

Крайовий кут змочування поверхонь сплаву NiTi після торцевого фрезерування

Здатність до змочування є важливою функціональною властивістю поверхні, що має принципове значення в багатьох галузях науки і техніки: від видобувної промисловості і до біомедицини. Сплави NiTi набувають все більшого застосування в різних галузях промисловості, що вимагає дослідження їх змочувальних властивостей після різних технологічних методів обробки. Різні методи механічної обробки створюють на поверхні специфічний мікрорельєф, що є одним із ключових факторів впливу на змочувальні властивості поверхні. Робота присвячена експериментальному дослідженню залежності крайового кута змочування поверхонь сплаву NiTi після торцевого фрезерування від параметрів шорсткості та хвилястості, виміряних у різних напрямках відносно напрямку подачі. Дослідні зразки оброблялися в умовах сухого симетричного торцевого фрезерування зі змінними режимами різання. Крайовий кут змочування поверхні водою визначався методом сидячої краплі. Крапля води перебувала на усіх досліджуваних фрезерованих поверхнях у стані Венцеля. Розглядається вплив топології поверхні на форму краплі. Базою для порівняння є зразок з полірованою поверхнею (R_a 0,07 мкм). Обговорюються кореляційні зв'язки між шорсткістю та хвилястістю фрезерованих поверхонь, виміряних у різних напрямках, та крайовим кутом змочування. Отримані результати можуть бути корисними для розуміння поведінки змочування фрезерованих поверхонь із сплавів NiTi.

Ключові слова: поверхневий мікрорельєф; топологія поверхні; шорсткість; хвилястість; стан Венцеля.

Актуальність теми. Поверхні сучасних виробів часто характеризуються складним мікрорельєфом, що визначає цілий ряд функціональних властивостей. Однією із важливих функціональних властивостей поверхні є її здатність до змочування. Змочування є явищем взаємодії рідини з твердим тілом та має ключове значення в багатьох галузях науки і техніки, починаючи від видобувної промисловості і закінчуючи розробкою сучасних функціональних матеріалів та проблемами біомедицини [1].

Більшість досліджень явища змочування поверхонь металів і сплавів зосереджені на поверхнях, що виготовлені абразивними методами, методом нанесення покриттів тощо. Такі поверхні мають стохастичний ізотропний мікрорельєф, тому для розрахунку крайового кута змочування таких поверхонь, якщо вони гідрофільні, достовірні результати дає формула Венцеля – Дерягіна [2]. Ця формула містить коефіцієнт шорсткості поверхні, тобто передбачає, що підвищення шорсткості поверхні збільшує площу контакту твердої і рідкої фази і таким чином покращує змочування.

Фрезеровані поверхні характеризуються анізотропним мікрорельєфом, який містить періодичні криволінійні канавки від проходу різальної кромки інструмента [3, 4]. Такі канавки можуть бути бар'єрами для розповсюдження краплі по поверхні. При цьому оперування лише параметром шорсткості поверхні, як єдиною характеристикою, що визначає площу контактної взаємодії фаз, навряд чи є доцільним.

Оскільки змочувальні властивості фрезерованих поверхонь сплаву NiTi не є дослідженими, і цей матеріал набуває все більшого застосування в різних галузях промисловості [5–7], виникає необхідність проведення експериментальних досліджень залежності крайового кута змочування від характеристик мікрорельєфу фрезерованої поверхні.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, на які спирається автор. Поверхні металів і сплавів після механічної обробки мають досить складний мікрорельєф з виступами та западинами різної форми й розмірів. Залежно від методу виготовлення та геометрії різального інструмента нерівності на поверхні можуть вимірюватися в широких межах – від кількох мікронів до кількох міліметрів [8].

Топологія поверхні впливає на величину крайового кута змочування з двох причин. Одна з них – термодинамічна. Нерівності збільшують площу реальної поверхні, порівняно з ідеально гладкою. Друга причина – кінетична. Суть кінетичного гістерезису полягає в тому, що на реальній твердій поверхні існує мережа сполучених мікроканавок. Наявність канавки впливає на крайові кути залежно від її орієнтації по відношенню до напрямку розтікання. Уздовж канавки рідинна розтікається безперешкодно, але при перехресній орієнтації канавка може зупинити процес розтікання.

Для характеристики нерівномірності мікрорельєфу застосовують коефіцієнт шорсткості r – відношення фактичної площі поверхні (з урахуванням западин та виступів) до її проекції на горизонтальну площину.

Для шорсткої поверхні знайти залежність кута змочування від коефіцієнта шорсткості дозволяє рівняння Венцеля – Дерягіна [2]. У моделі Венцеля припускається, що рідина повністю заповнює канавки шорсткої поверхні:

$$\cos \theta_w = r \cos \theta, \quad (1)$$

де θ_w – крайовий кут змочування шорсткої поверхні в стані Венцеля, θ – рівноважний кут змочування гладкої поверхні, а r – коефіцієнт шорсткості поверхні.

Згідно із рівнянням Венцеля – Дерягіна, для гідрофільних поверхонь ($0 < \theta < 90^\circ$), збільшення коефіцієнта шорсткості викликає зменшення кута змочування. При досить великому коефіцієнті шорсткості

$$r = \frac{1}{\cos(\theta)}$$

виконується термодинамічна умова повного змочування ($\theta = 0$).

Метод визначення коефіцієнта шорсткості поверхні має вирішальне значення під час прогнозування характеристик змочування. При дослідженні змочуваності сильно рельєфних анізотропних поверхонь, до яких належать фрезеровані поверхні, зміну площі контакту твердої і рідкої фази навряд чи можна визначати на основі лише параметрів шорсткості.

Перші кроки до застосування фрактального аналізу для опису властивостей змочування поверхні були зроблені в роботах [9, 10], де автори виводять модель кута змочування для фрактальних поверхонь органічних матеріалів. Недоліком такого підходу є штучне перетворення фрактальних параметрів з лінійної розмірності в ареальну. Це зумовлює необхідність подальших досліджень у застосуванні мультифрактального аналізу до вивчення змочування механічно оброблених поверхонь на основі фрактальної параметризації поверхневого мікрорельєфу, а саме розподілу елементів безпосередньо за площею поверхні [11]. На сьогодні відомо про дуже незначну кількість робіт із дослідження змочувальних властивостей фрезерованих поверхонь металів і сплавів. Наприклад, в роботі [12] досліджується зміна кута змочування поверхонь алюмінієвого сплаву AA6061 після кінцевого фрезерування. Автори встановили зменшення кута змочування від 84 до 62° при зростанні шорсткості від $0,2$ до $0,8$ мкм, що загалом відповідає рівнянню Венцеля – Дерягіна. У [13] отримано протилежні результати під час дослідження змочуваності адитивно виготовленого сплаву NiTi із мікрофрезерованими поверхневими структурами. За рахунок виготовлення складної поверхневої топології із квадратними мікростовпчиками кут змочування поверхонь збільшився від 78 до 125° . Це підтверджує, що мікрофрезерування здатне кардинально змінювати змочувальні властивості поверхні сплаву NiTi [6]. Незважаючи на значну кількість досліджень змочуваності поверхонь різних металів та сплавів, літературний аналіз свідчить про недостатню кількість робіт щодо визначення крайового кута змочування фрезерованих поверхонь виробів із сплавів NiTi. Оскільки цей «розумний» матеріал характеризується специфічними фізико-механічними властивостями і має високу перспективу застосування в інноваційних виробках, то дослідження його змочувальних властивостей є актуальною науково-технічною задачею.

Метою статті є експериментальне дослідження залежності крайового кута змочування поверхонь сплаву NiTi після торцевого фрезерування від параметрів шорсткості та хвилястості, виміряних у різних напрямках.

Викладення основного матеріалу. Дослідні зразки у вигляді плоских, попередньо фрезерованих заготовок розміром 30×30 мм із аустенітного сплаву $\text{Ni}_{56,5}\text{Ti}_{43,5}$ (мас. %), оброблялися на 5-осьовому обробному центрі моделі DMU80eVo Deckel Maho в умовах сухого симетричного фрезерування із змінними режимами різання. Обробка виконувалася торцевою фрезою діаметром 52 мм [14], оснащеною круглими твердосплавними пластинами [15]. Шорсткість та хвилястість оброблених поверхонь досліджувалася в двох напрямках згідно зі схемою (рис. 1) за допомогою оптичного профілографа KEYENCE VR-6000. Деталі експерименту наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Експериментальні дані

№ з/п	Подача S_z , мм/зуб	Глибина різання t , мм	Швидкість різання v , м/хв	Шорсткість R_a , мкм		Хвилястість W_a , мкм	
1	2	3	4	5		6	
				паралельно до напрямку подачі	перпендикулярно до напрямку подачі	паралельно до напрямку подачі	перпендикулярно до напрямку подачі
1	0,05	0,5	50	0,748	0,472	0,471	0,507
2	0,15	1	50	0,902	0,95	0,401	1,921
3	0,05	0,5	20	0,844	0,306	0,44	1,011
4	0,15	1	20	0,993	1,421	0,477	1,835

1	2	3	4	5		6	
5	0,1	0,5	20	0,845	0,609	0,477	0,82
6	0,1	1,0	20	0,936	0,54	0,466	0,816
7	0,15	0,905	46	0,958	0,458	0,918	2,231
8	0,05	0,5	35	0,436	0,461	0,405	0,436
9	0,05	1,0	35	0,49	0,739	0,398	0,475
10	0,1	1,0	50	0,775	0,495	0,466	0,594
11	0,115	0,5	50	0,652	1,086	0,391	0,574

Оскільки мікрорельєф фрезерованої поверхні є анізотропним (залежним від напрямку подачі), то виникає необхідність дослідження шорсткості і хвилястості поверхонь у напрямку подачі і перпендикулярно до напрямку подачі. Вимірювання проводилися відповідно до схеми (рис. 1).

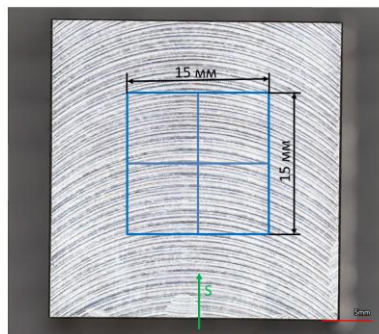


Рис. 1. Схема вимірювання шорсткості та хвилястості поверхні

Типовий поверхневий мікрорельєф поверхонь після торцевого фрезерування, а також, для порівняння, мікрорельєф полірованих зразків з того ж матеріалу, представлено на рисунку 2.

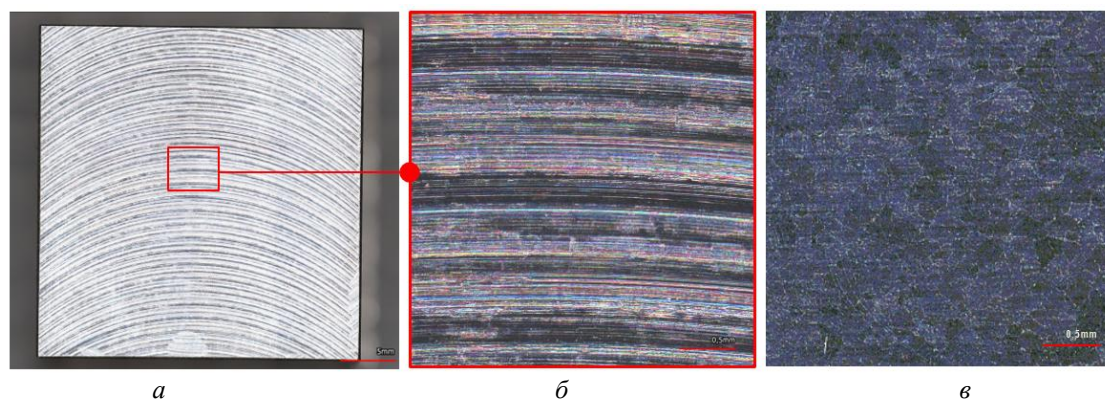


Рис. 2. Поверхневий мікрорельєф зразків зі сплаву NiTi: а, б – після торцевого фрезерування (зразок № 6, $V = 20$ м/хв, $S_z = 0,15$ мм/зуб, $t = 1,0$ мм), в – після полірування (Ra 0,07 мкм)

Профілі шорсткості і хвилястості поверхні у різних напрямках для зразка № 6 наведено на рисунку 3.

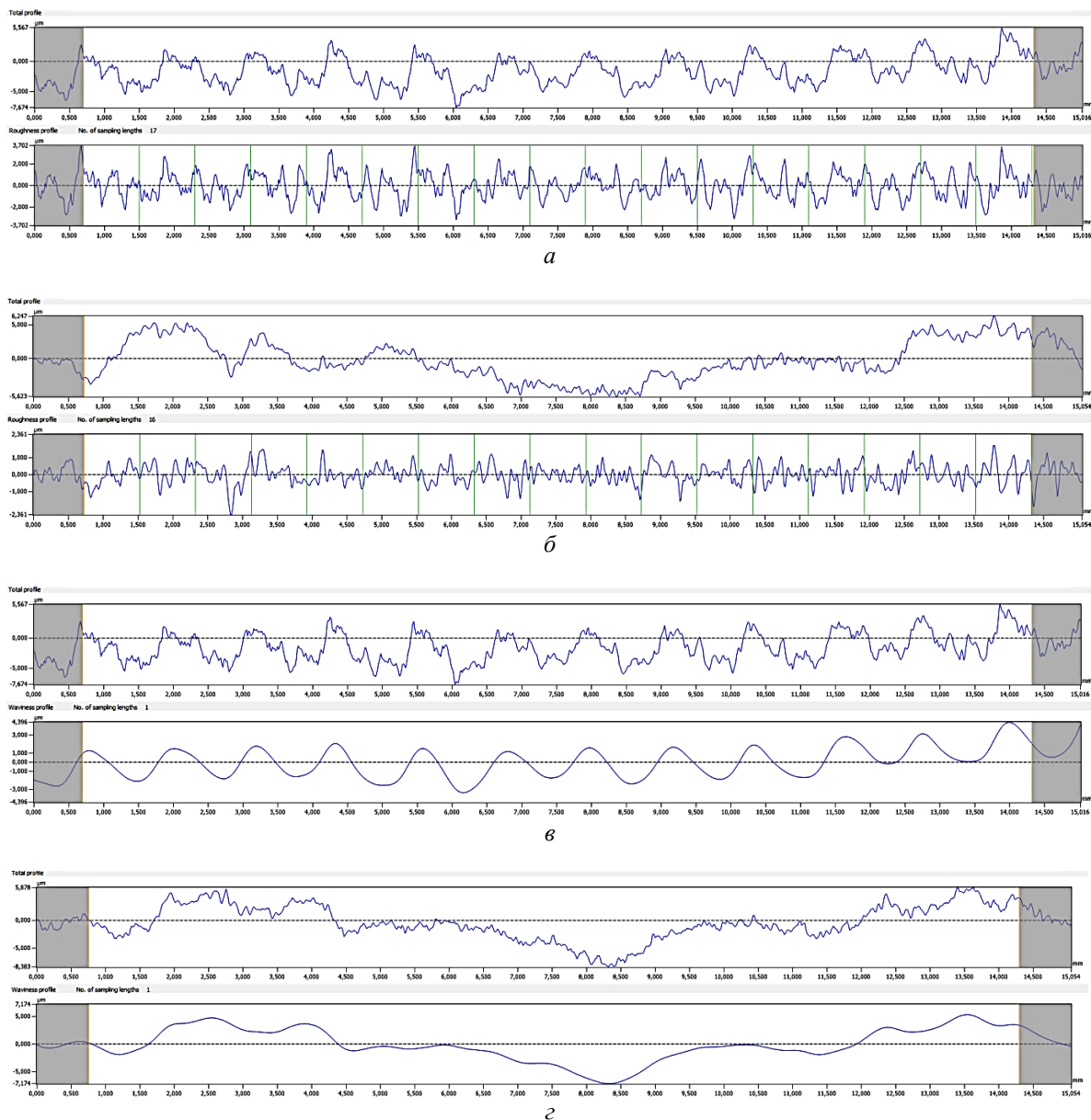


Рис. 3. Профілограми поверхні зразка № 6: а – профіль шорсткості в напрямку подачі, б – профіль шорсткості перпендикулярно подачі, в – профіль хвилястості в напрямку подачі, г – профіль хвилястості перпендикулярно подачі

Для експериментального дослідження крайового кута змочування поверхонь зразків як змочувач використовувалася дистильована вода (рис. 4). Крайовий кут змочування поверхні визначався методом сидячої краплі за допомогою гоніометра. Всі вимірювання проводилися за кімнатної температури та вологості 75 %. Поверхню зразків попередньо очищали станолом 96 %. Крайовий кут змочування вимірювався в площині, перпендикулярній напрямку подачі (рис. 4, б).

Крапля на фрезерованих поверхнях усіх зразків перебувала в стані Венцеля.

Оскільки крайовий кут змочування полірованого зразка менше $\theta = 52^\circ < 90^\circ$, то дослідний матеріал є гідрофільним.

На полірованій поверхні краплі води мають сферичну форму (рис. 2, а), тоді як на фрезерованих поверхнях зразків, які характеризуються анізотропією поверхневого мікрорельєфу, краплі розтікаються вдовж канавок (рис. 2, б).

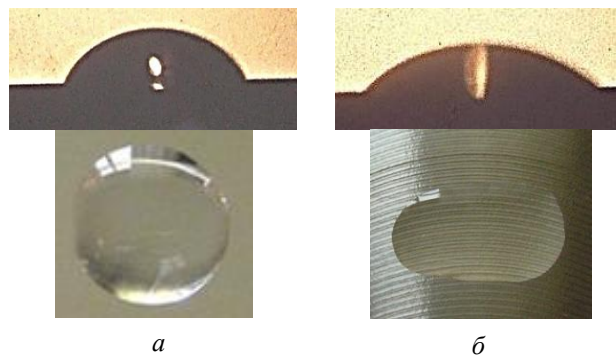


Рис. 4. Крапля води на поверхні сплаву NiTi: а – полірована поверхня ($\theta = 52^\circ$), б – фрезерована поверхня (зразок № 4, $\theta = 45^\circ$)

Для визначення кореляцій між шорсткістю та хвилястістю фрезерованих поверхонь, виміряних у різних напрямках, та крайовим кутом змочування було побудовано графічні залежності, представлені на рисунку 5.

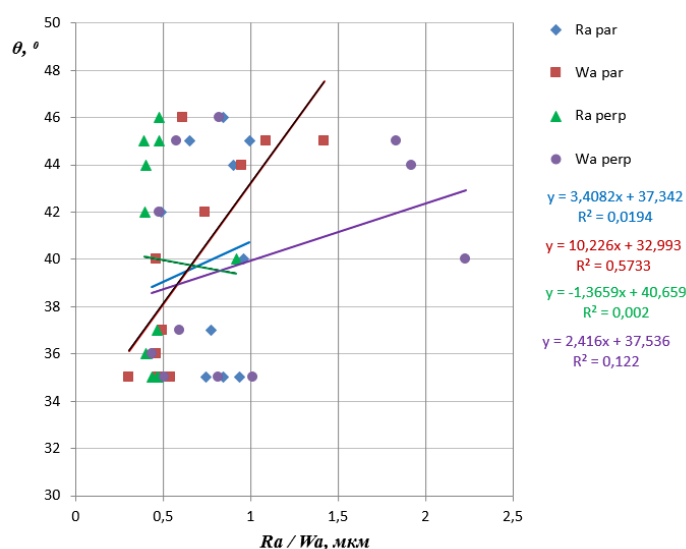


Рис. 5. Залежність крайового кута змочування від шорсткості (R_a) та хвилястості (W_a) поверхонь в напрямку подачі (par) та перпендикулярно до напрямку подачі (perp)

Отримані результати свідчать про відсутність кореляційного зв'язку між шорсткістю фрезерованих поверхонь і крайовим кутом змочування, при цьому виявлено сильний зв'язок із хвилястістю поверхні в напрямку подачі ($R^2 = 0,5733$) та помітний зв'язок із хвилястістю поверхні в напрямку, перпендикулярному до подачі ($R^2 = 0,122$).

В усьому діапазоні зміни топографії дослідних зразків спостерігається зростання крайового кута змочування при збільшенні хвилястості поверхні, що не узгоджується з рівнянням Венцеля – Дерягіна. Разом з тим у всіх випадках кут змочування фрезерованих поверхонь ($36...46^\circ$) був меншим за кут змочування полірованої поверхні (52°).

Такі залежності можуть бути пояснені роллю хвилястості як кінетичного бар'єра, який сповільнює та в певний момент зупиняє розповсюдження краплі, і таким чином збільшує кут змочування. При цьому профіль хвилястості (рис. 2, в, б) є плавним і не достатньо ламаним, щільним і дрібно розмірним, щоб забезпечити перехід до стану Касі – Бакстера.

Висновки та перспективи подальших досліджень. В результаті експериментального дослідження крайового кута змочування водою фрезерованих при змінних режимах різання поверхонь зразків із сплаву $Ni_{56,5}Ti_{43,5}$ встановлено:

- крапля води перебувала на усіх досліджуваних фрезерованих поверхнях у стані Венцеля;
- поведінка змочування фрезерованих поверхонь є анізотропною, що викликано анізотропією їх поверхневого мікрорельєфу;
- крайовий кут змочування усіх досліджуваних фрезерованих поверхонь ($36...46^\circ$) є меншим за кут змочування полірованої поверхні (52°);

- відсутність кореляційного зв'язку між шорсткістю фрезерованих поверхонь і крайовим кутом змочування;
- сильний кореляційний зв'язок із хвилястістю поверхні в напрямку подачі ($R^2 = 0,5733$) та помітний зв'язок із хвилястістю поверхні в напрямку, перпендикулярному до подачі ($R^2 = 0,122$);
- зростання крайового кута змочування при збільшенні хвилястості поверхні в усьому діапазоні зміни топографії дослідних зразків, що не узгоджується з рівнянням Венцеля – Дерягіна.

Отримані результати можуть бути корисними для розуміння поведінки змочування фрезерованих поверхонь із сплавів NiTi і стануть базою для подальшого дослідження змочувальних властивостей поверхонь виробів з цього матеріалу. Можливими напрямками подальших досліджень можуть бути: дослідження гістерезису змочування фрезерованих поверхонь нітинолів, вивчення змочувальних властивостей їх текстурованих поверхонь, а також розробка математичної моделі прогнозування кута змочування поверхні із застосуванням фрактального аналізу до описання площі контакту фаз.

Список використаної літератури:

1. Beketov G.V. Surface wetting and contact angle: basics and characterisation / G.V. Beketov, O.V. Shynkarenko // *Himia, Fizika ta Tehnologia Poverhni*. – 2022. – Vol. 13, Issue 1. – P. 3–35. DOI: 10.15407/hftp13.01.003.
2. Wenzel R.N. Resistance of solid surfaces to wetting by water / R.N. Wenzel // *Industrial and Engineering Chemistry*. – 1936. – Vol. 28, Issue 8. – P. 988–994. DOI: 10.1021/ie50320a024.
3. Аналіз кореляцій між фрактальною розмірністю та параметрами шорсткості фрезерованої поверхні / Н.О. Балицька, О.І. Прилипко, А.М. Шостачук та ін. // *Технічна інженерія*. – 2023. – № 1 (91). – С. 26–33. DOI: 10.26642/ten-2023-1(91)-26-33.
4. Бондар Д.С. Розподіл профільних та ареальних параметрів шорсткості за розташуванням аналізованої ділянки на фрезерованих поверхнях заготовок з титанового сплаву / Д.С. Бондар, Н.О. Балицька // *Технічна інженерія*. – 2024. – № 1 (93). – С. 24–31. DOI: 10.26642/ten-2024-1(93)-24-31.
5. Kaya E. A review on machining of NiTi shape memory alloys: the process and post process perspective / E.Kaya, I.Kaya // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2019. – № 100. – P. 2045–2087. DOI: 10.1007/s00170-018-2818-8.
6. Балицька Н.О. Мікрофрезерування, як спосіб текстурування поверхонь сплавів Ni-Ti для модифікації змочуваності / Н.О. Балицька, П.П. Мельничук // *Вісник Хмельницького національного університету. Серія : Технічні науки*. – 2025. – № 347 (1). – С. 478–485 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://heraldts.khmn.edu.ua/index.php/heraldts/article/view/1287/1364>.
7. Балицька Н.О. Особливості торцевого фрезерування сплавів Ni-Ti з ефектом пам'яті форми / Н.О. Балицька // *Технічна інженерія*. – 2022. – № 2 (90). – С. 3–12. DOI: 10.26642/ten-2022-2(90)-3-12.
8. Research status of influence mechanism of surface integrity on fatigue behavior of metal workpieces: a review / J.Yao, X.Li, B.Du and other // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2024. – № 131. – P. 3401–3419. DOI: 10.1007/s00170-024-13195-6.
9. Super-water-repellent fractal surfaces / S.Shibuichi, T.Onda, N.Satoh, K.Tsujii // *Langmuir*. – 1996. – № 12 (9). – P. 2125–2127. DOI: 10.1021/la950418o.
10. Super water-repellent surfaces resulting from fractal structure / S.Shibuichi, T.Onda, N.Satoh, K.Tsujii // *The Journal of Physical Chemistry*. – 1996. – № 100. – P. 19512–19517. DOI: 10.1021/jp9616728.
11. Multifractal parameterization of a periodic surface microrelief formed at the face milling. 1. The distribution of elements area of surface relief / N.Balytska, L.Penter, S.Ihlenfeldt and other // *Multiscale and Multidisciplinary Modeling, Experiments and Design*. – 2023. – № 6. – P. 561–572. DOI: 10.1007/s41939-023-00160-1.
12. Sooraj V. Effect of cutting tool feed rate on contact angle of water drops in non-composite wetting of CNC milled aluminum AA6061 surfaces / V.Sooraj // *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E*. – 2020. – № 235 (2). – P. 219–229. DOI: 10.1177/0954408920951720.
13. Feasibility study on ultraprecision micro-milling of the additively manufactured NiTi alloy for generating microstructure arrays / H.Du, C.Wu, D.Li and other // *Journal of Materials Research and Technology*. – 2023. – № 25. – P. 55–67. DOI: 10.1016/j.jmrt.2023.05.214.
14. CoroMill® 300 face milling cutter / Sandvik Coromant [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.sandvik.coromant.com/en-us/product-details?c=R300-052C5-08H>.
15. R300-0828E-KL H13A / Sandvik Coromant [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.sandvik.coromant.com/en-us/product-details?c=R300-0828E-KL%20%20%20%20%20%20%20H13A>.

References:

1. Beketov, G.V. and Shynkarenko, O.V. (2022), «Surface wetting and contact angle: basics and characterisation», *Himia, Fizika ta Tehnologia Poverhni*, No. 13 (1), pp. 3–35, doi: 10.15407/hftp13.01.003.
2. Wenzel, R.N. (1936), «Resistance of solid surfaces to wetting by water», *Industrial and Engineering Chemistry*, Vol. 28 (8), pp. 988–994, doi: 10.1021/ie50320a024.
3. Balytska, N.O., Prylypko, O.I., Shostachuk, A.M. et al. (2023), «Analiz koreliatsii mizh fraktalnoiu rozmirnistiю ta parametramy shorstkosti frezerovanoi poverkhni», *Tekhnichna inzheneriia*, No. 1 (91), pp. 26–33, doi: 10.26642/ten-2023-1(91)-26-33.

4. Bondar, D.S. and Balytska, N.O. (2024), «Rozpodil profilnykh ta arealnykh parametriv shorstkosti za roztashuvanniam analizovanoi dilianky na frezerovanykh poverkhniakh zahotovok z tytanovoho splavu», *Tekhnichna inzheneriia*, No. 1 (93), pp. 24–31, doi: 10.26642/ten-2024-1(93)-24-31.
5. Kaya, E. and Kaya, I. (2019), «A review on machining of NiTi shape memory alloys: the process and post process perspective», *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, No. 100, pp. 2045–2087, doi: 10.1007/s00170-018-2818-8.
6. Balytska, N.O. and Melnychuk, P.P. (2025), «Mikrofrezeruvannia, yak sposib teksturuvannia poverkhon splaviv Ni-Ti dlia modyfikatsii zmochuvanosti», *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Serii. Tekhnichni nauky*, No. 347 (1), pp. 478–485, [Online], available at: <https://heraldts.khmnu.edu.ua/index.php/heraldts/article/view/1287/1364>
7. Balytska, N.O. (2022), «Osoblyvosti tortsevoho frezeruvannia splaviv Ni-Ti z efektom pamiaty formy», *Tekhnichna inzheneriia*, No. 2 (90), pp. 3–12, doi: 10.26642/ten-2022-2(90)-3-12.
8. Yao J., Li X., Du B. et al. (2024), «Research status of influence mechanism of surface integrity on fatigue behavior of metal workpieces: a review», *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, No. 131, pp. 3401–3419, doi: 10.1007/s00170-024-13195-6.
9. Shibuichi, S., Onda, T., Satoh, N. and Tsujii, K. (1996), «Super-water-repellent fractal surfaces», *Langmuir*, No. 12 (9), pp. 2125–2127, doi: 10.1021/la950418o.
10. Shibuichi, S., Onda, T., Satoh, N. and Tsujii K. (1996), «Super water-repellent surfaces resulting from fractal structure», *The Journal of Physical Chemistry*, No. 100, pp. 19512–19517, doi: 10.1021/jp9616728.
11. Balytska, N., Penter, L., Ihlenfeldt S. et al. (2023), «Multifractal parameterization of a periodic surface microrelief formed at the face milling. 1. The distribution of elements area of surface relief», *Multiscale and Multidisciplinary Modeling, Experiments and Design*, No. 6, pp. 561–572, doi: 10.1007/s41939-023-00160-1.
12. Sooraj, V. (2020), «Effect of cutting tool feed rate on contact angle of water drops in non-composite wetting of CNC milled aluminum AA6061 surfaces», *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E.*, No. 235 (2), pp. 219–229, doi: 10.1177/0954408920951720.
13. Du, H., Wu, C., Li, D. et al. (2023), «Feasibility study on ultraprecision micro-milling of the additively manufactured NiTi alloy for generating microstructure arrays», *Journal of Materials Research and Technology*, No. 25, pp. 55–67, doi: 10.1016/j.jmrt.2023.05.214.
14. «CoroMill® 300 face milling cutter», *Sandvik Coromant*, [Online], available at: <https://www.sandvik.coromant.com/en-us/product-details?c=R300-052C5-08H>
15. «R300-0828E-KL H13A», *Sandvik Coromant*, [Online], available at: <https://www.sandvik.coromant.com/en-us/product-details?c=R300-0828E-KL%20%20%20%20%20%20%20H13A>

Балицька Наталія Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри механічної інженерії Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0003-1363-8110>.

Наукові інтереси:

- дослідження процесів механічної обробки важкооброблюваних матеріалів;
- забезпечення експлуатаційних характеристик виробів формуванням періодичної текстури поверхонь;
- проєктування різальних інструментів.

Balytska N.O.

Contact angle of NiTi alloy surfaces after face milling

Wettability is an important functional property of a surface that is of fundamental importance in many fields of science and technology, from mining to biomedicine. NiTi alloys are becoming increasingly used in various industries, which requires the investigation of their wetting properties after various technological processing methods. Different machining methods create a specific microrelief on the surface, which is one of the key factors affecting the wetting properties of the surface. This work is devoted to the experimental investigation of the dependence of the contact angle of NiTi alloy surfaces after face milling on the parameters of roughness and waviness measured in different directions relative to the feed direction. The test specimens were machined under conditions of dry symmetrical face milling with variable cutting conditions. The contact angle of the surface was determined by the sessile drop method. The water droplet was in the Wenzel state on all milled surfaces under study. The influence of surface topology on the drop shape is considered. A sample with a polished surface (R_a 0.07 μm) is used as a reference for comparison. The correlations between the roughness and waviness of milled surfaces measured in different directions and the contact angle are discussed. The results can be useful for understanding the wetting behavior of milled surfaces made of NiTi alloys.

Keywords: surface microrelief; surface topology; roughness; waviness; Wenzel state.

Стаття надійшла до редакції 25.04.2025.