

П.П. Мельничук, д.т.н., проф.
В.Ю. Лосєв, к.т.н., проф.
О.М. Богайчук, аспір.

Житомирський державний технологічний університет

ЧИСТОВА ОБРОБКА ПЛОСКИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ З УТВОРЮВАННЯМ НЕОБХІДНОГО РЕГУЛЯРНОГО МІКРОРЕЛЬЄФУ

У статті розглянуто існуючі способи формоутворення мікрорельєфу плоских поверхонь деталей і наведено нові, більш продуктивні та якісні з експлуатаційної точки зору, а також їх інструментальне забезпечення.

Вступ. Суттєве підвищення експлуатаційних характеристик машин і механізмів залежить в першу чергу від стану контактуючих поверхонь деталей і особливо пар тертя. Доведено [1–3], що на надійність, довговічність і якість роботи безпосередньо впливає стан поверхневих шарів контактуючих деталей. Важливою є не тільки величина шорсткості поверхонь, але й їх топографія. Створення регулярного мікрорельєфу з певними параметрами [3] (R – висота елемента, N – кількість елементів на 1 мм^2 площі, Tr – відносна опорна площа, β і γ – кути напрямку розташування елемента), а також певного класу, групи, виду і типу може мати значний вплив на працездатність з'єднань. Згідно з ГОСТом 24773-81 «Поверхности с регулярным микрорельефом. Классификация, параметры и характеристики», передбачено два класи рельєфу:

1. Повністю регулярні мікрорельєфи (ПРМР).
2. Частково регулярні мікрорельєфи (ЧРМР).

Регуляризація мікрорельєфу поверхонь деталей машин і механізмів проводиться з метою:

- скорочення тривалості і навіть виключення припрацювання контактуючих поверхонь деталей у процесі тертя;

- зниження втрат на тертя та виключення надирів, задирок і схоплювання;
- підвищення надійності та довговічності машин і механізмів;
- зменшення матеріалоемності і можливість заміни високовартісних металів на менш вартісні;
- виключення ручних робіт (шабрування, абразивне полірування);
- перехід на розрахункові методи нормування і технологічного забезпечення мікрогеометрії;
- підвищення плавності переміщення робочих органів на малих швидкостях;
- суттєвого зменшення шаржування поверхонь тертя продуктами зношування.

При однаковій шорсткості дві поверхні можуть суттєво відрізнитись за їх мастилоємністю.

Створення способів механічної обробки плоских поверхонь деталей, що забезпечують отримання ПРМР або ЧРМР з нормованими значеннями параметрів і характеристик (стандартизованих – ГОСТ 24773-81 або не стандартизованих) дає можливість цілеспрямовано підвищувати надійність і довговічність пар тертя машин і механізмів. Саме управління кінематикою рухів формоутворюючих елементів при обробці деталей сприяє утворенню регулярних мікрорельєфів без введення додаткових операцій (наприклад, вібродинамічного накочування).

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. У роботі [1] підкреслено, що особливу складність представляє собою створення регулярного мікрорельєфу на плоских поверхнях, тому що необхідно забезпечити зв'язок між рухом деформуючого елемента і рухом подач, а також зміщення стрічок по фазі, а відомі пристрої для пострічкового і багатострічкового вібронакочування, що встановлюються відповідно, на поздовжньо-стругальних і вертикально-фрезерних верстатах, не забезпечують кінематичного зв'язку віброголовки з рухом подач, а в другому випадку не забезпечують у широких межах і тонке регулювання значень параметрів мікрорельєфу.

У роботі [2] серед великої кількості пристроїв для створення регулярного мікрорельєфу на поверхнях тіл обертання наведено лише одна кінематична схема віброголовки для обробки плоских поверхонь, одна конструкція (з габаритами і приєднувальними розмірами) віброголовки й один загальний вигляд віброголовки з розташуванням видавлених канавок за синусоїдою.

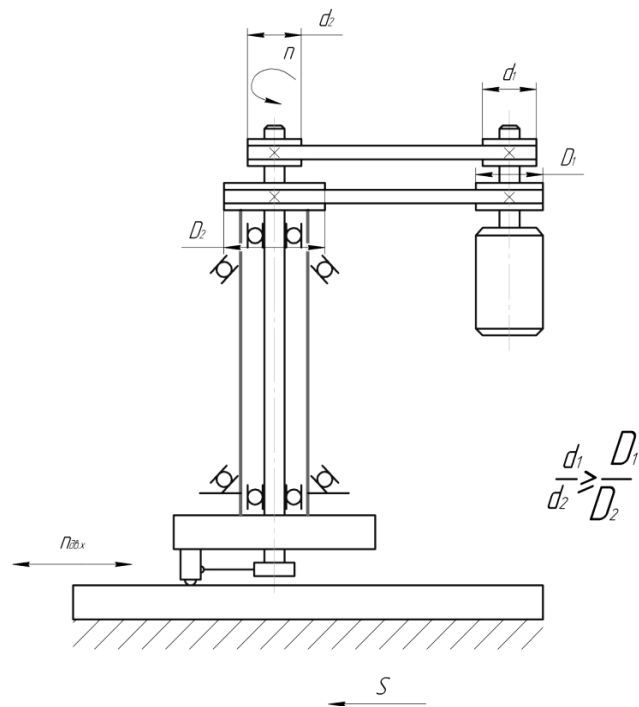


Рис. 1. Кінематична схема віброголовки для обробки плоских поверхонь з перекриттям по ширині за один прохід

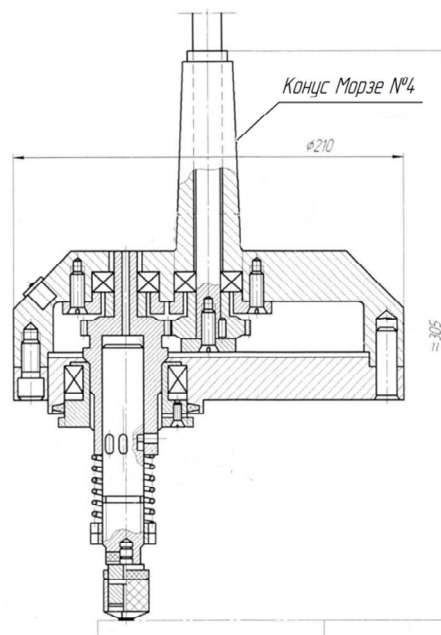


Рис. 2. Віброголовка для обробки плоских поверхонь з розташуванням видавлених канавок за циклоїдою

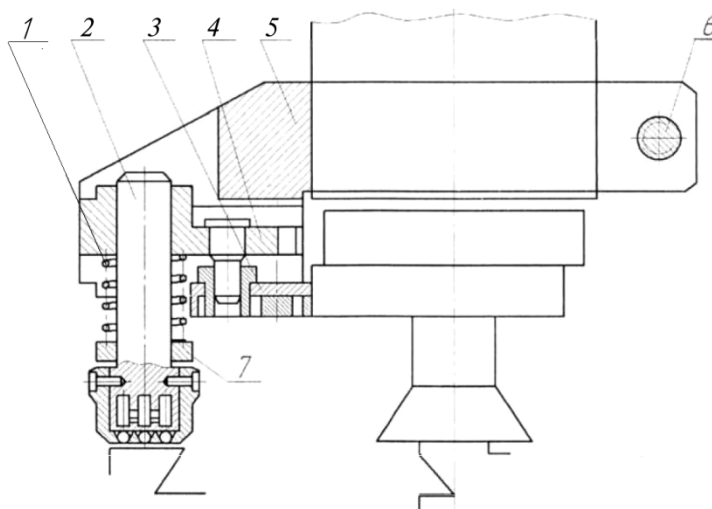


Рис. 3. Віброголовка для обробки плоских поверхонь з розташуванням видавлених канавок за синусоїдою

З рисунка 3 видно, що корпус 5 нерухомо закріплений на пінолі фрезерного або розточувального верстата хомутом з болтом 6. Від шпинделя осциляційний рух передається головці 2 з кулаками через регульований ексцентричний пристрій 4 і тяги 3. Кожна кулька опирається на кульковий підшипник і пружно притискається до оброблюваної поверхні тарованою пружиною 1, попередній натяг якої створюється гайкою 7.

Крім того наведено також один комбінований інструмент для проведення за один прохід фрезерування і поверхневого пластичного деформування (рис. 4).

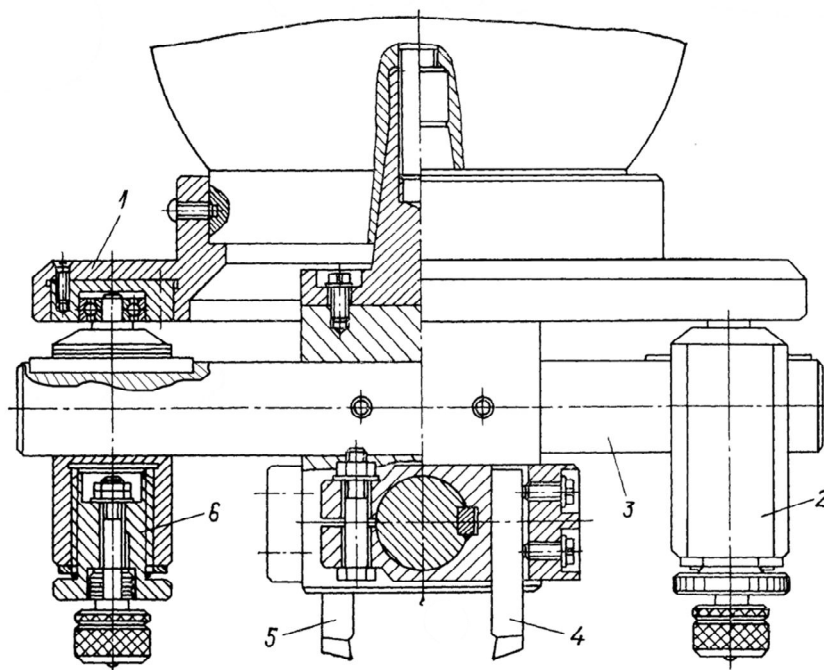


Рис. 4. Віброголовка для одночасного торцевого фрезерування і вібронакочування плоскої поверхні

Осциляційний рух у горизонтальній площині здійснюється кулачком 1, що закріплений на шпindelній головці вертикально-фрезерного верстата. Кулькові державки 2 і 6 пружної дії можуть встановлюватись на різних відстанях від осі шпинделя. Це дає можливість проводити вібронакочування як окрему самостійну операцію, так і одночасно з фрезеруванням різцями 4 і 5, що закріплені в пазах корпусу 3. Слід зазначити, що відстань між різцями 4 і 5 має бути більшою відстані між кульковими державками 2 і 6.

На рисунку 5 надано варіанти системи канавок, форма яких і розташування визначається кількістю і розташуванням деформуючих елементів, а також режимами обробки.

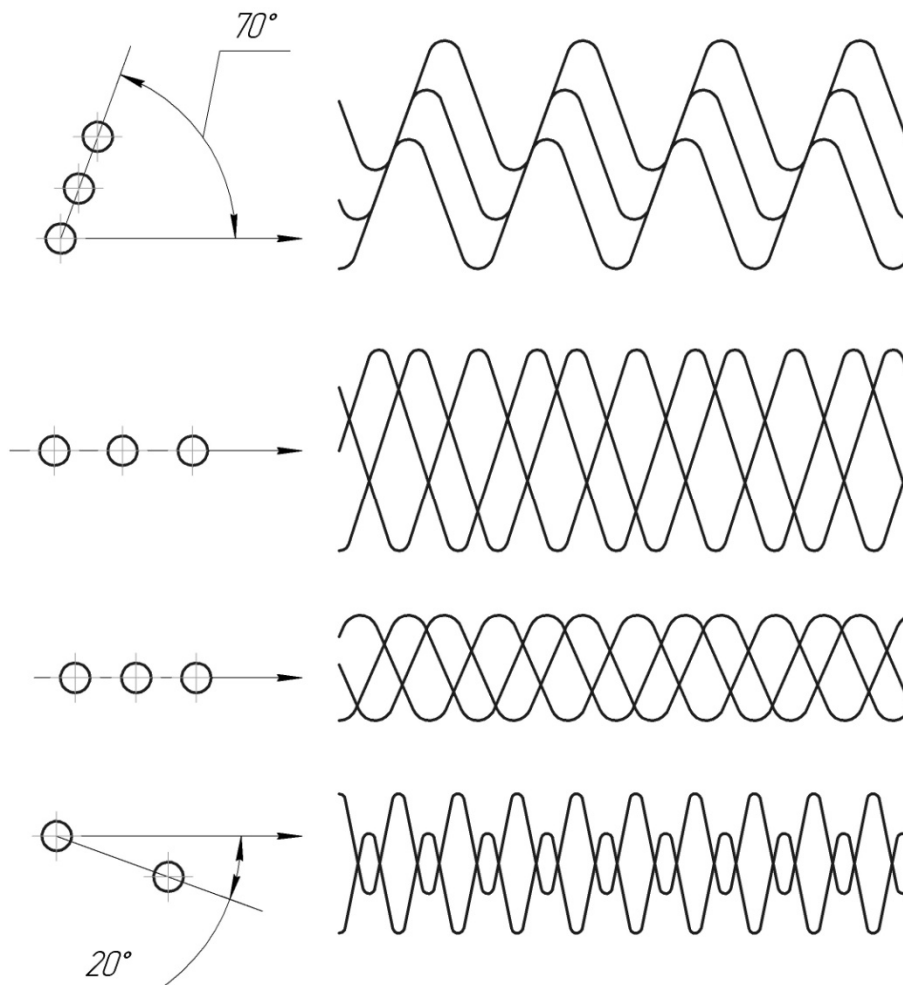


Рис. 5. Варіанти систем вібронакочування на плоских поверхнях канавок при різній кількості деформуючих елементів і режимах обробки

Викладення основного матеріалу. Розробники ГОСТу 24773-81 слушно передбачили можливість подальшого вдосконалення стандарту, залишивши вільні клітинки для груп, видів і типів поверхонь з регульованим мікрорельєфом (рис. 6).

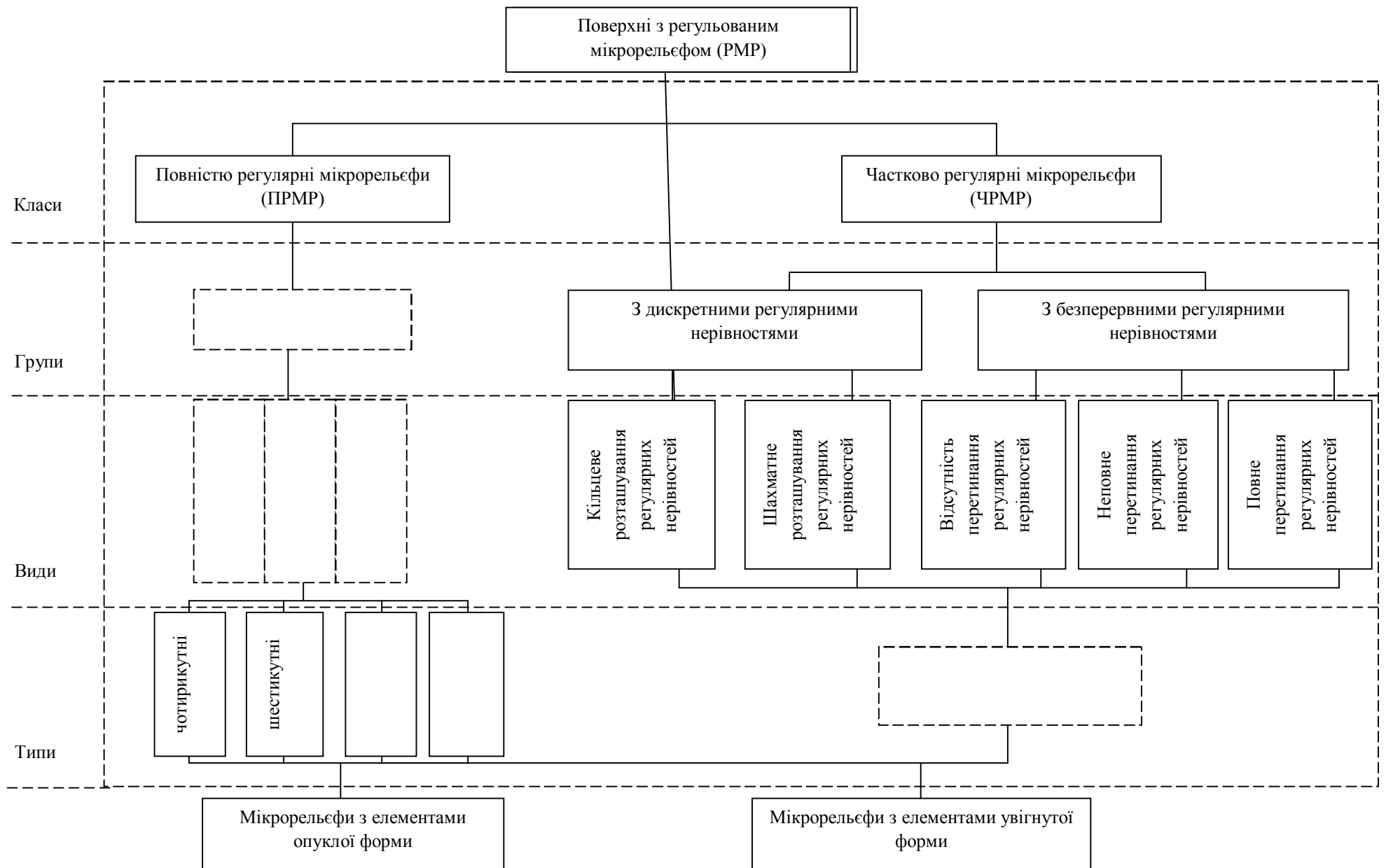


Рис. 6. Поверхні з регульованим мікрорельєфом

У Житомирському державному технологічному університеті розроблено і досліджено торцеві інструменти для обробки плоских поверхонь деталей зі сталей і чавунів із застосуванням кінематичного перетворення колового руху формоутворюючих елементів у прямолінійний, перпендикулярний до вектора подачі, а також зі створенням їх планетарного руху при коловому русі шпинделя верстата.

Ці два напрямки можуть бути використані для створення одночасно з видаленням припуску на обробку необхідного регулярного рельєфу обробленої поверхні.

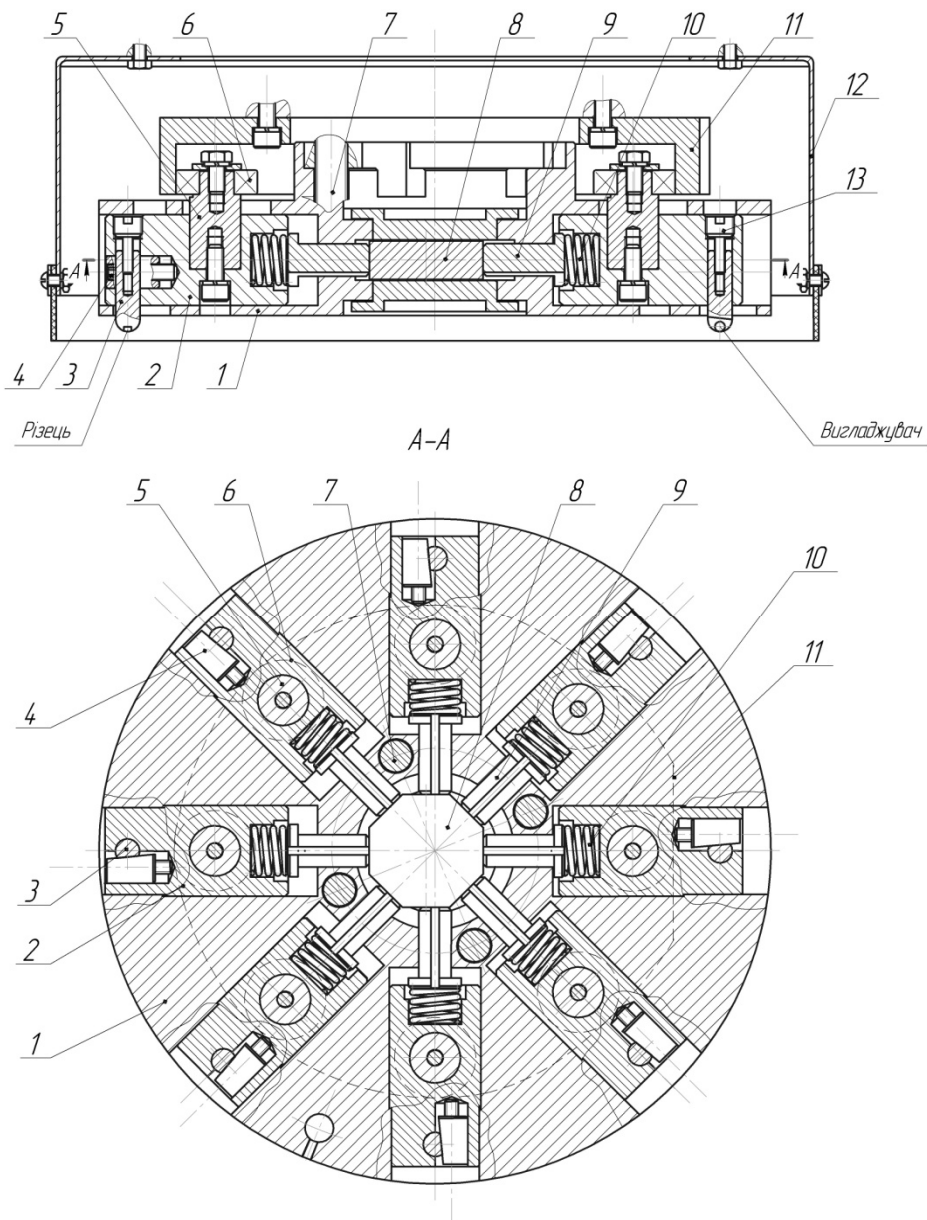


Рис. 7. Стругальна головка

Так, якщо в стругальну головку (рис. 7) замість різальних елементів 3 на одному-двох повзунах встановити вигладжувачі або кулькові віброголовки і провести регулювання за рахунок ексцентриків 5, відстань їх розташування від осі обертання інструмента менша за відстань розташування різальних елементів, можливо отримати рельєф обробленої поверхні у вигляді, зображеному на рисунку 8, а.

Змінюючи профіль копіра 11, а також положення торцевого інструмента відносно оброблюваної поверхні, можливо отримати значну кількість форм мікронерівностей, типові з яких надано на рисунку 8, б, в, г.

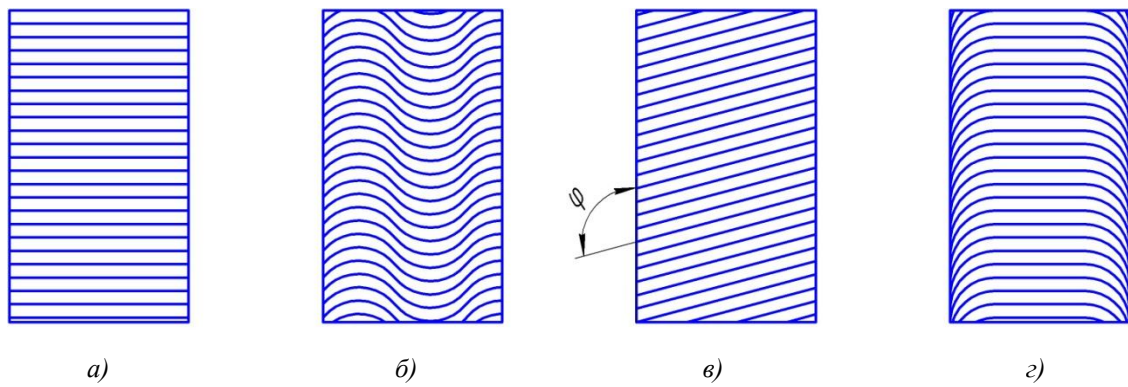


Рис. 8. Форма мікрорельєфу поверхні обробленої струганням: а – пряmlinійна перпендикулярна до вектора подачі; б – хвиляста; в – під кутом до вектора подачі; з – пряmlinійна з закругленими кінцями

Другий торцевий інструмент з кінематичним перетворенням колового руху в планетарний зображений на рисунку 9.

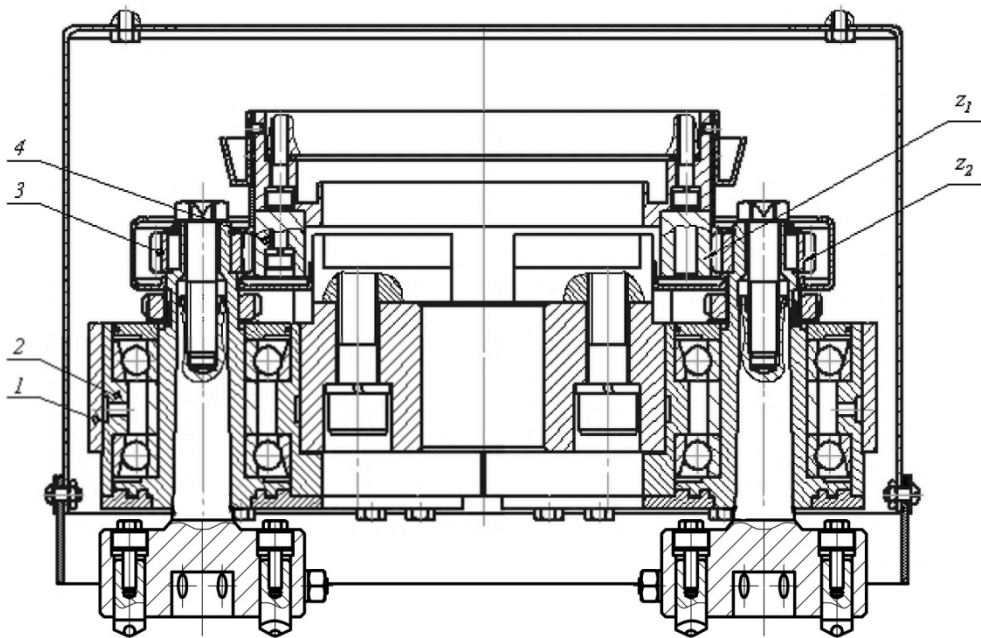


Рис. 9. Конструктивні елементи збірного різального інструмента

При планетарному русі формуючих елементів, змінюючи в кожному з них кількість різальних зубів, або їх орієнтацію один відносно інших, а також встановивши замість одного різального вигладжуючий або накатний формуючий елемент, можливо отримувати значну кількість видів регулярних мікрорельєфів у вигляді трикутних або багатокутних пелюстків, сторони яких представляють криві лінії.

У розробленому торцевому інструменті траєкторію руху формуючих елементів (різальних і вигладжуючих) є складна крива, яка отримала назву «трохоепітрохіда». При цьому з'явилась велика кількість факторів, якими можливо користуватись для отримання необхідного рельєфу плоскої поверхні:

- зміна кількості деформуючих елементів;
- зміна подачі на оберт інструмента;
- зміна взаємної орієнтації формуючих елементів у корпусі торцевого інструмента;
- зміна вектора подачі, в тому числі здійснення запрограмованих зупинок.

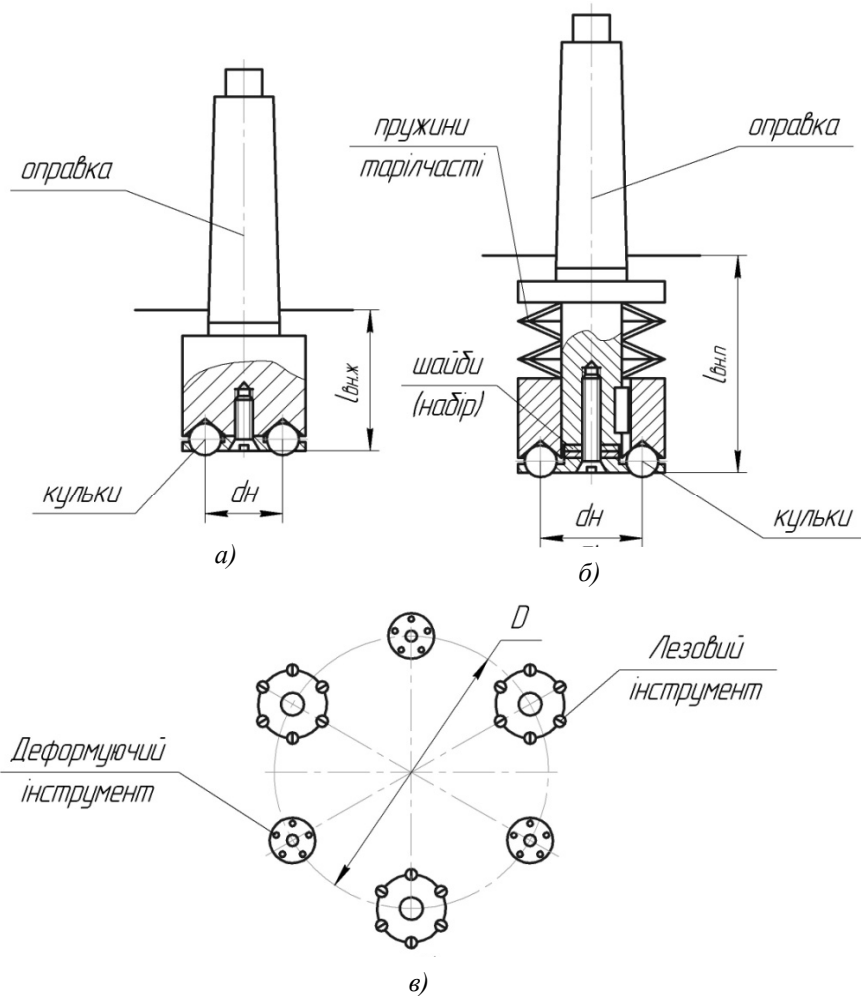


Рис. 10. Накатники: жорсткий (а) і пружний (б) та схема їх взаємного розташування (в)

1. Кількість формуючих елементів (багатолезових) – 3 шт.
2. Кількість накатників – 3 шт.

$d_n < d_{in}$; $l_{н.п.} = l_{н.ж.} + \Delta c$; Δc – деформація, що забезпечує створення сили P_u притискання кульок до оброблюваної поверхні; $l_{н.ж.}$ – виліт накатника жорсткого; $l_{н.п.}$ – виліт накатника пружного; l_{in} – виліт різальних елементів; d_n – діаметр накатника; d_{in} – діаметр розташування різальних елементів; D – діаметр розташування формуючих елементів.

Застосування наведеної конструкції торцевого інструмента з різальними і деформуючими формуючими елементами дозволяє отримувати такі типові рельєфи поверхонь (рис. 11).

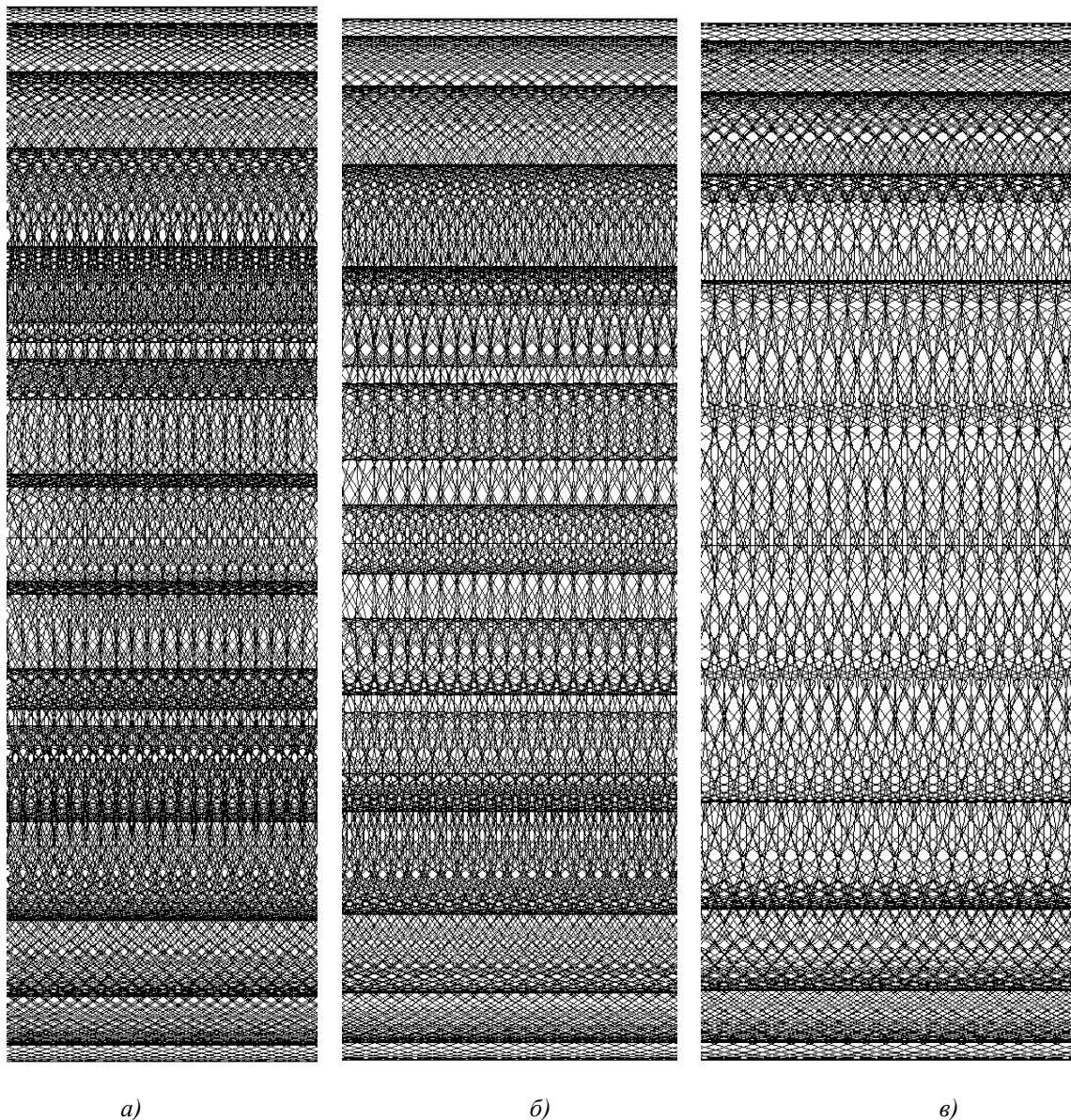


Рис. 11. Типові рельєфи поверхонь, отримані запропонованим інструментом

Висновки. Розроблені процеси комбінованої обробки плоских поверхонь деталей дозволяють значно розширити різновид регулярних мікрорельєфів поверхонь деталей з метою підвищення їх експлуатаційних характеристик.

Виконана робота дозволяє звернути увагу на необхідність проведення вдосконалення ГОСТ 24773-81 в таких напрямках:

1. Розширити номенклатуру видів і типів поверхонь з РМР за рахунок введення трикутних, п'ятикутних і багатокутних типів, а також комбінованих опуклих з увігнутими виконаннями.
2. Для поверхонь з ПРМР кількість елементів N на 1 мм^2 площі (пункт 2.3.3 ГОСТ 24773-81) вказувати в штуках, а не у відсотках.
3. Кути напрямків розташування чотири- і шестикутних типів α і γ не можуть змінюватись від 0° до 180° (пункт 2.3.5).
4. Надати роз'яснення, з якою метою в стандарті надано два ряди числових значень висоти елементів R (пункт 2.3.1).
5. Провести узгодження стандартів на рельєф і шорсткість поверхонь (ГОСТ 24771-81 і ДСТУ 2413-94).

Список використаної літератури:

1. Образование регулярного микрорельефа способом вибронакатывания на станках с ЧПУ / А.Э. Алиев, В.В. Арефьев, Ю.Петренко и др. // Станки и инструмент. – 1987. – № 4. – С. 32–33.
2. Шнейде Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом / Ю.Г. Шнейде. – 2-ое изд. перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. – 248 с.
3. ГОСТ 24773-81. Поверхні з регулярним мікрорельєфом. Класифікація, параметри, характеристики.

МЕЛЬНИЧУК Петро Петрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології машинобудування і конструювання технічних систем, ректор Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– технологія машинобудування.

ЛОСВ Володимир Юхимович – кандидат технічних наук, професор кафедри технології машинобудування і конструювання технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– технологія машинобудування;

– комплексні і комбіновані методи обробки плоских поверхонь деталей машин;

– конструювання металообробних верстатів та інструментів.

БОГАЙЧУК Олександр Миколайович – аспірант кафедри технології машинобудування та конструювання технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– комплексні і комбіновані методи обробки плоских поверхонь деталей машин.

Стаття надійшла до редакції 08.02.2012

Мельничук П.П., Лоев В.Ю., Богайчук О.М. Чистова обробка плоских поверхонь деталей з утворенням необхідного регулярного мікрорельєфу

Мельничук П.П., Лоев В.Ю., Богайчук О.М. Чистовая обработка плоских поверхностей деталей с образованием необходимого регулярного микрорельефа

Melnychuk P.P., Loev V.E., Bogaichuk O.M. Finishing of flat tools with formation of necessary regular microrelief.

УДК 621.9.07

Чистовая обработка плоских поверхностей деталей с образованием необходимого регулярного микрорельефа / П.П. Мельничук, В.Ю. Лоев, О.М. Богайчук

В статье рассмотрены существующие способы формообразования микрорельефа плоских поверхностей деталей и приведены новые, более продуктивные и качественные с эксплуатационной точки зрения, а также их инструментальное обеспечение.

УДК 621.9.07

Finishing of flat tools with formation of necessary regular microrelief / P.P. Melnychuk, V.E. Loev, O.M. Bogaichuk

Existent kinds of microrelief formation of flat surface of tools are given in the article.

There also new kinds more productive and qualitative by exploitation point of view and their instrumental maintenance presented in the article.