

В спеціалізовану вчену раду Д12.105.01

Донбаської державної машинобудівної академії,

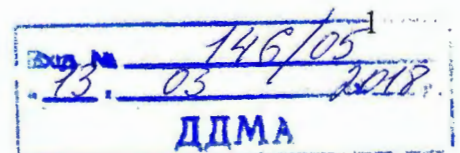
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Алієвої Лейли Іграмотдіновни «Розвиток наукових основ і розробка ресурсозберігаючих технологічних процесів формоутворення на основі способів комбінованого деформування», поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.05 – «Процеси та машини обробки тиском»

1. Актуальність теми. Однією з проблем вітчизняного машинобудування є конкурентоспроможність на зовнішньому та внутрішньому ринках. Для забезпечення високої якості та низької собівартості продукції необхідно впровадження нових ресурсозберігаючих технологій, у тому числі, об'ємного формоутворення прецизійних і великих заготовок на заводах машинобудування України.

Одним із шляхів вирішення зазначених проблем в галузях машинобудування є розробка і застосування комбінованих методів обробки металів тиском (ОМТ), які більш повно використовують можливості суміщених і додаткових силових і кінематичних впливів на заготовку, що обробляється пластичним деформуванням. Способи комбінованого деформування з активним керуванням пластичною течією матеріалу, з поєднанням різних схем формоутворення, з підвищеним ступенем свободи течії, а також зі збільшенням компоненти деформації зсуву знаходять все більш ефективно застосування в процесах кування, точного об'ємного штампування і видавлювання. Приклади освоєння способів комбінованого деформування обмежені, що обумовлено недостатністю інформації про характер напружено-деформованого стану, по прогнозуванню параметрів формоутворення деталей при обробці з підвищеним ступенем свободі течії металу, а також науково-обґрунтованих рекомендацій з



проектування технологічних процесів і інструментів. Розв'язок даної проблеми потребує проведення досліджень технологічних режимів деформування, створення точних математичних моделей для прогнозування формоутворення і технологічної деформовності металу, створення і освоєння нових способів комбінованого деформування і розробкою на їх основі методик проектування процесів об'ємного пластичного деформування .

Зважаючи на вищевикладене, удосконалення процесів об'ємного пластичного формотворення на базі розвитку наукових основ, методів моделювання та методик проектування технологій комбінованого деформування є **актуальною** науково-технічною проблемою і має важливе науково-практичне та народногосподарське значення для економіки України.

2. Відповідність планам наукових досліджень. Результати докторської дисертації Алієвої Л.І. спрямовані на вирішення завдань, поставлених у Програмі науково-технічного розвитку Донецької області на період до 2020 року. Тема дисертаційної роботи відповідає пріоритетному напрямку розвитку науки і техніки "Новітні ресурсозберігаючі технології в енергетиці, промисловості та агропромисловому комплексі» та відповідає науковому напрямку наукової школи "Обробка металів тиском" (ОМТ) Донбаської державної машинобудівної академії (ДДМА). Робота виконана в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт (НДР), передбачених планами Міністерства освіти і науки України та виконаних на кафедрі ОМТ ДДМА (№ держреєстрації 0111U000883, 0113U000608, 0109U002664), для яких автор була відповідальним виконавцем.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації, та їх достовірність.

Високий ступінь достовірності та обґрунтованості наукових результатів роботи визначається використанням базових фундаментальних залежностей обробки металів тиском для визначення нових методів розрахунку технологічних параметрів процесів кування крупних поковок. Достовірність отриманих результатів забезпечена використанням методів статистичної

обробки даних, сучасної вимірювальної апаратури, а також підтверджена експериментально в лабораторних умовах та в умовах виробництва. Крім того достовірність та обґрунтованість підтверджується всебічною та багаторазовою апробацією дисертації на міжнародних конференціях, впровадженням у виробництво результатів досліджень та нових методів розрахунку.

Для оцінки точності отриманих результатів експериментальних досліджень використовувалися методи статистичної обробки дослідних даних. Механічні властивості визначені випробуванням зразків стандартними методами. Для оцінки умов контактного тертя використані спеціальні пристрої для вимірювання сил тертя безпосередньо в процесі холодного об'ємного деформування.

Теоретичні дослідження в дисертаційній роботі проведені із застосуванням методу скінченних елементів, який дозволяє прогнозувати з високим ступенем вірогідності параметри напружено-деформованого стану заготовки в процесах кування та штампування. А енергетичний метод верхньої оцінки дозволив отримати залежності у вигляді розрахункових інженерних формул, адекватність яких підтверджена експериментами.

4. Наукова новизна отриманих результатів.

1. *Вперше* на основі аналізу експериментальних даних, проведених в камері високого тиску на зразках, що піддаються спільному крученню з розтягуванням, *встановлено*, що основний вплив на накопичення пошкоджень і їх заліковування надає не тільки схема напружено-деформованого стану, рівень накопиченої деформації, але і швидкість зміни показників напруженого стану. *Суть новизни* полягає у встановленні факту, що на пластичність суттєво впливає швидкість зміни показників напруженого стану або кривизна шляху деформування, тобто похідна шляху деформування в координатах «друга похідна від показника напруженого стану – накопичена інтенсивність деформацій», *що дає можливість* встановити межі застосування феноменологічних критеріїв деформовності без руйнування в залежності від характеру напруженого стану.

2. *Отримав подальший розвиток* метод кінематичних модулів для математичного моделювання на основі енергетичного балансу потужностей, який

відрізняється розробкою кінематичних модулів нових конфігурацій, встановленням та використанням їх властивостей, *що дає можливість* проведення оперативного аналізу силового режиму деформування і поетапного формоутворення деталей в процесах комбінованого деформування з декількома ступенями свободи витікання металу.

3. *Вперше* на основі енергетичного методу верхньої оцінки із застосуванням вдосконалених кінематичних модулів розроблено комплекс математичних моделей процесів суміщеного комбінованого видавлювання порожнистих і стрижневих деталей з фланцем, використання яких *дозволяє* встановити енергосилові режими осесиметричних процесів радіально-зворотного, радіально-прямого та радіально-зворотно-прямого видавлювання в залежності від технологічних параметрів і проаналізувати поетапну формозміну заготовки.

4. *Уточнено* розрахункові залежності для технологічних режимів деформування відносно високих заготовок, в яких на відміну від відомих залежностей врахована наявність і вплив проміжної недеформованої зони між автономними осесиметричними осередками деформації радіального і зворотного видавлювання металу, що дає можливість підвищити точність визначення поетапного наростання розмірів напівфабрикату при комбінованій деформації.

5. *Вперше* на основі енергетичного методу і методу скінченних елементів розроблено комплекс математичних моделей процесів комбінованого послідовного радіально-прямого видавлювання і встановлено закономірності формоутворення порожнистих деталей типу гільз і втулок, які *відрізняються* аналізом нових схем осесиметричного деформування і використання яких *дозволяє* визначити технологічні режими з урахуванням деформаційного зміцнення металу, геометричних параметрів інструменту, а також напружено-деформованого стану в залежності від переважного напрямку переміщення металу.

6. *Отримав розвиток* метод розрахунку граничної технологічної деформовності заготовки в процесах деформування, який на відміну від відомих враховує ефект відновлення пластичності металу від проміжних відпалів і в

технологічних паузах, що *дозволяє* розробити раціональні режими пластичного деформування, які забезпечують підвищену сумарну ступінь формозміни заготовки.

7. *Отримали розвиток* уявлення про закономірності комбінованого процесу радіального видавлювання фланця і подальшого пробивання – відділення деталі типу кільця від багатоштучної заготовки, *суть новизни яких полягає* у встановленні можливості підвищення гідростатичного тиску в зоні поділу за рахунок введення додаткового силового впливу на фланець, що *створює умови* для якісного відділення деталі від вихідної заготовки.

8. *Вперше* на основі методу скінченних елементів і експериментальних даних встановлені закономірності зміни силового режиму процесу видавлювання порожнистих деталей, *який на відміну від існуючих*, включає сили деформування, виштовхування і знімання деталей, що *дозволило* обґрунтувати новий принцип навантаження інструменту, який полягає у видаленні деталі з матриці спільно з пуансоном і подальшому зніманні деталі з пуансона поза межами матриці.

5. Практична цінність роботи.

Практичну цінність дисертаційної роботи представляють наступні її основні результати:

- класифікації процесів комбінованого деформування, розроблені на основі застосування комбінаторного методу і аналізу кінематичних структур, що дозволив пропонувати нові способи об'ємного деформування;

- методики моделювання процесів об'ємного деформування, в тому числі із застосуванням нових кінематичних модулів, що дозволяють оперативно досліджувати процеси комбінованого деформування складнопрофільованих деталей;

- нові способи комбінованого об'ємного деформування, що дозволяють підвищити ступінь керованості течією металу, рівень опрацювання заготовки, складність форми деталей, а також знизити відхилення форми деталей;

- методики проектування технологічних процесів виготовлення прецизійних і великогабаритних деталей, що дозволяють знизити витрати на

технологічну підготовку виробництва і сприяють розширенню можливостей процесів деформування за рахунок ресурсозбереження, ускладнення конфігурації деталей і виключення можливості утворення дефектів.

Методичні матеріали, рекомендації з проектування технологічних процесів і оснащення комбінованого деформування великогабаритних поковок і штампування в роз'ємних матрицях передані для промислового освоєння на ПАТ «НКМЗ», ПАТ «Енергомашспецсталь», АТ «Мотор Січ» і ПрАТ «Дружківський завод металевих виробів» .

Результати досліджень використовуються в навчальному процесі в розділах лекційних курсів, а також при виконанні практичних, лабораторних та проектних робіт студентами та магістрами спеціальності ОМТ.

6. Повнота викладення результатів в опублікованих працях.

Матеріали дисертаційної роботи опубліковані в 95 роботах, з яких 52 статті опубліковані в журналах і збірниках наукових праць, з них 5 статей в міжнародних наукових журналах, які входять до бази даних Scopus, 10 статей в зарубіжних виданнях, 25 статей у наукових фахових виданнях України. Матеріали досліджень і розробок опубліковані також в 1 монографії, 4-х колективних монографіях і в 1 підручнику для ВНЗ. На нові технічні рішення отримані 22 патенти України.

Обсяг друкованих робіт та їх кількість відповідають вимогам щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Проведено апробацію та обговорення результатів досліджень на більш ніж 30-ти конференціях та семінарах.

7. Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому.

Робота складається з анотацій, вступу, восьми розділів, висновку, списку літератури і додатків. Об'єм роботи без додатків, анотацій, бібліографії, рисунків і таблиць складає 310 сторінок. Робота містить 28 таблиці, 298 рисунків, і 473 джерел літератури; загальний об'єм роботи – 632 сторінки.

У *вступі* сформована проблема дослідження, обґрунтована її актуальність, визначена мета роботи і круг вирішених завдань, вказана її практична цінність і

наукова новизна. Розглянуті питання предмету, методології і методів ведення досліджень.

Перший розділ присвячений аналізу стану питання в галузі техніки і технологій об'ємного пластичного деформування. Розглянуті сучасні тенденції та шляхи розвитку технологій об'ємного деформування. Встановлено, що процеси комбінованої обробки і деформування завдяки техніко-економічним перевагам знаходять все більше застосування в металообробних галузях промисловості. Відзначено, що для розширення можливостей процесів об'ємного формоутворення деталей та заготовок перспективними є схеми комбінованого деформування із суміщенням різнорідних і однорідних схем обробки, а також з використанням додаткових силових (протитиску, натягу, кручення, зсуву та ін.) і кінематичних впливів на заготовку, яка деформується.

В результаті аналізу попередніх досліджень встановлено, що для інтенсифікації освоєння технологічних процесів об'ємного пластичного формоутворення деталей необхідне створення математичних моделей, що дозволяють визначити силовий режим деформування, прогнозувати кінцеву і граничну формозміну на послідовних стадіях процесів обробки за новими технологічними схемами.

На основі проведеного аналізу сформульовані мета роботи і завдання дослідження.

У другому розділі проведений вибір напрямків та методів дослідження процесів об'ємного деформування. На основі методів комбінаторного і морфологічних карт проведено розширення області досліджень, розроблені класифікації процесів комбінованого формоутворення деталей.

Наведена методика проведення теоретичних та експериментальних досліджень. Для теоретичних досліджень силового і деформаційного режимів процесів видавлювання обрані енергетичний метод верхньої оцінки (ЕМВО) і методу скінченних елементів (МСЕ). Для оцінки граничних можливостей формозміни використані феноменологічні критерії руйнування, в яких за міру граничної формозміни прийнята ступінь пластичної деформації.

Для експериментальних робіт розроблена і виготовлена універсально-переналагоджувана установка, яка дозволяє здійснювати видавлювання в рухомих і роз'ємних матрицях за кінематичними схемами комбінованого видавлювання. Для вимірювання сил тертя безпосередньо в процесі пластичного деформування розроблені пристрої у вигляді пластотрибометрів, заснованих на способі радіального видавлювання.

Третій розділ присвячений розробці та розвитку методів розрахунку стосовно до нових процесів об'ємного пластичного формоутворення.

Для розвитку методу кінематичних модулів, як різновиду енергетичного методу верхньої оцінки, були проаналізовані КМПШ одиничних полів різної конфігурації і визначені їх властивості. Для осесиметричного деформування був обраний ряд відомих і нових модулів трикутної і трапецеїдальної форми і вивчені їх властивості. Кінематичні модулі різних конфігурацій обраховані, співставлені і підготовлені для вибору і використання в залежності від характеру і напрямку течії (до осі або від осі симетрії) і використання в технологічних задачах. Для модулів з прямокутним перерізом компоненти приведенного тиску деформування, що враховують сили деформування, зрізу і тертя, представлені у вигляді табличних даних з прив'язкою до відповідних граничних поверхонь. Встановлено оптимальні з точки зору мінімальних розрахункових тисків кінематичні модулі для опису полів швидкостей переміщень.

У четвертому розділі розглянуто методи розрахунку технологічної деформовності. Для оцінки технологічної деформовності при холодній об'ємній обробці розглянуті можливості критеріїв руйнування, в основу яких покладена гіпотеза про вплив першого і третього інваріантів тензора напружень на величину витрат ресурсу пластичності при пластичній деформації металу.

В результаті обробки експериментальних даних, отриманих шляхом випробування зразків в камері високого тиску в умовах спільного кручення і розтягування за різними програмами деформування, встановлено, що діаграма пластичності не є єдиною для різних напружених станів. Таким чином, при

вивченні технологічних процесів ОМТ, де реалізується об'ємний напружений стан необхідно користуватися діаграмою пластичності, побудованою з урахуванням третього інваріанта тензора напружень.

Отримані результати досліджень пластичності металів в залежності від 3-х інваріантів тензора і девіатора напружень дозволили встановити межі застосування феноменологічних критеріїв деформівності без руйнування в залежності від інтервалу значень другої похідної від показника напруженого стану.

Розроблений також метод розрахунку технологічної пластичності металу в процесах холодного і ізотермічного деформування, який дозволяє враховувати вплив проміжних відпалів і технологічної паузи. Метод дозволяє розраховувати складні багатостадійні технологічні процеси видавлювання та кування та встановлювати раціональні режими деформування, які б дали змогу підвищити технологічну пластичність заготовки.

У п'ятому розділі проведені дослідження процесів суміщеного комбінованого радіально-зворотного видавлювання порожнистих і суцільних деталей з фланцем і радіально-прямого видавлювання деталей з фланцем і відростком.

Визначено межі використання розрахункових схем з кінематичними модулями нових форм в залежності від напрямку переважної течії металу, обумовленої ступенем деформації за поєднаними простими схемами видавлювання. Встановлені модулі, використання яких дозволяє отримати прийнятну картину формозміни заготовки при комбінованій течії металу.

Встановлено на основі досліджень напружено-деформованого стану заготовки при комбінованому радіально-зворотному видавлюванні деталей з високих заготовок на початковому етапі деформування наявність проміжної жорсткої зони, що розділяє автономні осередки деформації радіального і зворотного видавлювання металу.

У шостому розділі представлені результати теоретичного дослідження енергетичним методом процесів радіально-прямого видавлювання з роздачею і обтисненням.

Розрахункові схеми процесу формувалися з самостійних кінематичних модулів, що утворюють характерні для зон осесиметричних блоки. Використовуючи раніше встановлені компоненти КМПШ, інтенсивності швидкостей деформацій, приведені тиски пластичної деформації, зрізу і тертя на границях кожного модуля з рівняння енергетичного балансу, визначали сумарну величину приведенного тиску \bar{p} і аналізували вплив геометричних параметрів і умов тертя на силовий режим.

Радіально-пряме видавлювання порожнистої деталі дозволяє знизити силу деформування в 1,5–2,4 рази в порівнянні зі зворотним видавлюванням. Моделювання процесів отримання деталей типу гільз альтернативними способами: зворотним видавлюванням і прямим видавлюванням з роздачею (різновид комбінованого радіально-прямого видавлювання) підтвердило переваги останнього способу в зниженні нерівномірності розподілу деформацій. Крім того, радіально-пряме видавлювання з роздачею в матрицях з різним кутом γ конусної поверхні матриці забезпечує зниження сил деформування на пуансоні.

Для осесиметричного *радіально-прямого видавлювання з обтисненням* розроблені математичні моделі для варіантів деформування на ступінчастій і конічній оправці. Проведений аналіз виду оптимального КМПШ для блоку радіальної течії і прийнятий модуль, що має переріз криволінійного трикутника. Визначено також оптимальне значення кута нахилу твірної оправки, яке коливається в інтервалі 46° - 52° .

У сьомому розділі виконано узагальнення дефектів деталей, характерних для процесів комбінованого видавлювання і точного штампування. Наведено результати аналізу причин виникнення відхилень форми деталей і нерівномірності деформованого стану. Розглянуто умови виникнення утягнень при радіальному та комбінованому радіально-зворотному видавлюванні порожнистих деталей з фланцем і певні способи зниження таких дефектів,

зокрема, спосіб видавлювання фланців в штампі з рухомою напівматрицею, спосіб запобігання дефектів типу утягнень створенням технологічних буртів і способі регулювання кінематики подачі металу в матрицю.

Досліджено комбінований спосіб отримання кілець радіальним видавлюванням з подальшим відділенням пробивкою багатоштучної заготовки від отриманої деталі. Для підвищення якості поверхні зрізу при відділенні деталі від заготовки оцінювали напружений стан при радіальному видавлюванні з додатковим силовим впливом шляхом висадки фланця.

Розглянуто схеми комбінованого деформування великогабаритних виробів ступінчастим інструментом, що дозволяє створити інтенсивні зсувні деформації в заготовці і підвищити якість обробки заготовок з литих вихідних матеріалів.

Восьмий розділ присвячений розробці методик проектування, технологічних рекомендацій та удосконаленню технологій об'ємного формоутворення на основі нових способів комбінованого деформування.

На підставі проведених досліджень розроблена методика проектування процесів об'ємного деформування, яка враховує нові дані про закономірності комбінованого деформування і нові методи розрахунку.

На основі проведених досліджень і встановлених закономірностей комбінованого деформування обґрунтовані і запропоновані вдосконалені і перспективні способи видавлювання: маловідходного і безвідходного видавлювання порожнистих деталей типу втулок і кілець з напівбезперервних багатоштучних заготовок; видавлювання порожнистих деталей з попередженням появи дефектів форми за допомогою технологічних буртів; видавлювання складнопрофільованих порожнистих деталей в рухомій матриці. Спосіб комбінованого деформування з переважним розвитком зсувних компонент деформації ефективний для поліпшення опрацювання металу і рекомендований для виготовлення крупногабаритних заготовок. На нові способи деформування, що дозволяють істотно розширити номенклатуру отримуваних виробів, отримані патенти України.

Підвищення ефективності нових технологій досягнуто за рахунок зниження матеріаломісткості і трудомісткості виробництва, розширення номенклатури деталей, підвищення якості деталей і надійності технологічного оснащення.

Результати досліджень та розроблені на їх основі методи розрахунків, лабораторні установки та програми використовуються також в наукових дослідженнях і навчальному процесі ДДМА.

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

Наприкінці роботи наведено *висновки*, в яких відмічені основні результати досліджень з обґрунтуванням рекомендацій з практичного використання результатів.

Список використаних джерел з 473 джерел є інформативним та достатньо повно охоплює предметну галузь, відображає опрацювання здобувачем значної кількості сучасних іноземних джерел.

У додатки винесені відомості про власні публікації і апробацію роботи, а також матеріалі, які дозволяють оцінити результати впровадження розробок, допоміжні розрахунки та ін. Основні положення дисертації знайшли відображення в публікаціях автора, у тому числі в монографії і посібнику, а також були повідомлені на науково-практичних конференціях.

Зміст автореферату достатньо повно розкриває основні положення дисертації та відповідає вимогам до оформлення.

8. Зауваження по змісту і оформленню дисертації.

1. В підпункту 2.1, присвяченому класифікації технологічних процесів комбінованого формоутворення деталей, встановлено, що за допомогою розроблених морфологічних таблиць та кінематичних структур можливо створювати різні технологічні схем деформування для отримання порожнистих та суцільних деталей. Однак користування цими таблицями та схемами було б більш зручним, якщо приклади їх літерного опису (формули 2.1 – 2.3) мали б

більш детальне пояснення. До того ж бажано було б обґрунтувати обрані схеми деформування (рис. 2.5 -2.10) та пояснити їх перевагу.

2. У параграфі 4.3.1 (с. 224-226) бажано було б навести обґрунтування параметрів відновлення властивостей металу між етапами радіального видавлювання фланців (рис. 4.19).

3. З використанням виразів для наведеного тиску деформування та тертя, наведених у табл. 3.1, можливо проводити оперативний аналіз великої групи технологічних процесів об'ємного формоутворення. Бажано було б також навести такі вирази для модулів, представлених у таблиці 3.2.

4. У пункті 4.1. бажано було б надати відомості про рекомендовані величини коефіцієнтів виразу (4.19) для апроксимації залежностей ступеню деформації від параметру напруженого стану (рис. 4.14) .

5. На рисунках 5.27 і 5.28. бракує відомостей про структуру металу у периферійних зонах деталі. Також у бажано було б дати кількісну оцінку даних про мікротвердість, наведених на цьому рисунку.

6. В роботі йде мова про можливість прогнозування дефектів типу утяжин при використанні осесиметричного кінематичного модуля ОД 2.1 і відповідно кінематичних параметрів процесу видавлювання (с. 266). При цьому детальний аналіз (с. 411-414, рис. 7.5) такого явища виконано на основі методу жорстких елементів (плоска задача). Тобто позиція автору відносно осесиметричного процесу осталась не зрозумілою.

7. В продовження теми про дефекті: показано ще один вид дефекту типу утяжині при комбінованому видавлюванні деталей з фланцем, розташованим у середній частині деталі (рис. 7.10). Такий дефект є дуже небезпечним для якості деталей, однак стосовно нього в роботі нема рекомендацій що до усунення або зниження.

8. Класифікація видів осередків деформування (рис. 5.2) представляє значний інтерес, оскільки дає можливість вибору розрахункової схеми для аналізу процесу. Треба було і для інших видів ОД (наприклад, для транзитної

схеми ОД) даті рекомендації по послідовності застосування модулів і вибору параметрів оптимізації.

9. Не дуже зрозумілим є аналіз однакового процесу видавлювання фланців з протитиском у різних підрозділах дисертації, а саме у п. 4.2 та п. 7.2.

10. Під час розробки способу видавлювання порожнистих деталей, в якому запропоновано нову концепцію навантаження пуансону бажано було б надати рекомендації стосовно технологічного оснащення для реалізації способу, оскільки, наприклад, при комбінованому видавлюванні стаканів з фланцем зняття деталі з пуансону за межами матриці можливе тільки при її видаленні у протилежну від пуансону сторону. Це приведе до значного зростання довжині пуансону, що приведе до зниження його стійкості.

Висновок. На підставі аналізу дисертаційної роботи **Алієвої Л. І.** «Розвиток наукових основ і розробка ресурсозберігаючих технологічних процесів формоутворення на основі способів комбінованого деформування» і опублікованих праць автора вважаю, що в дисертації з достатньою повнотою обґрунтовано і вирішено актуальну науково-технічну проблему підвищення ефективності технологій пластичного деформування на базі створення та розвитку нових методів розрахунку та науково-обґрунтованих рекомендацій з розробки нових технологічних процесів формоутворення. Матеріали дисертації викладено логічно і послідовно, стиль викладу чіткий і зрозумілий. Зміст автореферату повністю відповідає тексту дисертації, а основні наукові положення, які в них містяться, є ідентичними.

За своєю актуальністю, ступенем достовірності та обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, новизною, практичним значенням, повнотою викладу в опублікованих працях дисертаційна робота відповідає кваліфікаційним вимогам до докторських дисертацій.

Зважаючи на відповідність дисертації вимогам п. 9 та п. 10 "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника", затвердженого постановою Кабінету Міністрів

наукового співробітника", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567, вважаю що її автор **Алієва Лейла Іграмотдієвна**, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.05 – процеси та машини обробки тиском.

Офіційний опонент,
д.т.н., проф.,
завідувач кафедри обробки металів
тиском ім. академіка
О. П. Чекмарьова Національної
металургійної академії України

Я.В. Фролов

Підпис проф. Фролова Я.В.
Засвідчую:
Начальник відділу кадрів



В.С. Шифрін