

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”
к.т.н., доц.
Тетяна ЖЕЛЯСКОВА



“ 20 ” 2025 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 14 від 12 березня 2025 р. засідання кафедри
технології виробництва літальних апаратів
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри технології виробництва літальних апаратів: зав. кафедри, к.т.н., доцент Лавріненко А.Д.; к.т.н., доцент Холявік О.В.; д.т.н., професор Тітов В.А.; д.т.н., професор Калюжний В.Л.; к.т.н, доцент Борис Р.С.; к.т.н., доцент Бородій Ю.П.; к.т.н., доцент Гараненко Т.Р.; к.т.н., доцент Горностай В.М.; к.т.н., доцент Злочевська Н.К.; к.т.н., ст. викладач Кліско А.В.; к.т.н., доцент Орлюк М.В.; к.т.н., доцент Сабол С.Ф.; асистент кафедри Сохан Д.В.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри технології виробництва літальних апаратів Ситника Станіслава Володимировича за матеріалами дисертаційної роботи “Підвищення продуктивності та зниження витрат металу при штампуванні із маловуглецевої сталі заготовок гільз для снарядів середнього калібру”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 – механічна інженерія за спеціальністю 131 прикладна механіка. Освітньо-наукова програма прикладна механіка.

Тему дисертаційної роботи “Підвищення продуктивності та зниження витрат металу при штампуванні із маловуглецевої сталі заготовок гільз для снарядів середнього калібру” затверджено на засіданні Вченої ради факультету, (інституту) НН ММІ Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” (протокол № 10 від “16” лютого 2022 року).

Науковим керівником затверджений д.т.н., професор Калюжний В.Л.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили: зав. кафедри, к.т.н., доцент Лавріненко А.Д.; науковий керівник кафедри, д.т.н., професор Тітов В.А.; к.т.н., доцент Орлюк М.В.; к.т.н., доцент Гараненко Т.Р.; к.т.н., доцент Горностай В.М.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: зав. кафедри, к.т.н., доцент Лавріненко А.Д.; д.т.н., професор Тітов В.А.; д.т.н., професор Калюжний В.Л.; к.т.н., доцент Орлюк М.В.; к.т.н., доцент Гараненко Т.Р.; к.т.н., доцент Горностай В.М. Виступаючі відмітили актуальність роботи, повноту викладення змісту у доповіді і обґрунтованість, наукову новизну та закінченість роботи.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження

В даний час актуальною є тема заощадження ресурсів та підвищення продуктивності процесів виготовлення тонкостінних вісесиметричних порожнистих деталей. Особливо це стосується виробів з товстим дном і високою тонкою стінкою змінної товщини з потрібними механічними характеристиками та розмірами, а також з виступами більшими за діаметр стінки виробу. Для їх виготовлення широко застосовуються процеси осаджування, видавлювання, витягування з потоншенням та обтиску. Тому актуальними є розглядати традиційні процеси формоутворення виробів за допомогою штампів.

Однак, застосовуючи традиційні процеси формоутворення вищенаведених виробів, важко досягнути заощадження ресурсів та підвищення продуктивності процесів виготовлення, оскільки виготовлення таких виробів вимагає великої кількості переходів штампування.

Отримання таких виробів можливе застосовуючи способи гарячої та холодної обробки тиском. За допомогою гарячої обробки тиском можна отримати з незначним зусиллям напівфабрикатів найбільш сприятливої форми під подальші операції витягування з потоншенням для досягнення у стінці виробів необхідних розмірів та механічних характеристик. Тому дослідження вищенаведених процесів та використання їх для вдосконалення відомих на сьогодні технологічних процесів є актуальною задачею.

На разі важливим є швидке впровадження технології виготовлення таких виробів на виробництві. Однак розробка технології виготовлення вищенаведених виробів є непростою задачею, оскільки необхідно враховувати велику кількість факторів, а саме силові режими формоутворення, геометрична форма початкової заготовки та проміжних напівфабрикатів, спосіб отримання початкової заготовки і найважливіше у таких виробках характеристики напружено-деформованого стану у донній

частині та у стінці виробу для досягнення необхідних механічних характеристик, що потребує багато часу для розрахунків з подальшим підтвердженням за допомогою експериментальних досліджень. Для прискорення процесу розроблення технології виготовлення таких деталей, зменшення витрат на дослідження та встановлення вищенаведених параметрів необхідно застосовувати способи комп'ютерного моделювання, що дозволить швидко впровадити результати розрахунків на виробництві. Темою дослідження є підвищення продуктивності та зниження витрат металу процесів формоутворення таких виробів за рахунок скорочення кількості переходів штампування та використання вихідної заготовки квадратного перерізу, що зменшить витрати металу у відхід, пришвидшить виготовлення виробів та зменшить їх собівартість. Для розв'язання поставленої задачі буде проведено теоретичні дослідження за допомогою комп'ютерного моделювання методом скінченних елементів та експериментальні дослідження на виробництві що дозволить розробити технологію виготовлення порожнистих вісесиметричних виробів з дном та стінкою змінної товщини, а також спроектувати штампове оснащення для формоутворення вказаних виробів з необхідними механічними характеристиками в донній частині та стінці.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконувалася на кафедрі технології виробництва літальних апаратів, НН ММІ, КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Дослідження дисертаційної роботи виконувалося в рамках Держбюджетної науково-дослідної роботи №2318п «Розробка інноваційних технологій штампування гільз для артилерійських снарядів для промислових підприємств України», а також господарсько-договірної науково-дослідної роботи № Дндч/0201.01/1200.02/127/2022 «Дослідна партія гільзи та корпусу у кількості 12 шт. кожної», які виконувались на кафедрі «Технології виробництва літальних апаратів» Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського».

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1 З використанням методу скінченних елементів вперше проведено розрахунковий аналіз переходів гарячого осаджування та подальшого зворотного видавлювання круглих порожнистих напівфабрикатів із заготовки квадратного перерізу з маловуглецевої сталі. Встановлено температуру підігріву деформуючого інструменту та швидкість деформування, які забезпечують пластичне формоутворення в умовах гарячої деформації. Визначено енерго-силові режими деформування і зусилля вилучення деформованих заготовок із штампів, розподіли питомих зусиль на пуансонах, матрицях і виштовхувачах та кінцеві форми та розміри напівфабрикатів з розподілами напружень і деформацій.

2 Отримали подальший розвиток математичні моделі та комп'ютерний аналіз методом скінченних елементів подальших переходів штампування

напівфабрикатів після видавлювання з використанням операцій гарячого та холодного витягування з потоншенням з отриманням напівфабрикатів потрібної форми для виконання кінцевого переходу обтиску з необхідним пропрацюванням структури металу пластичною деформацією та досягненням заданих механічних властивостей по висоті стінки гільзи і піддону. Встановлено залежності зусиль витягування від переміщень пуансонів, форми і розміри напівфабрикатів після витягування та розподіли інтенсивності деформацій для оцінки пропрацювання структури металу пластичною деформацією.

3 Вперше проведено моделювання методом скінченних елементів процесів кінцевого переходу обтиску з одночасним осаджуванням фланців на донній частині заготовок гільзи з урахуванням накопичених деформацій в напівфабрикатах після витягування з потоншенням. Встановлено зусилля деформування, розподіли інтенсивності деформації та кінцеві форми і розміри заготовки гільзи.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження

Практичне значення мають наступні результати роботи:

1 Параметри процесу попереднього профілювання заготовки квадратного перерізу шляхом формоутворення фасок в кутових зонах гарячим осаджуванням: залежності зусилля осаджування від переміщення інструменту, розподіли питомих зусиль на деформуючому інструменті; розподіл температури у деформованій заготовці.

2 Параметри процесів гарячого зворотного видавлювання круглих порожнистих напівфабрикатів із заготовок круглого і квадратного перерізів: залежності зусиль видавлювання від переміщення пуансонів; розподіли питомих зусиль на пуансонах, матрицях і виштовхувачах; розподіли температури і інтенсивності деформацій у напівфабрикатах після видавлювання.

3 Для проектування технологій отримано параметри процесів гарячого витягування з потоншенням через дві послідовно розташовані матриці та подальшого холодного витягування з потоншенням для гільзи, а також параметри гарячого витягування з потоншенням через дві послідовно розташовані матриці для піддону: залежності зусиль витягування від переміщення пуансонів; розподіли питомих зусиль на пуансонах і матрицях; розподіли температури і інтенсивності деформацій у напівфабрикатах.

4 Для кінцевих процесів осаджування фланців із попередньо отриманих виступів на донних частинах напівфабрикатів - холодного з одночасним обтиском для гільзи та гарячого для піддону визначено зусилля деформування, розподіли питомих зусиль на інструменті, розподіли інтенсивностей деформацій.

5 Розроблені конструкції штампового оснащення для операцій гарячого осаджування, гарячого зворотного видавлювання, гарячого витягування з потоншенням, холодного витягування з потоншенням.

6 Результати роботи використані на виробництві на підприємстві ТОВ «БСТІ «Стандарт.Т» (акт про впровадження № 354/03 від 05.11.2023 р).

Результати роботи також використані в навчальному процесі на кафедрі технології виробництва літальних апаратів КПІ ім. Ігоря Сікорського (акт про використання від 10.10.2024 р), які застосовують в лекційних курсах та при виконанні бакалаврських і магістерських атестаційних робіт.

5. Апробація результатів дисертації

Матеріали дисертаційної роботи було повідомлено та обговорено на Міжнародних науково-технічних конференціях: XIII Міжнародна науково-технічна конференція молодих вчених та студентів «Теоретичні та практичні проблеми в обробці тиском», 31 травня 2023 р., КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна, опубліковано тези; XXVI Міжнародна науково-технічна конференція «Досягнення та проблеми розвитку технологій і машин обробки тиском», 13-15 грудня 2023 р., м. Краматорськ-Тернопіль, Україна; XV Міжнародна науково-технічна конференція молодих вчених та студентів «Інновації молоді в машинобудуванні», 02.05.2024 р., КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна, опубліковано тези; Форум інженерів-механіків. МНТК: «Теоретичні й практичні проблеми обробки матеріалів тиском», 28-29.11.2024 р., КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна, опубліковано тези. Також по темі дисертації на Міжнародній науковій конференції «Новітні досягнення в науці та техніці і їх значення для суспільства», 6-7 грудня 2023 р., м. Ченхостова, Республіка Польща, опубліковано тези.

Результати досліджень використані у виробничих умовах в ТОВ «БСТІ «Стандарт.Т» м. Київ (акт про використання від 05.11.2024 №354/03). Запропонована технологія в порівнянні з існуючими, забезпечує більш високу продуктивність виготовлення гільз, економію металу, становить значний економічний інтерес та може використовуватись на виробництві. А також застосовуються у навчальному процесі в КПІ ім. Ігоря Сікорського при підготовці бакалаврів і магістрів по спеціальності 131 – прикладна механіка (акт про використання від 10.10.2024).

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Ситника С. В. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 14 наукових публікацій, у тому числі:

- 0 одноосібних монографій, 0 одноосібних розділів у колективних монографіях;

- 10 статей у наукових фахових виданнях України за спеціальністю, в т.ч. 10 статей у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;

- 0 статей у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах WoS та/або Scopus;

- 0 статей у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports, чи одноосібних монографій, що відповідають зазначеним вимогам;

- 0 патентів України на винахід, що пройшли кваліфікаційну експертизу;

- 0 патентів України на корисну модель;

- 4 тези виступів на наукових конференціях.

Результати дисертаційної роботи опубліковані в наступних фахових виданнях України за спеціальністю – прикладна механіка:

1 Калюжний В. Л., Ситник С. В., Титаренко А. Є. Гарячий обтиск в матриці спеціального профілю вісесиметричних порожнистих заготовок із високовуглецевої сталі. *Механіка і новітні технології*. 2022. Вип. 6, № 2. С. 187-194, DOI: 10.20535/2521-1943.2022.6.2.264785 (фахове видання Категорія Б 131 Прикладна механіка). *(Здобувачем виконана обробка результатів моделювання)*.

2 Калюжний В. Л., Алієва Л., Ярмоленко О. С., Ситник С. В. Гаряче видавлювання із високовуглецевої сталі конусних порожнистих виробів. *Механіка і новітні технології*. 2022. Вип. 6, № 3. С. 302-308, DOI: 10.20535/2521-1943.2022.6.3.269897 (фахове видання категорії Б 131 Прикладна механіка). *(Здобувачем виконаний аналіз результатів моделювання процесу штампуння)*.

3 Калюжний В. Л., Левченко В., Калюжний О. В., Ситник С. В. Варіанти обтиску в контейнері і матриці спеціального профілю вісесиметричних порожнистих заготовок із сталі С60. *Механіка і новітні технології*. 2023. Вип. 7, № 1, DOI: 10.20535/2521-1943.2023.7.1.264790 (фахове видання категорії Б 131 Прикладна механіка). *(Здобувачем виконана обробка результатів моделювання)*.

4 Калюжний В. Л., Ситник С. В., Левченко В. Порівняльний аналіз гарячого зворотного видавлювання порожнистих виробів із заготовок круглої і квадратної форми. *Механіка і новітні технології*. 2023. Вип. 7, № 2. С. 236-242, DOI: 10.20535/2521-1943.2023.7.2.288484 (фахове видання категорії Б 131 Прикладна механіка). *(Здобувачем виконано моделювання процесу гарячого зворотного видавлювання та обробка результатів моделювання)*.

5 Калюжний В. Л., Ситник С. В., Савченко Д. В., Чучин О.В. Напівгаряче та гаряче зворотне видавлювання з роздачою осесиметричної порожнистої деталі. *Обробка матеріалів тиском*. 2023. Вип. 52, № 1. С. 10-19, DOI: 10.37142/2076-2151/2023-1(51)10 (фахове видання категорії Б 131 Прикладна механіка). *(Здобувачем виконано моделювання процесу гарячого зворотного видавлювання та обробка результатів моделювання)*.

6 Калюжний В.Л., Калюжний О. В., Ситник С. В., Шульга К. М., Готра М. В. Збільшення пропрацювання пластичною деформацією стінок і донної частини порожнистого напівфабрикату при гарячому зворотному видавлюванні. *Наукові Нотатки*. 2023. № 76. С. 72-79, DOI 10.36910/775.24153966.2023.76.10 (фахове видання категорії Б 131 Прикладна механіка). (Здобувачем виконано моделювання процесу гарячого зворотного видавлювання).

7 Драгобецький В. В., Калюжний О. В., Калюжний В. Л., Ситник С. В. Вплив швидкості деформування на процес гарячого видавлювання з роздачою круглих порожнистих напівфабрикатів. *Механіка і новітні технології*. 2024. Вип. 8, № 1. С. 45-53, DOI: 10.20535/2521-1943.2024.8.1(100).297296 (фахове видання категорії Б 131 Прикладна механіка). (Здобувачем виконаний аналіз результатів моделювання процесу гарячого зворотного видавлювання).

8 Драгобецький В. В., Калюжний О. В., Калюжний В. Л., Ситник С. В. Підвищення точності форми і розмірів порожнистих напівфабрикатів при гарячому зворотному видавлюванні із заготовок квадратного перерізу. *Механіка і новітні технології*. 2024. Вип. 8, № 3. С. 256–264, DOI: 10.20535/2521-1943.2024.8.3(102).297388 (фахове видання категорії Б 131 Прикладна механіка). (Здобувачем виконано моделювання процесу гарячого зворотного видавлювання).

9 Піманов В. В., Орлюк М. В., Гончар А., Ситник С. В. Аналіз технології виготовлення напівфабрикату для порожнистої деталі складної геометричної форми за технологією гарячого об'ємного штампування. *Наукові вісті КПП*. 2023. Вип. 136, № 1-4. С. 54-61, DOI: 10.20535/kpissn.2023.1-4.304818 (фахове видання категорії Б 131 Прикладна механіка). (Здобувачем виконаний аналіз результатів моделювання гарячого об'ємного штампування).

10 Калюжний О. В., Калюжний В. Л., Ситник С. В. Вплив тертя при гарячому зворотному видавлюванні порожнистих напівфабрикатів із заготовок круглого і квадратного перерізу. *Наукові Нотатки*. 2024. № 78. С. 83-93, DOI 10.36910/775.24153966.2024.78.12 (фахове видання категорії Б 131 Прикладна механіка). (Здобувачем виконано моделювання процесу гарячого зворотного видавлювання).

11 Калюжний В. Л., Ситник С. В. Напівгаряче та гаряче зворотне видавлювання з роздачою вісесиметричного порожнистого напівфабрикату із маловуглецевої сталі ХІІІ МНТК «Теоретичні та практичні проблеми в обробці матеріалів тиском» секція Підвищення ресурсу та експлуатаційної надійності виробів машинобудування технологічними методами, Київ, КПП ім. Ігоря Сікорського, 2023. С. 43-46. (Здобувачем виконано моделювання процесу зворотного видавлювання та обробка результатів моделювання).

12 Ситник С. В., Ліподат В. Є. Вплив швидкості деформування на технологічне зусилля процесу гарячого зворотного видавлювання з роздачою порожнистого виробу із маловуглецевої сталі Міжнародна наукова конференція «Новітня наука та технологія досягнення та їх значення для суспільства» секція 2 Прикладна механіка, Ченстохова, Республіка Польща, 2023. С. 19-23, DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-388-0-4>. (Здобувачем

виконано моделювання процесу зворотного видавлювання та обробка результатів моделювання).

13 Ситник С. В., Піманов В. В., Орлюк М.В. Вплив попереднього профілювання заготовок квадратного перерізу на подальші формозмінні операції XIV МНТК «Теоретичні та практичні проблеми в обробці матеріалів тиском», Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. С. 21-25. (Здобувачем виконано моделювання процесу зворотного видавлювання та витягування з потоншенням та обробка результатів моделювання).

14 Піманов В. В., Гуменний Д. О., Родюк О. К., Ситник С. В., Савченко Д. В. Боєприпас протипіхотний для дистанційного мінування шляхом скиду з БПЛА типу коптер XIV МНТК «Теоретичні та практичні проблеми в обробці матеріалів тиском», Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. С. 45-47. (Здобувачем виконаний аналіз результатів моделювання).

Якість та кількість публікацій відповідають “Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44”.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Ситника С. В. “Підвищення продуктивності та зниження витрат металу при штампуванні із маловуглецевої сталі заготовок гільз для снарядів середнього калібру”, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 – механічна інженерія за спеціальністю 131 прикладна механіка за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред’являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського прикладна механіка зі спеціальності 131 прикладна механіка.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу “Підвищення продуктивності та зниження витрат металу при штампуванні із маловуглецевої сталі заготовок гільз для снарядів середнього калібру”, подану Ситником Станіславом Володимировичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

- д.т.н., професор, професор кафедри технології виробництва літальних апаратів, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Тітов Вячеслав Андрійович;

Члени:

Рецензенти:

- к.т.н., доцент, доцент кафедри технології виробництва літальних апаратів, КПІ ім. Ігоря Сікорського Борис Руслан Степанович;

- к.т.н., доцент кафедри технології виробництва літальних апаратів, КПІ ім. Ігоря Сікорського Холявік Ольга Віталіївна;

Офіційні опоненти:

- д.т.н., професор, професор кафедри металургії та організації виробництва ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Кухар Володимир Валентинович;

- д.т.н., професор кафедри галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету, МОН України, Сивак Роман Іванович.

Головуючий на засіданні
завідувач кафедри
технології виробництва
літальних апаратів,
к.т.н., доцент

Антон ЛАВРІНЕНКОВ

Вчений секретар кафедри
технології виробництва
літальних апаратів, к.т.н.,
доцент

Наталія ЗЛОЧЕВСЬКА