

Дніпродзержинський державний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОКРИТТЯ НА ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

**Вступ.** В процесі роботи різального інструменту, основне навантаження приходить на його робочу поверхню, що призводить до часткового або повного зносу останньої. Існує ряд технологічних способів обробки робочої поверхні, направлених на її зміцнення.[1, 2], найбільш прогресивним і ефективним з яких є метод нанесення на поверхню інструменту покриттів.[3, 4].

**Постановка задачі.** Одним і найбільш важливим показником експлуатації різального інструменту є його працездатність, що визначає стан, при якому різальний інструмент виконує свою роботу, маючи знос робочих поверхонь, менший від критичного значення. Забезпечити максимізацію працездатності – означає підвищити зростання продуктивності праці, заощадити дорогий матеріал, енергію і трудові ресурси.

Працездатність різального інструменту може бути підвищена завдяки такій зміні поверхневих властивостей інструментального матеріалу, при якій контактна поверхня інструменту буде найбільш ефективно чинити опір абразивному, адгезійному, корозійно-окислювальному і іншим видам зносу, а також володіти достатнім запасом міцності при стискуванні, вигині, прикладанню ударних навантажень. Для підвищення працездатності металорізального інструменту з покриттям треба дослідити зміни властивостей його при нанесенні покриттів на різальну поверхню.

**Результати роботи.** Більшість інструментальних матеріалів володіють лише декількома з вказаних вище властивостей, що різко знижує їх сферу застосування. Наприклад, інструменти з швидкорізальної сталі мають відносно невисоку теплостійкість, середню твердість, невелику міцність при вигині і ударну в'язкість; керамічні різальні інструменти мають підвищену твердість, зносостійкість і високу теплопровідність, але їм властиві низька ударна в'язкість і підвищена крихкість.

Відомо, що для пари оброблюваний – інструментальний матеріали при заданих умовах обробки існують оптимальні режими різання, при яких забезпечується мінімальне зношення інструменту, а також найкращі показники параметрів якості поверхневого шару та експлуатаційних якостей деталі (шорсткість, мікротвердість та інше) після обробки. Оптимальним режимам різання відповідає оптимальна температура різання. Поясненням мінімального розмірного зносу інструменту при оптимальній температурі різання є максимальне відношення твердості інструментального матеріалу до твердості оброблюваного.

Зносостійкі покриття значно впливають на різні параметри процесу різання, як наслідок – на параметри поверхневого шару деталі. Покриття характеризуються низьким коефіцієнтом тертя, що значно зменшує довжину пластичного та пружного контакту стружки з деталлю, силу різання і температуру в зоні обробки.

На рис.1, 2 показані результати досліджень впливу покриттів із титанонікелевих (TiN), молібденонікелевих (MoN) і титаноалюмінієвонікелевих (TiAlN) на інструментальний матеріал із швидкорізальної сталі Р6М5.

Для відпрацювання процесів нанесення покриттів використали зразок, виготовлений зі сталі Р6М5. Після термообробки зразки додатково шліфувались і полірувались до отримання поверхні з шорсткістю  $Rz = 0,04-0,02$  мкм. В результаті процесу нанесення були отримані покриття з чистих металів титану, молібдену, їх з'єднання в виді нітридів, а також багатокомпонентні покриття на основі з'єднань титана і алюмінію з азотом при одночасній роботі двох джерел напилювання з мішенями із титана та алюмінію. Величина струму вакуумно-дугового розряду з молібденовим катодом складала

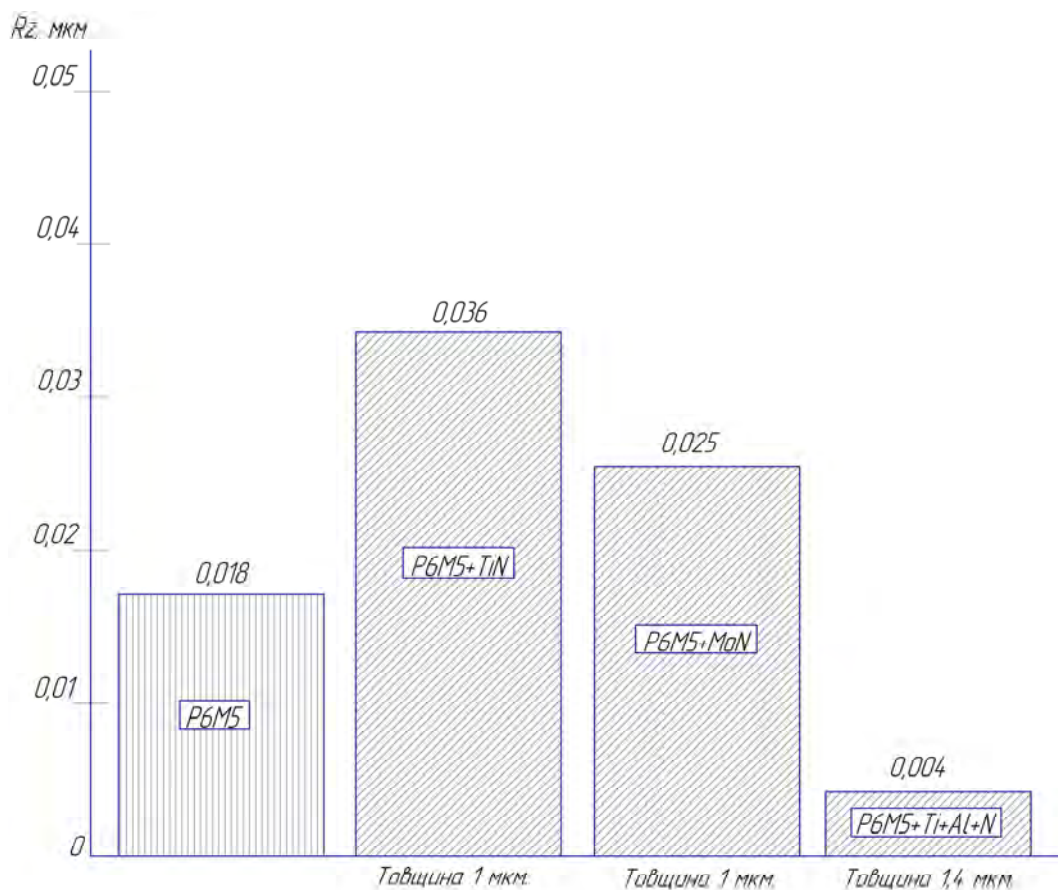


Рисунок 1 – Графік змін шорсткості в залежності від товщини шару покриття

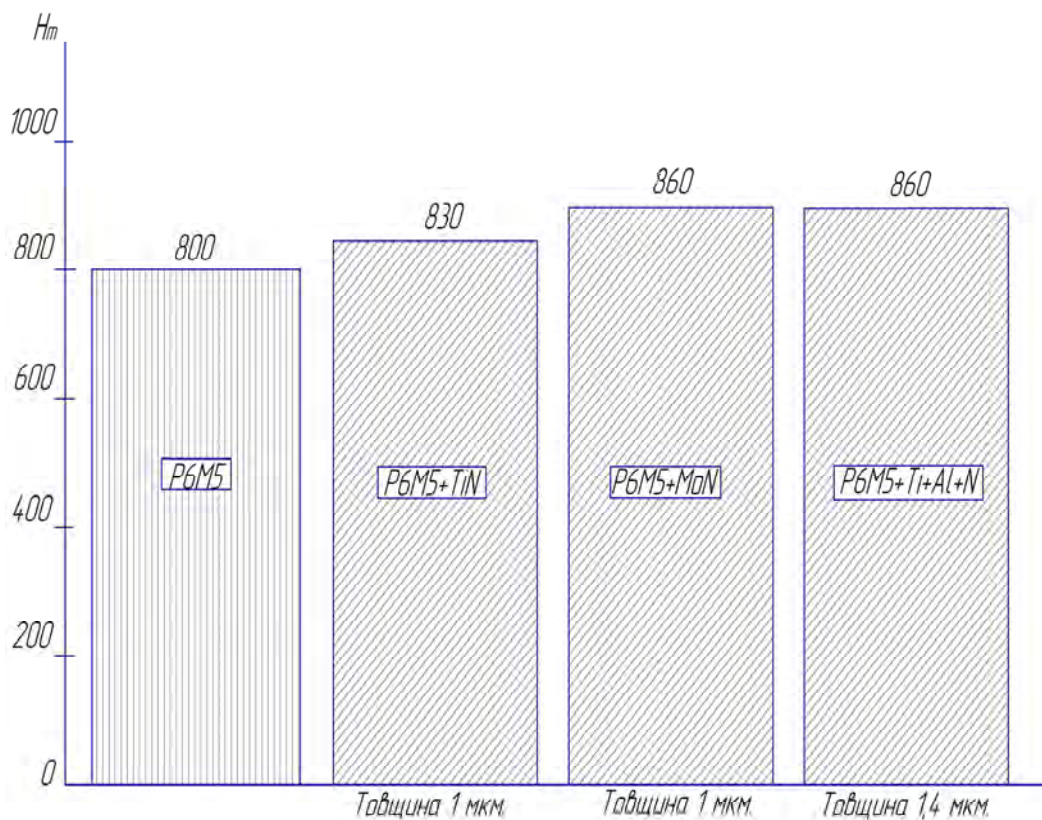


Рисунок 2 – Графік змін мікротвердості в залежності від товщини шару покриття

140-150 А, а відповідно з титановим або алюмінієвим катодом – 100-110 А. При нанесенні покриття в середовищі азоту його тиск був в межах  $(1,3-3) \times 10^{-1}$  Па. Іонно-плазмова обробка поверхні зразків виконувалась в імпульсному режимі для запобігання нагріву зразків вище 200-250 °С.

Інструменти з швидкорізальної сталі з покриттями показують значне підвищення стійкості при різних видах обробки вуглецевих, конструкційних і низьколегованих сталей, а також сірих чавунів низької і середньої твердості.

Використання різального інструменту із заздалегідь нанесеними тонкими (1-5 мкм) зносостійкими покриттями забезпечило ряд важливих переваг: підвищення продуктивності обробки різанням на 20-200%, збільшення терміну служби інструменту до 1,5-10 разів при обробці конструкційних сталей, до 4 разів – при різанні корозійно-стійких і жароміцних сталей, в 1,5-2,5 рази – при обробці титанових і нікелевих сплавів. Крім того, досягається зниження витрати складнопрофільного інструменту унаслідок зменшення кількості його переточувань.

При обробці матеріалів, де необхідна підвищена стійкість інструменту, зносостійкі покриття дозволяють на 20-30% збільшити швидкість різання. Найбільш ефективне використання інструментів досягається при різанні з малими значеннями товщини зрізу  $a < 0,05$  мм за рахунок підвищення зносостійкості задньої поверхні інструменту і середньою його товщиною  $a = 0,1 \dots 0,25$  мм за рахунок гальмування зростання лунки зносу на передній поверхні. При товщині зрізу  $a = 0,05 \dots 0,1$  мм, а також  $a > 0,3$  мм покриття інтенсивно руйнується в першому випадку із-за високих навантажень на покриття з боку задньої поверхні, а в другому – з боку передньої поверхні. Ці рекомендації необхідно враховувати при призначенні режимів різання.

Твердосплавні пластини з покриттями з карбиду і нітриду титану ефективні для більшості найбільш поширених видів обробки різанням конструкційних сталей і сірих чавунів, особливо для точіння, а також чистового і напівчистового фрезерування з помірними подачами.

Результати випробування пластин з різними покриттями при обробці важкооброблюваних матеріалів різних груп оброблюваності показують, що чим важче обробляється матеріал різанням (чим вища група оброблюваності), тим меншим виявляється ефект покриття.

Порівняння шорсткості показало, що покриття має незначне збільшення шорсткості, яке практично не виходить за межі одного класу у відповідності з класифікацією по класах шорсткості. Покриття на основі титану має незначне збільшення шорсткості, у порівнянні з покриттями на основі молібдену. Металографічні дослідження зразків після нанесення покриття різного складу показують, що відпрацьовані режими забезпечили формування якісного покриття. Шорсткість і мікротвердість матеріалу у вибраних режимах нанесення покриття підвищились у порівнянні з вихідними зразками.

Зміни властивостей різального інструменту з покриттям значно покращили ефективність роботи різців, на різальну частину яких були нанесені вищезазначені покриття. Також підвищилась зносостійкість за рахунок зниження температури в зоні різання.

**Висновки.** Дослідження показали, що покриття на поверхню різальної частини інструменту в залежності від типу і товщини шару по-різному впливають на шорсткість і мікротвердість. В залежності від точності обробки потрібно використовувати ті покриття і такої товщини, щоб забезпечити потрібну точність.

Вибір покриття виконується в залежності від типу оброблюваного матеріалу і умов його використання. Будь-яке покриття повинно володіти максимальною інертністю до оброблюваного матеріалу, тому необхідно враховувати тип хімічного зв'язку матеріалу покриття.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Структура и механические свойства вакуумно-плазменных покрытий TiCN / В.М.Мацевитый, М.С.Борушко, В.М.Береснев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 1984. – № 3. – С.20-34.
2. Белый А.В. Структура и методы формирования износостойких поверхностных слоев / Белый А.В., Карпенко Г.Д., Мышкин Н.К. – М.: Машиностроение, 1991. – 325с.
3. Карпов Ю.И. Особенности формирования покрытий Ti (N,C) на твердосплавных пластинах / Ю.И.Карпов, М.Б.Чижмаков // Вестник машиностроения. – 1992. – № 3. – С.45-57.
4. Гнесин Г.Г. Износостойкие покрытия на инструментальных материалах / Г.Г.Гнесин, С.Н.Фоменко // Порошковая металлургия. – 1996. – № 9-10. – С.17-26.

УДК 621.876.212

БЕЛЬМАС І.В., д.т.н., професор  
 БІЛОУС О.І., к.т.н., доцент  
 ЧЕРЕДНИЧЕНКО О.І., студент

Дніпродзержинський державний технічний університет

### НАПРУЖЕНИЙ СТАН СТРІЧКИ КРУТОНАХИЛЕННОГО КОНВЕЄРА ПОДАЧІ ШИХТИ НА КОЛОШНИК ДОМЕННОЇ ПЕЧІ

**Вступ.** У металургійному виробництві використовують стрічкові конвеєри для транспортування великих обсягів матеріалів на відносно невеликі відстані. Основний і найменш надійний елемент конвеєру – стрічка. Навантаження на стрічці розподілено нерівномірно, і як наслідок зменшується зусилля, при якому стрічка руйнується.

**Постановка задачі.** Для транспортування сипких матеріалів при збільшених кутах нахилу доцільно використання конвеєра з підвішеною стрічкою [1]. Конструкція такого конвеєра передбачає надання поперечному перерізу стрічки замкненої краплеподібної форми на перехідній ділянці. На цій же ділянці в утворену порожнину завантажуються сипкий матеріал. Краплеподібна форма перерізу стрічки утворюється внаслідок силової взаємодії матеріалу та стрічки. Ця силова взаємодія зумовлює тиск стрічки на матеріал. Збільшені сили взаємодії стрічки та матеріалу призводять до зростання сил тертя матеріалу по стрічці. Останнє дозволяє збільшити кут нахилу конвеєра і забезпечує можливість його використання для подачі шихти на колошник доменної печі. Впровадження такого конвеєра стримується відсутністю методики розрахунку додаткового напруженого стану стрічки, зумовленого утворенням замкненого перерізу. Для розробки такої методики треба створити модель та алгоритм розв'язання задачі визначення напруженого стану стрічки на ділянці утворення замкненої форми.

**Результати роботи.** В роботі [2] досліджено вплив параметрів перехідної ділянки. Конвеєрні стрічки потужних конвеєрів, наприклад конвеєрів для постачання шихтових матеріалів в доменну піч, мають ортотропну композитну побудову. Тяговою основою таких стрічок є троси. Вони сприймають силу розтягу стрічки. На конвеєрі (рис.1) переріз стрічки 1 з використанням замка 2 набуває замкненої форми. Утворена конструкція виступами 3 стрічки спирається на ролики 4 з осями, що обертаються в підшипниках 5. Віднесемо стрічку (рис.2) до ортогональної системи координат.

На різних ділянках конвеєра на стрічку діють різні навантаження. Робочу ділянку стрічки будемо вважати першою, ділянку набуття стрічкою краплеподібної форми – другою. Відповідно ділянкам взаємодії з барабаном та неробочій ділянці надамо номери три та чотири.