

ВІДГУК

офіційного опонента **Харченка Євгена Валентиновича**
на дисертаційну роботу **Поповича Василя Ярославовича**
“**Підвищення ефективності експлуатації верстатів-гойдалок**”,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.05.12 – машини нафтової та газової промисловості

Дисертаційна робота Поповича В.Я. “Підвищення ефективності експлуатації верстатів-гойдалок” присвячена удосконаленню методів підвищення ефективності експлуатації обладнання насосних штангових установок з урахуванням реальних додаткових навантажень у вузлах та ланках механізму верстата-гойдалки, що виникають у зв’язку з конструктивними похибками та зношуванням деталей в процесі експлуатації.

1. Актуальність теми дисертації

Аналіз виконаних науково-дослідних робіт, вивчення принципових схем і конструкцій виконавчих механізмів привода штангової насосної установки, а також умов їх експлуатації показали, що ефективна робота верстата-гойдалки у першу чергу залежить від належного стану з’єднувальних вузлів важільного механізму.

Під час проведення досліджень просторовий шестиланковий важільний механізм привода верстата-гойдалки розглядався дещо спрощено, як плоский чотириланковий. За даної постановки завдання неможливо було врахувати реальний перерозподіл сил між ланками просторового механізму, обумовлених дією навантажень і впливом локальних зазорів в окремих з’єднаннях, що з’являються в процесі зношування.

Зроблено висновок про те, що визначення реальних додаткових зусиль у вузлах та ланках механізму верстата-гойдалки, які виникають внаслідок конструктивних похибок та зношування деталей в процесі експлуатації, дасть можливість уникнути перевантажень, а, в багатьох випадках, – передчасних руйнувань деталей та вузлів і, за рахунок цього, підвищить довговічність привода штангової насосної установки.

2. Загальна характеристика дисертаційної роботи

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 103 найменування, та додатків. Текстова частина викладена на 109 сторінках і містить 60 рисунків та 4 таблиці.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, наведено загальну характеристику роботи, сформульовано її мету й основні завдання досліджень. Викладено наукову новизну, практичне значення одержаних результатів досліджень, наведено відомості про особистий внесок здобувача та апробацію результатів дисертаційної роботи.

У першому розділі розглянуто особливості експлуатації верстатів-гойдалок. В результаті проведеного структурного аналізу кінематичних схем виконавчих механізмів верстатів-гойдалок виявлено наявність надлишкових зв’яз-

ків. Похибки геометричних розмірів ланок і неспіввісність кінематичних пар перетворюють механізми з надлишковими зв'язками в жорсткі системи. Рух такого механізму можливий тільки за рахунок зазорів у кінематичних парах і деформацій ланок. Це призводить до виникнення додаткових навантажень, ударів у кінематичних парах, шуму і, як наслідок, – до зменшення довговічності вузлів механізму. Окрім того, за наявності зазорів виникають удари в кінематичних парах під час зміни напрямку руху вихідної ланки.

Негативну дію ударів у кінематичних парах можна знизити за рахунок удосконалення кінематичної схеми важільного механізму та конструкції верстата-гойдалки, її деталей та вузлів.

У своїх дослідженнях автори розглядали просторовий шестиланковий важільний механізм привода верстата-гойдалки дещо спрощено, як плоский чотириланковий. За даної постановки завдання неможливо врахувати реальний перерозподіл сил між ланками просторового механізму з урахуванням дії зовнішнього навантаження і впливу локальних зазорів в окремих з'єднаннях, що виникають у процесі зношування деталей, на положення ланок у просторі.

На основі проведеного аналізу сформульовано основні завдання, які необхідно вирішити в ході виконання дисертаційної роботи.

У *другому розділі* проведено дослідження впливу динамічних похибок важільного механізму верстата-гойдалки на деформацію і переміщення його ланок.

Для дослідження положень ланок просторового шестиланкового кривошипно-коромислового механізму складено алгоритм з використанням методу замкнутого векторного контуру, який дає змогу проводити розрахунок параметрів на ПЕОМ.

Встановлено, що поява похибки взаємного розміщення гілок кривошипа призводить до відхилення шатунів від вертикалі та до зміни взаємного розміщення їх під час руху. Крім того, за появи похибки виникає момент кручення та сила пружної деформації шатуна, яка протягом одного оберту кривошипа змінює напрям дії на протилежний.

На основі проведених досліджень запропоновано структурні схеми виконавчих механізмів верстатів-гойдалок без зайвих зв'язків, які дають можливість зменшити додаткові навантаження на ланки, що виникають внаслідок пружних деформацій шатунів.

У *третьому розділі* проведено кінетостатичні дослідження важільного механізму привода верстата-гойдалки з допомогою розробленого алгоритму. Причому, кінетостатичні дослідження автором проведені як для раціонального механізму (без надлишкових зв'язків) так і для реального механізму з урахуванням пружних деформацій згину і кручення шатунів.

Встановлено, що за наявності динамічної похибки розміщення гілок кривошипа з урахуванням пружної деформації шатунів значення складових реакції кривошипа на шатуни значно відрізняються від аналогічних величин для раціонального механізму без похибок і без урахування пружних деформацій. Похибка між складовими може становити до 6,9 кН. Окрім того, в

реальному механізмі з динамічними похибками значення реакцій гілок кривошипа на шатуни значно відрізняються один від одного. Відмінність у навантаженості двох шатунів також призводить до зміни зрівноважувального моменту на валі кривошипа. Різниця значень зрівноважувального моменту для важільного механізму верстата-гойдалки без надлишкових зв'язків і реального з похибками і надлишковими зв'язками досягає 20 кН·м.

Четвертий розділ присвячено розробленню системи діагностування технічного стану верстата-гойдалки та проведенню експериментальних і промислових випробувань розробленої системи.

Для проведення експериментальних досліджень розроблено систему діагностування технічного стану верстата-гойдалки, основне призначення якої – забезпечити синхронне вимірювання та реєстрацію інформаційних сигналів від датчиків деформації. Основними вузлами системи є об'єкт контролю, блок комунікацій (кріплення мостових схем, екрановані кабелі, бездротовий Bluetooth інтерфейс), вимірювальний блок (мостова схема з тензорезисторів), блок оброблення та реєстрації інформації і персональний комп'ютер.

Експериментальні дослідження проводилися на діючому верстаті-гойдалці НГВУ «Надвірнанафтогаз». Результати проведених вимірювань показали, що навантаження шатунів відрізняються за амплітудою і зміщені у часі. При чому, різниця в навантаженні обох шатунів змінюється як під час одного оберта кривошипа, так і під час порівняння різних обертів кривошипного вала. Отримані експериментальні дані підтвердили раніше одержані теоретичні залежності, похибка становить не більше 10%.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій

Вивчення матеріалів дисертаційної роботи, автореферату та публікацій дає можливість стверджувати, що обґрунтованість основних одержаних результатів забезпечується строгістю і коректністю постановки та розв'язання розглянутих у роботі завдань. У дисертації докладно науково обґрунтовано виникнення реальних додаткових навантажень у вузлах та ланках механізму верстата-гойдалки, обумовлених конструктивними похибками та зношуванням деталей в процесі експлуатації і запропоновано шляхи їх усунення. Розроблена система діагностування технічного стану вузлів верстата-гойдалки дає змогу визначати критичне значення різниці навантаження, що дає можливість попередити руйнування отворів кривошипа, шатунів та запобігти передчасному виходу з ладу виконавчого механізму верстата-гойдалки загалом.

4. Достовірність і новизна наукових положень, висновків та рекомендацій

Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій дисертаційної роботи забезпечуються:

- коректністю проведених теоретичних досліджень, що ґрунтуються на застосуванні відомих положень теорії механізмів і машин та векторної алгебри та правомірністю припущень, прийнятих у цих дослідженнях;

- застосуванням сучасних методів розрахунку та експериментальних досліджень і засобів вимірювань, а також ефективних математичних методів обробки експериментальних даних;

- якісним проведенням лабораторних та експериментальних досліджень;

- апробацією положень роботи на наукових конференціях і семінарах різних рівнів, а також наявністю патенту на корисну модель.

Сформульовані в дисертації наукові положення, висновки і рекомендації та їх новизна впливають безпосередньо з теоретичних та експериментальних результатів і становлять практичне розв'язання поставленого завдання.

Вперше запропоновано під час дослідження важільного механізму верстата-гойдалки розглядати його як просторовий шестиланковий механізм, що дає змогу підвищити точність оцінки динамічних похибок і визначити їх вплив на деформацію та переміщення ланок.

Вперше одержано аналітичну залежність для розрахунку значень сили пружної деформації і моменту кручення шатунів залежно від похибки розміщення гілок кривошипа.

Удосконалено методологію кінематичного і силового розрахунку важільного механізму верстата-гойдалки, що дає можливість зменшити навантаження окремих вузлів і деталей механізму і, як наслідок, зменшити енергоспоживання приводних двигунів у різних умовах експлуатації СШНУ.

Знайшла подальший розвиток система діагностування технічного стану виконавчого механізму верстата-гойдалки, яка забезпечує синхронне вимірювання та реєстрацію інформаційних сигналів давачів деформації, розміщених на шатунах.

5. Практична значимість отриманих результатів

Використання розробленої системи діагностування технічного стану виконавчого механізму верстата-гойдалки забезпечує збільшення ресурсу безаварійної експлуатації СШНУ при менших затратах електроенергії.

Результати досліджень, викладених у дисертаційній роботі, можуть бути використані: на заводах нафтогазового обладнання під час проектування нових та вдосконалення існуючих схем верстатів-гойдалок; нафтовидобувними підприємствами, з метою зменшення витрат на експлуатацію внаслідок підвищення ресурсу обладнання СШНУ; у системах діагностування та керування СШНУ для розрахунку кінематичних і силових параметрів верстата-гойдалки; у навчальному процесі під час вивчення дисциплін «Обладнання для видобування нафти і газу», «Обладнання нафтових і газових промислів», «Видобування нафти і газу» та виконання курсового проекту з дисципліни «Теорія механізмів і машин».

6. Повнота викладу результатів роботи в наукових фахових виданнях

Основні результати дисертаційної роботи відображені у публікаціях здобувача. За темою дисертації опубліковано 11 друкованих праць, у тому числі: 1 – зарубіжна публікація, 7 – статті у фахових наукових виданнях, затверджених МОН України, та отримано 1 деклараційний патент на корисну модель.

Робота пройшла широку апробацію, її основні положення доповідалися на міжнародних науково-технічних конференціях.

Дисертація Поповича В.Я. “Підвищення ефективності експлуатації верстатів-гойдалок” є завершеною науковою працею. Її написано грамотною технічною українською мовою та оформлено відповідно до вимог ДАК МОН України та державного стандарту України. Робота добре ілюстрована й не перевантажена зайвим матеріалом.

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

Автореферат дисертації адекватно відображає основний зміст, положення та висновки дисертаційної роботи та відповідає вимогам ДАК МОН України до авторефератів.

7. Зауваження по роботі

7.1. В процесі удосконалення структурної схеми важільного механізму верстата-гойдалки автор використовує поняття «сферичні кінематичні пари III класу» і «сферичні кінематичні пари з пальцем IV класу». Однак, при проведенні кінетостатичного розрахунку між цими типами пар немає відмінностей у прикладанні реакцій.

7.2. У другому розділі дисертації автором досліджується вплив динамічних похибок важільного механізму верстата-гойдалки на деформації і переміщення ланок. Не зрозуміло, чи в розрахунковому алгоритмі одночасно враховуються і технологічні похибки і як технологічні похибки впливають на розміщення ланок.

7.3. В роботі (на стор. 39, 40) зображені фотографії з'єднання шатуна з кривошипом після зношування, обумовленого впливом динамічної похибки на роботу привідного механізму. Доцільно було б пояснити, як впливають динамічні похибки на довговічність цієї та інших кінематичних пар механізму.

7.4. На жаль, у дисертаційній роботі не розглядається динамічної взаємодії привідного механізму з двигуном з урахуванням похибок виготовлення та зношення кінематичних ланок. Вивчення цього явища дало б змогу підвищити точність визначення навантажень деталей і вузлів привідної системи.

7.5. Автору не вдалося уникнути стилістичних і граматичних помилок у тексті дисертації і автореферату.

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

8. Загальний висновок по роботі

Дисертаційна робота є завершеною науково-дослідною працею і відповідає науковому рівню робіт, що подаються до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. За актуальністю, науковим рівнем розробок та її практичним значенням, наявністю необхідної кількості та обсягу публікацій дисертаційна робота Поповича Василя Ярославовича "Підвищення ефективності експлуатації верстатів-гойдалок" відповідає вимогам пп. 9,11,12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», які ставляться до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її автор заслуговує на присвоєння йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.12 – Машини нафтової та газової промисловості.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри опору матеріалів
Національного університету
„Львівська політехніка”



Є. В. Харченко

Підпис Є.В. Харченка засвідчує:

Учений секретар
Національного університету
„Львівська політехніка”




Р. Б. Брилинський

Відгук надійшов у спеціалізовану вчену
раду Д 20.052.04 6.11.2014
Учений секретар (В.Р. Процюк)

