

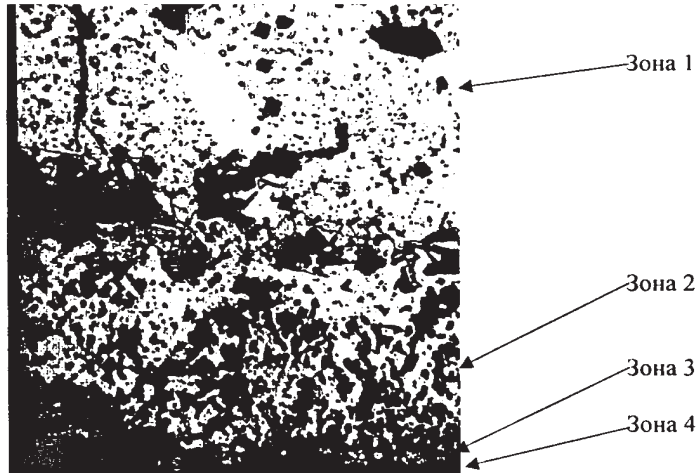


Рис. 8, а. Мікроструктура дифузійного шару на сталі У 10 з попереднім Ni-Co-P покриттям за рецептурою №5. Режими: $T=1050^{\circ}\text{C}$, витримка $\tau=7$ год. (ізотермічна витримка $\tau=1$ год. при $T=800^{\circ}\text{C}$)

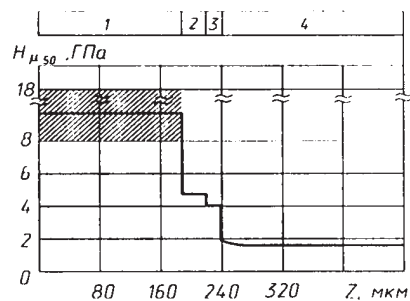


Рис. 8, б. Мікроструктура дифузійного шару на сталі У 10 з попереднім Ni-Co-P покриттям за рецептурою №5. Режими: $T=1050^{\circ}\text{C}$, витримка $\tau=7$ год. (ізотермічна витримка $\tau=1$ год. при $T=800^{\circ}\text{C}$)

При даному обсязі досліджень складно вивчити закономірності формування самої структури композиту, отож це буде полем подальшого дослідження.

Отримання великої товщини композиційної зони 1 дає можливість здійснювати періодичну корекцію геометричних параметрів зношеної поверхні тертя у ремонтний розмір шляхом, наприклад, алмазного вигладжування. Це дозволить значно розширити ресурс роботи швидкозношуваних пар тертя у високопродуктивному поліграфічному обладнанні, а значить скоротити час простоїв на ремонт.

УДК 669.295:621.785

В.М. Федірко¹, І.М. Позрелюк¹, З.О. Сірик²

ВПЛИВ ТЕКСТУРИ ДЕФОРМАЦІЇ НА ФОРМУВАННЯ ЗАХИСНИХ АЗОТОВАНИХ ШАРІВ ТИТАНУ

Досліджено вплив вихідної текстури деформації на формування азотованих шарів титану і корозійний опір металу з такими шарами. Встановлено, що із збільшенням температури азотування швидкість корозії зразків зростає внаслідок негативного впливу поверхневого рельєфу. Таким чином, використання вихідної текстури деформації, де площина призми ГЦУ ґратки паралельна площині прокатки, дозволяє інтенсифікувати процес азотування і забезпечити високий корозійний опір азотованого титану в водних розчинах хлоридної кислоти.

V.M. Fedirko, I.M. Pohraliuk, Z.O. Siryk

An Influence of the Texture of Deformation on Creation of Protective Nitrated Layers of the Titan

An influence of the initial texture of deformation on creation of nitrated layers of the titan and corrosion resistance of metal with such layers is researched. It is installed that with increase of temperature of nitriding speed of corrosion of samples is increased owing to negative influence of a surface relief. Thus, usage of the initial texture of deformation where the plane of a prism of sides densely packed lattices is parallel planes of the rolling, allows to intensify the process of nitriding and to provide a high corrosion resistance of the nitrated titan in water solutions chloride acid.

Дифузія азоту в металах має різні швидкості по різних кристалографічних напрямках. Зокрема, у монокристалі танталу переважними для дифузії азоту є площини $[100]$ [1]. Зерна полікристалічного зразка з переважною по відношенню до фронту дифузії азоту орієнтацією насичуються азотом швидше, ніж інші. На цих же зернах швидше виникають зародки, а потім і острівці нітрідних фаз. Таким чином, кінетика росту азотованого шару, його характеристики, а відтак і експлуатаційні властивості залежать від стану поверхні металу, його текстури. Мета даної роботи – встановити вплив вихідної текстури деформації на формування азотованих шарів титану і дослідити корозійну опірність металу з такими шарами.

Переважаюча кристалографічна орієнтація (текстура) титану формується внаслідок повороту кристалографічних площин в процесі ковзання по системах $\{1010\}\langle 1120\rangle$, $\{1011\}\langle 1120\rangle$ і $\{0001\}\langle 1120\rangle$ та двійникування по площинах $\{1012\}$, $\{1122\}$ і $\{112\}$ при пластичному деформуванні металу [2]. При вивченні впливу кристалографічної текстури на процеси азотування використовували технічно чистий титан ВТ1-0 у вигляді листів товщиною 1...2 мм з різним типом кристалічної текстури: t_1 – базисна текстура $\{0001\}[1010]$; t_2 – призматична текстура $\{1010\}[1120]$. На рис. 1 наведені типи вихідних кристалографічних текстур сплаву після дорекристалізаційного відпалу (полігонізації) (480°C , 1 год, вакуум 1×10^{-4} Па), який проводили для підсилення текстури деформації і зменшення її розсіювання. Зразки для досліджень вирізали з листів методом електроерозійної різки з метою уникнення додаткових спотворень структури та виникнення внутрішніх напружень. Поверхню зразків полірували механічно та електролітично для усунення поверхневого дефектного шару металу, який заважає вивченню поверхневих ефектів, що відбуваються в процесі взаємодії. Оскільки відпал низьколегованих сплавів титану при температурах вище початку рекристалізації не призводить до істотного спотворення вихідної текстури [2], то це дає підстави розглядати тільки вплив вихідної текстури деформації титану на процеси азотування.

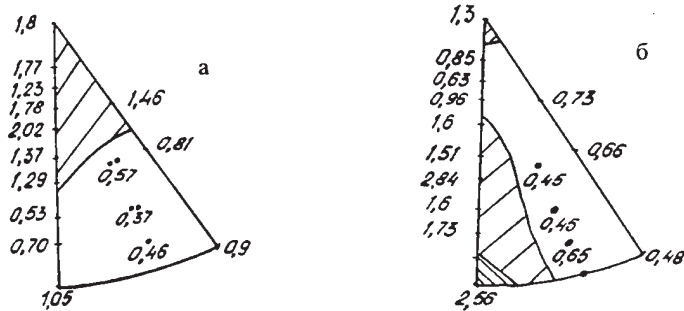


Рис. 1. Зворотні полюсні фігури вихідних текстур сплаву VT1-0: а) базисна текстура (0001)[1010] – фракція орієнтувань 44 %; б) призматична текстура (1010)[1120] – фракція орієнтувань 50 %

Хоча процеси нітридоутворення та газонасичення при азотуванні титанових сплавів органічно взаємопов'язані між собою, та за відповідних умов їх можна вивчати диференційовано. Для цього азотування здійснювали в умовах, які: виключали утворення нітридної плівки на поверхні, інтенсифікуючи процес газонасичення; активізували нітридоутворення і пригнічували утворення зони твердих розчинів азоту в титані. Перший варіант реалізували, насичуючи титан в розрідженому азоті (1 Па), другий – поміщаючи зразки безпосередньо в гарячу зону (подібно до швидкісного нагрівання). Температура насичення становила 800 та 950 °С, експозиція 20–80 хв. Це дало змогу створити різні фазово-граничні умови на межі метал – газ та вивчати вплив вихідної текстури як на процес газонасичення, так і на процес нітридоутворення.

Сформовані азотовані шари оцінювали за ступенем зміцнення поверхні (поверхнева мікротвердість, розподіл мікротвердості та домішок втілення по перерізу приповерхневих шарів, глибина зміцненої зони) методами дюриметричного (ПМТ-3), ОЖЕ-спектрального (JAMP 10S) та металографічного (NEOPHOT-2) аналізів.

Після насичення в розрідженому азоті твердість поверхні зразків з вихідною текстурою t_1 в 1,2...1,7 рази вища, ніж з t_2 (див. таблицю). Тобто, швидкість зростання концентрації азоту в приповерхневому шарі титану з вихідною базисною текстурою деформації більша, ніж у зразків з вихідною призматичною текстурою. Цей висновок підтверджується результатами ОЖЕ-спектрального аналізу. Так, на поверхні зразків з вихідною текстурою t_1 загальна концентрація кисню, азоту та вуглецю становить 84,5 % (ат.), а t_2 – 71,3 % (ат.); на глибині близько 150 нм – 57,1 і 53,7 % (ат.) відповідно. Слід зазначити, що часткове перекриття піків титану та азоту не дозволяє точно фіксувати вміст азоту в титані, проте відносна інтенсивність азоту, основної складової газового середовища, на зразках з t_1 в 1,5 рази вища, ніж з t_2 .

Глибина азотованого шару на зразках з вихідною текстурою t_1 в 1,2...1,3 рази менша, ніж з t_2 (див. таблицю). Розподіл твердості по глибині приповерхневих шарів у зразках з різною текстурою, що наближено відповідає розподілу азоту, свідчить про те, що дифузія в зразках з t_2 , де площина призми ГЦУ ґратки паралельна площині прокатки, проходить швидше.

Табл. Характеристики азотованих шарів титану

Морфологія шару	Температура, °С	Приріст поверхневої мікротвердості, ГПа *		Глибина азотованого шару, мкм *		Швидкість корозії, мг/м ² × год.	
		t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2
a	800	3,4	2,0	25	30	6,6	5,6
a	950	8,2	7,4	50	65	21,1	8,5
б	800	2,1	1,3	-	-	4,3	4,3
б	950	9,4	8,8	-	-	15,3	9,3

* – тривалість азотування 80 хв.

У випадку, коли азотування здійснюється при превалюючому нітридоутворенні, щільність зародків нітридів на поверхні зразків з t_1 більша, а час до утворення суцільних нітридних плівок менший, ніж для зразків з t_2 , про що свідчать результати металографічного аналізу (рис. 2). З утворенням нітридної плівки приріст поверхневої мікротвердості зразків сплаву з базисною текстурою на всій досліджуваній часовій базі суттєво вищий за приріст зразків з текстурою, що містить призматичні складові. Зокрема, після азотування протягом 80 хв ΔH_n становить 2,1 і 1,3 ГПа (800 °С) та 9,4 і 8,8 ГПа (950 °С) для зразків з t_1 і t_2 відповідно. При цьому товщина нітридної плівки досягає 4...5 мкм – на зразках з t_1 і 2...3 мкм – на зразках з t_2 (950 °С). Отже, нітридоутворення на поверхнях зразків, у яких площина базису ГЦУ-ґратки α -титану паралельна площині прокатки, проходить інтенсивніше (швидший ріст і збагачення плівки азотом).

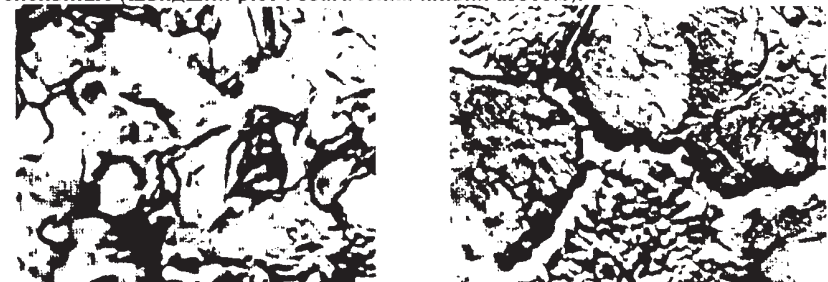


Рис. 2. Структура поверхні азотованого (950 °С, 20 хв) титану VT1-0 з вихідною текстурою деформації t_1 (а) та t_2 (б), $\times 2000$

Таким чином, кристалографічна текстура титанових сплавів впливає на умови масообміну на межі метал – газ та дифузійну рухливість азоту. Схематично вплив кристалографічної текстури на процеси взаємодії титану з азотом за різних фазово-граничних умов на межі метал – газ представлено на рис. 3. При газонасиченні зразків з базисною текстурою деформації (площина базису ГЦУ-ґратки паралельна площині прокатки) швидкість зростання концентрації азоту в приповерхневому шарі титану більша, а глибина його проникнення менша, ніж для зразків з призматичною текстурою, що сприяє формуванню зміцнених шарів з різними параметрами (глибина зони, поверхнева твердість, градієнт твердості) (рис. 3а). При нітридоутворенні на поверхні зразків з базисною текстурою щільність зародків нітридних фаз більша, а час до утворення суцільних поверхневих плівок менший, ніж на зразках з призматичною текстурою (площина призми ГЦУ-ґратки паралельна площині прокатки), що сприяє формуванню нітридних плівок різної товщини (рис. 3, б).

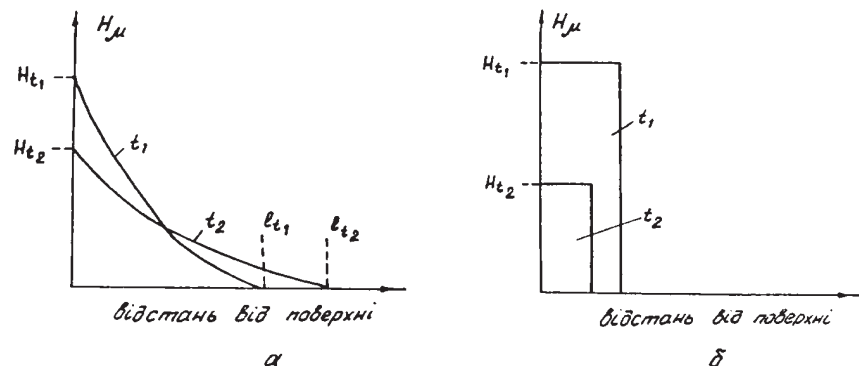


Рис. 3. Вплив кристалографічної текстури на процеси взаємодії титану з азотом

Корозійну опірність сформованих азотованих шарів досліджували в концентрованому (30 %) водному розчині хлоридної кислоти. Швидкість корозії визначали гравіметричним методом. Поляризаційні криві знімали при температурі 20 °С на потенціостаті П-5827М. Значення потенціалів подані відносно хлорсрібного електроду, швидкість розгортки потенціалу 0,2 В/сек.

Встановлено, що корозійна тривкість азотованого титану визначається глибиною азотованого шару чи товщиною нітридної плівки. На зразках з вихідною текстурою деформації t_2 ці величини більші, а відтак такі зразки кородують повільніше (див. таблицю). Зазначимо, що роль нітридної плівки у формуванні рівня корозійної опірності є визначальною, оскільки ефективність захисту азотованих шарів типу b , як правило, є вищою.

Із збільшенням температури азотування швидкість корозії зразків збільшується внаслідок негативного впливу поверхневого рельєфу [3]. Отримані залежності корелюють з електрохімічними дослідженнями азотованих зразків. Стаціонарний потенціал азотованого при 800 °С титану встановлюється в пасивній області (0,4 В) (рис. 4).

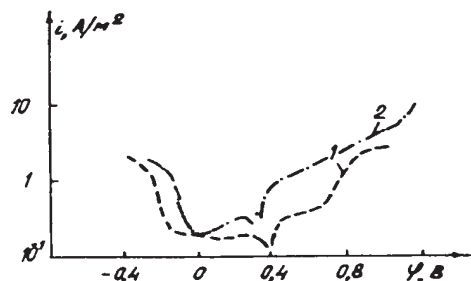


Рис. 4. Потенціодинамічні криві азотованого титану VT1-0 в 30 %-ому водному розчині соляної кислоти: 1 – після азотування при 800 °С; 2 – 950 °С

Перша хвиля анодного розчинення таких зразків (крива 1), обумовлена окисненням азотованого титану, в інтервалі потенціалів 0,48–0,69 В переходить в ділянку пасивності з густиною струму 0,3–0,5 А/м². Друга хвиля анодного розчинення настає при потенціалах 0,7–0,9 В. Підвищення температури формування (до

950 °С) погіршує захисні властивості поверхневих шарів (крива 2). Стаціонарний потенціал корозії зменшується (0,33 В), а струм корозії зростає. За практично однотипних корозійних процесів струми розчинення таких плівок вищі, ймовірно, через збільшення рельєфності (шорсткості) поверхні. Вища температура формування плівки підвищує ефективність протікання катодної реакції.

Таким чином, використання вихідної текстури деформації, де площа призми ГЦУ ґратки паралельна площині прокатки порівняно з текстурою, де площа базису ГЦУ ґратки паралельна площині прокатки, дозволяє інтенсифікувати процес азотування і забезпечити високу корозійну опірність азотованого титану у водних розчинах хлоридної кислоти.

Література

1. Bakisch R./J. Electrochem. Soc., 1958. – 105, №10. – P. 574–577.
2. Аламець Р.А., Гельд П.В., Митюшов Е.А. Анизотропія фізических свойств металлов. – М.: Металлургия, 1985. – 136 с.
3. Федірко В.М., Погрелюк І.М., Яськів О.І. Вплив параметрів азотованих шарів на корозійну тривкість титанових сплавів у розчинах кислот// Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 1999, №6. – С. 111–113.

УДК 674.053:621.93.024.74

Аснір. Р.В. Павлюк – УкрДЛТУ

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ЗАГОСТРЕННЯ ЗУБІВ СТАЛЕВИХ ПИЛОК АБРАЗИВНИМИ КРУГАМИ З ПЕРЕРВНОЮ РОБОЧОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Наведена методика дослідження режимів загострення зубів сталевих пилок абразивними кругами з перервною робочою поверхнею, обґрунтовано конструкцію експериментальної установки.

R.V. Pavluk – USUFWT

Installation of research regimes sharpen teeth's of steel saw abrasive disk with tear working zone

Methods of investigation of modes of sharpening of the steel saw teeth's by abrasive wheels with a discrete-working surface have been determined, substantiated by the structure of an experimental installation.

Загострення зубів сталевих дереворізальних пилок відноситься до оброблення металів різанням. Тому велика увага приділяється не тільки підвищенню продуктивності праці, але й покращанню якості поверхневого шару зубів, що загострюються.

На підприємствах деревообробної промисловості для загострення зубів сталевих пилок використовуються верстати вітчизняного виробництва (моделі ЛТ-508) та зарубіжного виробництва (ТчПА-7, ТчПР-4, ТчЛ6-2, ТчПК8-2, ТчЛ8-2, СНМ2-Н, ТчЛ35-2, Сана Н, SA-1 та ін.). Найбільш поширені верстати російського виробництва ТчПА-7, які за конструкцією та технічними параметрами аналогічні з верстатом ЛТ-508.

У зв'язку з тим, що кінцевою метою наших досліджень є запровадження у виробництво абразивних кругів з перервною робочою поверхнею, спосіб загострення якими захищений деклараційним патентом, то для проведення дослі-