технічній конференції АС ПГП «Промислова гідравліка і пневматика», (м.Вінниця, 4–5 жовтня 2017 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні», (м.Дніпро, 27–29 березня 2018 р.); Всеукраїнській науково-технічній конференції «Нафта і газ. Наука–освіта–виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку», (м.Дрогобич, 18–19 квітня 2018 р.); II Міжнародній науково-технічній конференції «Машини, обладнання і матеріали для нарощування вітчизняного видобутку нафти і газу РСЕ-2018», (м.Івано-Франківськ, 24–27 квітня 2018 р.); XIX Міжнародній науково-технічній конференції АС ПГП «Промислова гідравліка і пневматика», (м.Львів, 25–28 вересня 2018.); VIII Міжнародній науково-технічній конференції «Прогресивні технології у машинобудуванні», (м.Івано-Франківськ, 4–8 лютого 2019 р.); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Інформаційні технології в моделюванні», (м.Івано-Франківськ, 21–22 березня 2019 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні», (м. Дніпро, 26–28 березня 2019 р.); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і студентів «Інформаційні технології в освіті, техніці, промисловості», (м.Івано-Франківськ, 10–11 жовтня 2019 р.); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції «Прикладна геометрія та інформаційні технології в моделюванні об'єктів, явищ і процесів AGIT-2019», (м. Миколаїв, 16–18 жовтня 2019 р.); V Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Інформаційні технології в моделюванні», (м.Одеса, 19–20 березня 2020 р.).

**Відповідність дисертації вимогам МОН.** Дисертація відповідає вимогам, передбаченим п. 10 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167.

**Оцінка мови та стилю дисертації.** Дисертаційна робота «Підвищення ефективності використання наддолотних струминних насосів» написана грамотно, стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття. Матеріал викладено в логічній послідовності, графічне оформлення сприяє глибшому розумінні роботи.

**Загальний висновок:**

Враховуючи вищенаведене, фаховий семінар рекомендує дисертацію Панєвника Дениса Олександровича на тему «Підвищення ефективності використання наддолотних струминних насосів» до розгляду та захисту на здобуття ступеня доктора філософії (галузь знань 13 – механічна інженерія, спеціальність 133 – галузеве машинобудування) у спеціалізованій вченій раді.

Результати голосування: одноголосно.

**Головуючий на засіданні фахового семінару**

Завідувач кафедри нафтогазових машин та обладнання к.т.н., доц.



Я.Т. Федорович

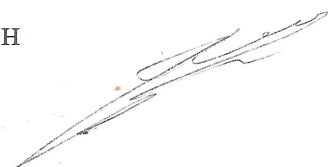
**Рецензенти:**

Професор кафедри нафтогазових машин та обладнання докт.техн.наук, проф.



Б.В. Копей

Професор кафедри нафтогазових машин та обладнання канд.техн.наук, проф.



М.М. Лях