

2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1970. – 940 с.
3. Пфлейдерер К.Л. Лопаточные машины для жидкостей и газов. – М.: Гостехиздат, 1960. – 684 с.
4. Селезнев К.П., Галеркин Ю.Б. Центробежные компрессоры. – Л.: Машиностроение, 1982. – 271 с.
5. Степанов Г.Ю. Гидродинамика решеток турбомашин. – М.: Физматгиз, 1962. – 512 с.
6. Шкарбуль С.Н. Исследование пространственного течения в рабочих колесах центробежных компрессоров // Автореф. дис. д-ра техн. наук. – Л.: ЛПИ, 1974. – 41 с.
7. Шкарбуль С.Н. Пространственное течение вязкой жидкости в рабочих колесах центробежных компрессоров: дис. докт. техн. наук. – Л.: ЛПИ, 1974. – 705 с.
8. Шкарбуль С.Н. Расчет пространственного пограничного слоя во вращающихся каналах центробежных колес // Энергомашиностроение – 1073. – № 1. – С. 19-29.
9. Шкарбуль С.Н., Вольчук В.С. Анализ пространственного пограничного слоя в центробежном колесе турбомашин // Энергомашиностроение. – 1977. – № 1. – С. 14-16.
10. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. – М: Наука, 1969. – 744 с.
11. Karman Th. Uber laminare und turbulente Reibung. ZAAM. – 1921. – № 1. – P.P. 233-252.

УДК 621.941.1

ТЕХНОЛОГІЯ РЕСУРСОВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ В МАШИНОБУДУВАННІ

Ліщенко Н.В., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Проведено моделювання лезової обробки на стенді тертя для дослідження різних рецептур технологічних засобів. Проведено експериментальні дослідження по визначенню сил різання при свердлінні з різними сполуками.

Edge machining simulation on the friction stand for lubricant means studies is carried out. Experimental investigations are carried out to determine cutting forces in drilling with different lubricants.

Ключові слова: коефіцієнт тертя, ресурсовідновлювальні сполуки, тверді технологічні мастила, мастильно-охолоджувальні рідини.

На ранніх етапах свого розвитку (50-і та 60-і роки) в теорії різання матеріалів вивчали в основному механіку процесу: силові залежності, формування стружки, явище наросту на різці [1]. Потім з'ясувалося, що в зоні різання мають місце складні фізико-хімічні явища і ефекти, наприклад, ефекти Ребіндера, Баушингера, надпластичності тощо. Сучасну механічну обробку різанням відносять до високих технологій і нанотехнологій. Об'єктом сучасних досліджень все частіше стає фізико-хімічна взаємодія матеріалів контактуючих тіл і мастильно-охолоджувальних сполук, які включають явища дифузії речовин і масопереносу. Особливістю цих одночасно діючих процесів (concurrent processes) є специфічні температурні (до 2000 К) і силові (тиск до 7 ГПа) умови в зоні контакту [2].

В відповідності з сучасними уявленнями процеси в зоні контакту інструмента і заготовки мають різноманітну фізико-хіміко-механічну природу і тому їх можна віднести до галузі фізико-хімічної механіки матеріалів [3].

Питання контактної взаємодії вивчають з залученням матеріалознавства, механіки, теплофізики, термодинаміки. Вивчають кінетичні і фізико-хімічні явища, які відбуваються, наприклад, при термотрібоактивації [2] тощо.

Наприклад, в відповідності з роботою [2] в зоні різання мають місце процеси: адгезії (прилипання, зчеплення), дифузії, мікро- і макродеформування, реакційної руйнації, хімічної взаємодії (у т.ч. окислювання в різних середовищах), азотування, наводнювання, контактено-реактивного плавлення тощо. На наш погляд, цей перелік слід доповнити тертям і зносом інструментів, які є наслідком вищевказаних процесів.

Якщо враховувати, що існує, наприклад, декілька теорій адгезії (механічна, адсорбційна, електрична, дифузійна, хімічна) або непередбачуваний і ймовірний характер фізико-хіміко-механічних процесів, то стає зрозумілим уся складність явищ і процесів в зоні різання. У цьому зв'язку можна говорити про проблему складності явищ і процесів в зоні різання. Саме ці явища і процеси визначають механізми формування поверхневого шару деталей машин, з однієї сторони, і зношування ріжучого інструмента – з іншої. Тому керування явищами і процесами, які відбуваються в зоні контакту, відноситься до числа виключно актуальних завдань в теорії різання і технології машинобудування.

Необхідно поділити усі мастильні матеріали за характером їх використання на два класи [3]. Мастило першого класу є конструкторським матеріалом, без якого робота взаємодіючих між собою деталей машин часто неможлива. Наприклад, взаємодія вкладиша з шатуною шийкою колінчастого валу двигуна неможлива без подання в зону контакту моторної оливи. Мастило другого класу – мастильно-охолоджувальний технологічний засіб (МОТЗ) – використовується для подання в зону контакту різального інструменту і заготовки.

Для мастил першого класу ряд фірм пропонують вносити в МОТЗ спеціальні ресурсовідновлювальні сполуки (речовини) на основі серпентиніту. Відомі, наприклад, наступні сполуки:

- антифрикційна ресурсовідновлювальна композиція (АРВК), ТОВ «Венчур-Н», м. Зеленоград, Росія;
- протизносна антифрикційна (ПИАФ) ремонтно-відновлювальна сполука, НПО «Промисловий технопарк», м. Москва, Росія;
- ремонтно-відновлювальна сполука (РВС), НПО «Руспромремонт», м. Санкт-Петербург, Росія;
- силікатно-керамічна композиція Megaforce, ТОВ НПП «Триботех», м. Санкт-Петербург, Росія;
- триботехнічні сполуки (ТС) для направленої іонної дифузії (НИОД), Росія;
- нанокераміка ФОРСАН, Компанія «Нанопром», м. Москва, Росія;
- ХАДО («Харьковский Дом», м. Харків, Україна).

Таким чином, дія усіх перелічених композицій основана на виникненні в зоні тертя процесу вибіркового перенесення силікатних сполук (які входять до складу цих композицій) на поверхню контактуючих деталей. Відомо, що уперше ефект вибіркового перенесення відкрито Д.Н. Гаркуновим і І.В. Крагельським в 1956 році стосовно тертя мідних сплавів об сталь в умовах граничного змащення [4].

Уважається, що серпентиніт (розміри часток різні у композиціях перелічених фірм: від 2 до 50 мкм) під дією контактного тиску поєднаних деталей проникає в приповерхневий шар, поступово відновлюючи об'єм та розміри зношених деталей до номінальних значень. Таким чином, на контактуючих поверхнях утворюється антифрикційний шар внаслідок фізико-хімічних процесів, в яких беруть участь матеріали поверхонь деталей, які труться, і мастильні матеріали. Захисний антифрикційний шар забезпечує низький коефіцієнт тертя.

Становлять інтерес дослідження й застосування нових ресурсовідновлювальних композицій у складі МОТЗ при лезовій і алмазно-абразивній обробці. Ці дослідження проводяться на кафедрі технології машинобудування ОНПУ (м. Одеса), кафедрі фізики і матеріалознавства ОНАХТ (м. Одеса) разом з фірмами «Станко центр» (м. Москва) і «Венчур-Н» (м. Зеленоград).

Для проведення порівняльних випробувань різних мастильно-охолоджувальних засобів (МОТЗ) використовували лабораторний стенд зі схемою тертя типу «торець кільця–плоскість» (рис. 1).

Матеріали, з яких виготовлені зразки 6 і 7 (рис.1), відповідали парі «інструментальний матеріал (Р6М5, HRC 60...63) – матеріал, що обробляється (сталь 45, HB 200...212)». Коефіцієнт тертя розраховували за формулою

$$f = \frac{M_{mp}}{P_{oc} \cdot r_k},$$

де M_{mp} – момент тертя, який фіксується тензодатчиками, Н·м;

P_{oc} – осьове навантаження, яке задається відповідними вантажами на рукоятці вертикальної подачі шпинделя, Н;

r_k – середній радіус кільця тертя, м.

Зовнішній r_1 і внутрішній r_2 (рис. 1) радіуси кільця складають, відповідно 15 і 12 мм, тому $r_k = 13,5$ мм.

Спочатку одну годину в індустріальній оливі І-20 здійснювали приробку зразків 6 і 7 (рис.2) з реєстрацією моменту тертя і температури оливи. Осьове навантаження на пару тертя – 470 Н, це створює тиск в зоні контакту – 1,8 МПа. Частота обертання рухомого зразку 6 – 450 об/хв. Осьове навантаження дорівнює середньому значенню з можливого діапазону його зміни.

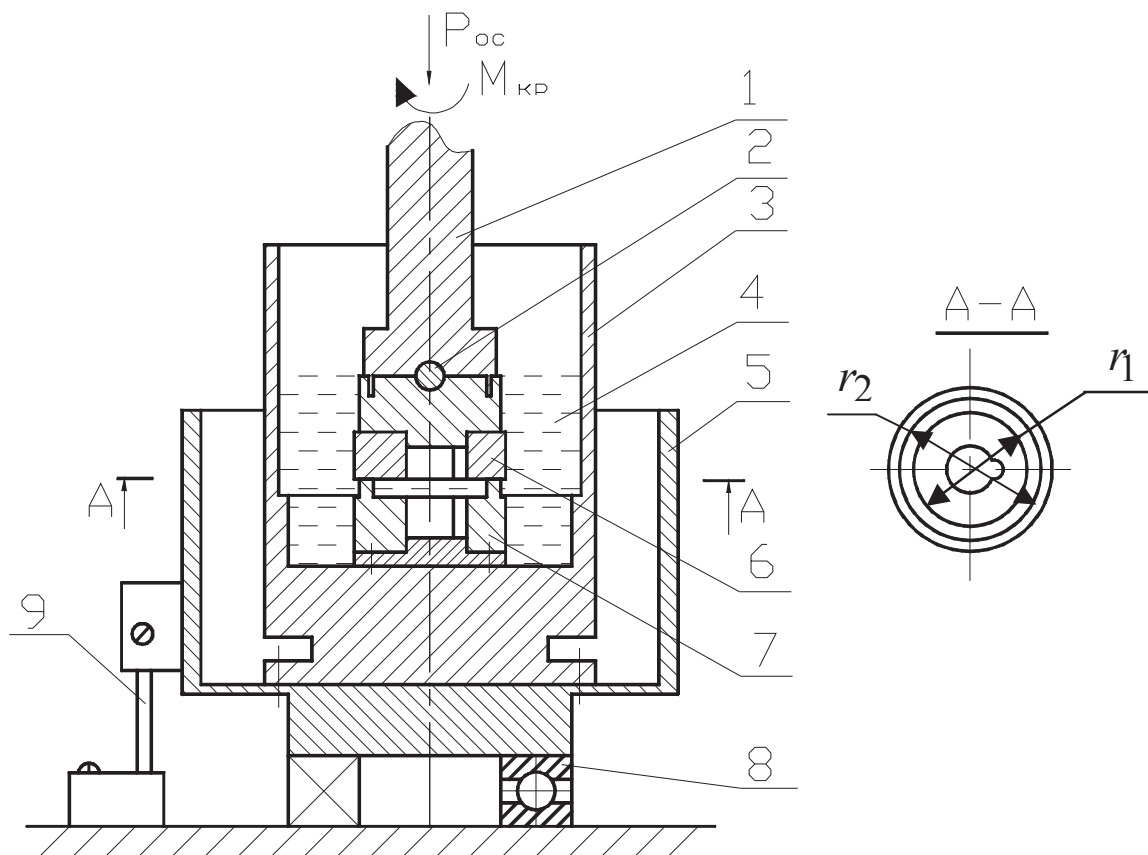
Видно (рис. 2), що коефіцієнт тертя збільшується від початкового значення 0,14 і протягом однієї години стабілізується на рівень 0,22-0,23.

Після приробки визначали залежність коефіцієнту тертя від осьового навантаження при використанні наступних рецептур МОТЗ (рис. 3):

- олива індустріальна І-20;
- олива І-20 + 2 % АРВК (антифрикційна ресурсовідновлювальна композиція фірми «Венчур-Н»);

— тверде технологічне мастило (на рис. 3 – ТТМ) на основі стеарину (олеїнова кислота 25 %; окис хрому 10 %, решта стеарин).

Для підвищення надійності експериментальних даних кожний дослід проводили три рази при навантаженні і розвантаженні пари тертя з подальшим усередненням результату.



1 – шпindelь; 2 – центруючий шарик; 3 – внутрішній стакан; 4 – МОТЗ; 5 – зовнішній стакан й; 6 – рухомий зразок; 7 – нерухомий зразок; 8 – підшипник; 9 – балка з тензодатчиками.

Рис. 1 – Схема стенду для вивчення тертя і зносу

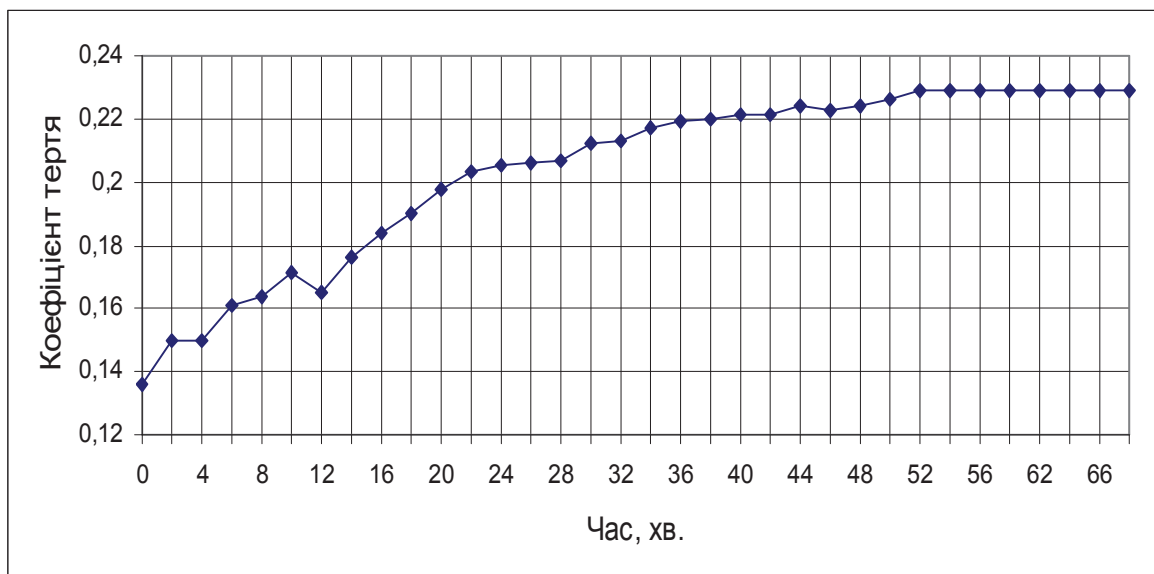
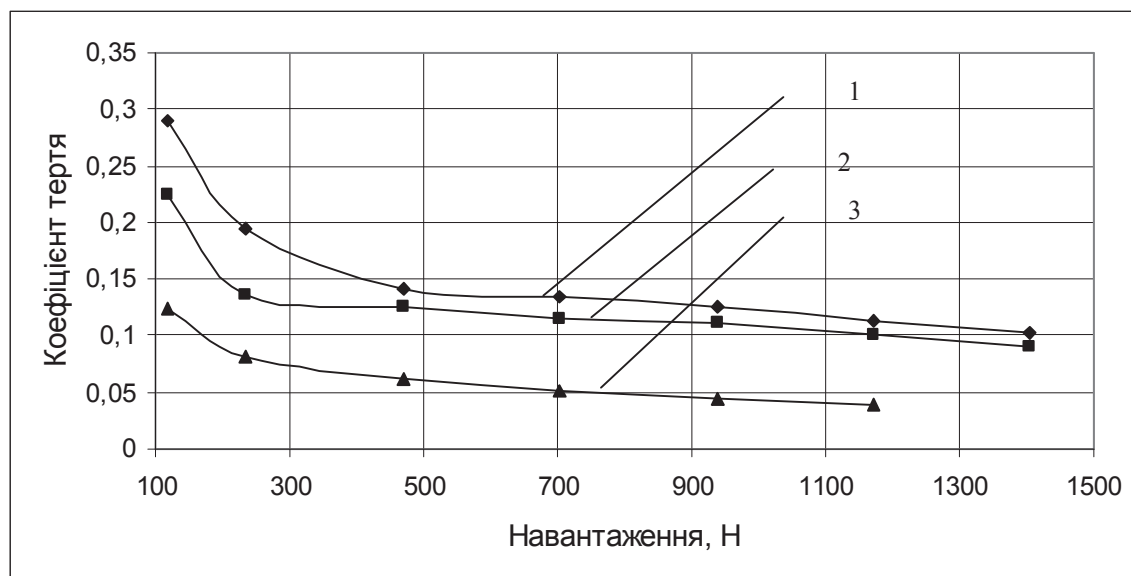


Рис. 2 – Залежність коефіцієнту тертя від часу в період приробки



1 – I-20; 2 – I-20+АРВК; 3 – ТТМ.

Рис. 3 – Залежність коефіцієнту тертя від навантаження при наступних МОТЗ

Проаналізуємо результати експерименту, наприклад при навантаженні 1100 Н (рис. 3.) Видно, що найвищий коефіцієнт тертя (мінімальне значення 0,120) отримано при випробуванні пари тертя на оливі I-20 (крива 1), а найнижчий (мінімальне значення 0,04) – на твердому технологічному мастилі (крива 3). Проміжний результат (0,1) отримано на сполуці I-20+АРВК.

Як відомо, робота в процесі різання витрачається на пружну і пластичну деформацію і на подолання тертя між інструментом, стружкою та матеріалом, що обробляється. Роль тертя в процесі різання досить велика. Але роль мастила не обмежується зниженням тертя. Зменшення навантаження на інструмент при використанні мастила можна пояснити адсорбційним зниженням твердості. Поверхня будь-якого твердого тіла має мікротріщини, на які частинки рідини справляють розклинювальну дію. Це називається диспергуванням. Воно може бути посилено присадками до МОТЗ деяких поверхнево-активних речовин (жирних кислот, сірки). Тому необхідно приділяти велику увагу до вибору МОТЗ та техніки змащування. Правильно обрана МОТЗ не тільки зменшує витрати енергії, але і збільшує стійкість інструменту та покращує якість поверхні, що обробляється. Чим вища змащувальна здатність рідини, тим більше зменшувалась сила різання.

Було проведено експеримент по визначенню осьової сили різання при свердлінні на вертикально-свердильному верстаті мод. 2Н118 наскрізних отворів в пластині (сталь 45, НВ 180...200) товщиною 16 мм. Свердло спіральне Р6М5, Ø 2,85 мм. Режими різання: частота обертання свердла $n = 1000$ об/хв., подача $S = 0,1$ мм/об. Осьову силу різання визначали за допомогою тензOMETричного динамометру УДМ-600. Свердлили по 16 отворів із застосуванням наступних МОТЗ: олива індустріальна I-20; олива індустріальна I-20 з 2 % АРВК; мастило ХАДО. Результати вимірів (табл. 1) сили різання усереднювали по шістнадцятьох вимірах.

Таблиця 1 – Результати виміру осьової сили різання

	I-20	I-20+АРВК	ХАДО
Осьова сила P_y , ум. од.	293	272	265

З таблиці видно, що осьова сила різання при свердлінні с I-20+АРВК зменшилася на 7 %, а з використанням ХАДО на 9,5 %.

Перспективним напрямком є розробка МОТЗ, до яких додають в певній пропорції руйнуючі та відновлювальні сполуки. Це дозволяє підвищити оброблюваність матеріалу при різання з одночасним підвищенням стійкості різального інструмента. Ефективним напрямком у технології виробництва МОТЗ є використання суміші жирних органічних кислот, тому що в ряді випадків застосування МОР неприпустимо, або не забезпечує потрібного технологічного ефекту.

На кафедрі технології машинобудування ОНПУ і кафедрі фізики і матеріалознавства ОНАХТ ведуться роботи із синтезу складів твердих технологічних мастил (ТТМ). Виконуються випробування і впровадження ТТМ на ряді машинобудівних підприємств України і Росії.

Література

1. Исаев А.И. Процесс образования поверхностного слоя при обработке металлов резанием. — М.: Гос. научн.-техн. изд-во машиностр. лит-ры, 1950. — 358 с.
2. Новиков Н.В., Клименко С.А., Копейкина М.Ю. Исследование контактного взаимодействия в зоне резания – основа совершенствования режущих инструментов / Вестник национ. технич. ун-та Украины "КПИ". Машиностроение. – К.: НТУУ "КПИ", 2007. – 52. – С.221-233.
3. Ларшин В.П., Грисенко Е.В., Макаров В.Ф. Проблемы застосування мастильно-охолоджуючих технологічних засобів у техніці й технології / Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении: материалы научн.-техн. конф., 30 сентября – 1 октября 2008 г., г. Одесса. – Киев: АТМ Украины 2008. – С. 47-50.
4. Радин Ю.А., Суслов П.Г. Безызносность деталей машин при трении. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1989. – 229 с.

УДК 637.5.02

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ НОЖІВ КУТЕРА ПЛАЗМОВО-ДЕТОНАЦІЙНИМ ЗМІЦНЕННЯМ

Некоз О.І., д-р техн. наук, професор

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Осипенко В.І., д-р техн. наук, професор, Батраченко О.В.

Черкаський державний технологічний університет

В статті представлено результати експериментальних досліджень підвищення зносостійкості ножів кутера методом плазмово-детонаційного зміцнення. Виконано огляд відомих способів підвищення зносостійкості ножів кутера, визначено їх недоліки, визначено, що перспективним є застосування з цією метою плазмово-детонаційної обробки. Встановлено, що застосування даного методу дозволяє підвищити довговічність ножів у 2-2,2 рази. Визначено оптимальні режими обробки ножів кутера даним технологічним методом.

In the article the results of experimental researches of increase of wear proof of knives are represented by the cutter the method of the plasma-detonation strengthening. The review of the known methods of increase of wear proof of knives of cutter is executed, their failing are certain, it is certain, that application to that end of plasma-detonation treatment is perspective. It is set, that application of the given method allows to advance longevity of knives in 2-2,2 times. The optimum modes of treatment of knives are certain by the cutter given technological method

Ключові слова: ножі кутера, підвищення зносостійкості, плазмово-детонаційне зміцнення.

Актуальність проблеми.

Підвищення довговічності різального інструменту м'ясопереробної промисловості продовжує залишатись актуальною задачею. Особливо це стосується ножів кутерів, що обумовлено малим періодом їх стійкості та високою вартістю [1,2]. Доцільним є розробка такого методу підвищення довговічності, що матиме високу ефективність та буде придатний до широкого промислового використання.

Огляд попередніх досліджень.

Дослідженню питань підвищення довговічності ножів кутера присвячено значну кількість наукових робіт [3]. Загально прийнятим та широкоживаним методом є хіміко-термічна обробка різальних кромки ножів. Так після одно- та двофазного борування було відмічено підвищення довговічності у 2,8-4,7 рази. Іншим методом – азотуванням – було досягнуто підвищення довговічності у 1,7 разу, а хромуванням – у 2-3 рази. Не дивлячись на переваги хіміко-термічної обробки (простота технічного оснащення), ці методи володіють суттєвими недоліками – великі витрати енергії та часу, також – недостатнє підвищення довговічності різальних кромки та значне збільшення їх крихкості.