

ВІДЗИВ

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедрою приладобудування Луцького національного технічного університету, Марчука Віктора Івановича на дисертаційну роботу Кучвари Івана Миколайовича “Технологічне забезпечення виготовлення деталей еліпсних гвинтових робочих органів машин”, подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування

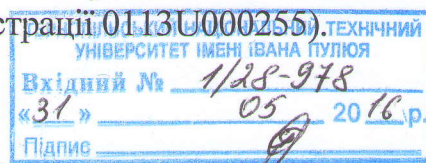
В дисертаційній роботі Кучвари Івана Миколайовича на основі теоретичних розробок, експериментальних досліджень, промислових випробувань розроблено технологічне забезпечення виробництва заготовок з еліпсоподібним профілем поперечного перетину витка та ресурсоощадні технології їх виготовлення з використанням створеного технологічного спорядження.

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

На сучасному етапі розвитку машинобудування актуальними являються питання зменшення матеріально-енергетичних витрат, підвищення ефективності та якості розробок, в тому числі прогресивних технологій виготовлення гвинтових заготовок деталей машин. Серед зазначених гвинтових заготовок важливе місце посідають гвинтові профільні заготовки, з яких отримують деталі робочих органів гвинтових конвеєрів та гвинтових змішувачів.

Аналіз відомих технологічних процесів виготовлення гвинтових заготовок вимагає вдосконалення процесу з метою поліпшення техніко-економічних показників відомих технологічних процесів, однак з розширенням сфери їх застосування необхідно розробити та дослідити технологічні процеси виготовлення заготовок з еліпсоподібним профілем поперечного перетину витка зі створенням конструкцій технологічного обладнання й спорядження. Тому дослідження, що стосуються установа законімірностей технологічних процесів виготовлення гвинтових заготовок формуванням на еліпснуправу є актуальними для подальшого розвитку теорії та практики машинобудування.

Наукові розроблення проведені у відповідності до координаційних планів Державної науково-технічної програми Міністерства освіти та науки України за напрямками “Виробництво машин та технологічного обладнання для сільськогосподарської, харчової та переробної промисловостей”, є частиною наукових досліджень, які виконувалися на кафедрі “Технології машинобудування” згідно тематики дослідницької роботи ТНТУ імені Івана Пулюя № ДІ 204-13 “Розробка та впровадження енергоефективних конструкцій та ресурсозберігаючих технологій виготовлення смугових гвинтових спіралей енергетичних установок” (номер державної реєстрації 0113U0000255).



2. Наукова новизна одержаних результатів

В дисертаційній роботі, на основі теоретичних досліджень:

- отримали подальший розвиток теоретичні положення формоутворення гвинтових елементів способом навивання на еліпсну оправу, виведені аналітичні залежності для розрахунку силових параметрів процесу навивання, та їх зв'язок з необхідними конструктивними параметрами технологічного спорядження;
- вперше запропонована динамічна модель проточування профільних гвинтових канавок еліпсної оправу, на основі якої виведені залежності для визначення силових параметрів процесу точіння;
- досліджено процес обкочування зовнішньої крайки гвинтових робочих органів в холодному і гарячому станах, виведено розрахункові залежності для визначення силових параметрів процесу, з метою підвищення їх експлуатаційної надійності і довговічності;
- вперше розроблено математичну модель профілювання пустотілих еліпсних заготовок, для визначення основних параметрів процесу.

3. Практичне значення одержаних результатів

- спроектовано та виготовлено експериментальні зразки технологічного спорядження для виготовлення гвинтових еліпсних заготовок;
- експериментально підтверджено теоретичні залежності для визначення впливу геометричних параметрів стрічки та еліпсної оправу на силові параметри процесу навивання, виведено регресійні залежності для визначення впливу параметрів процесу різання на величину сили різання P_r та сили навивання на еліпсну оправу залежно від параметрів заготовки і оправу;
- розроблено конструкції нових пристроїв та обладнання для виготовлення еліпсних гвинтових заготовок їх зміцнення та заміру конструктивних параметрів.

Технічна новизна виконаних розробок захищена 7-ма деклараційними патентами України на корисні моделі. Ефективність розроблених конструкцій пристроїв та обладнання підтверджено у виробничих умовах, а основні результати роботи впроваджено на ТзОВ «ВПМ енергоконструкція»

4. Оцінка достовірності та обґрунтованості положень дисертації, ідентичність змісту автореферату й основних положень дисертації

Наукові положення, висновки та пропозиції у достатній мірі обґрунтовані теоретичним аналізом, експериментальними дослідженнями та виробничою перевіркою, тому їх слід вважати цілком достовірними.

На основі комплексного підходу до теоретичного узагальнення і нового вирішення наукової задачі розроблено та практично реалізовано раціональні ТП виготовлення гвинтових еліпсоподібних заготовок, які включають формоутворення навиванням на еліпсну оправу, проточування профільних гвинтових канавок і обкочування зовнішньої крайки гвинтових робочих органів, обґрунтування параметрів технологічного спорядження необхідного для визначених операцій створення ГЕЗ. Ця задача вирішена на основі

досліджень силових параметрів формоутворення та динаміки проточування профільних гвинтових канавок, що дає можливість розробляти технологію і виготовляти нові робочі органи змішувачів сипучих матеріалів.

Результати експериментальних досліджень отримані з використанням спеціального устаткування та розроблених засобів технологічного спорядження в лабораторних умовах.

Висновки і рекомендації, які наведені в дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими, їх достовірність підтверджена експериментально.

Повнота викладення результатів досліджень підтверджена 14-ма публікаціями, 7-ма патентами України.

Автореферат за своїм змістом відповідає основним положенням, висновкам, пропозиціям, що наведені в дисертаційній роботі, відображає її структуру. Автореферат за змістом, основними положеннями та висновками ідентичний з дисертацією.

5. Оцінка змісту та завершеності дисертації

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, та задачі дослідження, які реалізовано в роботі. Окреслено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, а також структуру та обсяг роботи.

У першому розділі проведено аналіз та узагальнення відомих наукових напрацювань і проблемних питань технології виготовлення гвинтових профільних заготовок. Обґрунтовано доцільність проведення досліджень та перспективність використання деталей, одержаних на їх основі, які застосовують у різноманітних технологічних системах.

Встановлено, що процес формоутворення еліпсного профілю гвинтових заготовок є малодослідженим, а технологічні можливості існуючих пристроїв не забезпечують такий процес. Для виготовлення таких заготовок потрібні додаткові як теоретичні так і експериментальні дослідження.

Як наслідок виконання аналізу сформульовано мету та поставлено задачі дослідження.

У другому розділі розроблена математична модель процесу формоутворення еліпсних гвинтових елементів. Виведені залежності для визначення моменту гнуття стрічки та сил, що виникають в процесі навивання. Розрахунки виведених залежностей виконано за програмою на ЕОМ і побудовано графіки залежностей зусилля і крутного моменту від кута повороту оправки, сил гнуття і моментів від товщини і висоти стрічки та матеріалу, з якого виготовляється заготовка.

Приведена математична модель дозволяє проектувати необхідне технологічне оснащення для формоутворення гвинтових заготовок на еліпсних оправках.

Запропонована динамічна модель процесу проточування напрямних канавок на вершинах еліпсної оправки. Знайдено частоти власних та вимушених коливань системи ВПД. Досліджено процес стружкоутворення,

що дало можливість встановити допустиму глибину різання для кожного різця.

Для підвищення експлуатаційної надійності та довговічності гвинтових робочих органів запропоновано пристрій, для зміцнення зовнішньої крайки гвинтової поверхні методом обкатування, який встановлюється на токарний верстат. Розроблена математична модель процесу зміцнювання зовнішньої крайки еліпсного шнека, яка дозволила визначити тангенціальне і радіальне зусилля деформації та крутиний момент, що необхідно прикласти для обертання шнека. За результатами розрахунків побудовано графік залежності крутного моменту, що необхідний для обертання шнека від радіуса обтискного ролика. Встановлено що формуючий ролик не суттєво впливає на значення моменту обертання шнека в процесі зміцнення. А при зміцненні зовнішньої крайки зі сторони малої піввісі еліпса при переході на велику піввісь момент зростає в 1,3-1,5 разів.

У третьому розділі розроблена програма експериментальних досліджень. Розписана методика проведення багатофакторних експериментальних досліджень. Для проведення експериментальних досліджень запропонована експериментальна установка, яка складається з токарно-гвинторізного верстата 16E16КП з встановлюванням пристрою для навивання еліпсних гвинтових елементів із заданим кроком та пристрою проточування канавок на еліпсній оправі. Керування процесом здійснювалося за допомогою Altivar а отримані результати оброблялися програмним забезпеченням Power Suite v.2.5.0. на ПК.

У четвертому розділі викладені результати експериментальних досліджень сил гнuttя притискним роликом під час формоутворення еліпсних гвинтових елементів та їх графоаналітичне оброблення. А також результати досліджень сили проточування прямокутних гвинтових канавок та їх графоаналітичне оброблення. Отримано регресійні рівняння та представлено поверхні відгуку та двомірні перерізи цих залежностей. На основі комп'ютерного моделювання, результатів експериментальних досліджень та порівняльного аналізу підтверджено їх адекватність теоретичним викладкам. Розходження між результатами експериментальних та теоретичних досліджень знаходиться в межах 17%.

У п'ятому розділі Виконано економічне обґрунтування нового технологічного процесу виготовлення заготовок з еліпсоподібним профілем поперечного перетину витка.

Запропоновано комп'ютерну модель процесу навивання еліпсних гвинтових елементів, яка дала змогу дослідити напруження та деформації, що виникають в матеріалі стрічкової заготовки під дією прикладеного зусилля і, на цій основі, встановити мінімально допустимий радіус гнuttя стрічки. Рекомендовано вибирати еліпсну оправку з мінімальним радіусом кривини не менше 20 мм.

Завершується робота висновками, які відповідають зі змісту роботи, є логічними, відзеркалюють основні результати дисертаційної роботи.

Виходячи з аналізу основної частини дисертації, можна зробити висновок що мета дисертаційної роботи в ході виконання дослідження була досягнута, а дисертація є завершеною науковою кваліфікаційною працею.

Обґрунтування та достовірність основних висновків дисертації

Наведені в дисертаційній роботі висновки і рекомендації є достатніми та належним чином обґрунтованими. Для їх висвітлення автором проведені необхідні теоретичні та експериментальні дослідження, виконані публікації та розроблені відповідні методики. Поставлена проблема і шляхи її вирішення.

Основні наукові положення, що одержані автором за результатами досліджень, відображені у дев'яти пунктах загальних висновків.

Преамбула висвітлює основні задачі, що вирішені в роботі, методи їх досягнення та окреслює перспективи використання одержаних результатів.

Висновок перший свідчить про те, що розроблено технологічний процес виготовлення навивних гвинтових заготовок на еліпсній оправі, характеризує параметри таких заготовок, рівень їх технологічності, є достовірним, оскільки базується на основних теоретичних і практичних результатах.

Висновок другий свідчить про те, що автором досліджено функціональні залежності, які виявляють зв'язки між енергосиловими параметрами виготовлення та необхідними конструктивними параметрами технологічного спорядження, встановлено, що стабільний процес формоутворення еліпсних гвинтових заготовок можливий при ексцентриситеті еліпсної оправі в межах 0,5-0,8. При ексцентриситеті меншому 0,4 проходить розрив зовнішньої крайки заготовки через недопустиме зменшення радіусу навивання. Висновок є достовірним, оскільки результати перевірені й підтверджені експериментально.

Висновок третій вказує на те, що вперше на основі запропонованої динамічної моделі досліджено процес проточування профільних гвинтових канавок, що дозволило встановити допустиму подачу та глибину різання, достовірний, оскільки впливає з основних теоретичних і практичних викладок.

Висновок четвертий: стосується процесу обкочування зовнішньої крайки гвинтових робочих органів в холодному і гарячому станах з метою підвищення їх експлуатаційної надійності і довговічності, достовірний, оскільки забезпечує стабільність процесу зміцнення.

Висновок п'ятий: Розроблено математичну модель профілювання пустотілих еліпсних заготовок, що дає змогу визначити їх основні параметри. Для однакових значень товщини стінки при $D=100$ мм значення напруження згину перевищують аналогічні при $D=180$ мм, більше ніж у 1,8 рази, достовірний, оскільки результати перевірені й підтверджені експериментально.

Висновок шостий, сьомий і восьмий: достовірні, оскільки підтверджені тим, що технічна новизна технологічного спорядження захищена 7 деклараційними патентами України на винаходи.

Висновок дев'ятий є достовірний, оскільки підтверджений актами про впровадження на ТзОВ “ВМП енергоконструкція” та отриманим економічним ефектом.

***Відповідність змісту автореферату основним
положенням дисертації***

Викладені в авторефераті матеріали всіх розділів, а також висновки та перелік публікацій в цілому розкриває зміст дисертаційної роботи як у теоретичному так і в практичному плані.

6. Основні зауваження до дисертаційної роботи

Позитивно оцінюючи здобутки дисертанта, вважаю за необхідне зазначити наступні зауваження до поданої дисертаційної роботи:

1. В пункті “*Апробація результатів дисертації*” відмічається, що основні положення та результати роботи доповідались й обговорювались: перераховується вісім науково-практичних конференцій, а публікації містять 3 тези наукових конференцій?

2. З автореферату не зрозуміло який процес розглядається: Неперервний чи дискретний. У неперервному процесі важливе значення має зусилля попереднього радіального підтискування заготовки. Невідомо за рахунок чого здійснюється осьове зміщення гвинтової заготовки.

3. Якщо процес неперервний, то для нього характерні 2 етапи деформації заготовки:

- Утворення першого витка (нестабільний процес).
- Утворення більшої кількості витків (стабільний процес).

В першому етапі необхідне осьове підтискування заготовки.

Відповідно два процеси характеризуються різними енергосиловими параметрами, розрахунок яких необхідно було б виокремити у дисертаційній роботі. Невідомо які етапи процесу деформації наведені на рис. 2.2 і 2.3 (рис. 2 і 3 автореферату).

4. У дисертаційній роботі на с. 12 (с. 7 автореферату) відзначено, що «для зменшення моменту обертання оправи ... потрібно звести до мінімуму коефіцієнта тертя». Однак це призведе до ускладнення процесу реалізації неперервного навивання.

5. В розділі 2.2 с.12 (автореферат с.8) бачимо, що для отримання еліпсних ГЗ із заданим кроком необхідно на вершинах еліпсної оправи передбачимо напрямні канавки. Не зрозумілий зв'язок між геометричними параметрами дна гвинтової канавки (постійного чи змінного радіуса кривини), її кроку на вершинах еліпсної оправи і власне еліпсної оправи поза межами згаданої зони. Не відомо яка висота кроку і профіль гвинтової канавки. Оскільки канавка постійного радіуса кривини, то не зрозуміло, який профіль гвинтової заготовки ми отримаємо у процесі навивання стрічки на еліпсну оправу з ділянкою канавки на ній не змінного (як у еліпса) а

постійного радіуса кривини (Ф-ла (2.5) не описує функцію зміни радіуса кривини у цьому випадку).

6. Схема процесу проточування є вихровим різанням. Оскільки заготовка є зміщена відносно центру обертання головки і не здійснює додаткових рухів, то отримують на оправі канавки постійного радіуса кривини. Товщина зрізаного шару (ф-ла 2.81, автореферат ф-ла (21) залежить від кроку канавки і має містити параметр кроку канавки.

7. Так як зусилля підтискування обкатними роликами здійснюється пружинами, то величина деформації h матеріалу шнека в радіальному напрямку є не постійною і залежить від кута θ , але у наведених формулах (2.97) - (2.99) це не враховано.

8. Рисунки 5.8 – 5.10, (в авторефераті рис. 14) описується як комп'ютерна модель процесу навивання стрічки на еліпсну оправу. Незрозуміла наявність на рисунку показаних радіальних зусиль деформування навитої ділянки заготовки, у той час як відсутнє зображення зусилля гнуття початкової заготовки.

Загалом, висловлені зауваження не ставлять під сумнів отримані наукові результати та повністю можуть бути виправленими у подальшій науковій роботі дисертанта.

Висновок

Дисертаційна робота Кучвари Івана Миколайовича має суттєве практичне значення в галузі машинобудування. Вирішено актуальну наукову задачу розроблення та практичної реалізації раціональних технологічних процесів виготовлення заготовок з еліпсоподібним профілем поперечного перетину витка. Одержані нові рішення науково-технічної задачі; актуальність, практичне значення, новизна та закінченість досліджень, обґрунтування висновків заслуговують позитивної оцінки.

Зміст дисертаційної роботи, отримані основні наукові положення та висновки відповідають паспорту спеціальності 05.02.08 – «Технологія машинобудування». Автореферат відповідає змісту дисертації.

Указані недоліки суттєво не впливають на науковий та практичний рівень дисертації і не змінюють позитивну оцінку.

Робота відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України що ставляться до кандидатських дисертацій, а її автор – Кучвара Іван Миколайович – заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування.

Офіційний опонент доктор технічних наук,
професор, завідувач кафедри
приладобудування Луцького національного
технічного університету



В. І. Марчук