

ВПЛИВ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ АЛМАЗНО-ВИГЛАДЖУВАЛЬНОГО ОБРОБЛЕННЯ НА МІКРОГЕОМЕТРІЮ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ СПРЯЖЕНИХ ДЕТАЛЕЙ

Проведені експериментальні дослідження процесу зміцнювально-вигладжувального оброблення після токарної операції. Використовувалися вигладжуючі індентори з синтетичного алмазу типу АКМ. Для оброблених зразків зі сталі 45 різними величинами сили вигладжування проводилися дослідження шорсткості та побудовано опорні криві профілю поверхні та зроблені мікрофотографії поверхневого шару. Здійснено порівняльний аналіз отриманих профілограм. Зроблені практичні висновки та рекомендації.

Ключові слова: алмазне вигладжування, сила вигладжування, мікрогеометрія, шорсткість.

S. MOROZ

Lutsk National Technical University

EFFECT POWER SETTINGS DIAMOND-SMOOTHING TREATED AT MICRO-GEOMETRY WORK SURFACES CONJUGATED PARTS

Abstract – Established that an important parameter of quality conjugated details are micro-geometry working surfaces. Specifically for machined surface defining feature is its bearing capacity, the actual surface area of the resulting depth profile. The paper analyzed experimental study of the process of strengthening smoothing surfaces after turning operation. To handle used smoothing of synthetic diamond indenter type AKM. During processing of test samples of steel 45 used different smoothing the force. After treatment have been studied surface roughness, built basic profile curves and made photomicrographs of the surface layer. The comparative analysis of profilogram. Made practical conclusions and recommendations regarding the rational power smoothing for processing parts made of steel 45.

Key word. diamond smoothing, smoothing strength, roughness, bearing curve profile.

Постановка проблеми

Основними причинами виходу із ладу роликопідшипників, які працюють в звичайних умовах, може бути їх статичне та втомне руйнування, викришування при контакті та зношення. Під час контакту кожний елемент поверхні кочення приймає змінні напруження.

Переміщення зони контакту по поверхні деталей викликає циклічні зміни напруження у всіх мікрооб'ємах поблизу траєкторії контакту. В результаті циклічного контактного напруження на робочих поверхнях виникають втомні тріщини, які призводять до втомного крихкого руйнування матеріалу.

Для отримання необхідної роботоzдатності приладових машин та механізмів потрібно забезпечити технологічну якість робочих поверхонь спряжених деталей. Зв'язок характеристик якості поверхневого шару з експлуатаційними властивостями деталей свідчить про те, що оптимальна (з огляду підвищення експлуатаційних властивостей деталей) поверхня повинна бути достатньо твердою, мати стискаючі залишкові напруження, дрібнодисперсну структуру, згладжену форму мікронерівностей з великою площею опорної поверхні.

Важливим параметром якості обробленої поверхні є її опорна здатність, тобто реальна площа поверхні по глибині отриманого профілю.

Одним із способів отримання необхідної мікрогеометрії робочої поверхні є зміцнювально-вигладжувальне оброблення [1], при якому стружка не утворюється, а відбувається тонка поверхнева пластична деформація (ППД) поверхневого шару.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В результаті критичного аналізу літературних джерел встановлено, що зносостійкість поверхонь тертя істотно залежить від висоти нерівностей і напрямку штрихів обробки. У початковий період роботи контакт поверхонь тертя відбувається по вершинах нерівностей. Фактична поверхня контакту складає всього від розрахункової, тому на площадках контакту виникають великі тиски, величина яких у ряді випадків перевищує границю текучості матеріалу. У точках контакту відбувається пластична деформація, зминання і зріз нерівностей, які приводять до інтенсивного початкового спрацювання поверхонь дотичних деталей і збільшення зазору між контактуючими поверхнями. Підвищення миттєвих температур у локальних точках контакту і розрив окисної плівки, що покриває метали, створюють сприятливі умови для молекулярного зачеплення контактуючих поверхонь з утворенням вузлів адгезійного схоплювання й інтенсивно спрацювання.

Дослідження А. А. Маталіна [1] показали, що форма нерівностей при однаковій висоті R_z впливає на спрацювання деталей тертя. Експерименти [2] показали, що під час початкового спрацювання, яке відбувається в період притирання, відбувається зміна розмірів і форми нерівностей.

Висота нерівностей у ряді випадків зменшується чи збільшується, наближаючись до якоїсь конкретної оптимальної висоти.

Збільшення висоти шорсткості, у порівнянні з оптимальною, збільшує спрацювання за рахунок

зростання сколювання, зрізу і змінання виступаючих нерівностей поверхні. Зменшення висоти шорсткості, порівняно з оптимальною, призводить до різкого спрацювання у зв'язку з виникненням молекулярного зчеплення і заїдання щільно дотичних поверхонь підвищеної гладкості.

Формулювання цілей

Метою роботи є дослідження формування мікрогеометрії робочих поверхонь деталей машин та приладів на операціях алмазного вигладжування з використанням інденторів з синтетичного алмазу типу АКТМ. Завданням роботи є дослідження утворення мікрогеометричних параметрів робочих поверхонь деталей машин та механізмів під час зміцнювально-вигладжувального оброблення. Встановити опорні криві досліджуваних поверхонь та зробити висновки та рекомендації щодо застосування зміцнювальних операцій для оброблення деталей після токарної операції.

Результати дослідження

В рамках дослідження було взято циліндричні зразки зі сталі 45, які попередньо піддавались токарному обробленню. Після токарної операції застосовувалось вигладжувальне оброблення, причому змінювалась на різних ділянках сила притискання вигладжувача P (сила вигладжування). Покази зміни сили відстежувались на індикаторі годинникового типу, який попередньо був відтарований по навантаженню. Інтервал зміни зусилля складав 100Н, 200Н, 300Н, 400Н. Подача s та швидкість вигладжування V вибиралась за рекомендаціями [1], [2] за максимальними значеннями. Технологічні режими вигладжування: $s=0,1$ мм/об, $v=20$ м/хв. Після оброблення зразки були піддані вимірюванню шорсткості на профілографі-профілометрі моделі 201, який оснащено АЦП та були зроблені мікроснімки на фотомікроскопі Smart-Eye. В підсумку отримано цифровий пакет даних, що використовувались для подальшого аналізу проведеного експерименту. Для порівняння результатів вигладжування було побудовано найбільш характерні профілограми точеної та вигладжених поверхонь (рис. 1–6).

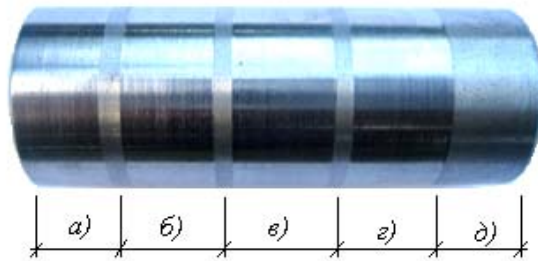


Рис. 1. Дослідницький зразок після токарної (д) та алмазно-вигладжувальних (а, б, в, г) операцій

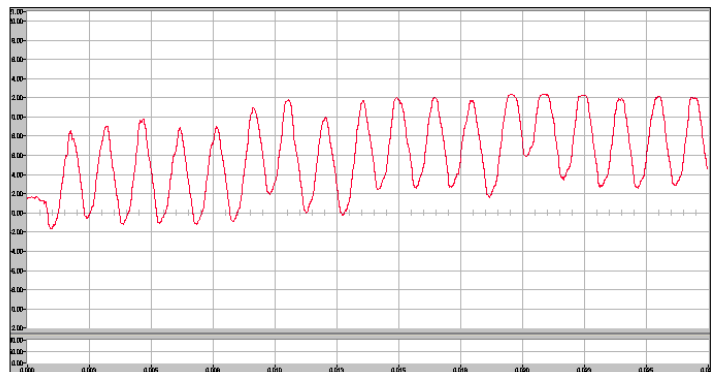
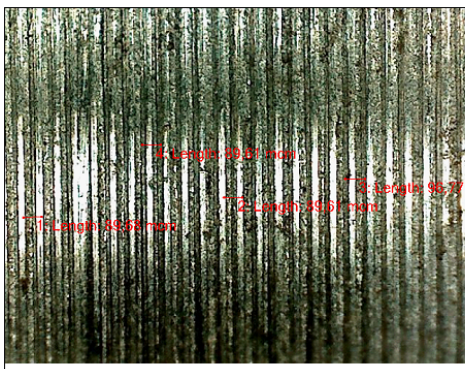


Рис. 2. Профілограма поверхні після токарного оброблення (рис. 1, д)

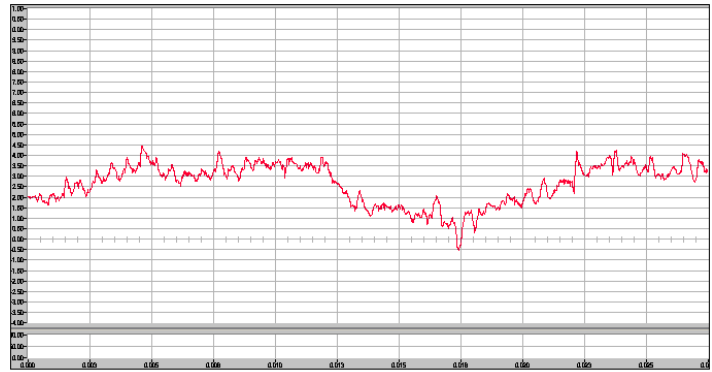
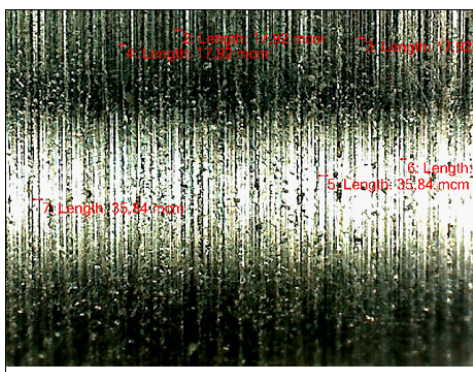


Рис. 3. Профілограма поверхні після вигладжувального оброблення, $P=100$ Н (рис. 1, а)

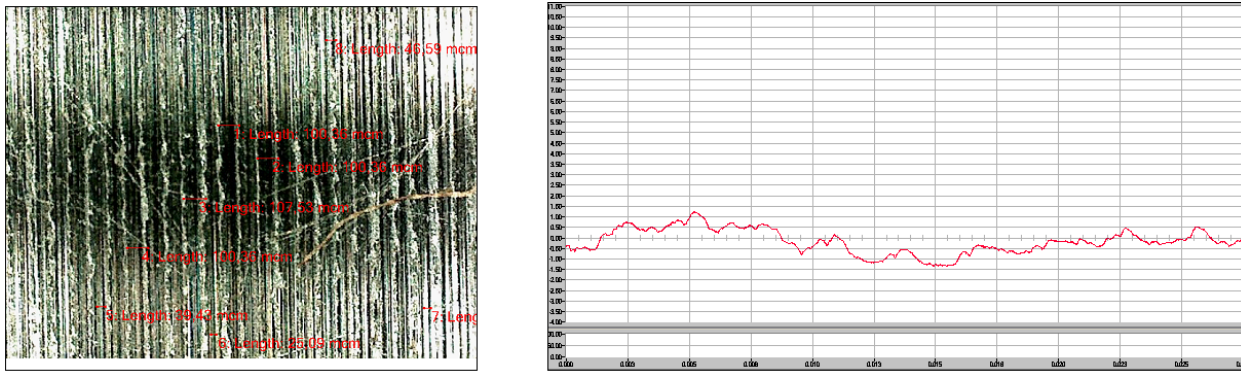


Рис. 4. Профілограма поверхні після вигладжувального оброблення, $P=200\text{H}$ (рис. 1, б)

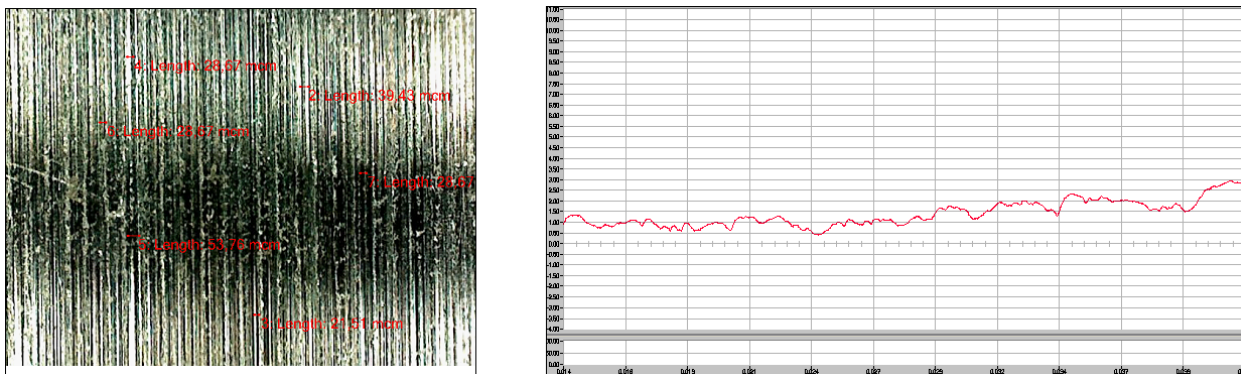


Рис. 5. Профілограма поверхні після вигладжувального оброблення, $P=300\text{H}$ (рис. 1, в)

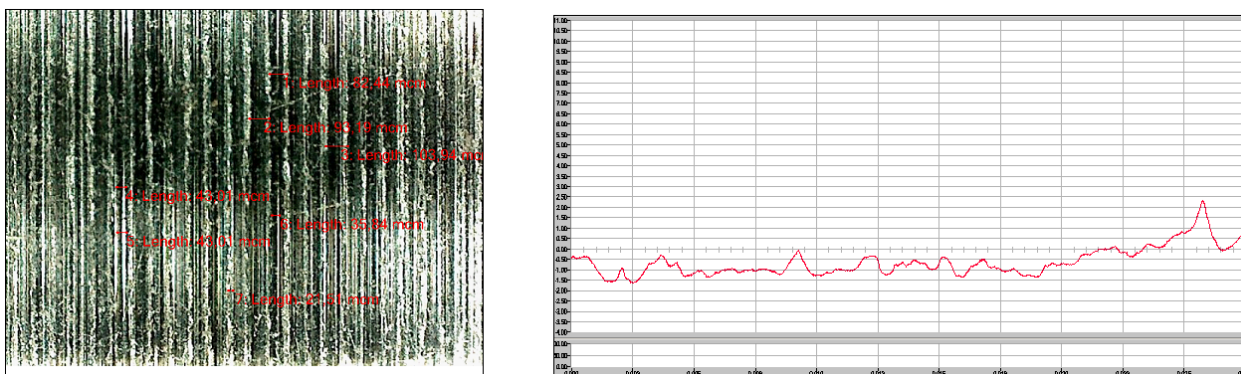


Рис. 6. Профілограма поверхні після вигладжувального оброблення, $P=400\text{H}$ (рис. 1, г)

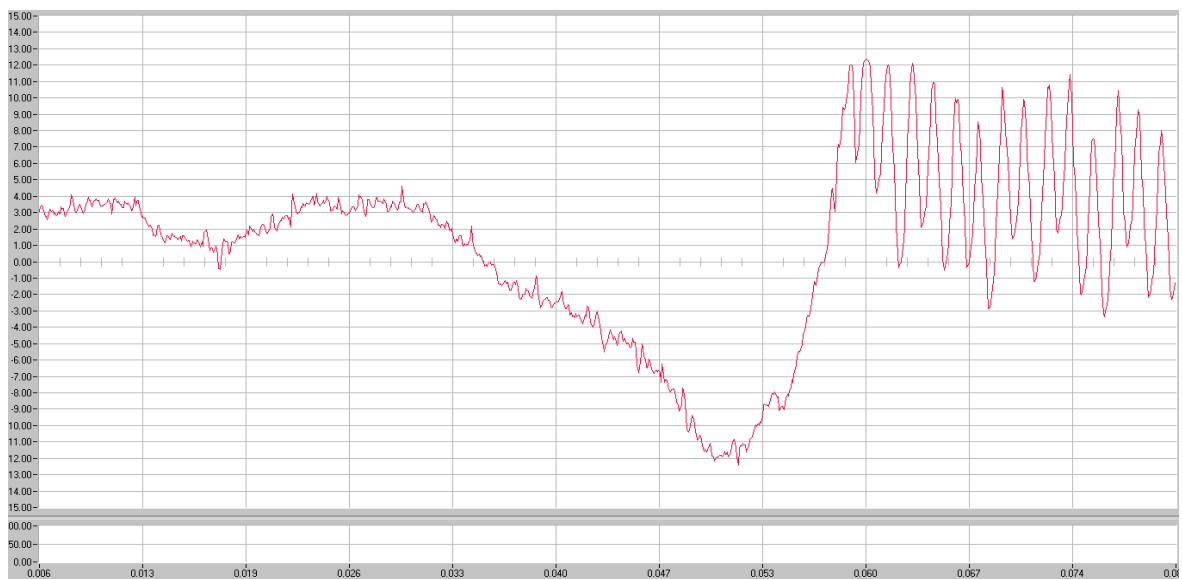


Рис. 7. Перехід від токарної обробки до вигладжування

При проектуванні технології оброблення деталей з використанням алмазного вигладжування

необхідно враховувати особливості даної операції. Під час підводу інструменту до оброблюваної поверхні спостерігається перехідний режим роботи. Він полягає в тому, що в початковий момент часу, коли встановлюється необхідна сила вигладжування, на поверхні утворюється перехідна зона з невеликим напливом, схожа картина спостерігається і після завершення вигладжування (рис. 7).

Для аналізу побудовано криву опорної поверхні. В результаті порівняння мікротопографії отриманих зразків встановлено, що при однаковій величині шорсткості вигладжена поверхня має оптимальнішу форму опорної кривої ніж шліфувана.

Важливим параметром контактуючих поверхонь є зносостійкість, яка залежить від мікрогеометричних характеристик поверхневого шару. На фактичну площу контактування впливає як висота, так і від форми мікронерівностей. Ця залежність задовільно описується кривими опорних довжин профілів, за допомогою яких будується опорна крива профілю. Вона характеризує розподіл матеріалу у шорсткому шарі й відіграє дуже важливу роль при розрахунках контактної взаємодії шорстких поверхонь [3]. Для порівняння було побудовано опорні криві для наведених вище профілограм (рис. 8).

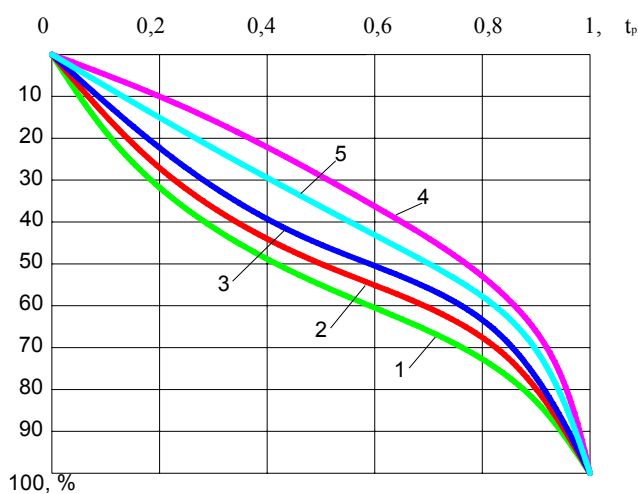
Висновки

В результаті аналізу профілограм та опорних кривих оброблених поверхонь зроблено наступні висновки: 1) використання вигладжування синтетичним алмазом типу АКТМ поверхні після токарного оброблення дозволяє зменшити початкову шорсткість у 6 разів; 2) раціональна сила вигладжування при $s=0,1$ мм/об, $v=20$ м/хв становить 300Н; 3) застосування запропонованих інструментів та матеріалів дозволяє розширити верхні межі стосовно подачі індентора та швидкості вигладжування; 4) сприятливішу форму опорної кривої має поверхня, яка оброблена з силою вигладжування 300Н.

Завдяки більшій опорній площі в порівнянні з іншими видами оброблення вигладжена поверхня забезпечує у взаємодії спряжених поверхонь деталей повніший контакт поверхонь, які взаємодіють між собою. Отримане в результаті цього зменшення контактного тиску на окремі робочі ділянки поверхні призводить до зростання кратності деформації поверхні, сприяючи тим самим зниженню зношування.

При вигладжуванні створюються сприятливі умови для підвищення зносостійкості деталей. Найбільш істотне підвищення досягається в основному за рахунок деформаційного зміцнення згладженої округлої форми мікронерівностей і спрямованості нерівностей.

Слід відмітити, що після алмазного вигладжування відбувається «завальцювання» шляхів проникнення корозійних середовищ всередину металу через дефекти поверхні. При цьому зменшуються корозійні процеси і підвищується втомна міцність деталей.



1 – токарне оброблення; 2 – вигладжувальне оброблення ($P=100$ Н); 3 – вигладжувальне оброблення ($P=200$ Н); 4 – вигладжувальне оброблення ($P=300$ Н); 5 – вигладжувальне оброблення ($P=400$ Н)

Рис. 8. Криві опорної поверхні

Література

1. Повышение несущей способности деталей машин алмазным выглаживанием / [Яценко В.К., Зайцев Г.З., Притченко В.Ф., Ившенко Л.И.]. – М. : Машиностроение, 1985. – 232 с.
2. Рыжов Э.В. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин / Рыжов Э.В., Суслов А.Г., Федоров В.П. – М. : Машиностроение, 1979. – 176 с.
3. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин / Анатолий Григорьевич Суслов. – М. : Машиностроение, 2000. – 320 с.

References

1. Yacenko V.K., Zajcev G.Z., Pritchenko V.F., Ivshhenko L.I. Povyshenie nesushhej sposobnosti detalej mashin almaznym vyglazhivaniem. Moskva, Mashinostroenie, 1985. – 232 p
2. Ryzhov E.V., Suslov A.G., Fedorov V.P. Texnologicheskoe obespechenie e'kspluatacionnyx svojstv detalej mashin. Moskva, Mashinostroenie, 1979. – 176 p
3. Suslov A.G. Kachestvo poverxnostnogo sloya detalej mashin. Moskva, Mashinostroenie, 2000. – 320 p

Рецензія/Peer review : 9.9.2014 р. Надрукована/Printed : 25.9.2014 р.

Рецензент: д.т.н., професор В.І. Марчук