

Відгук

Офіційного опонента на дисертаційну роботу Ванієва Ельдара Рустемовича “Зміцнюючи дія МОТС при фрезеруванні сталей аустенітного класу” поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти

1. Актуальність теми.

Одним із ключових питань підвищення ефективності обробки різанням є забезпечення високої якості та фізико-механічних властивостей контактуючих з оброблюваними матеріалами поверхонь інструменту. Серед великої кількості способів, що забезпечують підвищені фізико-механічні властивості контактних поверхонь інструменту є зміцнення їх різанням. Багатьма дослідженнями неперервного різання встановлено, що використання МОТС значно підвищує ефект зміцнення різанням цих поверхонь.

Слід відзначити, що переривчасте різання, до якого належить і процес фрезерування, займає значне місце серед процесів механічної обробки, але спосіб зміцнення різання контактних поверхонь інструменту при переривчастому різанні ніким не досліджувався. Не в повній мірі досліджена і ефективність використання різних МОТС при фрезеруванні. Автором роботи поставлена задача визначення зміцнюючої дії різних МОТС при переривчастому різанні, в тому числі і на основі олій рослинного походження.

В роботі ця задача, вирішується на прикладі фрезерування сталей аустенітного класу, до яких відноситься і сталь 12Х18Н10Т. Оброблюваність сталей цього класу значно нижча в порівнянні з конструкційними в силу їх фізико-механічних властивостей. Саме цим та широким використанням сталей аустенітного класу в будь-яких галузях промисловості пояснюється вибір цього типу матеріалу для встановлення зміцнюючої дії МОТС при переривчастому різанні.

Таким чином встановлення зміцнюючої дії МОТС та умов її здійснення при фрезеруванні сталей аустенітного класу є актуальною науково-технічною проблемою, спрямованою на подальшу інтенсифікацію процесу різання за рахунок підвищення працездатності інструменту. З розвитком і широким використанням верстатів з ЧПК та в умовах автоматизованого виробництва актуальність цього способу утворення вторинних зміцнених структур на контактних поверхнях інструменту значно посилюється, так як дозволяє процес зміцнення суміщувати з процесом подальшої експлуатації інструменту на нормативних режимах різання.

Дисертаційна робота виконувалась в відповідності з перспективним планом науково-дослідних робіт кафедри «Технологія машинобудування» Республіканського вищого навчального закладу України «Кримський

інженерно-педагогічний університет» та в рамках теми ДР №01109U001098 «Розробка ресурсозберігаючих та екологічно безпечних технологій механічної обробки матеріалів»(2009-2014 р.р.).

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень висновків, рекомендацій, їх достовірність та новизна роботи.

Наукові положення, висновки та рекомендації в повній мірі обґрунтовані використанням основних положень теорії різання металів, трибології, використанням сучасних методів моделювання, математичної статистики та пакетів прикладних програм.

Достовірність наукових результатів не викликає сумніву, так як підтверджується застосуванням стандартних та перевірених практикою методів досліджень, сучасним програмним забезпеченням, експериментальною перевіркою в лабораторних та виробничих умовах результатів моделювання та розроблених в роботі рекомендацій.

Сформульовані в дисертаційній роботі висновки є обґрунтованими з наукової та технічної точки зору.

Наукова новизна роботи полягає у створенні на основі математичного моделювання за результатами експериментальних даних загальної методології визначення умов утворення вторинних зміцнених структур на контактних поверхнях інструменту в процесі його припрацювання та забезпечує суміщення процесу зміцнювання інструменту з процесом його подальшої експлуатації з використанням різних технологічних середовищ.

Вперше встановлені критерії завершення процесу формування зміцнених поверхонь інструменту, тобто визначення значень фаски зносу на задній поверхні інструменту, після чого здійснюється в процесі роботи перехід на підвищені режими подальшої його експлуатації. Вперше показано, що процес закінчення зміцнення інструменту характеризується найбільшим значенням зусиль різання, зокрема горизонтальної складової P_h сили різання, після чого при переході на підвищені режими подальшої експлуатації інструменту сила різання знижується. Встановлено, що значення P_h дляожної з досліджуваних МОТС залежить від режимів зміцнюючого припрацювання і відповідає певному значенню критерію зміцнюючого припрацювання ($h_{3,pr}$), котрий визначається технологічним середовищем, в якому здійснюється цей процес.

Вперше показано, що незалежно від середовища найбільше підвищення стійкості в межах досліджуваних експлуатаційних режимів при фрезеруванні сталей типу 12Х18Н10Т досягається при найменших значеннях подачі і глибини різання, а значення швидкості, зміцнюючого припрацювання залежить від технологічного середовища, в якому здійснюється процес.

Вперше показано, що ефективність використання МОТС при фрезеруванні сталей типу 12Х18Н10Т різна і залежить від режимів різання.

3. Практичне значення результатів роботи.

Практичне значення результатів роботи полягає перш за все в можливості суміщення процесів зміцнюючого припрацювання контактних поверхонь інструменту з процесом його подальшої роботи, що має велике практичне значення для збільшення інтенсифікації процесів різання на верстатах з ЧПК та в умовах автоматизованого виробництва. Крім того, важливим є встановлення умов ефективного використання досліджуваних МОТС та розробка рекомендацій з вибору зміцнюючого припрацювання і встановлення області їх ефективного використання залежно від режимів подальшої експлуатації інструменту на прикладі фрезерування сталі 12Х18Н10Т. Технічні рішення роботи захищенні одним патентом, підтвердженні промисловими випробовуваннями та передані для впровадження на ПАТ «Пневматика» (м. Сімферополь).

Результати роботи використовуються в навчальному процесі при читанні ряду курсів та при виконанні лабораторних робіт, курсових, дипломних проектів та магістерських робіт.

4. Аналіз структури та змісту дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота складається із вступу, 5-ти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 109 найменувань і з 5 додатків на 14 сторінках. Основна частина викладена на 141 сторінці містить 8 таблиць і 52 рисунки. Повний обсяг роботи складає 171 сторінку.

У вступі наведена загальна характеристика роботи, обґрунтована її актуальність, сформульована мета та визначені задачі досліджень, наукова новизна і практична цінність отриманих результатів.

У першому розділі на основі аналізу вітчизняних і закордонних досліджень та літературних джерел розглянуті впливи МОТС на процес різання. Показано, що застосування МОТС стимулює процес зміцнення контактних поверхонь інструменту. Показана перспективність використання МОТС рослинного походження при обробці різанням на основі використання технології мінімального змащування.

На основі аналізу особливостей різання сталей аустенітного класу, широкого їх застосування в промисловості та на основі аналізу фізико-хімічних явищ, що супроводжують процес різання, автор обґрунтує тему досліджень, яка для умов переривчастого різання, до якого належить і процес фрезерування, досліджена недостатньо.

В результаті наведеного аналізу сформульована мета досліджень та визначені задачі для її реалізації.

У другому розділі викладена методика досліджень, в основу якої покладено моделювання характеристик зміцнюючого припрацювання та стійкості і шорсткості оброблюваної поверхні припрацьованим інструментом з використанням різних МОТС.

Методика складається з двох етапів.

На першому етапі експериментальних досліджень з метою скорочення витрат на їх проведення перевіряється гіпотеза використання адгезійної складової коефіцієнта тертя в якості оцінки властивостей різних МОТС. Другий етап експериментальних досліджень передбачає формування матриці експериментальних досліджень для побудови моделей, для чого розглянуті основні положення побудови статистичного плану для вибраного метода моделювання – метода групового врахування аргументів (МГВА). Обґрунтовано вибір контрольованих перемінних, та межі їх зміни.

Для виконання першого етапу досліджень розглянута методика визначення адгезійної складової коефіцієнта тертя та методика проведення експерименту.

Методика проведення експериментів включає підготовку стенду, який монтується на базі верстата 6Б75ВФ і включає інструмент, заготовку встановлену в трьохкомпонентному динамометрі, підготовлену до експериментів, а також мікроскоп МБС для вимірювання фаски зносу на задній поверхні інструменту та пристрій для подачі МОТС під тиском.

В методиці розглянуто питання підготовки інструменту та заготовок для досліджень.

Третій розділ присвячений моделюванню основних характеристик зміцнюючого припрацювання та процесу фрезерування заготовок із сталі 12Х18Н10Т двохзубими швидкорізальними фрезами з використанням різних МОТС з суміщенням процесу зміцнюючого припрацювання і подальшої експлуатації зміцненого інструменту.

В якості основних характеристик зміцнюючого припрацювання вибрані технологічні складові зусиль різання (P_h , P_v та P_y) та фаска зносу по задній поверхні зубів фрези ($h_{3\text{пр}}$), а також стійкість інструменту після припрацювання і шорсткість обробленої поверхні.

Для визначення завершення періоду припрацювання при суміщенні процесу припрацювання та подальшої експлуатації інструменту було визначено критерій зміцнюючого припрацювання ($h_{3\text{пр}}$) в середовищі кожної МОТС, в присутності якої здійснювалось зміцнююче припрацювання.

Перевірка гіпотези щодо використання адгезійної складової в якості оцінки властивостей різних МОТС проведена на основі моделювання залежності стійкості інструменту від швидкості припрацювання, подачі на зуб, глибини різання, швидкості подальшої експлуатації інструменту та адгезійної складової коефіцієнта тертя.

Аналіз одержаної моделі показав, що адгезійна складова коефіцієнта тертя не може використовуватись як характеристика оцінки властивостей різних МОТС.

В результаті обробки матриць експериментальних даних з використанням алгоритму МГВА в середовищі кожної із МОТС були одержані адекватні, досліджуваним процесам, моделі у вигляді залежностей стійкості інструменту

від режимів зміцнюючого припрацювання та нормативних режимів різання, а також шорсткості поверхні від експлуатаційних режимів різання.

Перевірка адекватності одержаних моделей та контрольні досліди показали, що вони можуть бути використані для подальших досліджень впливу режимів різання на стійкість та шорсткість поверхні.

В четвертому розділі наведені результати впливу режимів різання на стійкість інструменту, шорсткість обробленої поверхні та на силові характеристики процесу зміцнення з використанням різних МОТС.

В результаті цих досліджень розроблені рекомендації щодо вибору режимів зміцнюючого припрацювання поверхонь зубів фрези в залежності від середовища, в якому здійснюється процес фрезерування. Встановлена ступінь впливу режимів зміцнюючого припрацювання інструменту на його стійкість при фрезеруванні сталі 12Х18Н10Т. Встановлені режими припрацювання інструменту в присутності кожної з досліджуваних МОТС.

Досліджено вплив нормативних режимів різання на стійкість та шорсткість обробленої поверхні.

На основі модельних досліджень показано, що для низької шорсткості оброблюваної поверхні забезпечується при фрезеруванні сталі 12Х18Н10Т використанням рицинової, ріпакової олії та МОТС МР-99.

На основі досліджень силових характеристик процесу зміцнюючого припрацювання автор робить висновок щодо механізм утворення вторинних зміцнених структур на контактних поверхнях інструменту в присутності рицинової олії відрізняється від механізму зміцнюальної дії інших із досліджуваних середовищ, в присутності яких здійснюється припрацювання.

Дослідженнями впливу режимів зміцнюючого припрацювання встановлено, що найбільший ефект зміцнення інструменту досягається при найменших (в межах їх зміни при дослідженні) значеннях подачі і глибини різання незалежно від МОТС.

В той же час швидкість для досягнення найбільшого ефекту зміцнення контактних поверхонь інструменту залежить від середовища, в якому здійснюється процес припрацювання.

П'ятий розділ присвячений лабораторно-промисловій перевірці результатів досліджень та розробці рекомендації щодо призначення режимів припрацювання, що забезпечують утворення зміцнених вторинних структур при різанні.

Виконані мікроструктурні дослідження стану контактних шарів інструменту в присутності рицинової олії підтверджують особливу її зміцнюальну дію в порівнянні з іншими МОТС.

Проведена експериментальна перевірка результатів досліджень показала статистично допустиме розходження між експериментальним та розрахованими по моделям даними. Це дозволило використовувати моделі поряд експериментом для розробки рекомендацій з вибору режимів різання

зміцнюючого припрацювання та призначення експлуатаційних режимів фрезерування сталі 12Х18Н10Т.

Дослідженнями стану зношування передніх і задніх поверхонь зубів фрези на прикладі сухої обробки і з використанням рицинової олії підтверджено, що при фрезеруванні сталей аустенітного класу типу 12Х18Н10Т аналогічно неперервному різанню використання МОТС посилює ефект зміцнення контактних поверхонь інструменту. Ступінь цього ефекту залежить від МОТС, в присутності якої здійснюється припрацювання.

З позицій найменших витрат часу на припрацювання розроблені рекомендації щодо призначення режимів припрацювання.

Наведені результати промислової перевірки розроблених рекомендацій зміцнення різанням контактних поверхонь інструменту.

5. Повнота викладення основних результатів роботи.

За результатами, що викладені в дисертаційній роботі опубліковано 19 наукових праць, в тому числі: 11 статей в наукових фахових виданнях України, серед них 2 статті самостійні, 2 статті опубліковані в виданнях, що відносяться до науково-метричних баз, 1 патент України та 5 статей в матеріалах конференцій.

Теоретичні положення та практичні результати взаємопов'язані та отримані на основі моделювання основних характеристик, що досліджувались та їх експериментальної перевірки.

Поставлені в роботі задачі в повній мірі вирішені автором.

Науково-практичні результати спрямовані на подальший розвиток теорії різання та розвиток методів зміцнюючої дії контактних поверхонь інструменту. Поставлена в роботі мета щодо підвищення працездатності швидкорізального інструменту при фрезеруванні сталей аустенітного класу за рахунок зміцнюючої дії МОТС та ефективного їх використання на основі моделювання впливу умов процесу зміцнюючого припрацювання в цілому досягнута.

6. Зауваження по змісту і оформленню дисертаційної роботи.

1. Вважаю, що дослідження стану змінених контактних шарів інструменту доцільно було провести при використанні всієї гами досліджуваних МОТС при яких здійснювався процес зміцнювання інструменту різанням.

2. Так як час зміцнюючого припрацювання знаходиться не в прямій залежності від конструктивних параметрів інструменту, що працює в умовах переривчастого різання, доцільно було б розширити номенклатуру фрез за конструктивними ознаками з метою визначення часу приробітка та надати рекомендації щодо їх використання в певних умовах експлуатації.

3. Недостатньо обґрунтований вибір методик вимірювань деяких характеристик досліджуваних в роботі. Так, наприклад, вибір чисельних

значень складових сили різання, вибір напряму вимірювання шорсткості поверхні.

4. Бажано було б дослідити зміцнюючу дію МОТС при фрезеруванні сталей аустенітного класу твердосплавним інструментом, що більш широко застосовується при їх обробці різанням.

5. В тексті дисертаційної роботи та в авторефераті зустрічаються редакційні неточності, окремі помилки та описки.

Наведені вище зауваження не знижують якості досліджень та наукової цінності висновків і не впливають на основні теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи.

7. Висновок при відповідність встановленим вимогам.

Дисертація відповідає спеціальності 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти, написана і оформлена згідно з вимогами Департаменту атестації кадрів Міністерства освіти і науки України до кандидатських дисертацій.

8. Оцінка змісту дисертаційної роботи і її завершеності.

Дисертаційна робота Ванієва Е.Р. є завершеною науковою працею, характеризується актуальністю, науковою новизною, практичним значенням одержаних результатів, сукупністю наукових положень та практичних результатів. Робота містить науково обґрунтовані положення, які підтвердженні експериментально та забезпечують рішення наук-прикладної задачі підвищення працевдалності інструменту на основі зміцнення різанням його контактних поверхонь.

Дисертаційна робота «Зміцнююча дія МОТС при фрезеруванні сталей аустенітного класу» відповідає п.п. 9.11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» № 567 від 24.07.2013 р. щодо кандидатських дисертацій, а її автор – Ванієв Ельдар Рустемович заслуговує наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти.

Офіційний опонент, доктор технічних наук,
професор кафедри інтегрованих технологій
машинобудування Національного технічного
університету України “КПІ”

Равська Н.С.