

Міністерство освіти і науки України
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України
Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України
Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України
Механіко-машинобудівний інститут Національного технічного університету України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова
Вінницький національний технічний університет
Інститут надміцних матеріалів НАН України ім. В.М. Бакуля
Бельцький державний університет ім. Алеку Руссо
Каракалпакський державний університет ім. Бердаха
УП "Белмікросистеми" НПО "Інтеграл"
Фізичний факультет Бакинського державного університету

Ministry of Education and Science of Ukraine
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University (Vinnytsia)
V.Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, NAS of Ukraine (Kyiv)
B.Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering, NAS of Ukraine (Kharkiv)
G.Kurdjumov Institute of Metal Physics, NAS of Ukraine (Kyiv)
Institute of Mechanical Engineering National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
National Pedagogical Dragomanov University (Kyiv)
Vinnytsia National Technical University (Vinnytsia) V.Bakul Institute for Superhard Materials, NAS of Ukraine (Kyiv)
Alecru Russo Balti State University (Balti, Moldova)
Berdakh Karakalpatsky State University (Nukus, Uzbekistan)
UP "Belmikrosistemy" NPO "Yntehral" (Minsk, Belarusii)
Physical department, Baku State University (Baku, Azerbaijan)



МАТЕРІАЛИ

VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
СТРУКТУРНА РЕЛАКСАЦІЯ У ТВЕРДИХ ТІЛАХ

MATERIALS of
VI INTERNATIONAL SCIENTIFIC - PRACTICAL CONFERENCE
STRUCTURAL RELAXATION IN SOLIDS

22 - 24 травня, 2018 рік, Вінниця, Україна
May 22 - 24, 2018 Vinnitsia, Ukraine

Структурна релаксація у твердих тілах : матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції [22-24 травня 2018 р., Вінниця] / ред.: Є. Ф. Венгер, П. П. Паль-Валь, О. В. Мозговий. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. – 286 с.

Рекомендовано до друку вченою радою Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (протокол від 25 квітня 2018 року № 12)

Редакційна колегія:

Бобир М. І. - д.т.н, професор (Київ, Україна)
 Бочечка О. О. – д.т.н., с.н.с. (Київ, Україна)
 Венгер Є.Ф. - член-кор. НАН України, д.ф.-м.н., професор (Київ, Україна)
 Гордієнко А. І.- Академік НАН Білорусії, професор, (Мінськ, Білорусія)
 Джафаров Т. Д.- член-кор. НАН Азербайджана, д.ф.-м.н., проф. (Азербайджан)
 Думенко В. П. - к.т.н. (Вінниця, Україна)
 Заболотний В. Ф. - д.п.н., професор (Вінниця, Україна)
 Ісмаїлов К. А. - д.ф.-м.н., професор (Нукус, Узбекистан)
 Касіяненко В.Х. д.ф.-м.н., професор, Україна
 Конакова Р. В. – д.т.н., професор (Київ, Україна)
 Макара В. А.- член-кор. НАН України, д.ф.-м.н., професор (Київ, Україна)
 Маслов В. П.- д.т.н. (Київ, Україна)
 Матохнюк Л.Є.- к.т.н., с.н.с. (Київ, Україна)
 Мозговий О. В. - к.т.н., доцент (Вінниця, Україна)
 Нацик В.Д.- д.ф.-м.н, професор (Харків, Україна)

Огородніков В.А. – д.т.н., професор, (Вінниця, Україна)
 Остаповець А. – доктор філософії (Брно, Чеська Республіка)
 Паль-Валь П. П.- д.ф.-м.н. (Харків, Україна)
 Пилипенко В.О. - д.т.н., професор, чл. кор. НАН Білорусії (Мінськ, Білорусія)
 Подолянчук С.В., к.ф.-м.н., доцент (Вінниця, Україна)
 Прокопенко Г. І.- д.т.н., с.н.с. (Київ, Україна)
 Січкач Т. Г.- к.ф.-м.н., доцент, (Київ, Україна)
 Соколенко В.І. - д.ф.-м.н. (Харків, Україна)
 Тагаєв М. Б.- д.т.н., професор, (Нукус, Узбекистан)
 Татаренко В. А.- д.ф.-м.н., член-кор. НАН України (Київ, Україна)
 Титов В.А.- д.т.н., професор (Київ, Україна)
 Черниш Л.В.- к.ф.-м.н., доцент (Ватерло, Канада)
 Шарагов В.А.- д.х.н, к.т.н. (Бельци, Республіка Молдова)
 Шут М. І.- Академік НАПН України, д.ф.-м.н., професор (Київ, Україна)

Editorial board:

N. Bobur Kyiv (Ukraine)
 A Bochechka Kyiv (Ukraine)
 L. Chernysh Waterloo (Canada)
 A. Gordienko Minsk (Belarus)
 V. Dumenko Vinnytsia (Ukraine)
 T. Dzhaifarov Baku (Azerbaijan)
 K. Ismailov Nukus (Uzbekistan)
 V. Kasiyanenko Vinnytsia (Ukraine)
 R. Konakova Kyiv (Ukraine)
 V. Makara Kyiv (Ukraine)
 V. Maslov Kyiv (Ukraine)
 L. Matohnyuk Kyiv (Ukraine),
 O. Mozhovyy Vinnytsia (Ukraine)
 V. Natsik Kharkiv (Ukraine)
 V. Ohorodnikov Vinnytsia (Ukraine)

A. Ostapovec Brno (Czech Republic)
 P. Pal-Val Kharkiv (Ukraine)
 S. Podoljanchuk Kyiv (Ukraine)
 V. Pilipenko Minsk (Belarus)
 G. Prokopenko Kyiv (Ukraine)
 T. Sichkar Kyiv (Ukraine)
 V. Sharagov Balti (Moldova)
 N. Shut Kyiv (Ukraine)
 V. Sokolenko Kharkiv (Ukraine)
 M. Tagaev Nukus (Uzbekistan)
 V. Tatarenko Kyiv (Ukraine)
 V. Titov Kyiv (Ukraine)
 E. Venger Kyiv (Ukraine)
 V. Zabolotnyy Vinnytsia (Ukraine)

Відповідальний за випуск О.В.Мозговий
 Комп'ютерна верстка В.П. Думенко
 ISBN 978-966-924-797-1

Склад статей 2018

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. РЕЛАКСАЦІЙНІ ЯВИЩА У МЕТАЛАХ І СПЛАВАХ	3
ПЕРСПЕКТИВИ МОДИФІКАЦІЇ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ КОНСТРУКЦІЙНИХ СПЛАВІВ АДИТИВНИМИ МЕТОДАМИ ТА УЛЬТРАЗВУКОВИМ УДАРНИМ ОБРОБЛЕННЯМ	3
Прокопенко Г.І., Мордюк Б.М.	
ЗМІЦНЮЮЧА І РЕЛАКСАЦІЙНА ОБРОБКА ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ВИСОКОЧАСТОТНОЮ МЕХАНІЧНОЮ ПРОКОВКОЮ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ ЇЇ ЯКОСТІ	7
Прокопенко Г.І., Мордюк Б.М., Красовський Т.А., Книш В.В., Соловей С.О.	
ПРОБЛЕМНІ ЗАДАЧІ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ І ОБРОБЦІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ	11
Мозговин О.В., Абрамчук В.С., Абрамчук І.В.	
ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ СТАЛІ Ст.3 ЛАЗЕРНИМ ОБРОБЛЕННЯМ У ПОЄДНАННІ З УЛЬТРАЗВУКОВИМ УДАРНИМ ОБРОБЛЕННЯМ	13
Прокопенко Г.І., Мордюк Б.М., Джемелінський В.В., Лесик Д.А., Піскун Н.О., Єфімов М.О., Грінкевич К.Е., Ткаченко І.В.	
ТЕХНОЛОГІЧНА СПАДКОВІСТЬ В ЗАДАЧАХ ОБРОБКИ ТИСКОМ	16
Огородніков В.А., Архіпова Т.Ф. .	
ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ УДАРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ И КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ СПЛАВА ZR-1%NB	19
Хрипта Н.И., Мордюк Б.Н., Карасевская О.П., Прокопенко Г.И., Васильев М.А.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕФОРМАЦІЇ В КРИСТАЛАХ In У ШИРОКОМУ ІНТЕРВАЛІ ТЕМПЕРАТУР	23
Раранський М.Д., Олійнич-Лисюк А.В., Ташук Р.Ю., Лисюк О.В., Ташук О.Ю	
ПРО НЕПРУЖНЕ ДВІЙНИКУВАННЯ, АУКСЕТИЗМ ТА СТРУКТУРНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ В Ве	26
Корпан В.О., Олійнич-Лисюк А.В., Раранський М.Д., Ташук О.Ю.	
СПЕКТР ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ РЕЛАКСАЦИИ В МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ ВЫСОКОЧИСТОМ ЖЕЛЕЗЕ. РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ МЕХАНИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ МЕТОДОМ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ ТИХОНОВА	28
Семеренко Ю.А.	
ВИЯВЛЕННЯ, РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ОБЧИСЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯМОК ВІДРИВУ НА ФРАКТОГРАМАХ МЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	32
Коноваленко І.В., Марушак П.О., Побережний Л.Я., Сорочак А.П.	
FORMATION OF BUILD-UPS IN SOLID DEFORMED BODIES	36
Posvyatenko E.K., Posvyatenko N.I., Budyak R.V.	

FORMATION OF BUILD-UPS IN SOLID DEFORMED BODIES

¹Posvyatenko E.K., ¹Posvyatenko N.I., ²Budyak R.V.

¹National Transport University, Kiev, Ukraine. Kiev, Omelyanovich-Pavlenko st., 1,
natali1963@ukr.net

²Vinnitsya National Agrarian University, Vinnitsa, Ukraine, m. Vinnitsa, Soniachna st., 3,
rusbudyak.vnau@gmail.com

Abstract. *The cutting of steels at low and medium speeds is accompanied by the formation of build-ups. The build-ups have the same structure and chemical composition as the machined steel. The physic-mechanical and cutting properties of the build-up edge, which seem to be extreme as for structural steels, in fact have exclusively deformation as origin.*

Key words: formation of build-ups, cutting, machined material, stress-strain state, micro-hardness.

The first experimental studies of the build-ups formation when cutting steel belong to Ya. G. Usachev [1, 2]. The optical microscope, artificial thermocouple, cutting process stopping method and metallography were used in these studies. Already in 1912 Usachev Ya.G. revealed that the build-up edge is formed from the machined material and serves as an additional cutting edge. More recent studies [2, etc.] have the aim to show that the build-up edge body is formed involving additional environmental factors. As a result, the build-up should have a different chemical composition than the machined material. However, our later studies [3, 4, etc.] have shown the fallacy of such opinion about a physical nature of the build-up. Thus, the main provisions of Ya.G. Usachev have been confirmed at the current level of experimental technology.

We used in our work the following: micro-hardness-meters PMT-3; microscopes MIM-7 and Neophot-21; electronic microscopes RE-1064 and scanning analyzer "Camscan 4-DV"; also the micro-hardness-meters "Dataletty 150" of "Shimadzu" company; WEB-camera EWEL and PC of the latest generation.

Figure 1 shows the results of the study. Cutting modes: speed $v = 0.15 \text{ m/s}$; depth $S_z = 0.15 \text{ mm}$; front angle $\gamma = 15^\circ$; cutting edge's rounding radius $\rho = 0.008 \text{ mm}$; lubricating and cooling liquid (LCL) - sulfofresol; micro-hardness over the entire cutting zone H_μ , GPa; tangential stresses τ_0 , τ_k , MPa.

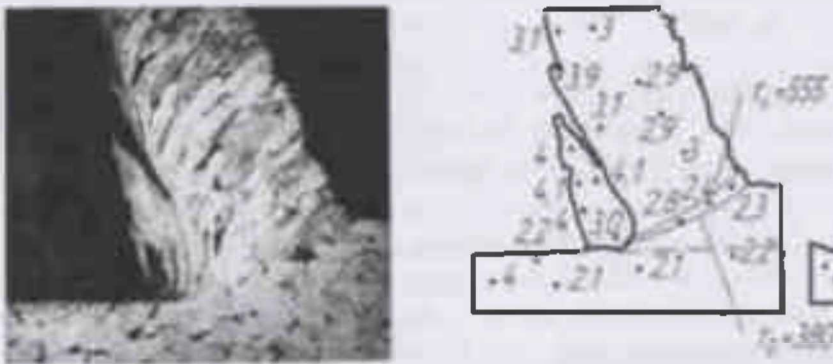


Fig. 1 - Results of the study using micro-structural analysis (x50) and micro-hardness of the chip formation zone with free orthogonal cutting of steel mark 10 and after HDZ ($\epsilon = 0.25$, HV 2.1 GPa): $v = 0.15 \text{ m/s}$, $S_z = 0.15 \text{ mm}$; cutter - steel P6M5; $\gamma = 15^\circ$; $\rho = 0.008 \text{ mm}$; Coolant - sulfofresol; the dimensions of the VAT characteristics: H_μ - GPa; τ_0 , τ_k -MPa

Formation of the build-up body occurs at the initial cutting site, beginning with a certain volume of the processed material, which undergoes shear and compression deformations turning

into the plastic state. Practically, the formation ends while the tooth becomes fully engaged in the process. The wedge-shaped chip formation zone occurs at the initial cutting site. In this case, the stress-strain state of the processed material at the cutting edge is such that the material, turning into a build-up edge, acquires a deformation of the relative displacement $\epsilon = 20-50$, regardless of the degree of hardening. These values of strain are an order of magnitude higher than the primary shear strains ($\epsilon = 1.5 - 5$). The micro-hardness of the build-up greatly exceeds the micro-hardness of the chips and does not depend on the degree of initial hardening of the machined material. Thus, when cutting steel mark 10, this excess reaches 30-35%.

The build-up body is in an elastic state at the site of stable cutting. In contrast, the deep plastic deformations occur in the chip's contact layer and part's surface layer, which border the build-up. This is evidenced by the texture and growth of micro-hardness. Thus, in the zone of secondary chip deformation, the micro-hardness values approach such ones of the build-up edge. The processed material retains its structure, turning into a build-up edge under the action of large plastic deformations. Thus, the build-up has the same structure and chemical composition as the processed material in the initial state. The build-up physic-mechanical and cutting properties, which are seemed to be extreme as for the ordinary steels performances, in fact are exclusively deformational in nature.

Fig. 2 shows the general plan of the chip formation zone with the build-up body. The processed steel passes from an elastic state to an elastic-plastic one in the chip formation zone 2. Curvilinear planes with initial tangential stress τ_0 and finite τ_k bound the zone. The body of the build-up edge 4 is located and operates under conditions of all-round compression. On the one hand, the body is limited by the front surface of the cutting wedge. On the other hand, the chip is sliding along the body of the build-up edge. Finally, the body of the build-up on the back surface is located above the back surface of the chisel; B - the nearest-to-chisel chip layer, which contacts with the body of the build-up edge; C - part of the build-up, which remained on the surface being machined; D - microstructure of the build-up edge body in the region of its cutting edge; E - microstructure of the transition zone " build-up - machined surface"; G - microstructure of the build-up edge body in the nearest-to-chisel zone; J - specific elevations of machined surface after processing accompanied by build-up formation.

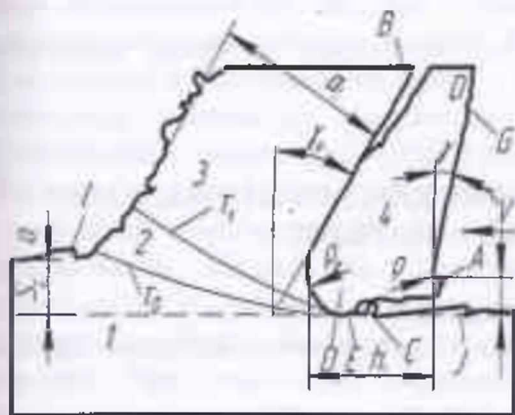


Fig.2 - General layout of the chip-formation zone: 1 - machined steel in an unhardened state; 2 - zone of chip formation; 3 - chip; 4 - build-up body



Fig. 3 - Microphotograph and micro-X-ray spectrograph of the build-up edge back surface and machined surface with a particle of the build-up remaining on the latter (zone C in Fig. 2)

Figure 3 shows the micrograph and micro-X-ray spectrum of the build-up edge back surface and machined surface with the build-up particle remaining on the latter. The thickness of the

УДК [669.017+620.1+620.22](06)
С-87

Структурна релаксація у твердих тілах : матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції [22-24 травня 2018 р., Вінниця] / ред. : Є. Ф. Венгер, П. П. Паль-Валь, О. В. Мозговий. – Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. – 286 с.

Рекомендовано до друку вченою радою Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (протокол від 25 квітня 2018 року № 12)

Наведені результати наукових досліджень релаксацийних процесів і явищ у металах та сплавах, напівпровідниках і діелектриках, полімерах, високоентропійних сплавах, композиційних, наноструктурних та аморфних матеріалах, розсіювання механічної енергії конструкційними матеріалами, що доповідались на VI Міжнародній науково-практичній конференції “Структурна релаксація у твердих тілах”, яка відбулась у Вінницькому державному педагогічному університеті імені Михайла Коцюбинського 22 – 24 травня 2018 року.

Тематика конференції:

1. Релаксацийні явища у металах і сплавах
2. Релаксацийні процеси у матеріалах зі складною морфологією: композити, полімери, високоентропійні сплави, наноструктурні і аморфні матеріали
3. Структурна релаксація у напівпровідниках і діелектриках
4. Розсіювання енергії конструкційними матеріалами.

Conference topics:

1. Relaxation Phenomena in Metals and Alloys.
2. Relaxation Processes in Materials with Complex Morphology: Composites, Polymers, High-Entropy Alloys, Nanostructured and Amorphous Materials
3. Structural Relaxation in Semiconductors and Dielectric Crystals.
4. Energy Dispersion in Construction Materials.

Підписано до друку 26.04.2018
Формат 64x90 16 Папір офсетний.
Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Умов. друк. арк. 15,50. Обл.-вид. арк. 14,41.
Наклад 100 прим. Зам. № 834.

Віддруковано з оригіналів замовника
ФОП Корзун Д Ю
21027, а/с 8825, м. Вінниця, вул. 600-річчя, 21.
Тел.: (0432) 603-000, 69-67-69.

Видавець ТОВ «Нілан-ЛТД»
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 4299 від 11.04.2012 р.
21027, а/с 8825, м. Вінниця, вул. 600-річчя, 21.
Тел.: (0432) 603-000, 69-67-69.
e-mail: info@tvoiu.com.ua
http: www.tvoiu.com.ua

textured layer on the surface can reach a tenth of a millimeter. There is the body of the characteristic line "iron - machined material" and points of its contour form a build-up edge.

Abrasive projections, which periodically form a build-up edge, are split approximately in half, and their lower part becomes the top of the crest on the treated surface with a hardness that corresponds to the high hardness of the build-up. At the same time, the upper part, also quite hard, is being released and performs its abrasive functions with respect to the machined surface.

Conclusion. It has been established that the steel cutting is accompanied by the build-ups formation. The build-up has the same structure and chemical composition as the machined material. The build-up physic-mechanical and cutting properties, which seem to be extreme as for the conventional structural and low-carbon steels' performances, in fact are exclusively deformational in nature.

Literature.

1. Usachev Ya.G. Phenomena occurring when cutting metals // Russian scientists - the founders of science in cutting metals: a monograph / Ya. G. Usachev; under ed. of K. P. Panchenko. - M.: Mashgiz, 1952. - P. 356-384.

2. Kuznetsov V.D. Build-ups in cutting and friction: Monograph / V.D. Kuznetsov. - M.: The State Publishing House of Technical-Theoretical Literature, 1956. - 284 p.

3. Posvyatenko, E.K., "Mechanics of the process of cutting plastic materials after cold strain hardening," by E. K. Posvyatenko, "Cuttings and tools in technological systems." - 1995-1996. - Issue.50. - P. 149-154.

4. Posvyatenko E.K. Features of the mechanics of cutting materials strengthened by cold deformation / E.K. Posvyatenko, N.I. Posvyatenko, R.V. Budyak // Cutting and tools in technological systems. - 2012. - Issue. 81. - P. 238-248.

НАРОСТОУТВОРЕННЯ У ТВЕРДИХ ДЕФОРМІВНИХ ТІЛАХ

Посвятенко Е.К., Посвятенко Н.І., Будяк Р.В.

Анотація. Різання сталей на низьких та середніх швидкостях супроводжується наростоутворенням. Наріст має ту саму структуру і хімічний склад, що і оброблювана сталь. Виняткові для конструкційних сталей фізико-механічні і різальні властивості наросту мають виключно деформаційну природу.

Ключові слова: наростоутворення, різання, оброблюваний матеріал, напружено-деформований стан, мікротвердість.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕШМИДОВСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ВИНТОВЫХ ДИСЛОКАЦИЙ В МАГНИИ

¹Остаповец А.А., ²Ватажук Е.Н.

¹Институт Физики Материалов Академии наук Чешской республики, Жижкова 22, Брно, Чешская Республика, e-mail: ostapov@ipm.cz

²Физико-технический институт низких температур им.Б.И. Веркина Национальной академии наук Украины, Проспект Науки, 47, Харьков

Аннотация. В работе с помощью компьютерного моделирования изучается критическое напряжение скольжения винтовых дислокаций с вектором Бюргерса $1/3[1120]$ в магнии. Продемонстрировано, что отклонения от закона Шмида могут наблюдаться для скольжения, как по базисной, так и по призматической плоскостям. Наблюдаемые отклонения могут быть объяснены изменением структуры ядра дислокации под влиянием