

Рисунок – Залежність висоти мікронерівностей (а) на обробленій поверхні та радіусу заокруглення різальної кромки (б) різальних пластин від часу ВМАО

Таким чином, виконаний комплекс досліджень показав, що запропонована обробка ефективна у якості фінішного метода формоутворення робочих поверхонь різальних пластин з ПКНБ групи ВL, а режими обробки обумовлені умовами їх наступної експлуатації.

*Клочко О.О., Заковоротний О.Ю.*

Національний технічний університет «ХПІ», Харків, Україна

*Новіков Ф.В.*

Харківський національний економічний університет

імені Семена Кузнеця, Харків, Україна

*Юрчишин О.Я. Семінська Н.В*

НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ, Україна

## СУЧАСНІ МЕТОДИ ЧИСТОВОЇ ОБРОБКИ ЗУБЧАСТИХ РЕЙОК ПІДВИЩЕНОЇ ДОВЖИНИ

Зі збільшенням застосування рейкових передач та обсягів їх виробництва підвищилися вимоги до точності та якості обробки рейок підвищеної довжини, а отже до технологічного оснащення: обладнання, інструменту, оснащення, заготовок.

Аналіз технологічних проблем дозволив виділити основні напрями, які забезпечують високу якість і продуктивність виготовлення зубчастих рейок:

- 1 Експлуатація жорсткого, високопродуктивного обладнання [1].
- 2 Створення інструменту для обробки зубів рейок збірної конструкції, оснащеного пластинками твердого сплаву.
- 3 Проектування та виготовлення настановних пристроїв, з мінімальними похибками закріплення.

4 Враховувати технологічну спадковість на всій стадії виготовлення деталей.

5 Створення нових технологічних напрямів чистової обробки зубчастих рейок (рис. 1, рис. 2) [2, 3, 4].

6 Розробка технологічних процесів із забезпеченням мінімальних витрат під час виготовлення зубчастих рейок, які забезпечують необхідну якість.

При дослідженні процесу остаточного формоутворення зубів рейок були теоретично вивчені умови, що забезпечують отримання необхідної шорсткості обробленої поверхні зубів і проведені експериментальні роботи зі встановлення параметрів стану поверхневого шару, які визначають експлуатаційні властивості [1, 3]: макровідхилення  $H_{max}$ ,  $H_p$ ; хвилястість  $W_a$ ,  $W_p$ ,  $W_z$ ,  $S_{mW}$ ; шорсткість  $R_a$ ,  $R_p$ ,  $R_{max}$ ,  $t_m$ ,  $S_m$ ,  $S_s$ , ступінь зміцнення  $\kappa'_1 (H_{\mu o})$ ; фізико-механічні властивості поверхневих шарів контактуючих деталей  $\pm\sigma_o$ ,  $h_{\mu o}$ ,  $h_{\sigma o}$ .

Розглядаючи технологічні можливості чистового формоутворення зубчастих рейок на основі фізичної картини ефективності прогресивних схем зубофрезерування [1, 2], на рейкодовбежних і рейкошліфувальних верстатах [1, 3], найбільш переважними є ті методи, у яких при чистовій обробці можна досягти сталість знімаемого припуску при впровадженні ріжучого інструменту в оброблюваний матеріал [1, 3, 4].

До таких технологічних способів чистової обробки зубчастих рейок відносяться рейкошевінгування та обробка черв'ячною фрезою із забірним конусом [1, 3]. Рейкошевінгування здійснюється на зганках із поздовжнім переміщенням столу (рис. 1), на столі якого закріплюється рейка, що обробляється.



*Рисунок 1 – Рейкошевінгування на верстатах із поздовжнім переміщенням столу*

Рейкошевінгувальну головку встановлюють на поперечній траверсі верстата. Для прямозубих рейок застосовують дисковий шевер з кутом нахилу зубів шеверу  $10 - 25^\circ$ , для косозубих рейок застосовують дисковий шевер таким чином, щоб різниця кута нахилу зубів шевера і кута нахилу зубів рейки становила  $5 - 25^\circ$ . Шевер приводиться у обертання внаслідок зворотно-поступального руху заготівлі-рейки.

При ширині шеверу менше ширини оброблюваної рейки, після кожного подвійного ходу в крайньому положенні здійснюється поперечна подача шевера перпендикулярно зворотню-поступального руху рейки, таким чином, щоб величина поперечної подачі становила не більше  $2/3$  ширини шеверу. Після повного поперечного ходу шевера здійснюється радіальна подача осі шеверу до рейки, що обробляється.

Профіль зуба рейки, підготовлений під остаточну чистову обробку повинен мати висоту зуба більше розрахункової, що забезпечується при попередньому формоутворенні зубів.

Швидкість різання  $v_s$  з достатньою точністю для практики можна прийняти рівною швидкості ковзання в полюсі зачеплення

$$v_s = v_0(\cos\beta_0 \operatorname{tg}\beta \pm \sin\beta_0),$$

де  $v_0$  – окружна швидкість шеверу;  $\beta_0$  – кут нахилу лінії зуба шеверу;  $\beta$  – кут нахилу лінії зуба рейки.

При однойменних напрямках ліній зубів шеверу та рейки слід брати знак плюс, при різноіменних – мінус.

З метою підвищення якості обробки зубчастих рейок за рахунок виключення необхідності зміни міжцентрової відстані при відведенні інструменту розроблено спосіб профільного зубостругання при переміщенні черв'ячної фрези, виконаної із забірним конусом, вниз при фіксованому положенні ріжучих кромки. При виході із зони різання і після зупинки після закінчення робочого ходу в нижньому положенні черв'ячну фрезу повертають на половину окружного кроку ріжучих канавок, після чого піднімають у верхнє положення, що забезпечує зазор між оброблюваною поверхнею і зубами фрези. Спосіб чистової обробки (рис. 2) зубів рейок 1 черв'ячною фрезою 2 із ріжучими кромками 3 і 4 і забірним конусом 5, призначеним для перерозподілу припуску по висоті зубів рейки, що нарізується, здійснюється при положенні ріжучої кромки 3 в горизонтальному положенні.

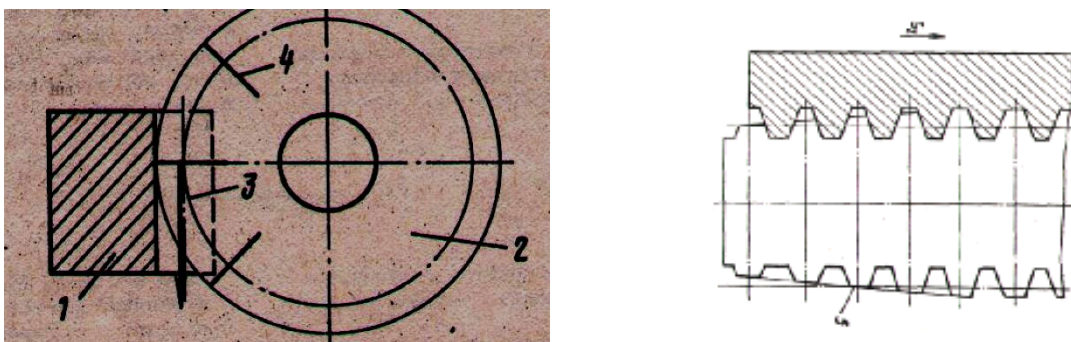


Рисунок 2 – Профільне зубостругання при переміщенні черв'ячної фрези із заборним конусом

При переміщенні фрези вниз при фіксованому положенні ріжучих кромки здійснюється зубостругання зубів рейки. При виході із зони різання і після зупинки після закінчення робочого ходу в нижньому положенні черв'ячна фреза повертається на половину окружного кроку ріжучих канавок, після чого фрезу піднімають у верхнє положення, що забезпечує між оброблюваною поверхнею і зубами фрези зазор.

Спосіб чистової обробки зубів рейок контурним зубодовбленням або копіюванням з переривчастою обкаткою черв'ячною фрезою, зі збереженням міжосьової відстані між віссю черв'ячної фрези і ділильною лінією оброблюваної рейки при виведенні інструменту із зони різання забезпечує підвищення якості крайок.

## ЛІТЕРАТУРА

1 Пермяков О.А. Синтез технологічних параметрів високопродуктивної обробки зубчастих рейок спареними фрезами / О.А. Пермяков, О.О. Клочко, Ю.О. Сينيца // Вісник НТУ «ХП». Серія: Технології в машинобудуванні. – Х.: НТУ «ХП», 2017. – № 17 (1239). – С. 71–77. – Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2079-004X.

2 Юрчишин О.Я., Охрименко А.А., Рассохин Д.А., Костик Е.А., Клочко А.А. Морфологический анализ конструкторско-технологических параметров высокоточных, тяжело нагруженных, крупногабаритных зубчатых реек ответственных реечных передач: Машинобудування і зварювальне виробництво / міжвузівський тематичний збірник наукових праць, Маріуполь, Наука та виробництво: ДВУЗ «ПДТУ», 2019. – Вип. 21. – С. 142–151.

3 Клочко О.О., Юрчишин О.Я., Сапон С.П. Структура моделі технологічної спадковості при обробці високоточних зубчастих рейок / Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2020): матеріали тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 29–30 квітня 2020 р.): у 2-х т. / Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.]; – Чернігів : ЧНТУ, 2020. – Т. 1. – С. 42.

4 Клочко О.О., Юрчишин О.Я., Охрименко О.А., Семінська Н.В. Функціональний зв'язок умов обробки з параметрами стану поверхні зубів рейок. ISSN 2521-1943. Mechanics and advanced technologies # 3 (87), 2019 – С. 91 – 99.

*Клочко О.Ю., Галкін М.Г., Рубець Є.І.*  
Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛЕГОВАНИХ БІЛИХ ЧАВУНІВ ВІД ХІМІЧНОГО СКЛАДУ

Відомо, що властивості легованих білих чавунів визначаються типом сформованих фаз і їх співвідношенням, морфологією, кількістю розмірами карбідної фази, що визначається хімічним складом сплаву [1]. Тому завданням проведеного дослідження було дослідити залежність механічних властивостей комплекснолегованих хромистих чавунів від хімічного складу. Випробування проводили на спеціально виготовлених зразках комплекснолегованих хромовмісних чавунів з різним співвідношенням Cr/C (2.43-2.92%С, 2.9-26.8%Cr).