

ВІДГУК

офіційного опонента **Савика Василя Миколайовича**
на дисертаційну роботу **Дубей Ольги Ярославівни**
“**Підвищення ефективності установок свердловинних штангових насосів**
шляхом застосування нафтогазових ежекторів”,
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.05.12 – машини нафтової та газової промисловості

1. Актуальність теми дисертації

Основним способом видобування нафти в Україні на даний час є видобування за допомогою установок свердловинних штангових насосів (СШНУ) з приводом від верстатів-качалок. Підвищення ефективності роботи цих установок є надзвичайно важливим, оскільки це сприятиме досягненню нашої державою енергонезалежності.

Ефективність роботи СШНУ залежить не тільки від виконавчого механізму – верстата-качалки, але і від того, що відбувається у самій нафтовій свердловині. При цьому можливі такі ускладнення:

- при попаданні значної кількості нафтового газу на вхід штангового насоса настає зрив його подачі;
- збільшення тиску нафтового газу в затрубному просторі свердловини, що викликається відсутністю його втручання у колекторну лінію. Це зумовлює пониження динамічного рівня свердловини, що може теж призвести до зриву подачі насоса.

З метою уникнення вказаних ускладнень в дисертаційній роботі запропоновано відбирати нафтовий газ із затрубного простору свердловини в колону насосно-компресорних труб ежектором, який встановлений вище її динамічного рівня. Вказане рішення має такі позитивні моменти:

- робить неможливим виникнення вище вказаних ускладнень у свердловині;
- енергія затрубного нафтового газу корисно використовуватиметься для полегшення підйому продукції свердловини за рахунок аерації нафтового потоку;
- навантаження на колону штанг СШНУ зменшуються, що, у свою чергу, збільшить довговічність роботи колони штанг та зменшить енерговитрати на видобування нафти.

Беручи до уваги викладене, дисертаційні дослідження Дубей О.Я., які спрямовані на додаткове використання нафтогазових ежекторів, встановлених вище динамічного рівня свердловин, що експлуатуються СШНУ, призначених для відбору нафтового газу із затрубного простору свердловин та зменшення навантаження на колону штанг можна вважати актуальними і своєчасними.

2. Загальна характеристика роботи

Дисертаційну роботу Дубей Ольги Ярославівни „Підвищення ефективності установок свердловинних штангових насосів шляхом застосування нафтогазових ежекторів” виконано в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Основна частина роботи викладена на 152 сторінках і містить 53 рисунки та 6 таблиць.

У *вступі* роботи обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та задачі досліджень, об'єкт і предмет досліджень, наведена наукова новизна роботи та практичне значення отриманих результатів, положення, що виносяться на захист. Наведено відомості про апробацію результатів дисертаційної роботи та про публікації автора за її темою.

Перший розділ присвячений дослідженню області застосування ежекційних технологій у нафтогазовидобувній галузі. Розглянуто особливості використання струминних апаратів у системах збору нафти і газу, для інтенсифікації нафтовилучення, в процесі видобування нафти. Подано аналіз методик розрахунку нафтопромислових струминних апаратів. Вказано, що до останнього часу при експлуатації нафтових свердловин СШНУ струминні апарати не застосовуються. Враховуючи всі позитивні сторони струминних апаратів автором дисертації запропоновано у таких свердловинах додатково встановлювати ежектори вище їх динамічного рівня, тобто експлуатувати свердловину тандемною установкою СШН – ежектор. Сформульовано основні задачі досліджень, які необхідно вирішити при виконанні дисертаційної роботи.

Основою *другого розділу* є теоретичний розрахунок параметрів нафтової свердловини у її перерізах, які для ежектора є параметрами його робочого потоку (тиск, температура, густина газоводонафтового потоку, його швидкість, густина вільного нафтового газу, об'ємний витратний газоміст потоку). Автором запропонована методика визначення розподілу тиску і температури у свердловині, в якій прийнята незалежність температури від тиску і диференційні рівняння цих методів розв'язуються числовим методом Адамса-Крилова, що дозволило отримати точніші значення тиску, температури у свердловині та всіх інших параметрів, які від них залежать, порівняно із традиційними методиками. Отримано рівняння високонапірного та низьконапірного нафтогазових ежекторів, які пов'язують геометричні параметри ежекторів з параметрами робочого та інжектваного потоків на їх вході та параметрами змішаного потоку на виході із них. Розроблена методика використання отриманих рівнянь для практичних розрахунків. Встановлено, що у випадку, якщо в отриманих рівняннях ежекторів за робочий потік прийняти воду, а за інжектований – повітря, то знайдений максимальний перепад тиску залежно від швидкості на виході сопла при

коефіцієнті інжекції $u_2 = 0$ співпадає з відповідним перепадом тиску для водоповітряних ежекторів, який, у свою чергу, добре, співпадає з результатами відомих експериментальними досліджень.

Третій розділ присвячений експериментальним лабораторним дослідженням двох типів ежекторів, в яких робочий та інжектований потоки відповідно є вода – повітря і вода – вуглекислий газ. В ході досліджень автором встановлена можливість роботи ежекторів з підпором, тобто за наявної різниці тисків між тиском інжектованого газу перед ежектором і тиском у його приймальній камері. Порівняння результатів дослідження геометрично однакових ежекторів вода – повітря з результатами ежектора вода – вуглекислий газ показало, що за однакових коефіцієнтів інжекції відносний перепад тиску більший у випадку інжектування вуглекислого газу, а за однакових значень відносного перепаду тиску коефіцієнт інжекції менший у випадку інжектування повітря. Порівняння відносного перепаду тиску, визначеного із рівняння високонапірного ежектора, якщо в ньому робочий потік вода, а інжектований – повітря та знайденого за результатами експериментальних досліджень водоповітряного ежектора показало, що абсолютне розходження результатів не перевищує 0,047 при максимальному експериментальному значенні відносного перепаду тиску 0,374. Результати виконаних експериментальних досліджень дають чітку якісну картину роботи ежектора, встановленого у нафтовій свердловині, не зважаючи на те, що використовуючи результати виконаних лабораторних досліджень неможливо застосувати критерії подібності.

У *четвертому розділі* досліджувалась можливість використання запропонованої тандемної установки СШН – ежектор на прикладі свердловини 753-Д НГВУ «Долинанафтогаз». Подаються умови використання установки СШН – ежектор.

Після вибору діапазону глибини можливого розташування ежектора у свердловині було проведено дослідження одночасної роботи СШН і ежектора, в результаті якого встановлено фактори, які дозволяють зменшити навантаження на колону штанг в процесі експлуатації установки.

Далі було вибрано високонапірні ежектори з малим відношенням вказаних площ і в результаті аналогічного дослідження визначено оптимальні геометричні розміри ежектора та місце його розташування у свердловині, які забезпечать значне зменшення навантаження на колону штанг.

В кінці розділу приведені три конструктивні схеми ежекторів для нафтових свердловин, що експлуатуються СШНУ, на дві з них отримано патенти на винахід, а на третю – патент на корисну модель.

Завершують дисертаційну роботу висновки, список використаних джерел та *додатки*. У додатку А наведені комп'ютерні програми для розрахунку

термобаричних параметрів у нафтовій свердловині та для визначення робочих і геометричних параметрів нафтогазових ежекторів. Результати експериментальних досліджень ежекторів вода – повітря і вода – вуглекислий газ представлені у додатку Б. У додатку В представлено розрахунок робочих параметрів нафтової свердловини 753-Д НГВУ «Долина нафтогаз», добового об'єму нафтового газу в її затрубному просторі та необхідного тиску в приймальній камері ежектора.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій

Вивчення матеріалів дисертаційної роботи, автореферату та публікацій дає підстави стверджувати, що обґрунтованість основних отриманих результатів забезпечується коректністю постановки та розв'язання розглянутих у роботі завдань. В роботі широко використовуються методи гідромеханіки, термодинаміки, теорій руху газорідних сумішей у вертикальних трубах, теорій механізмів і машин, методи прикладної математики, комп'ютерної техніки. Одержані теоретичні результати добре корелюються із експериментальними даними. Загальні висновки роботи конкретні і відображають основні наукові результати, отримані автором.

4. Достовірність наведених у роботі результатів забезпечується:

- правильним застосуванням широко апробованих методів наукових досліджень;
- збіжністю отриманих результатів з відповідними експериментальними даними і відомими результатами інших дослідників;
- відповідністю висновків, рекомендацій та одержаних результатів фізичній суті досліджуваних явищ.

Наукові положення, висновки і рекомендації не протирічають відомим науковим і практичним розробкам в даній галузі.

5. Наукова новизна отриманих у роботі результатів

Наукова новизна отриманих у роботі результатів полягає в наступному:

- вперше запропоновано конструктивну схему тандемної установки у складі СШН та нафтогазового ежектора, який встановлений вище динамічного рівня у нафтовій свердловині;
- удосконалено методологію розв'язання диференціальних рівнянь, що входять до методів Поеттмана-Карпентера та Баксендела, завдяки використанню числового методу Адамса-Крилова, що дало можливість підвищити точність розрахунку розподілу тиску і температури вздовж стовбура нафтової свердловини;

– вперше встановлено розподіл швидкості руху газорідинної суміші як вздовж стовбура нафтової свердловини, так і протягом одного циклу роботи штангового насоса;

– вперше одержано аналітичні залежності, які пов'язують між собою геометрію нафтогазових ежекторів, що встановлюються вище динамічного рівня у нафтовій свердловині, з параметрами свердловини на вході в ежектори та на виході з них;

– вперше розроблено методика, яка дозволяє встановити раціональне місце розташування ежектора у нафтовій свердловині, що експлуатується СШН, для забезпечення найменшого навантаження на колону штанг.

6. Повнота викладення основних положень в опублікованих матеріалах

Наукові положення та отримані автором теоретичні й практичні результати досліджень досить повно представлені в опублікованих наукових працях і апробовані на міжнародних науково-технічних конференціях.

За темою дисертації опубліковано 14 друкованих праць, із них 7 – у фахових наукових виданнях, затверджених МОН України, 2 – у наукометричних журналах з індексом цитування, 2 патенти на винахід, 1 патент на корисну модель, 3 одноосібні статті і 2 тези доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях.

Внесок дисертанта у публікації, написані у співавторстві, є визначальним, результати роботи не суперечать загальноприйнятим та відомим твердженням інших науковців.

Дисертаційна робота Дубей О.Я. „Підвищення ефективності установок свердловинних штангових насосів шляхом застосування нафтогазових ежекторів” є завершеною науковою працею. Її написано технічною українською мовою та оформлено відповідно до вимог ДАК МОН України та державного стандарту України.

Зміст дисертаційної роботи відповідає спеціальності 05.05.12 – машини нафтової та газової промисловості, за якою вона подана до захисту та профілю спеціалізованої вченої ради Д 20.052.04.

Ознайомлення з текстом автореферату дисертації дає підстави стверджувати, що за структурою та змістом він відповідає вимогам, що ставляться ДАК МОН України щодо авторефератів дисертаційних робіт. У тексті автореферату відображено основні положення, зміст, результати і висновки дисертаційного дослідження. Зміст автореферату та основні положення дисертації є ідентичними. Оформлення автореферату відповідає вимогам ДАК України до авторефератів.

7. Практична значимість отриманих результатів

Робота має виражену практичну спрямованість і може бути використана на нафтогазовидобувних підприємствах при експлуатації свердловин за допомогою СШН. В дисертаційній роботі розроблено методики з розрахунку робочих параметрів нафтогазових ежекторів та визначення їх раціонального місця розташування у нафтових свердловинах.

Основні розробки автора дисертаційної роботи, а саме, параметри конструкції ежектора запропонованої тандемної установки для свердловини 753-Д НГВУ «Долинанафтогаз» та місця його розташування у свердловині передані на підприємство для впровадження.

8. Зауваження щодо дисертаційної роботи

1. У формулі (2.37) величина $z(p, T)$ називається коефіцієнтом надстисливості нафтового газу (с. 59), а у формулі (В.6) визначається коефіцієнт стисливості нафтового газу $z(p_{зам}, T_{зам})$ (с. 213). Не ясно, це одна величина чи різні?

2. У додатку Б подані результати експериментальних досліджень водоповітряних ежекторів на лабораторній установці. На думку опонента, в дану таблицю доцільно було б внести графу, в якій вказувалось би значення коефіцієнта інжекції u при різних дослідженнях для побудови безрозмірних характеристик ежектора (розділ 3).

3. Автором не вказано, яку із конструктивних схем свердловинного ежектора (рис. 4.4, 4.5, 4.6) рекомендовано для впровадження на свердловині 753-Д НГВУ «Долинанафтогаз».

4. Немає чіткого визначення, яким чином вибрано інтервал глибин (610...890) м (с. 212) для розміщення ежектора у свердловині 753-Д НГВУ «Долинанафтогаз». На думку опонента, у дисертаційній роботі необхідно було б розробити загальні рекомендації для вибору раціонального місця розміщення ежектора у свердловинах.

5. У тексті дисертаційної роботи автору не вдалось уникнути описок та стилістичних неточностей.

Зазначені вище зауваження не мають принципового характеру, не знижують наукового рівня дисертації та суттєво не впливають на позитивну оцінку роботи.

9. Загальні висновки

Дисертаційна робота, автореферат і наукові праці Дубей Ольги Ярославівни, що подані для вивчення, дозволяють зробити наступні висновки:

1. Дисертаційна робота «Підвищення ефективності установок свердловинних штангових насосів шляхом застосування нафтогазових ежекторів» є завершеною науковою працею, в якій отримані науково обґрунтовані теоретичні

і експериментальні результати, що в сукупності вирішують актуальне науково-прикладне завдання підвищення ефективності свердловинних штангових насосів при одночасному застосуванні нафтогазових ежекторів, які встановлені вище динамічного рівня нафтової свердловини. Матеріал викладено українською мовою, робота добре ілюстрована та оформлена відповідно до вимог Державного стандарту України та вимог атестаційної колегії Міністерства освіти і науки України.

2. Тема та зміст дисертаційної роботи відповідають спеціальності 05.05.12 – машини нафтової та газової промисловості, за якою вона подана до захисту.

3. Автореферат дисертації адекватно відображає основний зміст, положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи.

4. Дисертаційна робота Дубей О.Я. “Підвищення ефективності установок свердловинних штангових насосів шляхом застосування нафтогазових ежекторів” за актуальністю, науковим рівнем розробки та її практичним втіленням, необхідною кількістю публікацій та апробацій повністю відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 “Положення про порядок присудження наукових ступенів”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013, № 567. Автор дисертації Дубей Ольга Ярославівна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.12 – машини нафтової та газової промисловості.

Офіційний опонент – доцент кафедри
обладнання нафтових і газових промислів
Полтавського національного технічного
університету імені Юрія Кондратюка,
кандидат технічних наук

В.М.

Савик В.М.

Підпис В.М. Савика засвідчую.
Перший проректор – проректор
із науково-педагогічної роботи
Полтавського національного технічного
університету імені Юрія Кондратюка,
кандидат технічних наук, доцент

Коробко Б.О.

Відгук надійшов у спеціалізовану комісію
№ 20.052.04 18.02.17р.

Ученний секретар ІФНУНТ



Григорук