

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

Алієв Азіз Ібрахимович

УДК 621.7:620.93+504.75

**ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СКЛАДНОПРОФІЛЬНОГО
РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ**

Спеціальність 05.03.01 – Процеси механічної обробки,
верстати та інструменти

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Харків – 2011

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі технології машинобудування Республіканського вищого навчального закладу «Кримський інженерно-педагогічний університет» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту АР Крим.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Якубов Февзі Якубович,
Республіканський вищий навчальний заклад
«Кримський інженерно-педагогічний
університет», ректор, завідувач кафедри
технології машинобудування

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Мазур Микола Петрович,
Хмельницький національний університет,
завідувач кафедрою технології
машинобудування
доктор технічних наук, професор
Верезуб Микола Володимирович,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
професор кафедри інтегрованих технологій
машинобудування ім. М.Ф. Семка

Захист відбудеться 28 жовтня 2011 р. о «14» годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д64.050.12 у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21.

Із дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21.

Автореферат розісланий «__» вересня 2011 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Пермяков О. А.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Використання у машинобудуванні нових конструкційних матеріалів, що мають високі фізико-механічні та експлуатаційні властивості, обмежується трудомісткістю їх обробки на операціях зенкерування, розвертування, різенарізування та інших, які через технологічні обмеження виконуються на занижених режимах різання. Швидкорізальна сталь, яка частіше всього застосовується при виготовленні фасонних інструментів, маючи підвищену чутливість до зміни властивостей під впливом температури, не завжди забезпечує одержання стабільної точності і шорсткості обробленої поверхні. Тому для вирішення даного завдання на перший план висувається необхідність дослідження температурних і фізико-хімічних аспектів процесу різання, пов'язаних зі взаємодією інструментального та оброблюваного матеріалів із зовнішнім середовищем.

До досліджень, що розглядають взаємодію інструментального та оброблюваного матеріалів із навколишнім середовищем, відносять, насамперед, вивчення дії мастильно-охолоджувальних технологічних середовищ (МОТС), без яких не обходиться практично жодна відповідальна операція з лезової обробки металів. І, хоча останнім часом проявляються тенденції переходу до “сухого різання”, повна відмова від застосування технологічних середовищ, що надійно забезпечують зменшення зношування інструментів та підвищення якості обробленої поверхні, досі не уявляється можливою в повному обсязі.

Крім того технологічні середовища, що використовуються на більшості підприємств, не відповідають усе більш зростаючим вимогам екологічної безпеки і впливають не тільки на довкілля, але й на організм людини. Основу масляних МОТС, що застосовуються на відповідальних технологічних операціях, на 80-95% становлять мінеральні нафтові масла. На початку двадцятого сторіччя у роботах М.П. Петрова була обґрунтована необхідність переходу від рослинних олій, що використовувалися в якості мастильно-охолоджувальних рідин, до мінеральних масел як більш дешевих і не менш ефективних. Екологічні пріоритети нашого часу спонукають до перегляду цих рекомендацій.

За умови забезпечення технологічного ефекту використання рослинних олій, які є, по суті, продуктом харчування, має бути економічно доцільним. Це завдання вирішується за рахунок застосування техніки мінімального змащення, що значно (на 2...3 порядки) зменшує обсяги витрати мастильно-охолоджувальної рідини. При такому способі подачі із усіх дій МОТС головною стає мастильна, тому і підбір основи технологічного середовища має виконуватися із урахуванням механізму впливу рослинних олій на контактні процеси, що уявляється вивченим недостатньо. Крім того, на сьогоднішній день відсутні методики обґрунтованого вибору мастил для різних груп оброблюваних матеріалів за певним критерієм.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Виконання дисертаційної роботи пов'язане із перспективним планом науково-дослідних робіт кафедри «Технологія машинобудування» Республіканського

вищого навчального закладу «Кримський інженерно-педагогічний університет» у рамках теми ДР № 0109U001098 «Розробка ресурсозберігаючих і екологічно безпечних технологій механічної обробки матеріалів» (2009-2014 р.р.) по якій здобувач був відповідальним виконавцем.

Мета та задачі дослідження. Метою роботи є визначення умов ефективного застосування екологічно безпечних технологічних середовищ рослинного походження на основі вивчення особливостей їх впливу на контактні процеси, зношування інструмента та якість обробленої поверхні при різанні, для підвищення стійкості складнопрофільного швидкорізального інструмента.

Для досягнення поставленої мети вирішені наступні **задачі**:

- розроблена методика досліджень, що дозволяє визначати адгезійні характеристики контакту різального інструменту з оброблюваним матеріалом при застосуванні різних технологічних середовищ;
- обґрунтовані умови екологічної безпеки та економічна доцільність використання у якості МОТС як натуральних, так і модифікованих рослинних олій;
- досліджено вплив контактних тисків, температури та в'язкості рідких технологічних середовищ на характер адгезійної взаємодії;
- встановлені особливості механізму впливу МОТС рослинного походження на контактні процеси при різанні матеріалів із різними властивостями;
- уточнено вплив технологічних середовищ рослинного походження на силові і температурні показники процесу різання, зношування інструмента та шорсткість обробленої поверхні;
- проведені промислові випробування і розроблені практичні рекомендації щодо застосування рослинних олій у якості основи при приготуванні мастильно-охолоджувальних технологічних середовищ.

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки в умовах мінімізованої подачі МОТС.

Предмет дослідження – вплив рослинних олій на процес адгезійної взаємодії оброблюваного та інструментального матеріалів, фізико-механічні і хімічні особливості контакту.

Методи досліджень. Теоретичні, експериментальні та промислові дослідження, розробка практичних рекомендацій проводилися на основі положень теорії різання, експлуатації інструментів і технології машинобудування. Застосовувалися методи оптичної та растрової електронної мікроскопії, трибометрії, рентгеноструктурного і мікрорентгеноспектрального аналізів, математичне планування та комплексна обробка результатів експериментів. Експериментальні дослідження проводилися із використанням сучасної вимірювальної техніки.

Наукова новизна отриманих результатів. Установлені шляхи підвищення ефективності застосування технологічних середовищ рослинного походження на операціях, що виконуються із заниженими режимами різання (як правило, складнопрофільним швидкорізальним інструментом) за рахунок

прогнозованого керування ступенем реалізації мастильної дії в умовах мінімізованої витрати МОТС. Як гіпотеза прийнято допущення про те, що в умовах інтенсивного наростоутворення і дискретного характеру контакту стружки з різцем мастильні властивості рослинних МОТС будуть найбільш відчутні. Висунуто наукове положення про роль вторинних захисних структур, що утворюються на контактних поверхнях, у зміні зношування при обробці титанових сплавів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

- оцінено вплив рослинних олій, що рекомендуються в якості основи екологічно безпечних технологічних середовищ, на адгезійні характеристики процесу тертя, як невід'ємної складової процесу різання;
- розкриті причинно-наслідкові зв'язки між явищами хемосорбції та адгезійними процесами, що відбуваються на поверхнях контакту різального інструменту із оброблюваним матеріалом у присутності рослинних олій, які призводять до збільшення стійкості складнопрофільного швидкохідного інструмента;
- встановлено механізм впливу технологічних середовищ рослинного походження на контактну взаємодію із різальним інструментом, що супроводжується утворенням мікроплівок, збільшенням вмісту кисню в продуктах зносу та зниженням коефіцієнта тертя між інструментом та оброблюваним матеріалом;
- визначені умови ефективного застосування рослинних олій замість масляних МОТС, що забезпечують зниження зношування інструмента і шорсткості обробленої поверхні.

Практичне значення отриманих результатів. Установлено принципово нові шляхи використання екологічно безпечних рослинних олій як основи масляних МОТС для операцій зенкерування, розвертування, різенарізування та інших, на яких переважаючим зносом є адгезійний. Доведена доцільність застосування технологічних середовищ рослинного походження у поєднанні із технікою мінімального змащення, що знижує на 2...3 порядки їх витрату.

Розроблена методика визначення коефіцієнта тертя у присутності мастил, яка дозволяє класифікувати їх для різних груп оброблюваних матеріалів (патент України № 13014 бюл. №3 від 15.03.2006 р.). Доведена можливість підбору основи технологічних середовищ у ході моделюючих дослідів, які не вимагають особливих матеріально-технічних витрат, пов'язаних із проведенням трудомістких верстатних експериментів. Дослідно-промислове впровадження результатів дисертаційної роботи проведено на ПАТ НВО «Йодобром» (м. Саки).

Особистий внесок здобувача. Основні розділи роботи виконані автором особисто. Спільно з науковим керівником сформульовані мета та задачі дослідження. Автором самостійно проведений аналіз літературних джерел із досліджуваного напрямку, обґрунтований вибір методів досліджень, виконані теоретичні дослідження і розрахунки, а також безпосередня підготовка та проведення основних експериментів при використанні сучасних методів математичного планування. Досліди із тертя проведені з використанням

сучасних методик. Електронно-мікроскопічні зображення поверхонь тертя та продуктів зношування в характеристичному випромінюванні отримані автором в лабораторії ІНМ НАН України, м. Київ. Обговорення результатів досліджень проводилось із науковим керівником та частково зі співавторами публікацій. Узагальнення отриманих даних і формулювання основних висновків по роботі виконано спільно з науковим керівником.

Апробація результатів дисертації. Основні положення роботи доповідалися на наукових семінарах кафедри «Технологія машинобудування» Кримського інженерно-педагогічного університету, науково-технічних всеукраїнських і міжнародних конференціях і семінарах: Всеукраїнська молодіжна науково-технічна конференція «МАШИНОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ – ОЧИМА МОЛОДИХ: прогресивні ідеї – наука – виробництво», Суми: СумДУ. - 2001, 2002, 2005; Запоріжжя: ЗНТУ. - 2003, 2009; Київ: НТУУ «КПІ». - 2004; Хмельницький: ХНУ. - 2006; міжнародний науково-технічний семінар: «Високі технології: тенденції розвитку», Інтерпартнер, Алушта: НТУ «ХПІ». - 2002, 2003, 2006, 2008; Всеукраїнська конференція молодих вчених і спеціалістів «Надтверді, композиційні матеріали та покриття: отримання, властивості, застосування», Київ: ІНМ НАН України ім. В. Н. Бакуля. - 2004; Українсько-польська конференція молодих науковців «Механіка та інформатика», Хмельницький: ХНУ. - 2011; міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, освіта, здоров'я» MicroCAD, Харків: НТУ «ХПІ». - 2011.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 19 наукових праць, з них 11 статей у фахових виданнях ВАК України і патент України.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, основних висновків і списку використаних літературних джерел. Повний обсяг дисертації 152 сторінки, у тому числі: 131 сторінки основного тексту, 46 рисунків по тексту, 6 рисунків на окремих сторінках, 10 таблиць по тексту, 3 таблиці на окремих сторінках, 2 додатки на 7 сторінках, список із 115 використаних джерел на 14 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертації, сформульовані мета та задачі дослідження, наведені дані, що стосуються наукової новизни, практичної цінності і впровадження отриманих результатів, публікацій та апробації роботи.

В першому розділі виконано детальний аналіз умов ефективного впливу МОТС на процес механічної обробки, виявлені проблеми та сучасні тенденції їх раціонального застосування. Аналіз проводився на основі вивчення робіт відомих вітчизняних і закордонних вчених П.О. Ребіндера, М.М. Зорева, В.М. Латишева, М.І. Клушина, В.М. Подураєва, Л.В. Худобіна, Є.Г. Бердичівського, М.Б. Гордона, Ф. Боудена, Д. Тейбора та ін.

Використання мастильно-охолоджувальних технологічних середовищ одночасно переслідує декілька цілей: запобігання надмірному нагріванню

інструмента та деталі, підвищення стійкості інструмента, зменшення негативного впливу наросту і зниження шорсткості обробленої поверхні, очищення зони різання від дрібної стружки, зменшення тертя на поверхнях контакту інструмента із заготовкою та стружкою. Досягти цього можна спрямованим впливом МОТС на фізико-механічні та механохімічні процеси, що мають місце при різанні металів.

Вказується, що кожна з дій МОТС (руйнуюча, мастильна, охолоджувальна, миюча) може бути забезпечена найкращим чином із підвищенням вмісту поверхнево-активних речовин (ПАР), вибором найбільш раціонального способу подачі мастильного середовища і визначенням оптимальних технологічних параметрів.

За результатами проведеного аналізу науково-технічної літератури були означені проблемні аспекти використання МОТС:

- відсутність методики цілеспрямованого вибору технологічного середовища з метою забезпечення вимог до якості обробленої поверхні та стійкості різального інструменту;
- забезпечення мастильної дії МОТС для операцій, що протікають в умовах підвищеного тертя (різенарізування, розвертування, протягування та ін.) без застосування хлор-, сіро-, фосфоромістких присадок, що становлять небезпеку для людини та навколишнього середовища;
- необхідність переходу до економічно виправданих норм витрати енергетичних і сировинних ресурсів.

Застосування екологічно більш безпечних рослинних олій у якості основи масляних технологічних середовищ може бути одним із перспективних напрямків вирішення зазначених проблем. Цьому сприяють їхні підвищені мастильні властивості завдяки вмісту у них ПАР. Економічна доцільність використання рослинних олій, що є по суті продуктами харчування, забезпечується технікою мінімального змащення (ТМЗ), яка значно скорочує витрати мастильного матеріалу при збереженні його основних функціональних властивостей.

Критерієм вибору основи масляних МОТС для операцій із низькими швидкостями різання, на наш погляд, має бути ступінь впливу мастильного середовища на процес адгезійної взаємодії інструментального та оброблюваного матеріалів. Механізм впливу рослинних олій на контактні процеси уявляється вивченим недостатньо. Спираючись на сказане вище, були визначені основні напрямки, мета та задачі дослідження. В якості гіпотези прийнято допущення про те, що в умовах інтенсивного наростування і дискретного характеру контакту стружки з різцем мастильні властивості рослинних МОТС будуть найбільш відчутні.

У другому розділі представлені об'єкти і методи досліджень. Основні дослідження виконувалися на хімічно інертній нержавіючій сталі 08X18H10T, хімічно активному титановому сплаві ВТ1-0 і для порівняння – конструкційній сталі 45. У якості інструментального матеріалу при виготовленні інденторів та різальних інструментів були вибрані швидкорізальні сталі марок Р18, Р6М5 і

P6M5K5, як такі, що найчастіше використовуються при виготовленні фасонних інструментів і на операціях з низькими швидкостями різання.

Для вивчення механізму впливу технологічних середовищ на контактні процеси при терті та різанні були обрані соняшникова, ріпакова і рицинова олії, що відносяться до різних по окиснюваності груп рослинних олій. Мінеральне масло Індустріальне-20 (І-20) – традиційна основа масляних МОТС, і готова масляна МОТС МР-17М, що використовується при обробці важкооброблюваних сплавів і корозійностійких сталей, були взяті для порівняння.

Вивчення особливостей адгезійної взаємодії оброблюваного та інструментального матеріалів у присутності мастильного середовища здійснювалося на трибометрі конструкції М.М. Міхіна (рис. 1).

Для одержання повноти трибометричної картини контакту використовувалися розрахункові залежності міцності адгезійних зв'язків на зріз при терті

$$\tau_n = \frac{3 \cdot F_{\hat{a}\hat{e}\hat{n}} \cdot R_{\hat{a}\hat{e}\hat{n}}}{4 \cdot \pi \cdot r_{\hat{a}\hat{i}}^3},$$

де $F_{\hat{a}\hat{e}\hat{n}}$ – колова (тангенціальна) сила на диску, що обертає індентор; $R_{\hat{a}\hat{e}\hat{n}}$ – радіус диска, у якому закріплюється індентор; $r_{\hat{a}\hat{i}}$ – радіус відбитка (лунки) на зразках; і методика Ю.М. Внукова для визначення коефіцієнта відносної адгезійної активності, зумовленого відношенням приростів поверхонь фактичного зсуву в еталонній і досліджуваній парах (рис. 2).

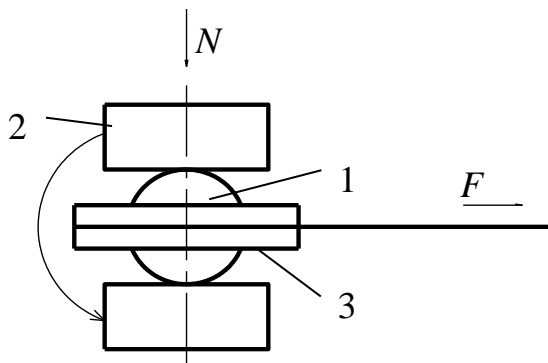


Рис. 1. – Схема визначення міцності адгезійного зв'язку:

1 – сферичний індентор;
2 – зразок; 3 – поворотний диск.

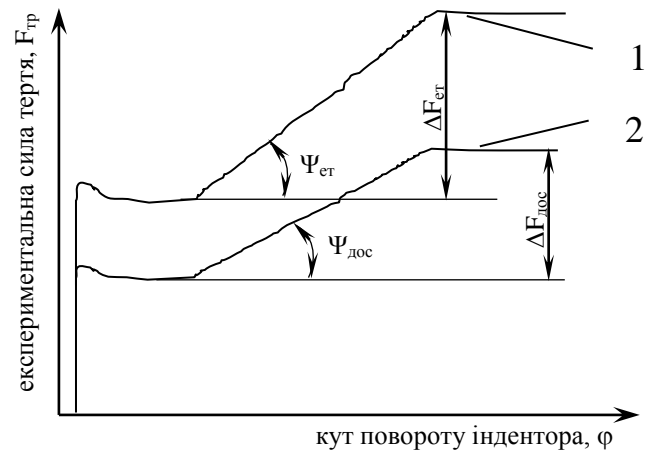


Рис. 2. – Графіки визначення відносної адгезійної активності:

1 – для еталонного зразка;
2 – для досліджуваного зразка.

$$\hat{E}_{\hat{a}\hat{i}\hat{a}} = \frac{\Delta S_{\hat{a}\hat{i}\hat{n}}}{\Delta S_{\hat{a}\hat{o}}} = \frac{\Delta F_{\hat{a}\hat{e}\hat{n}}^{\hat{a}\hat{i}\hat{n}} \cdot \tau_{\hat{c}\hat{n}}^{\hat{a}\hat{o}} \cdot S_{\hat{a}\hat{o}}}{\Delta F_{\hat{a}\hat{e}\hat{n}}^{\hat{a}\hat{o}} \cdot \tau_{\hat{c}\hat{n}}^{\hat{a}\hat{i}\hat{n}} \cdot S_{\hat{a}\hat{i}\hat{n}}}$$

де $\tau_{c\bar{n}} = \frac{F_{\bar{a}\bar{e}\bar{n}}^i \cdot \bar{\nu}}{S}$ – міцність оброблюваного матеріалу на зсув, що залежить від навантаження і температури; $\Delta F_{\bar{a}\bar{e}\bar{n}}^{\bar{a}\bar{i}\bar{n}}$ і $\Delta F_{\bar{a}\bar{e}\bar{n}}^{\bar{a}\bar{o}}$ – приріст сил тертя при однаковому куті повороту $\Delta\varphi$ індентора для досліджуваної та еталонної пар відповідно; $S_{\bar{a}\bar{i}\bar{n}}$ і $S_{\bar{a}\bar{o}}$ – сумарна площа лунок, утворених на нижньому і верхньому зразках з оброблюваного матеріалу у досліджуваній та еталонній парах.

Методика Ю.М. Внукова була доопрацьована і поширена на новий клас об'єктів і явищ для визначення несучої здатності плівок, утворених мастильним матеріалом на поверхнях контакту твердих тіл.

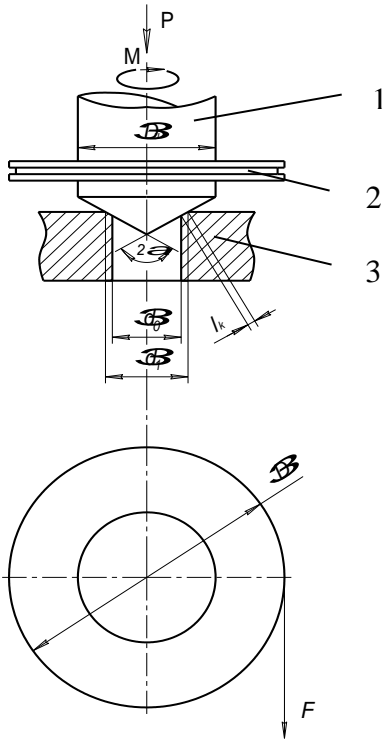


Рис. 3. Схема контакту контрзразків трибометра
1 – індентор; 2 – поворотний диск; 3 – зразок матеріалу.

Проте ця методика дозволила лише якісно оцінити ступінь впливу зовнішнього середовища (МОТС) на адгезійні характеристики контакту двох матеріалів при терті. Тому була розроблена та вперше представлена методика кількісної оцінки мастильних властивостей МОТС за зміною коефіцієнта тертя.

Запропонована методика представляється універсальною, оскільки дозволяє у результаті найпростіших розрахунків визначити такі параметри як коефіцієнт тертя f і шлях тертя $L_{\delta\delta}$. Однак, при цьому дещо ускладнюється технічна сторона питання підготовки досліду. Суть методики полягає у тому, що зняттям фаски в попередньо просвердленому отворі обмежується площа контакту індентора зі зразком, у результаті чого контакт здійснюється поверхнею обертання по зфрізаному конусу (рис. 3).

За даною схемою (спочатку навантаження, а потім обертання) зводиться до нехтувально малої величини опір відносному переміщенню, тобто деформаційна складова. Тому коефіцієнт тертя, що залежить від величини контактного тиску, визначається зі співвідношення:

$$f = \frac{F \cdot D \cdot \sin \alpha}{P \cdot (d_0 + d_1)},$$

де F – експериментально обумовлена тангенціальна сила, Н; D – діаметр обертового диска, в якому закріплюється індентор, мм; P – сила осевого навантаження, Н; d_0 і d_1 – діаметри отвору і фаски відповідно, мм; 2α – кут при вершині конуса індентора.

А шлях тертя визначається за формулою:

$$L_{\partial\delta} = \frac{\pi \cdot n}{120} \cdot (d_1 + d_0) \cdot t_{\bar{n}},$$

де n – частота обертання диска, об/хв; $t_{\bar{n}}$ – час у секундах.

Експерименти по визначенню силових і температурних залежностей проводилися стандартним методом вільного точіння на токарно-гвинторізному верстаті підвищеної точності SAMAT 400S.

Силві параметри процесу різання вимірювалися динамометром УДМ-600 підключеним до цифрового осцилографа GDS-830. Температура контактної зони визначалася методом природної термопари із таруванням за допомогою одноколірного інфрачервоного пірометра Marathon MM. Техніка мінімального змащення забезпечувалася використанням пристрою дозованої подачі фірми STEIDLE.

Продукти зносу отримані на контактних поверхнях индентора в моделюючих експериментах із тертя досліджувалися методами рентгеноструктурного і рентгеноспектрального аналізів на мікроскопі-мікроаналізаторі CamScan – 4DV.

Результати всіх експериментів оброблялися за допомогою відомих методів математичної статистики і теорії ймовірностей.

У третьому розділі розглянуто вплив основ різних масляних технологічних середовищ на адгезійні процеси при терті.

Ефективність мастильних середовищ у процесі тертя різних за властивостями окиснюваності та деформованості матеріалів обмежується температурою контакту і тисками на його поверхнях. У зв'язку із цим на основі методики М.М. Міхіна з визначення міцності адгезійних зв'язків на зріз τ_n при зовнішньому терті матеріалів були отримані критичні значення нормальних навантажень переходу у внутрішнє тертя. Перевищення цих значень призводить до перенесення дії технологічних середовищ з поверхонь розділу контактуючих тіл углиб менш міцного матеріалу. Прояв мастильного ефекту в цих умовах відбувається опосередковано, оскільки на трибохарактеристики контакту уже впливають продукти деструкції МОТС, змішані із продуктами зносу інструментального та оброблюваного матеріалів.

За графіком залежності τ_n від нормальних навантажень були визначені значення тисків, при яких ефективність дії рослинних олій у порівнянні з мінеральними маслами виявилася найбільш вираженою. Ці значення є одного порядку з тисками, що мають місце у пружно-пластичній зоні контакту передньої поверхні інструмента зі стружкою.

Дія температури на процеси тертя у мастильному середовищі не однозначна. Так, для сталей, зростання температури в розглянутому діапазоні від 20 до 200°C стимулює адгезійні процеси (рис. 4. а, б), для титанового сплаву – виступає каталізатором хімічних реакцій і фактором термодеструкції частини органічних сполук, що входять до складу рослинних олій (рис. 4. в).

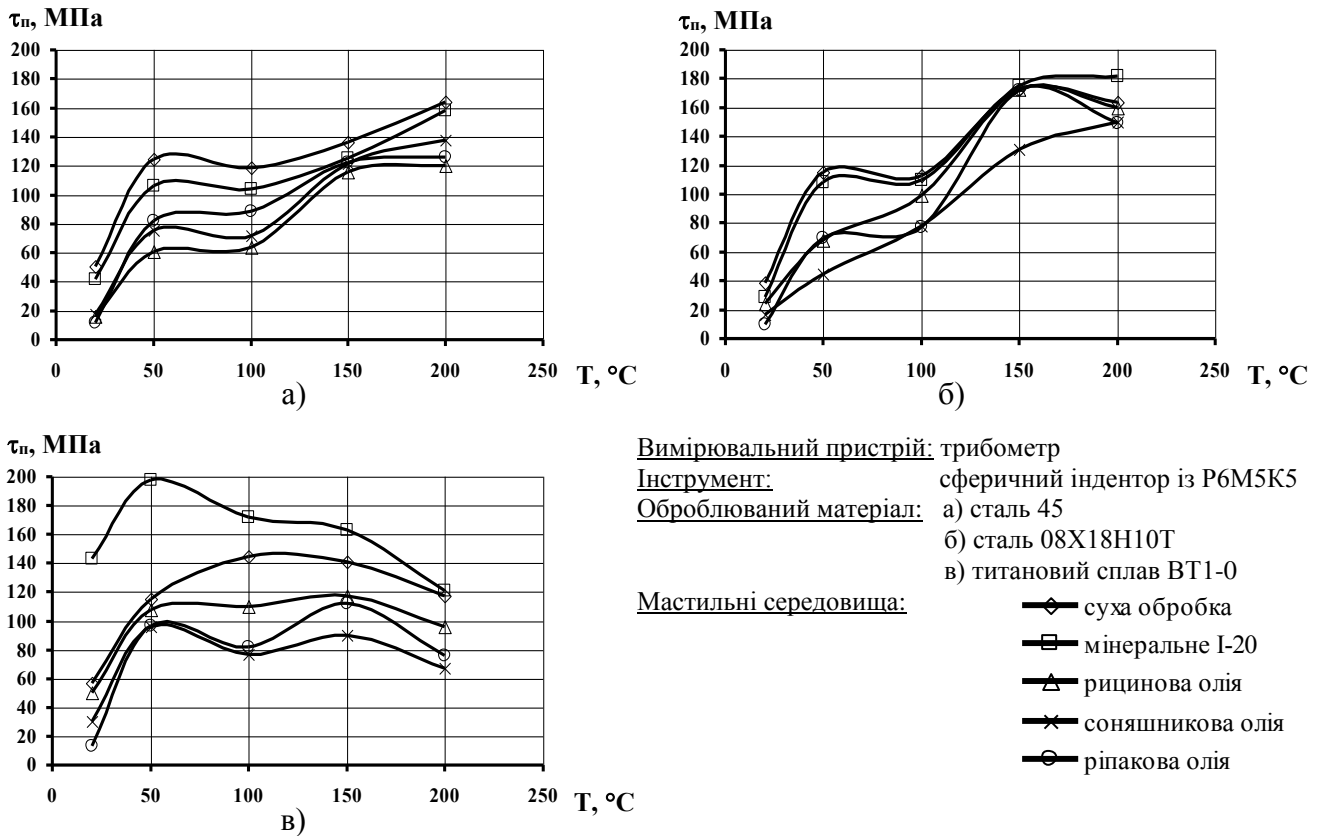


Рис. 4. Вплив температури на зміну міцності адгезійних зв'язків

Необхідно відзначити, що найбільш ефективною із прийнятих для дослідження рослинних олій в усіх трьох випадків, виявилася соняшникова олія. У свою чергу при терті по титановому сплаву найбільші значення міцності адгезійних зв'язків були отримані при використанні мінерального масла І-20. Вони не тільки перевищили аналогічні значення, отримані при використанні рослинних олій, але й виявилися вищими, чим при терті без МОТС. Крім того, зі зростанням температури в діапазоні від 100 до 200°C спостерігається зниження значень τ_n для всіх середовищ. Ці ефекти вочевидь пов'язуються з визначальною роллю окисних процесів, що мають місце на поверхнях тертя.

Розрахунки коефіцієнтів тертя у присутності МОТС за запропонованою методикою виявили ефективність рослинних олій для кожної із груп оброблюваних матеріалів (табл. 1). Головною перевагою даної методики є можливість порівняння між собою коефіцієнтів тертя, отриманих у різних фрикційних парах.

Таблиця 1

Значення коефіцієнта тертя при застосуванні МОТС

	P18 – Сталь 45	P18 – 08X18H10T	P18 – VT1-0
Сухе тертя	0,63	0,437	0,531
Мінеральне І-20	0,34	0,418	0,556
Рицинова олія	0,185	0,388	0,523
Соняшникова олія	0,207	0,346	0,507
Ріпакова олія	0,218	0,362	0,512

Для пояснення ефекту посилення адгезійних процесів тертя у середовищі мінерального мастила, який позначається на зростанні сил і міцності адгезійних зв'язків відносно сухого тертя, були проведені дослідження зношеної поверхні і продуктів зносу на мікроскопі-мікроаналізаторі “CamScan – 4DV” із використанням методів растрової електронної мікроскопії та рентгеноспектрального аналізу (рис. 5).

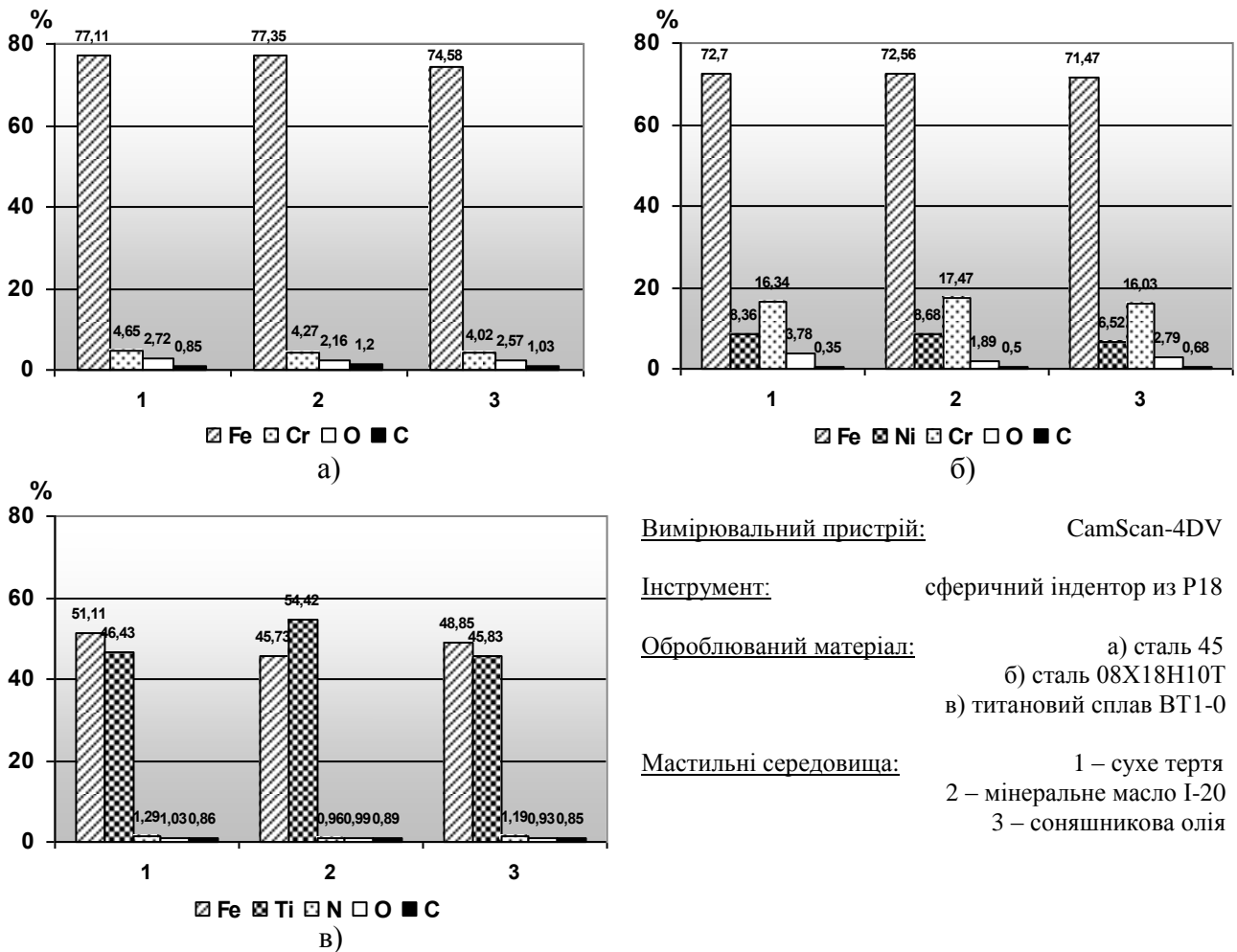


Рис. 5. Площі (в %), зайняті хімічними елементами на ділянці поверхні індентора з налипом ($S = 8,8 \text{ мм}^2$)

Досліджувані налипи на інденторі були отримані в умовах, коли відмінність у дії мастильних середовищ найбільш виражена: середня температура контакту 100°C , осьове навантаження 882H , кутова швидкість обертання індентора $0,035 \text{ с}^{-1}$.

У ході досліджень були одержані картини розподілу хімічних елементів по обраній ділянці поверхні індентора з налипами, утвореними у парах тертя P18 – сталь 45, P18 – сталь 08X18H10T і P18 – технічний титан VT1-0 при сухому терті, у середовищі мінерального масла та соняшникової олії. Дані були оброблені за допомогою програми Adobe Photoshop, що дозволило визначити відсоток зайнятої окремим хімічним елементом площі. Хоча ця методика і

відносна, але оскільки похибка носить систематичний характер, вона дозволяє оперувати кількісними даними.

Для титану, що є реактивним металом, вплив дифузії газів із навколишнього середовища на характер тертя і зносу виявляється більш сильним, ніж для зазвичай застосовуваних у техніці металів. Відносно тонка природня окисна плівка на титані легко руйнується при терті за рахунок більш високої пластичності титану, ніж окисної плівки. Аналіз гістограм показав, що мінеральне масло має кращі екрануючі властивості, ніж соняшникова олія. Це перешкоджає проникненню на контактні поверхні азоту і кисню повітря.

Вивчення явища поглинання газів показало, що кисень і азот не тільки утворюють хімічні сполуки на поверхні титану та його сплавів, але й проникають у кристалічну решітку, утворюючи тверді розчини проникнення. Вже при невеликому збільшенні вмісту кисню та азоту в титані різко зростають його твердість і параметри міцності. Найбільш інтенсивну зміну зазначених властивостей викликає азот. Тому посилення адгезійних процесів у середовищі мінерального масла цілком можна пояснити меншим вмістом кисню та азоту, виявленим в продуктах зносу. Відмінність у дії мастильних середовищ безпосередньо пов'язана з їхньою хімічною природою.

У четвертому розділі розглядаються результати експериментів із визначення силових і температурних залежностей від режимів різання у середовищі різних МОТС.

Дослідження впливу мастильних середовищ на складові сили різання проводилося при вільному повздовжньому точінні, яке забезпечує простоту виконання експерименту і зводить до нехтувально малої величини складову P_y . Визначення режимів, при яких рослинні олії, пропоновані в якості основи масляних МОТС, могли б бути ефективними, здійснювалося послідовною зміною швидкості різання і подачі інструмента. При цьому діапазон швидкостей підбирався з урахуванням температурних обмежень використання рослинних МОТС (до 300-350°C), тобто з одночасним контролем середньої температури контакту методом природньої термопар.

Перші ж дослідні дані, отримані при обробці конструкційної сталі, показали, що застосування рослинних олій не тільки зменшує значення складових сили різання, але й поліпшує динаміку контактних процесів, стабілізуючи їх. Отримані залежності складових сили різання від швидкості різання і подачі підтвердили гіпотезу про те, що в умовах інтенсивного наростоутворення і дискретного характеру контакту стружки з різцем (при низьких швидкостях різання) мастильні властивості рослинних МОТС будуть найбільш відчутні. У табл. 2 представлені результати вимірів, проведених при режимах різання, що забезпечують найбільш виражену відмінність у дії середовищ при обробці досліджуваних у цій роботі матеріалів (у чисельнику – окружна складова P_z , у знаменнику – осьова складова P_x).

Значення складових сили різання при вільному точінні із МОТС

	Сталь 45 ($V = 24,6$ м/хв, $t = 1,75$ мм, $S = 0,2$ мм/об)	08X18H10T ($V = 13,9$ м/хв, $t = 1,75$ мм, $S = 0,2$ мм/об)	BT1-0 ($V = 7,1$ м/хв, $t = 1,75$ мм, $S = 0,2$ мм/об)
Сухе різання	<u>507</u>	<u>601</u>	<u>398</u>
	596	888,5	183
Мінеральне масло I-30	<u>424</u>	<u>554</u>	<u>427</u>
	468	751	177
Ріпакова олія	<u>343,5</u>	<u>476</u>	<u>392</u>
	333	682	159
Соняшникова олія	<u>369</u>	<u>476</u>	<u>382</u>
	338	665	156
Рицинова олія	<u>384</u>	<u>485</u>	<u>417</u>
	361	712	175
Ефір пальмової олії	<u>335</u>	<u>398</u>	<u>367</u>
	320	647,5	148
MP-17M	<u>398</u>	<u>460,5</u>	<u>413</u>
	441	682	166

Результатами експериментів з тертя на трибометрі було встановлено, що мастильно-охолоджувальні технологічні середовища на рослинній основі більш ефективні за традиційні масляні МОТС для різних груп оброблюваних матеріалів. Підвищений вміст ПАР в рослинних оліях мав прояв в істотному зниженні сил тертя в контактних парах P18 – сталь 45, P18 – 08X18H10T і P18 – BT1-0, для кожної з яких були визначені рослинні олії, що мають кращі мастильні властивості. В умовах різання зміна сил тертя на поверхнях контакту повинна мати своє відображення і на температурному стані контактної зони.

На рис. 6 представлена гістограма впливу різних МОТС на зміну температури в зоні різання при вільному точінні. Обрані режими обробки конструкційної сталі створюють умови, при яких рослинні олії є ефективними.

Проведені експерименти показали, що в умовах вільного різання рослинні олії помітно (до 70°C) знижують температуру різання відносно сухого різання. Приблизно рівні значення температур фіксуються при подачі ріпакової та соняшникової олії, що якісно відповідає зміні сил тертя в моделюючих експериментах.

Переконливо проявилася роль повітря в утворенні вторинних структур при обробці титанових сплавів. Обмеження доступу повітря в зону контакту при подачі МОТС на масляній основі викликало підвищення температури контакту майже на 50%. Таким чином, ефект від застосування технологічних середовищ при різанні титанових сплавів проявляється не в зниженні температури різання, а в створенні оптимальних теплових і напружено-

деформованих умов для протікання фізико-хімічних і триботехнічних процесів на робочих поверхнях інструмента.

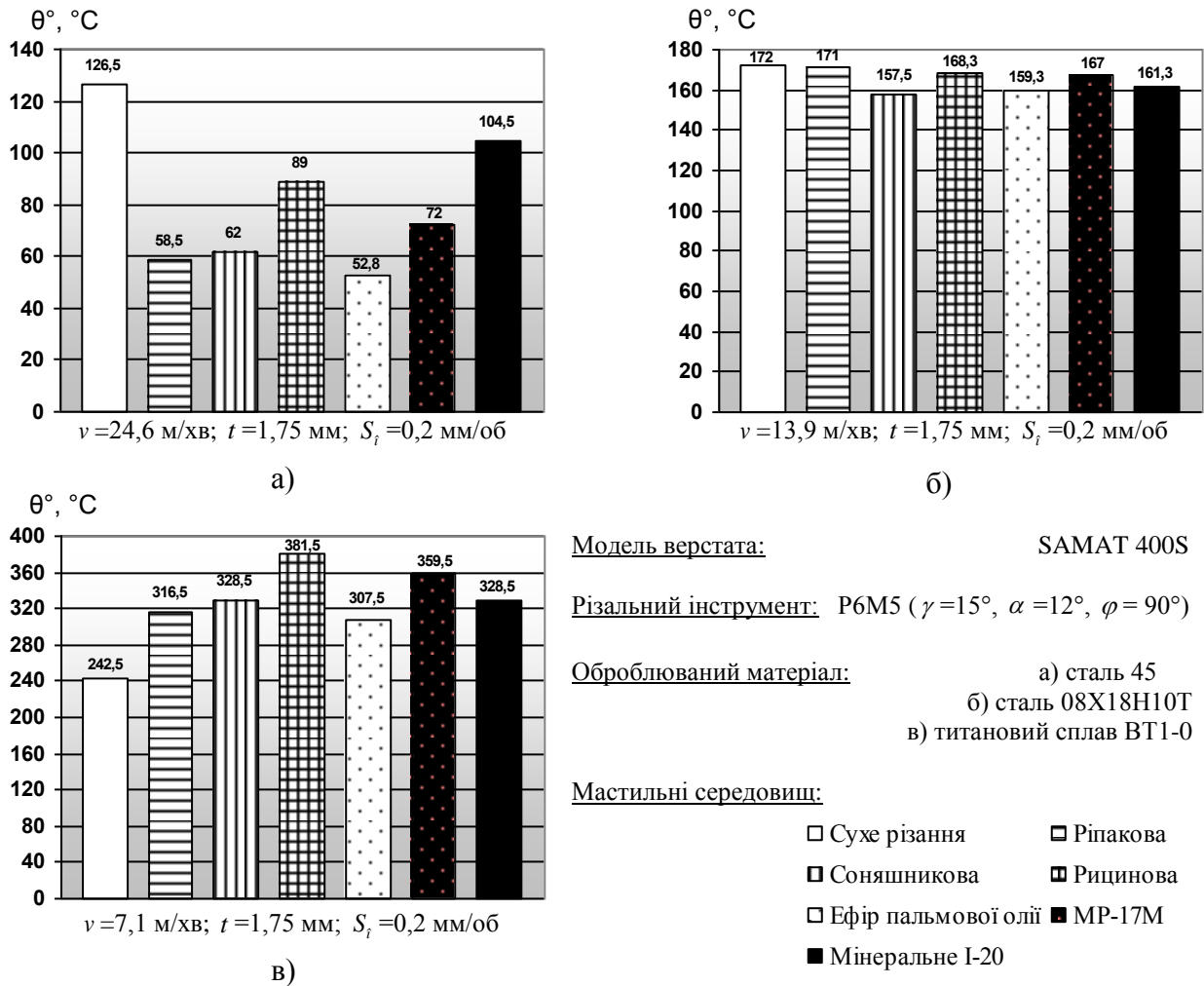


Рис. 6. Вплив різних МОТС на зміну температури в зоні різання

У п'ятому розділі представлені результати виробничих випробувань.

Оцінювалася ефективність мастил – основ МОТС (рослинних і мінеральних) у технологічних процесах розвертування втулок та нарізування зовнішньої різі на деталях зі сталі 08X18H10T і титанового сплаву BT1-0.

Виконання операції різенарізування здійснювалося різцями зі швидкорізальної сталі Р6М5К5. Це дозволило обмежити вплив випадкових факторів, що мають місце при нарізуванні різей іншими різенарізними інструментами.

Результати, отримані при нарізуванні різі на сталі 08X18H10T добре корелювалися із результатами експериментів на трибометрі та при вільному точінні. При різанні у середовищі соняшникової та рицинової олій знос мав найменші значення – 0,46 і 0,66 мм відповідно (рис. 7).

Використання мінерального масла I-20 і оброблення без застосування мастильного матеріалу практично одразу призвели до досягнення катастрофічного зносу і оброблення партії заготовок не було завершено. Таким чином, при різанні в середовищі соняшникової та рицинової олій зношення інструмента мало

найменші значення, а стійкість інструмента підвищилася в порівнянні із різанням у середовищі мінерального масла відповідно в 3 і 3,3 рази.

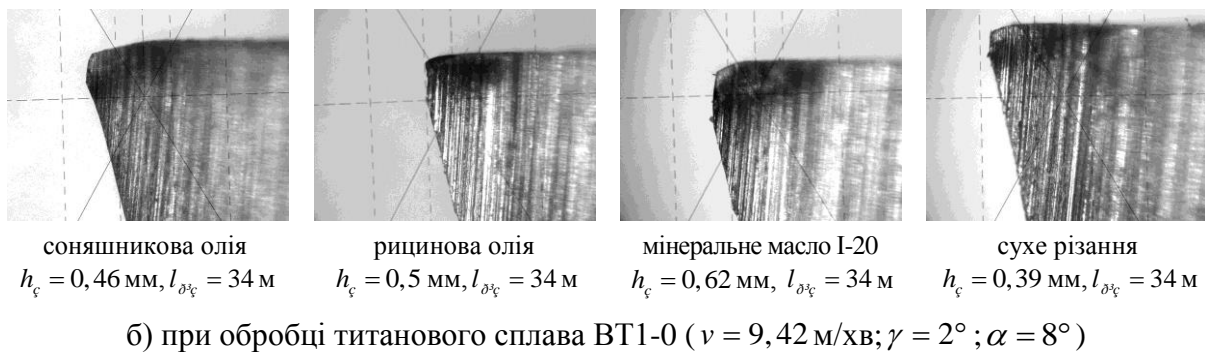
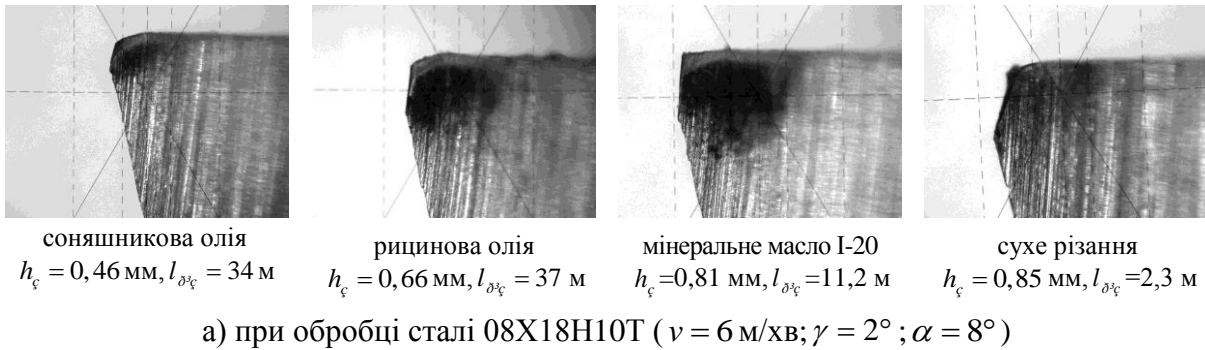


Рис. 7. Знос різенарізних різців зі швидкорізальної сталі Р6М5К5

При обробці титанового сплаву (рис. 7) шлях обробки (34 м) був пройдений повністю всіма різцями у всіх середовищах. Як і слід було очікувати, при цьому найбільше зношування отримане в середовищі мінерального масла, а найменше при сухому різанні. Кисень і азот збільшують крихкість і міцність титану відповідно і при обробці титанового сплаву роблять свій внесок в утворення вторинних захисних структур на контактних поверхнях, тому значення зносу при сухому різанні стають мінімальними.

Після виміру величини зносу (по закінченні шляху різання 34 м) оброблення цими ж різцями була продовжена. У результаті, період стійкості в середовищі соняшникової олії виявився на 20-25% вище, чим при різанні без застосування МОТС, що, позначаючи зниження темпу зношування в середовищі соняшникової олії, указує на кореляцію цих даних з такими, що отримані при терті.

Умови тертя на робочих поверхнях різального інструменту безпосередньо позначаються на якості обробленої поверхні. Особливо чітко це проявляється при невеликому різанні, яким є процес різенарізування.

У табл. 3 і 4 наведені результати вимірів шорсткості поверхні нарізного профілю шпильок і внутрішньої поверхні втулок зі сталі 08X18H10T і титанового сплаву VT1-0, отримані за результатами виробничих випробувань. Найбільшу шорсткість має поверхня нарізного профілю після сухого різання. Менші значення (по R_a на 40%) отримані при різанні в середовищі мінерального масла. Рослинні олії знизили значення шорсткості ще більше – у середовищі рицинової та соняшникової олій відповідно в 3 і 4 рази.

Таблиця 3

Значення параметра шорсткості R_a при різенарізуванні

Середовище	Матеріал виробів	
	сталь 08X18H9T	титановий сплав BT1-0
Сухе різання	33,6	5,7
Мінеральне масло I-20	20,2	4,3
Рицинова олія	13,1	4
Соняшникова олія	8,5	5,5

Таблиця 4

Значення параметра шорсткості R_a при розвертуванні

Середовище	Матеріал виробів	
	сталь 08X18H9T	титановий сплав BT1-0
Сухе різання	1,358	0,8
Мінеральне масло I-20	0,409	0,847
MP17-M	0,327	0,747
Ріпакова олія	0,297	0,656
Соняшникова олія	0,288	0,573

Із табл. 3 видно, що при обробці титанового сплаву вплив середовищ на зниженні шорсткості суттєво не позначився. Причина цьому – високий рівень контактних тисків при різанні, що перешкоджає доступу мастильної речовини на контактні поверхні.

При розвертуванні вплив рослинних олій на якість обробленої поверхні менш відчутний, але тенденції більшої ефективності технологічних середовищ рослинного походження зберігаються.

ВИСНОВКИ

Результати проведених досліджень процесу механічної обробки в умовах мінімізованої подачі МОТС визначили його науково-практичну значимість. Знайшла підтвердження гіпотеза про найбільш виражену відчутність мастильних властивостей технологічних середовищ рослинного походження в умовах інтенсивного наростоутворення і дискретного характеру контакту стружки з різцем (при низьких швидкостях різання).

1. Розроблена методика досліджень дозволила виявити ефективність рослинних олій відносно мінеральних масел при терті інструментальних сталей по різних за властивостями матеріалах. Міцність адгезійних зв'язків при температурах 100...200°C, що відповідають таким при роботі швидкорізальними інструментами, знижується в 1.5...2, 0 рази.

2. Екологічна безпека та економічна доцільність використання рослинних олій у якості технологічних середовищ забезпечується застосуванням техніки мінімального змащення, що скорочує їхні витрати при зберіганні мастильної дії.

3. На поверхнях тертя рослинна олія виступає не стільки в якості мастильно-охолоджувальної речовини, скільки в якості одного з учасників хімічних реакцій, знижуючи на цій основі роль адгезійних процесів по відношенні до тертя у мінеральному маслі, що має вираження у:

- збільшеному (на 20...50%) вмісті кисню (для титанового сплаву ще й азоту) у продуктах зносу-налипах;
- зменшенні кількості і глибини залягання задирок на поверхнях тертя;
- істотному (при терті нержавіючої сталі у 2 рази, титанового сплаву – 3 рази) зниженні сил тертя;
- подачі до контактуючих поверхонь хімічно активного титанового сплаву кисню і азоту, тоді як мінеральне масло, блокуючи надходження зазначених газів, підсилює адгезійні процеси навіть по відношенню до сухого тертя.

4. Вплив рослинних олій на силу тертя проявляється до температур їхнього спалаху (230-240°C) і виявляє екстремум при зміні навантаження, а також слабо залежить від в'язкості. При цьому температура і навантаження є взаємостимулюючими факторами.

5. Дія рослинних олій на контактні та деформаційні процеси при різанні, що проявляється у скороченні довжини контакту стружки з передньою поверхнею інструмента, зниження значень коефіцієнта усадки стружки і сил різання, найбільш виражена при обробці конструкційних і корозійностійких сталей. При цьому ефективність технологічних середовищ корелюється із результатами моделюючих експериментів з тертя, що відображає можливості прояву мастильних властивостей рослинних олій на контактних поверхнях складнопрофільних швидкокорізальних інструментів, які працюють на занижених режимах

6. Застосування МОТС обумовлює зниження температури різання при обробці конструкційної сталі у всьому дослідженому діапазоні режимів різання, нержавіючої сталі – лише при низьких швидкостях різання, при обробці ж хімічно активного титанового сплаву всі використовувані технологічні середовища викликають підвищення температури різання, проявляючи їх “бар'єрну” роль для доступу на контактні поверхні газів повітря, що визначають протікання фізико-хімічних і триботехнічних процесів. При цьому у всіх випадках рослинні олії обумовлюють зниження температури різання відносно промислово застосовуваних мінеральних масел.

7. Проведені промислові випробування показали, що рослинні олії позитивно впливають на комплексний показник їх ефективності – стійкість інструмента:

- при обробці корозійностійкої сталі в ускладнених умовах різання (різенарізування), коли внесок роботи тертя високий, соняшникова і рицинова олії забезпечують 3-х кратне підвищення стійкості інструмента відносно обробки у середовищі мінерального масла;
- оброблення титанового сплаву також характеризується перевагою соняшникової олії відносно мінерального масла, що проявляється в зниженні темпу зношування різального інструменту і трансформації властивостей його поверхневих шарів безпосередньо в процесі обробки.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Алиев А.И. Влияние различных СОТС на процессы адгезионного взаимодействия / А.И. Алиев, Ч.Ф. Якубов // Вісник СумДУ. – Суми, 2002. – № 2 (35). – С. 6-8.
2. Алиев А.И. Влияние масел растительной природы на адгезионные процессы при различных температурах / А.И. Алиев, Ч.Ф. Якубов // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2002. – Вып. 61. – С. 3-5.
3. Якубов Ч.Ф. Влияние СОТС на износостойкость контактных слоев инструмента в периоде приработки / Ч.Ф. Якубов, А.И. Алиев // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2002. – Вып. 62. – С. 214-217.
4. Алиев А.И. Изменение адгезионной составляющей коэффициента трения под действием масел растительной природы // Вісник СумДУ. – Суми, 2003. – № 2 (48). – С. 9-12.
5. Алиев А.И. К вопросу определения трибометрических характеристик / А.И. Алиев, Ф.Я. Якубов, Э.Р. Ваниев // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – Вып. 64. – С. 23-30.
6. Алиев А.И. Анализ характеристик изношенной поверхности при трении в среде СОТС // Вестник НТУУ «КПИ». – К., 2005. – № 46. – С. 110-111.
7. Алиев А.И. Визуальный контроль изношенной поверхности при трении в среде СОТС // Вісник СумДУ. – Суми, 2005. – № 11 (83). – С. 5-8.
8. Пат. 13014 Україна, МПК G01N 3/58. Спосіб вибору оптимального матеріалу, який використовується в парі тертя інструмент-деталь / Алієв А.І. - № u 2005 08082; заявл. 16.03.2005; опубл. 15.03.2006, Бюл. № 3.
9. Якубов Ф.Я. Химические аспекты процесса трения в среде СОТС / Ф.Я. Якубов, А.И. Алиев, И.Э. Аметов // Проблеми трибології (Problems of Tribology). – Хмельницький, 2006. – № 1. – С. 26-30.
10. Алиев А.И. Оценка эффективности растительных масел по адгезионным характеристикам контакта / А.И. Алиев, Ф.Я. Якубов, А.С. Вавулицкий // Сучасні технології у машинобудуванні: До ювілею Ф.Я. Якубова. Зб. наук. статей. – Харків: НТУ «ХП», 2007. – С. 17-22.
11. Алиев А.И. Влияние свойств смазочно-охлаждающей жидкости и условий трения на изменение сил трения // А.И. Алиев, Ф.Я. Якубов, П.В. Скрынник, Н.С. Равская // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. – Вып. 75. – С. 3-8.
12. Алиев А.И. Исследование влияния СОТС растительной природы на составляющие силы резания / Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – Симферополь: НИЦ КИПУ, 2011. – С. 42-46.
13. Алиев А.И. Характеристика изношенной поверхности при трении в среде СОТС // Тези доповідей Другой Всеукраїнської конференції молодих вчених та спеціалістів “Надтведі, композиційні матеріали та покриття: отримання, властивості, застосування”, 27-28 травня, м. Київ, ІСМ, 2004. – С. 4
14. Процишин В.Т. Трибологические свойства СОТС и методики их измерения / В.Т. Процишин, О.А. Мищук, М.А. Нырков, А.В. Богайчук, А.Н. Ермаков, А.И. Алиев // Оборудование и инструмент. – К., 2007. – № 1. – С. 54-58.

15. Алиев А.И. Влияние различных СОТС на процессы адгезионного взаимодействия / А.И. Алиев, Ч.Ф. Якубов // Тези доповідей Першої Всеукраїнської молодіжної науково-технічної конференції “МАШИНОБУДУ-ВАННЯ УКРАЇНИ – ОЧИМА МОЛОДИХ: прогресивні ідеї - наука - виробництво”, 31 жовтня - 3 листопада 2001 р., м. Суми: СумДУ. – С. 68–69.

16. Алиев А.И. Анализ характеристик изношенной поверхности при трении в среде СОТС // Тези доповідей Четвертої Всеукраїнської молодіжної науково-технічної конференції “МАШИНОБУДУ-ВАННЯ УКРАЇНИ – ОЧИМА МОЛОДИХ: прогресивні ідеї - наука - виробництво”, 1-4 листопада, Київ: НТУУ «КПІ», 2004. – С. 12–13.

17. Алиев А.И. Силовые характеристики процесса свободного течения в среде СОТС растительного происхождения // Тези наукових праць. VII Українсько-польська конференція молодих науковців “Механіка та інформатика” (12-14 травня, м. Хмельницький). – Хмельницький: ХНУ, 2011. – С. 12-13.

18. Алиев А.И. Визуальный контроль изношенной поверхности при трении в среде СОТС // Тези доповідей П'ятої Всеукраїнської молодіжної науково-технічної конференції “МАШИНОБУДУ-ВАННЯ УКРАЇНИ – ОЧИМА МОЛОДИХ: прогресивні ідеї - наука - виробництво”, 26-29 жовтня, Київ: НТУУ «КПІ», 2005. – С. 3–4.

19. Алиев А.И. Влияние СОТС на температурное состояние контактной зоны при свободном течении // Тезисы докладов Пятой конференции молодых ученых и специалистов “Сверхтвердые, композиционные материалы и покрытия: получение, свойства, применение” (23-27 мая, пос. Морское). – К.: ИСМ НАН Украины, 2011. – С. 6-8.

АНОТАЦІЇ

Алієв А.І. Підвищення працездатності складнопрофільного різального інструменту за рахунок застосування технологічних середовищ рослинного походження. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.01 - процеси механічної обробки, верстати та інструменти. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». Харків, 2011.

Дисертація присвячена визначенню умов ефективного застосування екологічно безпечних технологічних середовищ рослинного походження на основі вивчення особливостей їх впливу на контактні процеси, знос інструменту та якість обробленої поверхні при різанні на операціях, що виконуються складнопрофільним швидкорізальним інструментом на занижених режимах. Відзначено, що мастильно-охолоджувальні технологічні середовища (МОТС) які використовуються на більшості підприємств не відповідають все більш зростаючим вимогам екологічної безпеки і чинять негативний вплив не тільки на навколишнє середовище, але й на організм людини. У цих умовах економічна доцільність використання у якості МОТС рослинних олій забезпечується за рахунок застосування техніки мінімального змащення, значно

(на 2...3 порядки) зменшуючи обсяги витрат рідини, що подається в зону різання.

Розроблено методику визначення коефіцієнта тертя в присутності олій, яка дозволяє класифікувати їх для різних груп оброблюваних матеріалів. Отримано патент на спосіб вибору оптимального матеріалу, що використовується в парі тертя інструмент-деталь. На основі результатів експериментальних досліджень розкрито причинно-наслідкові зв'язки між явищами хемосорбції та адгезійними процесами, що відбуваються на поверхнях контакту різального інструменту із оброблюваним матеріалом у присутності рослинних олій. Встановлено вплив технологічних середовищ рослинного походження на площу контакту, температуру і сили різання, що корелюється із результатами моделюючих експериментів для операцій з малими швидкостями різання. Визначено умови ефективності використання рослинних олій замість масляних МОТС, що забезпечують зниження зносу інструменту і підвищення якості обробленої поверхні. Доведена можливість підбору основи технологічних середовищ у ході моделюючих дослідів з тертя, які не вимагають особливих матеріально-технічних витрат, пов'язаних з проведенням трудомістких верстатних експериментів.

Ключові слова: процес механічної обробки, складнопрофільний різальний інструмент, адгезійні процеси, знос, техніка мінімального змащення, технологічні середовища, рослинні олії.

Aliev A.I. How to increase functionality of figurine-cutting tools through of technological environments of plant origin. – Manuscript.

The competition thesis for the Candidate of Technical Science degree, specialty 05.03.01 – Processes of Mechanical Treatment, Engineering Tools and Tooling. National Technical University “Kharkov Polytechnic Institute”. Kharkov, 2011.

The thesis is devoted the definition of conditions on effective application ecologically safe Technical Lubricating Refrigerants (TLR) the vegetative nature on the basis of studying of features of their influence on contact processes, wear resistance and quality of the processed surface at cutting on the operations which are carried out on technological restrictions on underestimated modes. It is noticed that used on the majority of enterprises technological environments don't meet more and more toughened requirements of ecological safety and make negative impact not only on environment, but also on a human body. In these conditions economic feasibility of use as TLR vegetable oils is provided at the expense of application of technics of the minimum greasing, is considerable (on 2...3 orders) reducing volumes of the expense submitted to a zone of cutting a liquid.

The technique of definition of factor of a friction in the presence of the oils is developed, allowing to classify them for different groups of processed materials. The patent a way of a choice of the optimum material used in steam of a friction the tool-detail is taken out. On the basis results of experimental researches relationships of cause and effect between the phenomena of chemosorption and the adhesive processes proceeding on surfaces of contact on the cutting tool with the processed material in the presence of vegetable oils are opened. It is established influence technological environments of the vegetative nature on the contact area, temperature and forces of the cutting, correlating with results of modeling experiments for operations with small speeds of cutting. Conditions of efficiency of vegetable oils

concerning oil TLR, providing decrease in deterioration of the tool and improvement of quality of the processed surface are defined. Possibility of selection of a basis oil technological environments is shown during the modeling experiences which are not demanding special material expenses, connected with carrying out labor-consuming machine experiments.

Keywords: processes of mechanical treatment, figurine-cutting tool, adhesive processes, wear, minimum quantity lubrication, technological environments, vegetable oils.

Алиев А.И. Повышение работоспособности сложнопрофильного режущего инструмента за счет применения технологических сред растительного происхождения. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.03.01 – процессы механической обработки, станки и инструменты. Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт». Харьков, 2011.

Диссертация посвящена определению условий эффективного применения экологически безопасных технологических сред растительного происхождения на основе изучения особенностей их влияния на контактные процессы, износ инструмента и качество обработанной поверхности при резании на операциях, выполняемых сложнопрофильным быстрорежущим инструментом на заниженных режимах. Отмечено, что используемые на большинстве предприятий смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) не отвечают все более ужесточаемым требованиям экологической безопасности и оказывают негативное влияние не только на окружающую среду, но и на организм человека. В этих условиях экономическая целесообразность использования в качестве СОТС растительных масел обеспечивается за счет применения техники минимальной смазки, значительно (на 2...3 порядка) сокращающей объемы расхода подаваемой в зону резания жидкости.

Разработана методика определения коэффициента трения в присутствии масел, позволяющая классифицировать их для разных групп обрабатываемых материалов. Получен патент на способ выбора оптимального материала, используемого в паре трения инструмент-деталь. На основе результатов экспериментальных исследований раскрыты причинно-следственные связи между явлениями хемосорбции и адгезионными процессами, протекающими на поверхностях контакта режущего инструмента с обрабатываемым материалом в присутствии растительных масел. Установлено влияние технологических сред растительного происхождения на площадь контакта, температуру и силы резания, коррелирующее с результатами моделирующих экспериментов для операций с малыми скоростями резания. Определены условия эффективности растительных масел относительно масляных СОТС, обеспечивающие снижение износа инструмента и повышение качества обработанной поверхности. Доказана возможность подбора основы масляных технологических сред в ходе моделирующих опытов по трению, не требующих материально-технических затрат, связанных с проведением трудоемких станочных экспериментов.

Ключевые слова: процесс механической обработки, сложнопрофильный режущий инструмент, адгезионные процессы, износ, техника минимальной смазки, технологические среды, растительные масла.

