

УДК 621.941.1 : 539.422

Еліаш Яцек

*д.т.н., проф., завідувач кафедри експлуатації автомобілів
Західнопоморський технологічний університет у Щеціні,
м. Щецин, Республіка Польща,
e-mail: Jazek.Eliasz@zut.edu.pl
<http://orcid.org/0000-0001-7948-5247>*

Балицький Олександр Іванович

*д.т.н., проф., провідний науковий співробітник відділу «міцності
матеріалів і конструкцій
у водневовмісних середовищах»,
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів,
e-mail: abalitskii@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3841-5493>*

Гаврилюк Марія Романівна

*к.т.н., науковий співробітник відділу «міцності матеріалів і конструкцій
у водневовмісних середовищах»,
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів,
e-mail: gavrilukt@ukr.net*

Колесніков Валерій Олександрович

*к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва та професійної освіти,
ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»,
м. Старобільськ,
e-mail: kolesnikov197612@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0003-2010-3368>*

ДЕЯКІ МАТЕРІАЛОЗНАВЧІ АСПЕКТИ ТА МОРФОЛОГІЯ ПРОДУКТІВ РІЗАННЯ ЯК ІНФОРМАЦІЙНІ ЧИННИКИ ЩОДО КОРЕГУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ СПЛАВІВ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ

Застосування нових видів сталей і сплавів, змінює та вдосконалює технологічні процеси механічної обробки. Одним з індикаторів, який дозволяє оцінити вид та характер руйнування оброблюваного металу може виступати морфологія стружки.

В роботі [1] досліджено вплив режимів механічної обробки сплавів на формування продуктів різання.

Мета роботи – уточнити концепцію врахування морфології продуктів різання як інформаційних чинників щодо корегування технологічних процесів під час механічної обробки сталей.

Робота проводиться в рамках теми: «Дослідження та аналіз продуктів різання як індикаторів руйнування сплавів на різних етапах життєвого циклу виробів» (№ державної реєстрації 0119U102465 (2019 – 2024), що подана ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна.

Одним з перших дослідників, який вивчав процеси стружкоутворення був професор Іван Августович Тіме. Він в 1870 році, почав проводити експерименти на одному з заводів Луганська [2]. Його класифікація стружки, виявилася досить вдалою і конкретною та збереглася до нашого часу (рис. 1) [3].

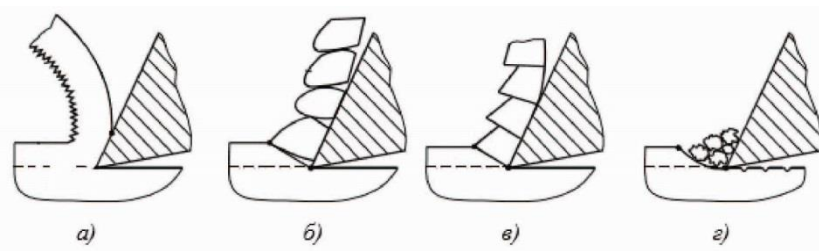


Рисунок 1 – Типи стружок, що утворюються при різанні металів:
а – зливна; б – елементна; в – суглобиста; г – надлому

Дослідили сталь 38ХНЗМФА у стані постачання (без термічної обробки) твердістю 35 НRC, після проведення термічної обробки (отримали мікроструктуру сорбіту), після насичення її газоподібним воднем та зразок, що був вирізаний з «тіла» ротора турбогенератора (матеріал мав ознаки деградації та перебував у воденьвмісному середовищі). Стружку отримували, відрізаючи на токарно-гвинторізному верстаті від заготовки циліндри $\varnothing 28$ mm, товщиною 4 mm. Різець оснащений твердосплавною пластиною ВК-6. Під час точіння різець заточували та виставляли однаковий кут між ним та заготовкою.

Під час експлуатації енергетичного обладнання, його деталі (приклад, ротор генератора) перебувають в контакт з воденьвмісними середовищами. Це супроводжується деградацією металу, яка проявляється у зміні мікроструктури, внаслідок чого, змінюються властивості поверхневих та підповерхневих шарів. Нами встановлено, що під час тривалої експлуатації $(150...250) \cdot 10^3$ год. сталі 38ХНЗМФА відбувається розпад сорбіту та на 15 % знижується твердість. Твердість сталі у вихідному стані становила 290 НВ (цементит – 80...87 %), після 250 тис. год. експлуатації твердість знизилась до 250 НВ (цементитна складова знизилась до 65 %, зафіксовані зерна фериту). Виявлено, що вміст легувальних елементів в карбідній фазі збільшується, а у твердому розчині металевої матриці зменшується у порівнянні з вихідним станом. Інтенсифікація дифузійних процесів сприяє збільшенню концентрації карбідоутворюючих елементів: як в карбідах так і біля границь зерен. Зафіксовано збільшення у спеціальних карбідах вмісту: Cr (Хрому) та V (Ванадію) – в 1,05 – 1,6 рази, Мо (Молібдену) – у 2,2 – 2,8 рази. Одночасно відбувається розпад перліту шляхом перетворення до карбідної фази.

Оскільки роторні сталі використовують не тільки для виготовлення валів роторів турбогенераторів, але й для муфт та інших деталей

енергетичного обладнання, що тривало експлуатуються у газоподібному водні та воденьвмісних середовищах, то викликає інтерес аналіз процесу обробки у вихідному стані (рис. 2а) та змінених за допомогою термічної обробки (рис. 2 б — г), а також після тривалої експлуатації в газоподібному водні. Різання на сухо та із розробленими змащувально-охолоджувальними рідинами (ЗОР), що містять соняшникову олію – ЗОРс [1, 4], дозволяє оцінити можливості механічної оброблюваності металу деталі враховуючи вклад структурно-фазового стану (рис. 2).

У роботі [1] показано, що за використання ЗОР розміри стружки зменшуються, їх форма – компактна і згорнута, а також знижується шорсткість обробленої поверхні у 10 разів порівняно із точінням насуху.

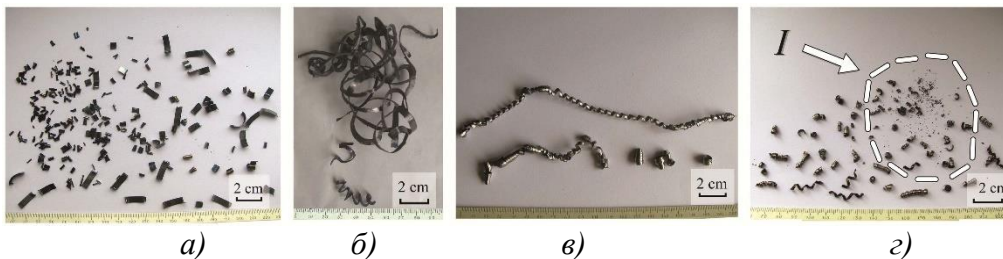


Рисунок 2 – Стружки утворенні при точінні комплекснолегованих роторних сталей на сухо (200 об/хв) після: стані поставки – а; ковки – б; термообробки (нормалізація) – в; тривалої експлуатації в у воденьвмісних середовищах – г.

Після термічної обробки сталі (нормалізація) зміни мікроструктури позначається на зовнішньому вигляді стружки при точінні (вона стає зливною – рис. 2в). Тривала експлуатація валу ротора в воденьвмісному середовищі, приводить до появи ділянок на яких під час механічної обробки, з'являються стружки надлому (крихти – зона I на рис. 2г, 3), що характерне для різання крихких металів (рис. 3).

Стружка у виді крихт виникає унаслідок зміни мікроструктури в приповерхневих шарах, де внаслідок підвищеної концентрації неметалевих включень MnS утворюються мікропорожнини. Міграція легуючих елементів за тривалої експлуатації від центральної частини зерна до його границь створює джерела концентрації напружень та сприяє зародженню та розповсюдженню магістральної тріщини.

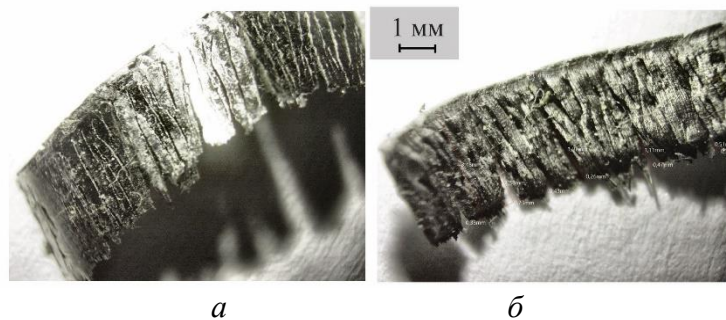


Рисунок 3 – Стружка відокремлена з деградованої поверхні яка експлуатувалась у воденьвмісному середовищі:
а)- вигляд зовнішній; б)- вигляд внутрішній.

Різні види структурно-фазового стану комплекснолегованих сталей типу 38ХНЗМФА та умов різання впливають на шорсткість поверхні (рис. 4).

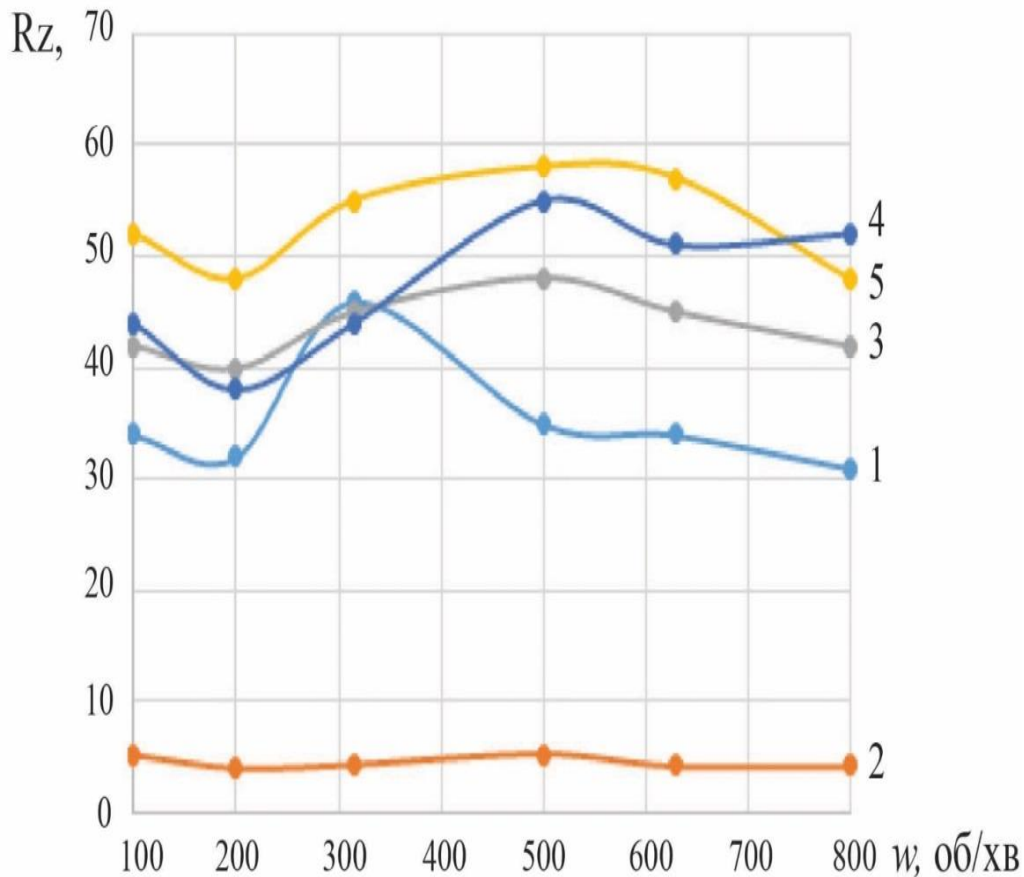


Рисунок 4 – Вплив швидкості різання на параметри шорсткості поверхні досліджених варіантів сталі 38ХНЗМФА: 1 – вихідний стан (мікроструктура: ферит + перліт) (сухе різання); 2 – вихідний стан (різання з ЗОРс); 3 – після термічної обробки (мікроструктура: сорбіт); 4 – експериментально деградований матеріал в газоподібному водні (мікроструктура: сорбіт); 5 – після тривалої експлуатації у воденьвмісному середовищі зразок з електростанції (мікроструктура: сорбіт). Криві 1, 3, 5 – сухе різання

Встановлено, що водень, який входить до складу ЗОР знаходиться у підвищеній концентрації в продуктах різання [5], може впливати та інтенсифікувати процеси руйнування сплавів під час механічної обробки.

Періодично в рамках планових ремонтів виникає необхідність у ремонті «деградованих» поверхонь. Через зміну мікроструктури змінюється форма стружки. Деградація виникає «вибірково» не на всій деталі, відтак з'являється можливість за зовнішнім виглядом стружки відстежувати деградовані об'єми матеріалу. Для аналізу зміни морфології стружки можна застосовувати сучасні методи комп'ютерного зору, які продовжують інтенсивне розвиватись та вдосконалюватись.

Список використаних джерел та літератури

- 1. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Havrylyuk, M.R.** Influence of Lubricating Liquid on the Formation of the Products of Cutting of 38KhN3MFA Steel. *Materials Science*. Vol. 54, № 5, 15 March 2019, P. 722 – 727. DOI: 10.1007/s11003-019-00238-7.
- 2. Глебов И.Т., Кузнецов А.И., Щепочкин С.В.** Основоположники науки о резании. Електронний ресурс. Режим доступу: URL: http://symposium.forest.ru/article/2007/6_education/glebov_05.htm. (дата звернення: 24.02.2020).
- 3. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В.** Резание материалов. М: Машиностроение, 2012. 304 с.
- 4. 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) C10M 173/00, C10M 133/06 (2006.01), C10M 129/56 (2006.01). Заявка № u 2015 12667; Заявлено 21.12.2015. Опубліковано 10.05.2016. Бюл.№9. 4 с.
- 5. Balitskii Alexander, Valerii Kolesnikov** Hydrogen effects on the formation of nickel based superalloys cutting and wear products // 22nd European Conference on Fracture - ECF22 August 26th to 31st, 2018. Belgrade, Serbia.



ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка»



СУЧАСНА НАУКА: СТАН, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ

МАТЕРІАЛИ
І ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

Україна,
м. Старобільськ,
2020

Міністерство освіти і науки України

Державний заклад «Луганський національний
університет імені Тараса Шевченка»

СУЧАСНА НАУКА: СТАН, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ

МАТЕРІАЛИ
І ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-
ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

(м. Старобільськ, 14–15 квітня 2020 року)

*м. Старобільськ
2020*

Програмний комітет:

С. В. Савченко, голова комітету, д.п.н., професор, член-кореспондент НАПН України, ректор ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

Члени програмного комітету:

Л. В. Баль-Прилико, д.т.н., професор, академік НАН вищої освіти України, декан факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Т. О. Пушкарьова, д.п.н., професор, член-кореспондент НАПН України, начальник відділу проектної діяльності ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» Міністерства освіти і науки України, м. Київ, Україна

В. Т. Надикто, д.т.н., професор, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН України, заслужений діяч науки і техніки України, м. Мелітополь, Україна

Л. О. Базиль, д.п.н., доцент, учений секретар Інституту професійно-технічної освіти НАПН України, м. Київ, Україна

О. І. Балицький, д.т.н., професор, провідний співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, Україна

І. І. Цимбал, к.п.н., ректор Луганського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти, м. Северодонецьк, Україна

Я. Хмель, д.т.н., професор, завідувач кафедри технологічних процесів Морської академії у Щеціні, м. Щецін, Республіка Польща

Я. Еліаш, д.т.н., професор, завідувач кафедри експлуатації автомобілів Західнопоморського технологічного університету в Щеціні, м. Щецін, Республіка Польща

Організаційний комітет:

Л. Ц. Ваховський, голова комітету, д.п.н., професор, проректор з науково-педагогічної роботи ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

В. Ф. Дрель, заступник голови комітету, к.б.н., доцент, директор навчально-наукового інституту торгівлі, обслуговуючих технологій та туризму ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

Члени організаційного комітету:

О. Л. Караман, д.п.н., професор, директор навчально-наукового інституту педагогіки і психології ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

С. В. Маслійов, д.с.-г.н., професор кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

В. В. Бурдун, к.п.н., доцент, завідувач кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

Д. П. Крамаренко, к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

В. О. Колесніков, к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

М. М. Морозова, к.п.н., доцент кафедри товарознавства, торговельного підприємництва та експертизи товарів ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

Сучасна наука: стан, проблеми перспективи: матеріали І Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Старобільськ, 14-15 квітня 2020 року). – Старобільськ: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2020. – 222 с. – Текст укр., англ. мовою.

У матеріалах конференції розглядається наукове обґрунтування проблемних питань сучасної освіти та розвитку науки в умовах цивілізаційних змін та соціально-економічної трансформації; аспекти налагодження співпраці та обмін досвідом, науковими ідеями в галузях освіти, науки, харчових технологій, готельно-ресторанної справи, автомобільного транспорту та прикладного матеріалознавства, сучасних агротехнологій, торгівлі, торговельного підприємництва та експертизи товарів.

УДК 001(06)

Рекомендовано до друку Вченою радою ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка» (протокол № 9, від 30 квітня 2020 р.) Матеріали друкуються в авторській редакції мовами оригіналів, за виклад, зміст і достовірність яких відповідальні автори.

Погляди, відображені у публікаціях, не завжди можуть співпадати з офіційною позицією організаторів конференції.

Розповсюдження та тиражування без офіційного дозволу Державного закладу «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка» заборонено.

© ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка»,
2020

Матвеева М. В.

ТРУДОВЕ НАВЧАННЯ ЯК ЗАСІБ СОЦІАЛІЗАЦІЇ ДІТЕЙ
З ОСОБОВИМИ ОСВІТНІМИ ПОТРЕБАМИ 107

**ПРИКЛАДНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО
ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В АВТОМОБІЛЬНІЙ ГАЛУЗІ**

Балицький О. І., Іваськевич Л. М., Колесніков В. О., Ріпей І. В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИКЛІЧНОЇ ТРИЩИНІСТІЙКОСТІ СТАЛІ
38ХНЗМФА ПІСЛЯ НАВОДНЮВАННЯ 112

Беседа О. О.

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕХНІЧНОГО
ДІАГНОСТУВАННЯ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛІВ 1 15

Завгородній Є. Є.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВ'ЯЗКІВ МІЖ ТЕХНІЧНИМИ
ПАРАМЕТРАМИ СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛІВ ЯК
СКЛАДНИКІВ, ЩО ФОРМУЮТЬ СИСТЕМУ 121

Іценко Б. М., Крива Є. М., Фірсов О. І., Колесніков В. О.

ПРИКЛАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ..... 125

Колесніков В. О.

КОНЦЕПЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
СТАЛЕЙ ТА СПЛАВІВ ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ З
ВИКОРИСТАННЯМ СКРИНІНГОВИХ АНАЛІЗІВ 128

Лященко С. О., Колієв М. В., Серов І. І., Колесніков В. О.

ЗАСТОСУВАННЯ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ ТА
ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ МАТЕРІАЛІВ З
ПІДВИЩЕНОЮ КОРОЗІЙНОЮ СТІЙКІСТЮ 131

Ревякіна О. О.

ГЕОМЕТРО-КІНЕМАТИЧНІ КРИТЕРІЇ АРКОВИХ
ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ, ЩО МАЮТЬ ВИХІДНИЙ КОНТУР,
ОБКРЕСЛЕНИЙ ДОВІЛЬНОЮ КРИВОЮ 134

Хмель Я., Балицький О. І., Колесніков В. О.

КОНЦЕПЦІЯ ВРАХОВУВАННЯ МОРФОЛОГІЇ ПРОДУКТІВ
ЗНОШУВАННЯ ЯК ІНФОРМАЦІЙНИХ ЧИННИКІВ ЩОДО
КОРЕГУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВУЗЛІВ ТА
ОБЛАДНАННЯ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ 137

Еліаш Я., Балицький О. І., Гаврилюк М. Р., Колесніков В. О.

ДЕЯКІ МАТЕРІАЛОЗНАВЧІ АСПЕКТИ ТА МОРФОЛОГІЯ
ПРОДУКТІВ РІЗАННЯ ЯК ІНФОРМАЦІЙНІ ЧИННИКИ
ЩОДО КОРЕГУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІД
ЧАС МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ СПЛАВІВ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ
ГАЛУЗІ 140

194. Еліаш Я., Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Колесніков В.О. Деякі матеріалознавчі аспекти та морфологія продуктів різання як інформаційні чинники щодо корегування технологічних процесів під час механічної обробки сплавів в енергетичній галузі. *І-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. «Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи»*. Матеріали. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2020 р. С. 140 – 144.

https://www.researchgate.net/publication/342787506_Ministerstvo_osviti_i_nauki_Ukraini_Derzavnij_zaklad_Luganskij_nacionalnij_universitet_imeni_Tarasa_Sevcenka

https://www.researchgate.net/publication/342397259_Programa_SUCHASNA_NAUKA_STAN_PROBLEMI_PERSPEKTIVI_14_04_2020_SUCASNA_NAUKA_STAN_PROBLEMI_PERSPEKTIVI_PROGRAMA_I_VSEUKRAINSKOI_NA_UKOVO-PRAKTICNOI_KONFERENCII_m_Starobilsk_14-15_kvitna_2020_roku_DZ

https://www.researchgate.net/publication/343206815_Elias_A_Balickij_OI_Gavriluk_MR_Kolesnikov_VO_Deaki_materialoznavci_aspekti_ta_morfologia_produkta_v_rizanna_ak_informacijni_cinniki_sodo_koreguvanna_tehnologicnih_procesiv_pid_cas_mehanicnoi_obrobki_s

https://kolesnikov.ucoz.com/load/dejaki_materialoznavchi_aspekti_ta_morfologija_produkta_rizannja_jak_informacijni_chinniki_shhodo_koreguvannja_tehnologicnih_procesiv_pid_chas_mekhani/1-1-0-228

https://researchworker.ucoz.ru/load/publikacii/dejaki_materialoznavchi_aspekti_ta_morfologija_produkta_rizannja_jak_informacijni_chinniki_shhodo_koreguvannja_tehnologicnih_procesiv_pid_chas_mekhani/3-1-0-344