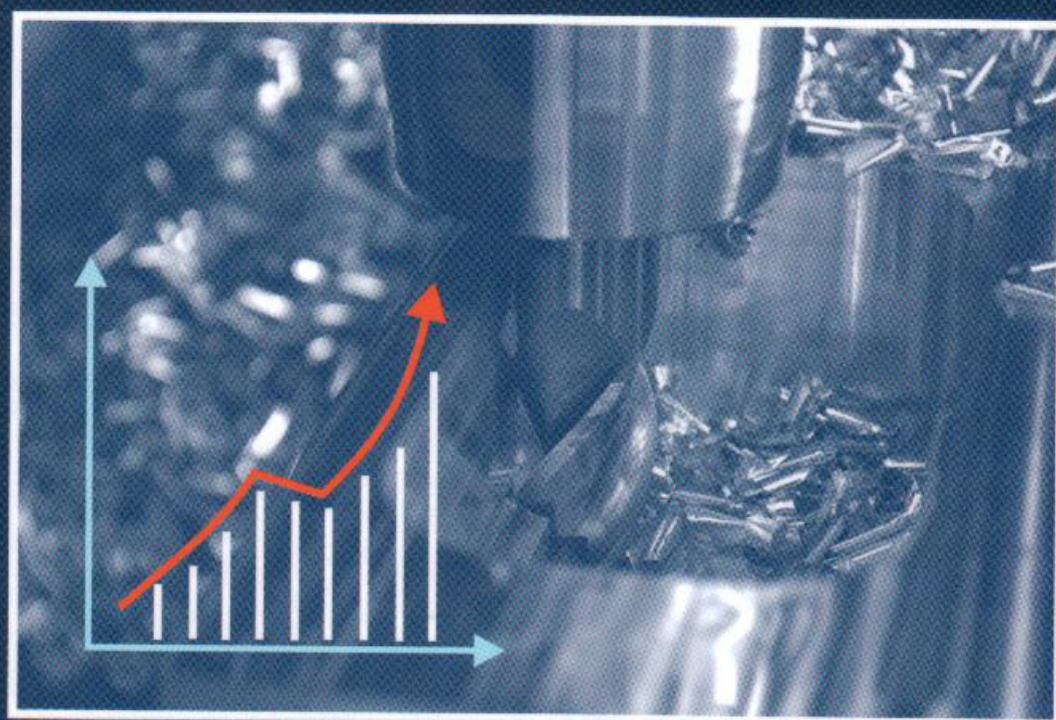


OBRÓBKA SKRAWANIEM – BADANIA I ROZWÓJ

pod redakcją
JANA BURKA

10



SZKOŁA OBRÓBKI SKRAWANIEM

OBRÓBKA SKRAWANIEM

10

OBRÓBKA SKRAWANIEM - BADANIA I ROZWÓJ

Pod redakcją Jana Burka

**X SZKOŁA OBRÓBKI SKRAWANIEM
RZESZÓW-ŁAŃCUT 2016**

15.	Alexander BALITSKI, Maria HAWRILYUK, Jacek ELIASZ, Walentyna BALITSKA, Waleriy KOLESNIKOW - ODDZIAŁYWANIE WODORU NA KSZTAŁTOWANIE I ODPROWADZENIE WIÓRÓW W OBRÓBCE SKRAWANIEM STALI WYSOKOSTOPOWYCH Z UŻYCIEM EKOLOGICZNYCH CIECZY SMARUJĄCO-CHŁODZĄCYCH	447
16.	Tadeusz LEPPERT, Tomasz PACZKOWSKI, Robert POLASIK, Dawid SERWACKI - DELAMINACJA MATERIAŁU KOMPOZYTOWEGO WŁÓKNISTEGO PODCZAS WYKONYWANIA OTWORÓW	453
17.	Jakub KULPA, Łukasz NOWAKOWSKI, Jerzy SŁADEK - ZASTOSOWANIE OBRÓBKI SKRAWANIEM DO POPRAWY DOKŁADNOŚCI WYMIAROWEJ I KSZTAŁTOWEJ ELEMENTÓW WYTWARZANYCH TECHNOLOGIAMI ADDYTYWNYMI	459
18.	Roman CHUDY, Wit GRZESIK - MOŻLIWOŚCI ZMNIĘSZENIA ENERGOCHŁONNOŚCI OBRÓBKI SEKWENCYJNEJ STALI UTWARDZONEJ	465
19.	Bogusław PYTLAK - TOCZENIE GWINTU W STANIE ZAHARTOWANYM	471
20.	Adam HAMROL - KILKA UWAG O EFEKTYWNYM WYKORZYSTANIU ZASOBÓW PRODUKCYJNYCH	477
21.	Marek KOŁODZIEJ, Maciej KOWALSKI - OCENA EFEKTYWNOŚCI WYGNIATANIA GWINTÓW W STOPACH MAGNEZU	483
22.	Tadeusz BOCHENSKI, Mariusz DEJA, Mieczysław SIEMIĄTKOWSKI - PROJEKTOWANIE STRATEGII FREZOWANIA ZŁOŻONYCH KIESZENI W KOMPONENTACH MECHANICZNYCH	489
23.	Tadeusz BOCHENSKI, Mariusz DEJA, Jacek EREMUS, Mieczysław SIEMIĄTKOWSKI - ZASTOSOWANIE PROGRAMOWANIA PARAMETRYCZNEGO W PLANOWANIU OPERACJI OBRÓBKI ELEMENTÓW O POWTARZALNEJ GEOMETRII	495
24.	Paweł KAROLCZAK, Marek KOŁODZIEJ, Hubert SKOWRONEK - BADANIA WPŁYWU ZASTOSOWANIA MQL NA SIŁY SKRAWANIA I POSTAĆ WIÓRA W TOCZENIU WYBRANEGO STOPU ALUMINIUM	501
25.	Radosław MARUDA, Stanisław LEGUTKO, Grzegorz KRÓLCZYK, Włodzimierz KOT - WPŁYW WARUNKÓW CHŁODZENIA NA SIŁĘ SKRAWANIA PODCZAS TOCZENIA STALI 45	507

Część 5. DIAGNOSTYKA I OPTIMALIZACJA PROCESÓW SKRAWANIA

1.	Szymon WOJCIECHOWSKI, Paweł LISIAK, Paweł TWARDOWSKI - OPTIMALIZACJA PARAMETRÓW TOCZENIA POWIERZCHNI BOCZNYCH TŁOKÓW SILNIKÓW SPALINOWYCH	513
2.	Paweł LISIAK, Paweł TWARDOWSKI, Szymon WOJCIECHOWSKI - OPTIMALIZACJA PARAMETRÓW TOCZENIA ROWKA POD PIERŚCIENIE TŁOKOWE	519
3.	Sebastian BOMBIŃSKI, Krzysztof BŁAŻEJAK, Mirosław NEJMAN - MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA SIECI NEURONOWEJ RBF DO DIAGNOSTYKI ZUŻYCIA OSTRZA W SYSTEMIE ON-LINE	525
4.	Józef KUCZMASZEWSKI, Paweł PIEŚKO, Magdalena ZAWADA-MICHAŁOWSKA - ANALIZA WPŁYWU PRĘDKOŚCI SKRAWANIA NA ODKSZTAŁCENIA PO FREZOWANIU ELEMENTÓW CIENKOŚCIENNYCH WYKONANYCH ZE STOPU EN AW-2024	531
5.	Kazimierz A. ORŁOWSKI, Anna KACZMAREK - NIEJEDNOZNACZNOŚĆ DIAGNOSTYCZNA TESTU IMPULSOWEGO W BADANIACH EMPIRYCZNYCH PIŁ TARCZOWYCH DO DREWNA	537
6.	Piotr SZULEWSKI, Tomasz KAPELUSZNY, Rober FULARSKI - WYKORZYSTANIE SIECI PROFIBUS-DP DO OKREŚLANIA STANU OBRABIARKI I PROCESU	543



Przekazuję Państwu 10. książkę z serii „Obróbka Skrawaniem”, która pod hasłem „Obróbka Skrawaniem - Badania i Rozwój”, została wydana z okazji odbywającej się X – Jubileuszowej Konferencji, która odbyła się w dniach 5-7 września 2016 r. w Łąncucie.

Głównym celem Konferencji jest integracja naukowców zajmujących się obróbką skrawaniem ze środowiskiem przemysłu. Jest to szczególnie istotne obecnie, kiedy powstają nowe możliwości realizacji wspólnych projektów badawczo-rozwojowych finansowanych ze środków Unii Europejskiej. Poszczególne rozdziały książki przedstawiają wyniki prac badawczych z różnych ośrodków naukowych oraz osiągnięcia firm związanych z obróbką skrawaniem. W prezentowanej Państwu książce znalazły się artykuły z zakresu: analizy i modelowania procesów skrawania, zużycia i trwałości narzędzi skrawających, narzędzi, oprzyrządowania i obrabiarek w procesie skrawania, zagadnień technologicznych procesów obróbki skrawaniem, diagnostyki i optymalizacji procesów skrawania, metrologii w obróbce skrawaniem, technologii warstwy wierzchniej. Materiały te zostały opracowane przez specjalistów ze środowisk akademickich i przemysłowych.

Jan Burek

ORGANIZATORZY



**POLITECHNIKA
RZESZOWSKA**
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA



PARTNERZY

SIEMENS KUKA

CAMdivision
TOP EUROPEAN NX CAM PARTNER

RENISHAW
apply innovation™



DMG MORI
POLSKA

ES TEST SYSTEMS
drgania • akustyka • termowizja • szybkie kamery

ENVIBRA
TEST AND MEASUREMENT

Alexander BALITSKII
Maria HAWRILYUK
Jacek ELIASZ
Walentyna BALITSKA
Waleriy KOLESNIKOW

ODDZIAŁYWANIE WODORU NA KSZTAŁTOWANIE I ODPROWADZENIE WIÓRÓW W OBRÓBCE SKRAWANIEM STALI WYSOKOSTOPOWYCH Z UŻYCIEM EKOLOGICZNYCH CIECZY SMARUJĄCO-CHŁODZĄCYCH

Streszczenie

Ekologiczne ciecze smarująco-chłodzące, zawierające w swoim składzie olej słonecznikowy podczas obróbki skrawaniem stali wysokostopowych (stosowanych w generatorach elektrowni ciepłych i jądrowych) polepszają chropowatość powierzchni, kształtowanie i odprowadzenie wiórów. Korzystne efekty stosowania tych cieczy wynikają między innymi z oddziaływania wodoru który wydziela się przy ich destrukcji.

Słowa kluczowe: ekologiczne ciecze smarująco-chłodzące, wióry, wodór

HYDROGEN IMPACT ON THE CHIPS FORMATION AND WITHDRAWING IN ALLOY STEEL MACHINING WITH USING OF ECOLOGICAL COOLING-LUBRICANT LIQUIDS

Abstract

Ecological cooling-lubricant liquids, which containing in its composition sunflower oil during machining of alloy steel (used in generators on forcible and nuclear power plants) improve the surface roughness, formation and chip removal facilitates the direct interaction of hydrogen, which arises during their destruction.

Keywords: ecological cooling-lubricant liquids, chips, hydrogen

ODDZIAŁYWANIE WODORU NA KSZTAŁTOWANIE I ODPROWADZENIE WIÓRÓW W OBRÓBCE SKRAWANIEM STALI WYSOKOSTOPOWYCH Z UŻYCIEM EKOLOGICZNYCH CIECZY SMARUJĄCO-CHŁODZĄCYCH

Alexander BALITSKII¹, Maria HAWRILYUK², Jacek ELIASZ³,
Walentyna BALITSKA⁴, Waleriy KOLESNIKOW⁵

Ekologiczne ciecze smarująco-chłodzące (CSCH) na bazie olejów słonecznikowego i rzepakowego modyfikowanych trzyletanolaminem są w ostatnich latach szeroko stosowane dla poprawy warunków obróbki skrawaniem stali, szczególnie trudnoobrabialnych stali wysokostopowych [3-10]. Poprzednie badania autorów pozwoliły ustalić, że dodatki olejów: słonecznikowego czy rzepakowego do CSCH są w stanie efektywnie zastępować oleje naftowe i mogą być stosowane przy produkcji jak i podczas remontów elementów turbin np. wirników (w elektrowniach jądrowych i cieplnych) szczególnie przy zachowaniu wysokich wymagań ekologicznych i bezpieczeństwa pożarowego [1-5].

Wirniki turbogeneratorów o dużej mocy wyprodukowane są ze stali wysokostopowych zawierających chrom Cr i nikiel Ni: chromowo-molibdenowo-wanadowych 26H2MF, 30H2MF, chromowo-niklowo-molibdenowej 34HN3M, chromowych X105CrMo17, H17N13M2T.

Proces technologiczny produkcji wirników turbin parowych przewiduje dwa etapy: obróbkę odlewaniem i obróbkę skrawaniem. Obróbka skrawaniem jest również

¹ Prof., dr hab. inż. Alexander Balitskii (abalicki@zut.edu.pl) – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Fizyko-Mechaniczny Instytut Państwowej Akademii Nauk we Lwowie

² Mgr inż. Maria Hawrilyuk (gavrilyuk@ipm.lviv.ua) – Fizyko-Mechaniczny Instytut Państwowej Akademii Nauk we Lwowie

³ Dr hab. inż. Jacek Eliaz, prof. ZUT (Jacek.Eliasz@zut.edu.pl) – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie;

⁴ Doc., dr inż. Walentyna Balitska (vbalitska@yahoo.com) – Lwowski Państwowy Uniwersytet Bezpieczeństwa Życia

⁵ Doc., dr inż. Waleriy Kolesnikow (kolesnikov197612@gmail.com) – Lugański Państwowy Uniwersytet imienia Tarasa Szewczenki, Starobils, Fizyko-Mechaniczny Instytut Państwowej Akademii Nauk we Lwowie

ważnym etapem w procesie regeneracji wirnika w czasie remontu turbiny [2, 3]. W obu przypadkach (wytwarzania i remontu), w procesie skrawania ze względu na złą skrawalność materiałów obrabianych niezbędne jest wybranie właściwych warunków obróbki, w tym cieczy chłodząco-smarujących.

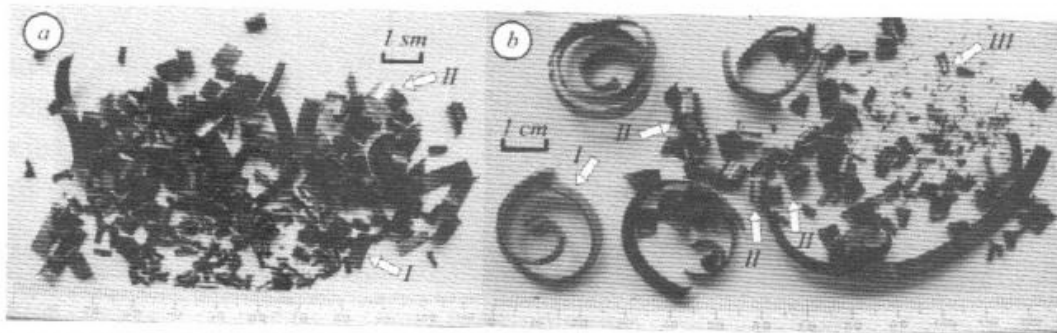
Celem zrealizowanych badań było określenie wpływu CSCH na skrawalność tych materiałów ze względu na kształtowanie i odprowadzenie wióra. Ważnym zagadnieniem było również określenie oddziaływania CSCH na powierzchnię przedmiotu obrabianego.

1. MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Badania skrawalności wykonano dla procesu toczenia. Na tokarce sterowanej numerycznie MK 6141 obróbce poddano próbki w postaci wałków o średnicy 28 mm nożem tokarskim VK-6 z ostrzami kobaltowo wolframowymi (8Co, 92W). Toczenie odbywało się na sucho i mokro (z użyciem wody lub CSCH) z parametrami technologicznymi: prędkościami skrawania $v_c=18$ m/min, $v_c=28$ m/min, głębokością skrawania $a_p=4; 5$ mm i posuwem $f=0,1; 0,2$ mm/obr. Szczegółowej ocenie poddano wióry jako istotny element poprawnego i efektywnego procesu obróbki.

2. WYNIKI BADAŃ

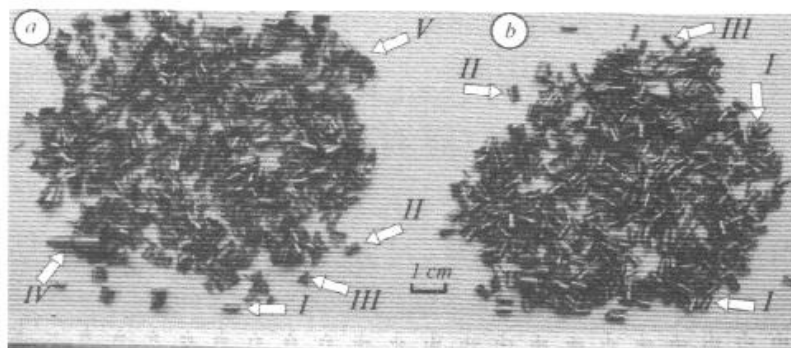
Morfologia produktów skrawania (otrzymywanych powierzchni po obróbce i wiórów) w przypadku obróbki na sucho lub mokro (w wodzie i CSCH) różni się. Wskazuje na to już samo porównanie wiórów otrzymanych w obróbce bez chłodzenia (rys. 1) i z chłodzeniem w wodzie i CSCH (rys. 2-4).



Rys. 1. Wióry przy toczeniu na sucho: a) $v_c=18$ m/min, b) $v_c=28$ m/min

Wióry, otrzymane przy skrawaniu na sucho z niską prędkością skrawania ($v_c=18$ m/min) mają prostokątny wydłużony kształt o długości 10-15 mm (rys. 1a, strzałka I). Charakterystycznym jest to, że strona wióra będąca w kontakcie z powierzchnią natarcia jest gładka z metalicznym połyskiem (rys. 1a, strzałka II), a strona odwrotna ma wyraźne schodkowe ustępy. Wzrost prędkości skrawania powoduje pojawienie się

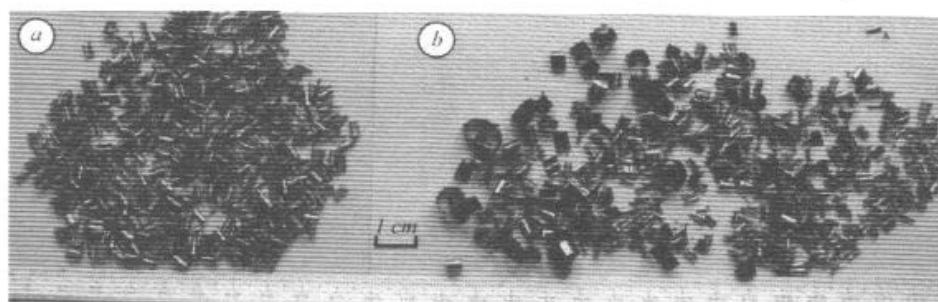
dłuższych wiórów (długości do 400 mm) i dużej ilości w formie spirali o średnicą 25 mm (rys. 1b, strzałka I). Można zauważyć także wióry o kształtach beczko-podobnych cząstek i spirali (rys. 1b, strzałka II) oraz zakręconych cząstek, z rozerwaną powierzchnią (rys. 1b, strzałka III). Około 50 % wiórów ma wyraźny kolor fioletowy i żółty z metalicznym połyskiem.



Rys. 2. Wióry przy toczeniu na mokro z użyciem wody: a) $v_c=18$ m/min, b) $v_c=28$ m/min

Wykorzystanie obróbki z użyciem wody lub CSCH przy prędkości skrawania $v_c=18$ m/min powoduje zanikanie zabarwienia wiórów, a przy $v_c=28$ m/min pojawiają się zabarwione wióry o podobnych kolorach znacznie mniej nasyconych (rys.2 i rys.3).

Są to wióry o beczko-podobnym kształcie (rys. 2b, strzałka I). W procesie obróbki na mokro rozmiary wiórów maleją, typowymi są wióry o długości 3 mm (przy obróbce z chłodzeniem wodą, rys. 2, strzałki II, III) i 2 mm (przy chłodzeniu CSCH, rys.3) Obok występują wióry spiralne (rys.2a, strzałka IV) charakteryzuje się większymi rozmiarami: długość 10-20 mm i średnica 4-6 mm oraz wydłużone, prostokątne ze schodkowymi ustępami o długość 8-10 mm, szerokość 4 mm. Oddziaływanie CSCH na proces kształtowania wiórów wynika z powierzchniowej fizycznej lub chemicznej adsorpcji wodoru.



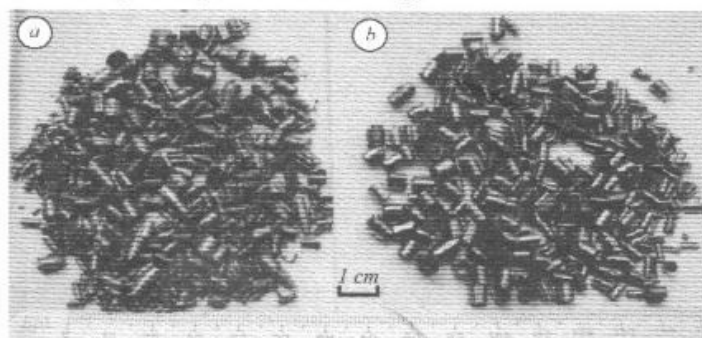
Rys. 3. Wióry przy toczeniu w CSCH (prędkość skrawania 200 (a), i 315 (b) ob/min)

Korzystne oddziaływanie CSCH potwierdziły długotrwałe obserwacje przechowywanych wiórów otrzymanych w obróbce na mokro i w CSCH.

Wióry po obróbce z użyciem wody (po roku przetrzymywania) mają stabilny zło-cisty kolor (rys. 4a), a wióry po obróbce z użyciu CSCH mają naturalne kolory stali (rys. 4b). Świadczy to jednoznacznie o konserwującym efekcie CSCH i powstrzymaniu procesu utleniania.

3. PODSUMOWANIE

Stosowanie ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących (CSCH) (zgodne z wymaganiami ISO 6743/7, PN-78/C-96098/10, DIN 51 385), zawierających w swoim składzie oleje słonecznikowy i rzepakowy (biodegradowalne, niepalne) podczas obróbki skrawaniem stali wysokostopowych (stosowanych w turbogeneratorach elektrycznych i jądrowych) zmniejsza chropowatość powierzchni. Oddzielenie od powierzchni nadmiaru materiału, kształtowanie i odprowadzenie wiórów ułatwia bezpośrednio oddziaływanie wodoru, który wydziela się przy destrukcji CSCH. Wodór adsorbuje się na powierzchni obrabianej i obrabianej. Dzięki oddziaływaniu wodoru otrzymuje się wiór kruchy, drobny (o długości 10-20 mm i średnicy 4-6 mm) w postaci beczko-podobnych cząstek (łatwo usuwalny ze strefy skrawania), w przeciwieństwie do stopniowych, długich wiórów, które powstają bez udziału wodoru. Łatwe usuwanie drobnych, kruchych wiórów gwarantuje wydłużenie trwałości narzędzi, obniżenie kosztów i skrócenie czasu operacji obróbkowej.



Rys. 4. Obraz wióry przechowywanych przez rok na powietrzu po procesie toczenia z chłodzeniem z użyciem: a) wodą, b) CSCH ($v_c=18$ m/min)

Podwyższenie prędkości skrawania v_c podczas obróbki badanych stali wysokostopowych towarzyszy wzrost temperatury w strefie skrawania, zmiana koloru wiórów oraz przyspieszenie destrukcji CSCH połączone z wydzieleniem wodoru. Skład chemiczny warstwy wierzchniej wiórów różni się po stronach gładkiej i chropowatej wskutek występujących procesów dyfuzji wodoru i pierwiastków stopowych.

LITERATURA

- [1] Balitskii A., Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kochubei W., *Wpływ wytrzymałości termicznej cieczy smarująco - chłodzących na jej zdolność do pracy w warunkach skrawania* // VIII Szkoła Obróbki Skrawaniem Synergia Nauki z Przemysłem / Pod redakcją M.Pajora, 2014. – S. 257-264.
- [2] *Fracture mechanics and strength of materials: Reference book* / Editor-in-chief V. V. Panasyuk. Volume 8. Strength of materials and durability of structural elements of nuclear power plants/ A.I.Balitskii, O.V.Makhnenko, O.A.Balitskii, V.A.Grabovskii, D.M.Zaverbnyi, B.T.Timofeev. Editor A. I. Balitskii – Kyiv: PH "Akadempriodyka", 2005. – 544 p. – ISBN 966-360-035-7.
- [3] Taurig G.E., Puchowski E.S., Gryszczenko E.J., *Obrobka wielkich detali*. – Kyiv: PH Technika - 1981. – 207 s.

- [4] Steve Boyde. *Green lubricants. Environmental benefits and impacts of lubrication*, Uniqema lubricants, Wilton, U.K. // *Green Chemistry*. – 2002. – № 4. – P. 293–307.
- [5] Sathwik Chatra K. R., Jayadas N. H., and Kailas Satish V., *Natural oil – based lubricants // Green Tribology, Green Energy and Technology*. – 2012. – P. 287–328.
- [6] Sokovic M. and Mijanovic K., *Ecological aspects of the cutting fluids and its influence on the quantifiable parameters of the cutting processes // J. Mat. Proc. Techn.* – 2001. – № 109. – P. 181–189.
- [7] Wilfried J. Bartz., *Lubricants and the environment // Tribology Int.* – 1998. – 31, № 1–3. – P. 35–47.
- [8] Belluco W. and De Chiffre L., *Performance evaluation of vegetable-based oils in drilling austenitic stainless steel // J. Mat. Proc. Techn.* – 2004. – № 148. – P. 171–176.
- [9] Jayadas N. H., Prabhakaran Nair K., and Ajithkumar G., *Tribological evaluations of coconut oil as an environment-friendly lubricant // Tribology Int.* – 2007. – № 40. – P. 350–354.
- [10] Lawal S. A., Choudary I. A., and Nukman Y., *Application of vegetable oil-based metal working fluids in machining ferrous metals – A review // Int. J. Machine Tools & Manufacture*. – 2012. – № 52. – P. 1–12.

ważnym etapem w procesie regeneracji wirnika w czasie remontu turbiny [2, 3]. W obu przypadkach (wytwarzania i remontu), w procesie skrawania ze względu na złą skrawalność materiałów obrabianych niezbędne jest wybranie właściwych warunków obróbki, w tym cieczy chłodząco-smarujących.

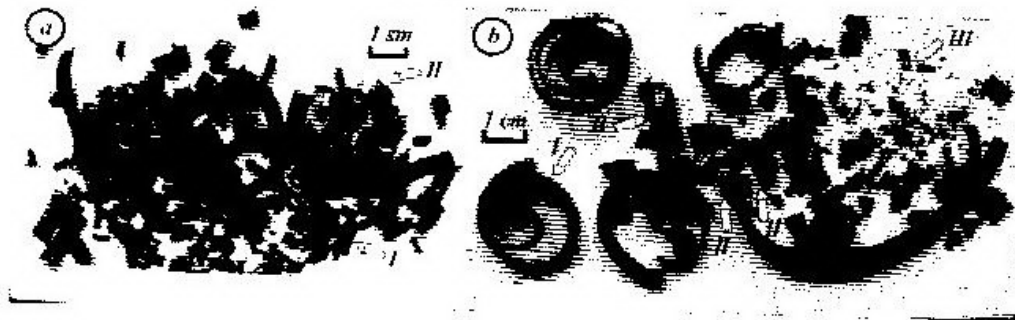
Celem zrealizowanych badań było określenie wpływu CSCH na skrawalność tych materiałów ze względu na kształtowanie i odprowadzenie wióra. Ważnym zagadnieniem było również określenie oddziaływania CSCH na powierzchnię przedmiotu obrabianego.

1. MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Badania skrawalności wykonano dla procesu toczenia. Na tokarce sterowanej numerycznie MK 6141 obróbce poddano próbki w postaci wałków o średnicy 28 mm nożem tokarskim VK-6 z ostrzami kobaltowo wolframowymi (8Co, 92W). Toczenie odbywało się na sucho i mokro (z użyciem wody lub CSCH) z parametrami technologicznymi: prędkościami skrawania $v_c=18$ m/min, $v_c=28$ m/min, głębokością skrawania $a_p=4$; 5 mm i posuwem $f=0,1$; 0,2 mm/obr. Szczegółowej ocenie poddano wióry jako istotny element poprawnego i efektywnego procesu obróbki.

2. WYNIKI BADAŃ

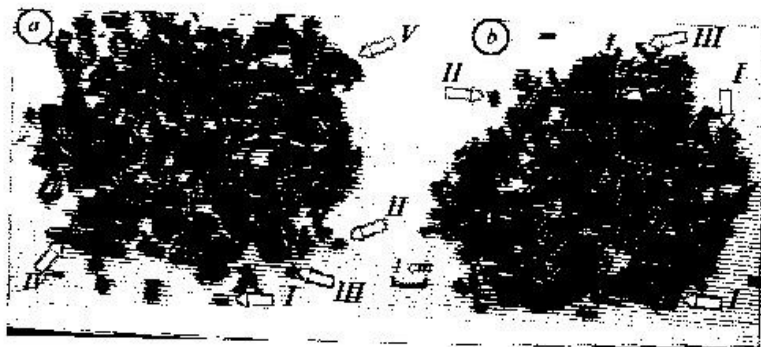
Morfologia produktów skrawania (otrzymywanych powierzchni po obróbce i wiórów) w przypadku obróbki na sucho lub mokro (w wodzie i CSCH) różni się. Wskazuje na to już samo porównanie wiórów otrzymanych w obróbce bez chłodzenia (rys. 1) i z chłodzeniem w wodzie i CSCH (rys. 2-4).



Rys. 1. Wióry przy toczeniu na sucho: a) $v_c=18$ m/min, b) $v_c=28$ m/min

Wióry, otrzymane przy skrawaniu na sucho z niską prędkością skrawania ($v_c=18$ m/min) mają prostokątny wydłużony kształt o długości 10-15 mm (rys. 1a, strzałka I). Charakterystycznym jest to, że strona wióra będąca w kontakcie z powierzchnią natarcia jest gładka z metalicznym połyskiem (rys. 1a, strzałka II), a strona odwrotna ma wyraźne schodkowe ustępy. Wzrost prędkości skrawania powoduje pojawienie się

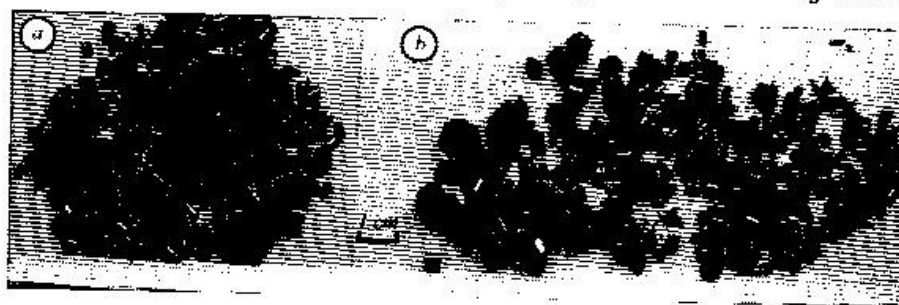
dłuższych wiórów (długości do 400 mm) i dużej ilości w formie spirali o średnicą 25 mm (rys. 1b, strzałka I). Można zauważyć także wióry o kształtach beczko-podobnych cząstek i spiral (rys. 1b, strzałka II) oraz zakreślonych cząstek, z rozerwaną powierzchnią (rys. 1b, strzałka III). Około 50 % wiórów ma wyraźny kolor fioletowy i żółty z metalicznym połyskiem.



Rys. 2. Wióry przy toczeniu na mokro z użyciem wody: a) $v_c=18$ m/min, b) $v_c=28$ m/min

Wykorzystanie obróbki z użyciem wody lub CSCH przy prędkości skrawania $v_c=18$ m/min powoduje zanikanie zabarwienia wiórów, a przy $v_c=28$ m/min pojawiają się zabarwione wióry o podobnych kolorach znacznie mniej nasyconych (rys.2 i rys.3).

Są to wióry o beczko-podobnym kształcie (rys. 2b, strzałka I). W procesie obróbki na mokro rozmiary wiórów maleją, typowymi są wióry o długości 3 mm (przy obróbce z chłodzeniem wodą, rys. 2, strzałki II, III) i 2 mm (przy chłodzeniu CSCH, rys.3) Obok występują wióry spiralne (rys.2a, strzałka IV) charakteryzuje się większymi rozmiarami: długość 10-20 mm i średnica 4-6 mm oraz wydłużone, prostokątne ze schodkowymi ustępami o długość 8-10 mm, szerokość 4 mm. Oddziaływanie CSCH na proces kształtowania wiórów wynika z powierzchniowej fizycznej lub chemicznej adsorpcji wodoru.



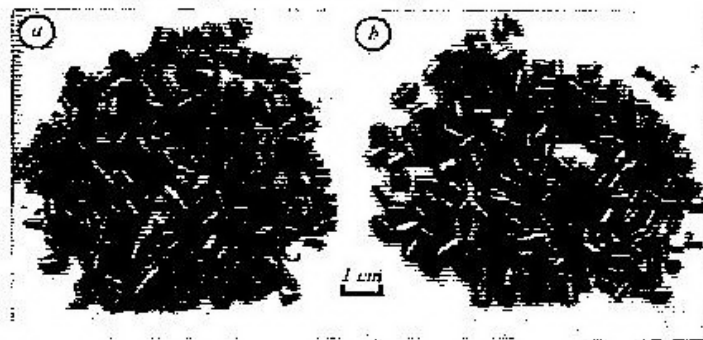
Rys. 3. Wióry przy toczeniu w CSCH (prędkość skrawania 200 (a), i 315 (b) ob/min)

Korzystne oddziaływanie CSCH potwierdziły długotrwałe obserwacje przechowywanych wiórów otrzymanych w obróbce na mokro i w CSCH.

Wióry po obróbce z użyciem wody (po roku przetrzymywania) mają stabilny zło-cisty kolor (rys. 4a), a wióry po obróbce z użyciu CSCH mają naturalne kolory stali (rys. 4b). Świadczy to jednoznacznie o konserwującym efekcie CSCH i powstrzymaniu procesu utleniania.

3. PODSUMOWANIE

Stosowanie ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących (CSCH) (zgodne z wymaganiami ISO 6743/7, PN-78/C-96098/10, DIN 51 385), zawierających w swoim składzie oleje słonecznikowy i rzepakowy (biodegradowalne, niepalne) podczas obróbki skrawaniem stali wysokostopowych (stosowanych w turbogeneratorach elektrowni ciepłych i jądrowych) zmniejsza chropowatość powierzchni. Oddzielenie od powierzchni nadmiaru materiału, kształtowanie i odprowadzenie wiórów ułatwia bezpośrednio oddziaływanie wodoru, który wydziela się przy destrukcji CSCH. Wodór adsorbuje się na powierzchni obrabianej i obrabianej. Dzięki oddziaływaniu wodoru otrzymuje się wiór kruchy, drobny (o długości 10-20 mm i średnicy 4-6 mm) w postaci beczko-podobnych cząstek (łatwo usuwalny ze strefy skrawania), w przeciwieństwie do stopniowych, długich wiórów, które powstają bez udziału wodoru. Łatwe usuwanie drobnych, kruchych wiórów gwarantuje wydłużenie trwałości narzędzi, obniżenie kosztów i skrócenie czasu operacji obróbkowej.



Rys. 4. Obraz wióry przechowywanych przez rok na powietrzu po procesie toczenia z chłodzeniem z użyciem: a) wodą, b) CSCH ($v_c = 18$ m/min)

Podwyższenie prędkości skrawania v_c podczas obróbki badanych stali wysokostopowych towarzyszy wzrost temperatury w strefie skrawania, zmiana koloru wiórów oraz przyspieszenie destrukcji CSCH połączone z wydzieleniem wodoru. Skład chemiczny warstwy wierzchniej wiórów różni się po stronach gładkiej i chropowatej wskutek występujących procesów dyfuzji wodoru i pierwiastków stopowych.

LITERATURA

- [1] Balitskii A., Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kochubei W., *Wpływ wytrzymałości termicznej cieczy smarująco - chłodzących na jej zdolność do pracy w warunkach skrawania // VIII Szkoła Obróbki Skrawaniem Synergia Nauki z Przemysłem / Pod redakcją M.Pajora, 2014. – S. 257-264.*
- [2] *Fracture mechanics and strength of materials: Reference book / Editor-in-chief V. V. Panasyuk. Volume 8. Strength of materials and durability of structural elements of nuclear power plants/ A.I.Balitskii, O.V.Makhnenko, O.A.Balitskii, V.A.Grabovskii, D.M.Zaverbnyi, B.T.Timofeev. Editor A. I. Balitskii – Kyiv: PH "Akadempriodyka", 2005. – 544 p. – ISBN 966-360-035-7.*
- [3] Taurig G.E., Puchowski E.S., Gryszczenko E.J., *Obrobka wielkich detali.* – Kyiv: PH Technika - 1981. – 207 s.