

of martensitic transformation upon cooling Mn below room temperature was promising, which causes 100 % residual austenite in the structure of the hardened part. However, for the conditions of unaccented abrasive wear the ability of such austenite to transform into deformation martensite does not manifest itself sufficiently. It was shown [2] that for these conditions alloys with the onset temperature of the beginning of the martensitic transformation in the range of 20...50° C are most acceptable. This provides the structure of the alloy base with a small amount of hardening martensite and residual austenite capable of turning into martensite with static abrasive impact. Such an approach can be considered the first of the principles of choosing or developing materials for work under unaccented abrasive wear conditions. However, the implementation of this principle is a necessary, but not sufficient condition for a significant increase in wear resistance. Our studies have shown that the wear resistance of carbide-free steels alloyed with Cr, Mn, Ni with different amounts of carbon (0,4–1,9 %), with a predominantly austenitic structure capable of transformation into martensite deformation, may differ by more than an order of magnitude. The highest degree of hardening and wear resistance is achieved in Fe-Cr-C steels with a high carbon content (up to 1,5 %) and a relatively low amount of Cr (table 1). Ensuring the chemical composition of the metal at this level can be considered the second principle of choice or creation of materials for work under conditions of unaccented abrasive wear.

Table 1 – Chemical composition and properties of experimental alloys

Chemical composition, %		Amount of residual austenite, %	Amount of deformation martensite, %	Micro-hardness of friction surface (H _{0,5}), GPa	Relative wear resistance, ε
C	Cr				
0,57	17,65	89	60	10,1	2,30
0,84	12,28	88	58	10,4	3,40
0,96	10,45	82	56	11,1	5,52
1,17	7,21	81	53	11,8	6,85
1,39	4,43	82	44	11,9	8,41
1,52	3,58	84	48	12,0	9,80

These two conditions (temperature M_n in the range of 20...50° C and carbon content of 1,2–1,5 %) correspond to the working zone chemical composition of the cemented layer of low-alloyed standard steels of 20X, 15XM and other types after cementation at temperatures of 1000° C and cementation heating quenching. At the same time there are no standard alloying materials that could fully meet these conditions. Therefore, it is necessary to develop special alloying materials that would meet both conditions mentioned above.

References

1. Bogachev I.N., Mints R.I. Increased cavitation and erosion resistance of machine parts. - M.: Mechanical Engineering, 1964. – 143 c.
2. Popov V.S., Brykov N.N., Dmitrichenko N.S., Pristupa P.G. Durability of equipment for refractory production. - M.: Metallurgy, 1978. – 232 c.

УДК 621.9

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ АУСТЕНИТНОЇ ВИСОКОАЗОТНОЇ СТАЛІ

THE TOOLING OF AUSTENITIC HIGH-NITROGEN STEEL

Валерій Колесніков^{1,2}

¹Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України (м. Львів),

²ДЗ «Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка (м. Старобільськ)

A study of the mechanical processing of high-nitrogen steel type P900. Machining was carried out in the mode of drilling and turning. The experiments were carried out under conditions of lubrication with various coolants.

Відомо, що деталі виготовлені з високоазотних сталей (в т. ч., що отримані за допомогою електрошлакового переплаву, різних методів обробки тиском, термічної обробки та ін.) завдяки своїм високим фізико-механічним властивостям знаходять своє застосування у різних галузях: енергетиці, автомобілебудуванні та ін. З кожним роком створюється все більше матеріалів такого класу, але зараз систематичні данні стосовно їх механічної оброблюваності відсутні. Цей вид сплавів відносять до важкооброблювальних.

В роботі продовжено дослідження робочих та експлуатаційних властивостей аустенітних високоазотних сталей [1 - 5]. Хімічний склад основної сталі, що досліджувалась наведено в таблиці 1 (також вивчалися сталі і з іншим вмістом легуючих елементів, а також сталь 12X18AG18Ш). У мікроструктурі сплавів зафіксовано аустенітну металеву матрицю мікротвердістю 4,2...5,0 GPa.

Таблиця 1 – хімічний склад сталі P900

№п/п	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	N
1.	0.08	0.38	19.0	17.8	1.18	0.13	0.12	0.58

Досліджено механічну оброблюваність високоазотних сталей в умовах свердління та точіння при різних умовах змащування. В якості змащувальних охолоджувальних олій використовували зразки нових ЗОР на основі соняшникової (ЗОРс), ріпакової (ЗОРр) олій та нафтової оливи (ЗОРн) – ET-2У (ТУ У 00152365.133 - 2001), їх концентрати та модифікатори олій (триетаноламін (TEA) та моноетаноламін (MEA)) [6, 7].

Стружку отримували, відрізаючи на токарно-гвинторізному верстаті МК 6141 від заготовки сталі круги $\varnothing 30,1$ mm (рис.1), твердість зразка 52 ... 60 HRC. Використовували відрізний різець оснащений тврдосплавною пластиною ВК-6, а також прохідні різці інших марок призначені для обробки кованих, жароміцних та важкооброблювальних сплавів.



Рис. 1. Продукти різання (стружка) з високоазотної сталі –а; поверхня різання – б; комп'ютерна візуалізація поверхні різання – в.

Для створення однакових умов точіння різців заточували та виставляли однаковий кут між різцем та заготовкою. Послідовно проведено експерименти під час точіння з ЗОР за 100, 200, 315, 500 (обертів за хвилину). Відрізання заготовок робили як під час ручній так і механічній подачі при $S = 0,1$ або $0,2$ мм/об. Глибина різання складала від $0,1 \dots 0,25$ мм. Параметри мікроструктури сталі визначали на мікроскопі ЛОМО ЕС METAM PB 21. Особливості морфології стружки вивчали на мікроскопі ZEISS Stemi 2000C. Обидва мікроскопи оснащені камерою SIGETA International Color Digital Camera MCMOS 5100 5.1 MP.1.

Кількісну оцінку фазового складу мікроструктури сплавів, а також розміри пошкоджень на поверхнях різання проводили за допомогою комп'ютерної обробки зображень мікроструктури (програмний комплекс TOUP VIEW 3.7). Макрозйомка стружки була проведена за допомогою цифрової камери Canon SX100 IS. Завдяки 10-кратному оптичному зум-об'єктиву зі стабілізатором зображення PowerShot SX100 IS, що дозволило робити відмінні знімки продуктів різання.

Комплексні дослідження показали, що формування стружки у вигляді довгої спіралі (рис. 1а (стружка I)), має супроводжуватися відведенням її із зони різання (рис. 1а (формується у вигляді стружки типу II)), інакше вона пошкоджує вже оброблену поверхню (рис. 1б (зона I)). Для розв'язання цієї проблеми треба застосовувати спеціальні "стружколоми". Підвищення температури в зоні різання та специфіка процесів, призводить до з'явлення мартенситу деформації, а також з'явлення ультрадисперсної структури в поверхневих та приповерхневих шарах, що включають σ -фазу. Корелювання легуючих елементів в хімічному складі дозволяє

впливати на характер формування стружки. Якщо оброблюваність сталі 45 обрати за 1, то для досліджених аустенітних сталей вона буде складати 0,22 – 0,48.

Література

1. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O., Kawiak P. Triboengineering properties of austenitic manganese steels and cast irons under the conditions of sliding friction // *Materials Science*. – September 2005, Volume 41, Issue 5, pp 624 – 630. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11003-006-0023-7>.
2. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O. Investigation of wear products of high-nitrogen manganese steels // *Materials Science*. – July 2009, Volume 45, Issue 4, pp 576–581. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11003-010-9216-1>.
3. Kolesnikov V.O. Investigation of the wear products of high-nitrogen steel after hydrogenation // *Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa XA/2010. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture – OLPAN, 2010, 10A, 271. – 275 p.* URL: <http://www.pan-ol.lublin.pl/wydawnictwa/TMot10a/Kolesnikov.pdf/>.
4. Study of the wear resistance of high-nitrogen steels under dry sliding friction // O. I. Balyts'kyi, V. O. Kolesnikov, and J. Eliaz // *Materials Science*, March 2013, Volume 48, Issue 5, pp 642 – 646. URL: <http://link.springer-com-443.webvpn.jxust.edu.cn/article/10.1007%2Fs11003-013-9549-7>.
5. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O., Eliaz Y., Havrylyuk M.R. Specific Features of the Fracture of Hydrogenated High-Nitrogen Manganese Steels Under Conditions of Rolling Friction // *Materials Science*. – January 2015, Volume 50, Issue 4, pp 604–611. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11003-015-9760-9>.
6. Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Дев'яткін Р.М., Колесніков В.О., Федусів І.Р. Концентрат змащувально-охолоджуючої рідини для механічної обробки металів. Патент на корисну модель № 106988 України, МПК (2016.01) С10М 173/00, С10М 133/06 (2006.01), С10М 129/56 (2006.01). Заявка № у 2015 12667; Заявлено 21.12.2015. Опубліковано 10.05.2016. Бюл.№9.- 4 с. URL: <http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=223418>
7. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Ріней І.В., Гарда В.М., Нестеров А.О. Дослідження змащувальних охолоджуючих рідин для обробки деталей транспорту // *Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту"*, 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 67 -73. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/19815>.

УДК 672.1

ПІДВИЩЕННЯ ВТОМНОЇ МІЦНОСТІ НОЖІВ КУТЕРА ШЛЯХОМ ЇХ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ

INCREASED FATIGUE STRENGTH OF KNIVES OF BOWL CUTTERS BY THEIR SURFACE STRENGTH

Олександр Некоз¹, Олександр Батраченко²

¹Національний університет харчових технологій,
²Черкаський державний технологічний університет

A new way of strengthening the knives of bowl cutters is proposed. It consists in creating a viscous core of the knife and its hardened surface. Such a knife can enhance its fatigue strength. For these purposes it is expedient to apply surface plastic deformation.

Значною проблемою для м'ясопереробників є руйнування ножів кутера під час роботи. При цьому втрачається один або декілька ножів вартістю порядку 200-2000 € кожний, сировина (близько 125-750 л), пошкоджується чаша та кришка ножової головки кутера, підшипники ножового валу швидко виходять з ладу. До руйнування ножів призводить цілий комплекс причин. Ножовий вал обертається з частотою до 100 с⁻¹, внаслідок чого швидкість руху ножів може сягати 180 м/с. Під час роботи на ніж діють різнонаправлені сили, що призводять до його складного

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Дунайський університет Кремс
Донбаська державна машинобудівна академія
Західночеський університет
Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України
Люблінський технічний університет
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний Центр зі співробітництва з ЄС у сфері науки та технологій
Політехнічний університет Мадриду
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України
Яеський технічний університет



**Збірник тез доповідей
I -ї Міжнародної науково-технічної конференції
“Перспективи розвитку машинобудування
та транспорту – 2019”**

13 – 15 травня 2019 р.

**Abstracts of papers presented at
I-th International scientific and technical conference
«Prospects for the development of mechanical engineering
and transport – 2019»**

13 – 15 may 2019

Вінниця – 2019 – Vinnytsia

УДК 004+378+537+615+621+629
ББК [30.123+34.447]
П50

**Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного
технічного університету Міністерства освіти і науки України
(протокол № 11 від 25 квітня 2019 року)**

Редакційна колегія:

В. Біліченко, С. Злепко, Р. Іскович-Лотоцький, О. Кобилянський,
Л. Козлов, В. Огородніков, В. Савуляк,

За загальною редакцією Леоніда Поліщука

**I Міжнародна науково-технічна конференція “Перспективи
розвитку машинобудування транспорту – 2019”:** Збірник тез. – Вінниця:
ЕДЕЛЬВЕЙС. – 2019. – __ с.

В тезах доповідей представлені сучасні наукові, технічні та інженерні досягнення провідних вчених України і зарубіжних країн в напрямку розвитку динаміки та міцності машин і споруд, теоретичних та прикладних задач обробки металів тиском і автотехнічних експертиз, галузі штучних імплантів в механічній біоінженерії та підготовки фахівців в концепції реалізації проекту bioart, транспортних системах і технологіях, довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій, використання вібрацій в техніці та технологіях, технології та системах автоматизації машинобудування, інноваційних технологій в галузі підготовки фахівців технічних спеціальностей.

Для наукових працівників, аспірантів, викладачів вищих навчальних закладів, інженерів та студентів.

УДК 004+378+537+615+621+629
ББК [30.123+34.447]

ISBN

© Вінницький національний технічний університет,
автори, 2019 р.
© ВД «Едельвейс», 2019 р.

3	<i>Ольга Гайдай, Ярослав Березницький, Олександр Янченко, Володимир Пилявський, Євген Полункін (Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України, Вінницький національний технічний університет).</i> ВПЛИВ НАНОРОЗМІРНИХ КАРБОНОВИХ КЛАСТЕРІВ НА ТРИБОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕТАНОЛЬНИХ МОТОРНИХ ПАЛИВ.....	197
4	<i>Андрій Губанов (Вінницький національний технічний університет).</i> ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ ЗНОШУВАННЯ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	198
5	<i>Володимир Дорошенко, Олександр Янченко (Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Вінницький національний технічний університет).</i> ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОЇ РОТОРНО-КОНВЕСРНОЇ ЛІНІЇ.....	199
6	<i>Володимир Дорошенко, Олександр Янченко (Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Вінницький національний технічний університет).</i> УПРОЧНЕННЯ ВИСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА И СОКРАЩЕННЯ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗ НЕГО ОТЛИВОК ЗА СЧЕТ СОВМЕЩЕНИЕ ЛИТЬЯ С ТЕРМООБРАБОТКОЙ.....	201
7	<i>Василь Запукляк, Любомир Побережний, Володимир Грудз, Роман Стасюк, Андрій Грицанчук, Любов Побережна (Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна, Івано-Франківський національний медичний університет, Україна).</i> ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ АГРЕГАТИВ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ.....	203
8	<i>Vasyl Zapukhliak, Volodymyr Grudz, Yurii Melnychenko, Andrii Stanetsky, Myroslava Polutrenko, Lubomyr Poberezhny (Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine).</i> PROVIDING OPERABILITY OF GAS PIPELINES IN COMBAT ZONES.....	204
9	<i>O. Kapustian, T. Akrytova, R. Kulikovskyy, M. Brykov, M. Andrushchenko, M. Osipov (Zaporozhye National Technical University).</i> PRINCIPLES OF THE MATERIALS SELECTION AND CREATION HAVING THE SELF-REINFORCING ABILITY IN THE PROCESS OF SUSTAINABLE ABRASIVE WEARING.....	205
10	<i>Валерій Колесніков (Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України (м. Львів), ДЗ «Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка (м. Старобільськ)).</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ АУСТЕНІТНОЇ ВИСОКОАЗОТНОЇ СТАЛІ.....	206
11	<i>Олександр Некоз, Олександр Батраченко (Національний університет харчових технологій, Черкаський державний технологічний університет).</i> ПІДВИЩЕННЯ ВТОМНОЇ МІЦНОСТІ НОЖІВ КУТЕРА ШЛЯХОМ ЇХ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ.....	208
12	<i>Поліщук Л. К., Булига Ю. В., Погадайко Д. С. (Вінницький національний технічний університет).</i> УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КОНСТРУКЦІЙНИХ СТОМАТОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ І ПРИРОДНИХ ЗУБІВ.....	210
13	<i>Валерій Савуляк (Вінницький національний технічний університет).</i> МАТЕРІАЛИ ТА СПОСОБИ ЇХ НАНЕСЕННЯ ДЛЯ МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	212
14	<i>Валерій Савуляк, Олена Шиліна, Андрій Осадчук (Вінницький національний технічний університет).</i> ПОВЕРХНЕВЕ ЗМІЦНЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КОНТАКТНИХ ПРОЦЕСІВ ТА НАНОМАТЕРІАЛІВ.....	213
15	<i>Валерій Савуляк, Валерій Шенфельд, Максим Дмитрієв (Вінницький національний технічний університет).</i> МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ ПЛАЗМОВОЮ ОБРОБКОЮ.....	214
16	<i>Орест Серкіз, Михайло Бойко, Оксана Велика, Назарій Сокіл (Національний університет «Львівська політехніка»).</i> АВТОМАТИЧНА ЛІНІЯ НАНЕСЕННЯ ЛАКОВИХ ПОКРИТТІВ НА МЕТАЛЕВІ СТРІЧКОВІ МАТЕРІАЛИ.....	215
17	<i>Олександр Хоменко, Костянтин Шаргородський, Валерій Савуляк (Вінницький національний технічний університет).</i> ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ГРЕБНИХ ГВИНТІВ ШЛЯХОМ ОТРИМАННЯ ДРІБНОЗЕРНИСТОЇ СТРУКТУРИ.....	216

Колесніков В.О. Дослідження механічної обробки аустенітної високоазотної сталі // Матеріали I міжнародної науково-технічної конференції “Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2019”, 13 - 15 травня 2019 р., м. Вінниця. - С. 206 – 208.

Kolesnikov V.O. The tooling of austenitic high-nitrogen steel // I-th international scientific and technical conference «Prospects for the development of mechanical engineering and transport – 2019», 13 – 15 may 2019, Vinnytsia. – p. 206 – 208.

https://www.researchgate.net/publication/333903605_Kolesnikov_VO_Doslidzenn_a_mehanicnoi_obrobki_austenitnoi_visokoazotnoi_stali_Materiali_I_miznarodnoi_naukovo-tehnicnoi_konferencii_Perspektivi_rozvitku_masinobuduvanna_ta_transportu_-2019_13_-15_tra