

67-72-50/2

19.09.2020

ВІДГУК

офіційного опонента про дисертаційну роботу Андрєшина Андрія Сергійовича "Система керування електроприводом нафтовидобувної установки на основі нейронної мережі", поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю

05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи

1. Актуальність теми дисертації.

В Україні, як і в більшості країн світу, переважна більшість діючого фонду нафтових свердловин експлуатується за допомогою штангових нафтовидобувних установок (ШНВУ), які розміщені на поверхні землі біля гирла родовища, а основним робочим органом є плунжерна помпа, яка знаходиться на глибині залягання пласта і приводиться в рух за допомогою колони штанг. Особливістю сучасного стану нафтових родовищ є те, що більшість з них значно вичерпали свій ресурс і знаходяться в пізній стадії експлуатації, яка характеризується зменшенням дебіту свердловин, що зумовлює зростання питомих затрат на тонну видобутої нафти. Значна частина загального фонду нафтовидобувних родовищ внаслідок низького дебіту свердловин знаходиться на межі рентабельності. З метою зменшення енерговитрат на видобування нафти малодобітні свердловини переводять в режим періодичної експлуатації. Однак такий шлях вирішення проблеми далеко не оптимальний, оскільки породжує нові проблеми, пов'язані із зупинкою і повторним запуском ШНВУ.

Умови експлуатації малодобітних свердловин потребують постійного контролю технічного стану помпового обладнання, відповідності відбору рідини із свердловини її притоку, а за необхідності зміни продуктивності роботи помпового обладнання. Для підвищення ефективності процесу видобування нафти потрібно знижувати експлуатаційні і енергетичні витрати на обслуговування і ремонт діючих свердловин. Застосування автоматизованих систем контролю стану і керування режимом роботи помпового обладнання дасть змогу значно підвищити ефективність видобування нафти, знизити зношеність обладнання, зменшити кількість простоїв, підвищити коефіцієнт видобування нафти за рахунок регулювання темпу видобування нафти, що значно зменшить її собівартість. Модернізація старих нафтопромислів повинна відбуватися на основі сучасних світових досягнень в галузі нафтовидобування,

систем керування, комп'ютерної та мікропроцесорної техніки, впровадження інноваційних технологій.

Для здійснення автоматичного керування необхідно в реальному часі отримувати інформацію про всі контрольовані параметри встановленого на свердловині обладнання. Надійний контроль і автоматизація дають змогу підвищити ефективність видобування нафти, зменшити або й виключити аварійні ситуації та скоротити витрати на ремонт. Тому розроблення сучасних методів діагностики та систем керування ШНВУ, які б забезпечували безперервний автоматичний контроль та раціональну експлуатацію свердловин на базі мікропроцесорних засобів, та сучасних досягнень в теорії автоматизованого керування і електроприводу, є актуальною задачею.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна.

Наукові положення, технічні рішення і висновки, які викладені в дисертації; достатньо повно теоретично обґрунтовані, їх достовірність підтверджена результатами математичного моделювання та експериментальними дослідженнями розробленої системи керування нафтовидобувною установкою.

Найбільш важливі результати, які визначають наукову новизну роботи:

1. Вперше запропоновано метод оперативної діагностики стану глибинної помпової установки на основі рекурентної нейронної мережі, що дало змогу контролювати її поточний стан, і тим самим забезпечити ефективну експлуатацію ШНВУ.

2. Отримала подальший розвиток теорія штучних нейронних мереж в контексті створення вхідного фільтра для різних типів нейронних мереж, що дало змогу уніфікувати задачу розпізнавання стану наземного та підземного обладнання свердловини та спроектувати систему автоматичного керування ШНВУ, яка забезпечує раціональний режим нафтовидобування навіть при неповному або зашумленому наборі вхідних даних.

3. Удосконалено спосіб представлення даних, отриманих від давачів, на основі двійкової системи числення, у результаті чого створено єдиний підхід щодо діагностування стану свердловини незалежно від масштабу знятої первинної інформації.

4. Отримала подальший розвиток теорія предиктивного керування щодо розроблення алгоритмів прогнозування в реальному часі динаміки процесу видобування нафти із малодобітної свердловини, що дало змогу формувати

керуючі впливи на систему електроприводу для забезпечення неперервної роботи ШНВУ.

3. Повнота викладення результатів досліджень, висновків та рекомендацій в опублікованих у наукових працях

Результати виконаних в дисертаційній роботі досліджень відображені в 19 публікаціях, у тому числі: 17 статей у наукових фахових виданнях України, з них 7 таких, що входять до наукометричних баз даних (Scopus, Web of Science Core Collection, Index Copernicus); 2 – у матеріалах конференцій та семінарів.

Публікації та їх зміст відповідають темі дисертації і у повному обсязі відображають її наукові положення, практичні результати і висновки. Текст автореферату відповідає змісту дисертації і відображає отримані в ній основні положення, результати та висновки.

4. Важливість одержаних результатів для науки і практики.

Результати виконаних в роботі теоретичних досліджень є основою для модернізації існуючих і створення нових ефективних систем автоматичного керування ШНВУ, у тому числі й інтелектуальних. Розроблене програмне забезпечення та запропоновані схемотехнічні рішення можуть бути безпосередньо використані для здійснення оперативного керування роботою ШНВУ в конкретних умовах експлуатації нафтових родовищ. Розроблена система керування на основі нейронної мережі дає змогу оперативно визначати поточний стан свердловини та її обладнання, що підвищує ефективність процесу нафтовидобування і запобігає виникненню аварійних ситуацій. Оскільки система в процесі роботи має можливість перенавчатися, то вона може адаптуватися для роботи на ШНВУ різних типів з одним і тим же апаратним та програмним забезпеченням.

Результати досліджень пройшли апробацію в реальних умовах експлуатації промислових свердловин. Матеріали роботи використані при виконанні держбюджетних науково-дослідних робіт МОН України, у яких автор був одним із виконавців. Створений лабораторний стенд системи керування нафтовидобувною установкою дає змогу повністю відтворювати всі режими роботи нафтової свердловини і використовується в навчальному процесі Національного університету “Львівська політехніка” для підготовки магістрів.

5. Зауваження:

1. В розділі 1 є опис типових нейронних мереж, але де вони використовуються на штангових нафтовидобувних установках (ШВНУ), в даний час, не вказано.
2. На рисунках 1.3а та в таблиці 3.6, де є зображення динамограм, не зовсім коректно позначено осі. Зокрема по осі абсцис потрібно відкладати відстань, яку проходить полірований шток, а не кут повороту кривошипа.
3. У роботі не достатньо проаналізований вибір розміру вхідної двійкової матриці та його вплив на результати розпізнавання. Тут бажано б було навести кілька результатів досліджень для різних розмірів оцифрованих зображень з їх порівнянням.
4. В роботі не вказано скільки використано нафтогазовидобувних установок для створення системи керування.
5. Не зрозуміло, скільки входів і виходів має нейронна мережа Хеммінга.
6. В роботі для кращого розуміння варто б було навести блок-схему роботи всієї системи керування ШВНУ, а не лише системи розпізнавання образів (рис.2.20).
7. Не зрозуміло, для чого в роботі використано складну модель АД в системі координат x, y . Адже для більшої швидкодії достатньо використати простішу модель на основі заступної схеми.
8. На рис. 3.23 зміна швидкості обертання двигуна не відповідає в часі графіку зміни коефіцієнта заповнення рис. 3.21.
9. В пп. 3.12 варто було б показати як поведе себе розроблена система керування при виході з ладу однієї ШВНУ.

Висловлені зауваження не зменшують загальну позитивну оцінку наукової та практичної цінності дисертаційної роботи.

Висновок

Дисертаційна робота Андреїшина А. С. на тему “Система керування електроприводом нафтовидобувної установки на основі нейронної мережі” є завершеною працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують науково-прикладну задачу вдосконалення відомих і розроблення нових ефективних методів ідентифікації технологічного стану нафтовидобувного обладнання та синтез на їх основі системи комп’ютерної діагностики й автоматичного керування роботою електроприводів ШВНУ.

За актуальністю теми, обсягом та рівнем виконаних досліджень, повнотою вирішення поставлених задач, новизною і ступінню обґрунтованості отриманих результатів, висновків та рекомендацій дисертаційна робота відповідає вимогам до кандидатських дисертацій, зокрема п. п. 9, 11, 12 Порядку присудження наукових ступенів”, а її автор Андрейшин А. С. заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи.

Доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, канд. техн. наук, доцент

В.С. Борин

