

WPŁYW ZMIANY KĄTA PRZYSTAWIENIA NOŻA TOKARSKIEGO TYPU WIPER NA WARTOŚĆ PARAMETRÓW CHROPOWATOŚCI POWIERZCHNI CZOPÓW WYKONANYCH ZE STALI AUSTENITYCZNEJ

Jednym z najważniejszych problemów współczesnych technik wytwarzania jest zapewnienie odpowiedniej jakości wyrobu, przy minimalizacji kosztów i jednoczesnym wzroście wydajności produkcji. W związku z tym podczas projektowania procesów wytwarzania powinno się zastosować technologię, która ma istotny wpływ na trwałość i niezawodność części maszyn. Podczas obróbki wykończeniowej nadawane są ostateczne wymiary i właściwości użytkowe danego elementu. Osiąga się to poprzez zastosowanie odpowiedniego rodzaju obróbki oraz dobór właściwych parametrów danego procesu. Technolog projektujący proces kształtowania warstwy wierzchniej ma do dyspozycji różne techniki wytwarzania. Konieczne jest znalezienie określonego rozwiązania, które będzie odpowiadać wymaganiom i warunkom pracy danej części maszyny.

W artykule przedstawiono wyniki badań wpływu zmiany kąta przystawienia noża tokarskiego typu Wiper podczas toczenia czopów wału na parametry chropowatości powierzchni. Badania przeprowadzono na walcu o średnicy 60 mm, wykonanym ze stali X5CrNi18-10. Obróbkę wykończeniową czopów wału przeprowadzono na tokarce uniwersalnej kłowej CDS6250BX-1000. Podczas badań wykorzystano nóż tokarski z wymiennymi płytkami skrawającymi: CCMT09T302 WF, CCMT09T304 WF, CCMT09T308 WF o promieniu naroża 0,2 0,4 i 0,8 mm. Zmianę kąta przystawienia realizowano w zakresie $\pm 3^\circ$. Proces toczenia wykonano silomierzem DKM2010.

Słowa kluczowe: obróbka wykończeniowa, chropowatość powierzchni, silomierz, stal nierdzewna.

WSTĘP

W siłowniach okrętowych powszechne zastosowanie znalazły odśrodkowe pompy krętne. Wykorzystuje się je w obiegach chłodzenia silników średniej i dużej mocy, do zasilania kotłów oraz w instalacjach zęzowych, balastowych i przeciwpożarowych.

Wały pomp pracują w środowisku wody morskiej i ze względu na trudne warunki eksploatacyjne są narażone na zużycie korozyjne, cierne i erozyjne. W związku z tym są wykonywane ze stali odpornych na korozję. Zastosowanie drogiego materiału nie zapobiega jednak uszkodzeniom eksploatacyjnym.

Do uszkodzeń wałów pomp wody morskiej należą pęknięcia i rozwarstwienia materiału na czopach, odkształcenia plastyczne, nadmierne zużywanie czopów

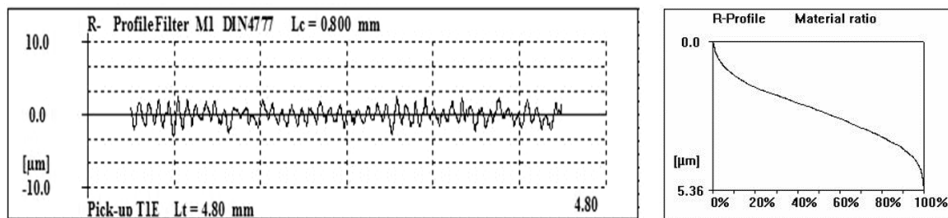
w miejscach osadzenia tarcz wirników, sprzęgieł i uszczelnień dławic, zużycie korozyjne i erozyjne oraz wybicie rowków wpustowych. W praktyce eksploatacyjnej obserwuje się nadmierne zużywanie czopów, powodujące zmniejszenie ich średnicy oraz przekroczenie dopuszczalnych odchyłek kształtu w miejscu zamontowania uszczelnień dławic.

Jedną z mechanicznych metod obróbki wykończeniowej, która umożliwia otrzymanie warstwy wierzchniej o szczególnie korzystnych właściwościach, jest obróbka nagniataniem. Wykorzystuje ona zjawisko powierzchniowych odkształceń plastycznych na zimno, wytwarzanych w warstwie wierzchniej przedmiotu. Główne cele stosowania obróbki nagniataniem w technologii części maszyn związane są przede wszystkim z:

- zmniejszeniem chropowatości powierzchni;
- zwiększeniem twardości warstwy wierzchniej;
- zwiększeniem odporności na zmęczenie powierzchniowe i objętościowe;
- zwiększeniem odporności na zużycie ściernie i zacieranie;
- zmniejszeniem kosztów wytwarzania.

Prawidłowo wytworzona warstwa wierzchnia w technologicznych procesach produkcyjnych oraz procesach eksploatacyjnych zapewnia maksymalną wytrzymałość powierzchniową, gwarantującą dużą trwałość eksploatacyjną. Istotnym zagadnieniem w obróbce nagniataniem jest odpowiednie przygotowanie powierzchni przed tym procesem. W celu uzyskania warstwy wierzchniej o takich samych właściwościach struktury geometrycznej powierzchni proces toczenia wstępnego powinien być powtarzalny. W trakcie realizacji pracy badawczej [5] zastosowanie niezmiennych parametrów technologicznych obróbki skrawaniem spowodowało uzyskanie zróżnicowanych wyników pomiarów chropowatości powierzchni badanych wałków. Uzyskane wyniki pomiarów średniego arytmetycznego odchylenia profilu nierówności (48 czopów po trzy pomiary parametru R_a) wahały się w przedziale od 0,5 do 1,18 μm . Średnia wartość parametru chropowatości R_a wyniosła 0,83 μm .

Na rysunku 1 przedstawiono przykładowy profilogram oraz udział materiałowy dla powierzchni wałka, którego wartość parametru R_a wyniosła 0,83 μm . Wyniki podstawowej analizy statystycznej ujęto w tabeli 1.



Rys. 1. Przykładowy profilogram oraz udział materiałowy wałka po toczeniu wstępnym

Fig. 1. An example of surface profile and material ratio of shaft after preliminary lathing process

Tabela 1. Wyniki podstawowej analizy statystycznej pomiaru chropowatości powierzchni**Table 1.** The results of statistic analysis of surface roughness measurements

Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Odch. Stand.	Błąd Stand.
0,83	0,79	0,50	1,18	0,14	0,02

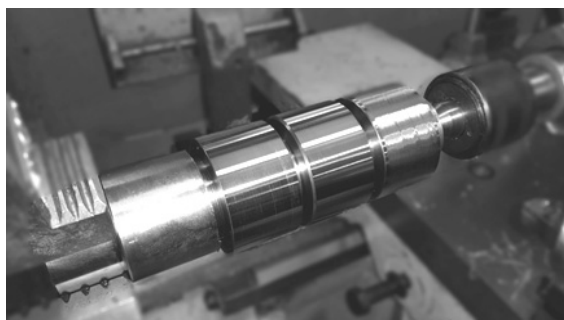
Obróbka skrawaniem stali odpornych na korozję, a w szczególności stali o strukturze austenitycznej, sprawia dużo trudności. Na skrawalność stali austenitycznych niekorzystny wpływ ma wysoka skłonność do umacniania się przez zgniot, niska przewodność cieplna i dobra ciągliwość.

Wiele ośrodków naukowych, w tym również Akademia Morska w Gdyni, prowadzi badania związane z toczeniem materiałów trudno obrabialnych [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8]. Obecnie realizowane są badania, mające na celu określenie zbioru czynników wejściowych, stałych i zakłócających dla procesu toczenia wykończeniowego czopów wałów wykonanych ze stali nierdzewnej, mających wpływ na tzw. strukturę geometryczną powierzchni – SGP.

W artykule przedstawiono badania wpływu zmiany kąta przystawienia noża z dogładzającą płytką wielostrzową na chropowatość powierzchni wałów, wykonanych ze stali nierdzewnej X5CrNi18-10.

1. METODYKA BADAŃ

Proces toczenia wykończeniowego czopów wału o średnicy ϕ 60 mm przeprowadzono na tokarce CDS6250BX-1000. Na rysunku 2 przedstawiono przykładową próbkę użytą w badaniach.

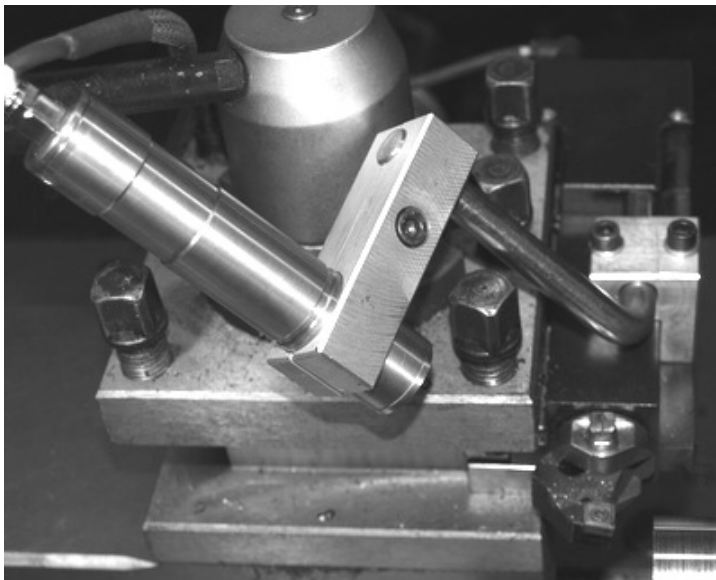
**Rys. 2.** Przykładowy wałek użyty w badaniach**Fig. 2.** The sample used in the research

Do procesu toczenia użyto wymiennych płytek wielostrzowych firmy Sandvik. W badaniach wykorzystano płytki dogładzające Wiper-WF. Płytki te zapewniają wysoką wydajność obróbki półwykończeniowej oraz wykończeniowej. Odpowiednia geometria ostrza umożliwia stosowanie dwukrotnie większych posu-

wów przy zachowaniu takiej samej jakości wykończenia powierzchni, w porównaniu z tradycyjnymi płytkami. Natomiast zastosowanie takiego samego posuwu, jak dla płytek tradycyjnych, pozwala na uzyskanie dwukrotnie mniejszej wartości parametru chropowatości powierzchni. Płytki wykorzystane w procesie toczenia wykończeniowego występowały w trzech odmianach promienia naroża $r_e = 0,2; 0,4; 08$ mm. Proces toczenia przeprowadzono dla kąta przystawienia równego 90° .

Do procesu toczenia wykorzystano siłomierz DKM 2010, który przedstawiono na rysunku 2. Urządzenie do pomiaru sił skrawania podczas procesu toczenia wykorzystać można zarówno na tokarkach uniwersalnych, jak i maszynach CNC. Podczas obróbki toczeniem rejestrowane są: F_c – siła skrawania, F_f – siła posuwowa oraz F_p – siła odporowa. Maksymalne siły nie mogą przekraczać 2000 N. Urządzenie wyposażone jest w czujnik temperatury w zakresie pracy od 300 do 800°C . Konstrukcja siłomierza umożliwia stosowanie odpowiedniego uchwytu z gniazdem na płytce dla noży prawych lub lewych. Siłomierz ma regulowany uchwyt, umożliwiający zmianę kąta przystawienia na wartość $45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$ i 90° .

Pomiar parametru chropowatości powierzchni wykonano profilometrem T8000.



Rys. 3. Siłomierz DKM 2010

Fig. 3. Turning dynamometer DKM 2010

W tabeli 2 przedstawiono parametry skrawania użyte w procesie toczenia wykończeniowego, tj. prędkość skrawania V_c [m/min], posuw f [mm/obr] oraz głębokość skrawania a_p [mm]. Podczas badań stosowano wartości parametrów skrawania zalecane przez producenta, jednakże wartość prędkości skrawania oraz posuwu została dobrana według możliwości nastawczych tokarki.

Tabela 2. Parametry skrawania dla toczenia wykończeniowego
Table 2. The cutting parameters for the finish lathing process

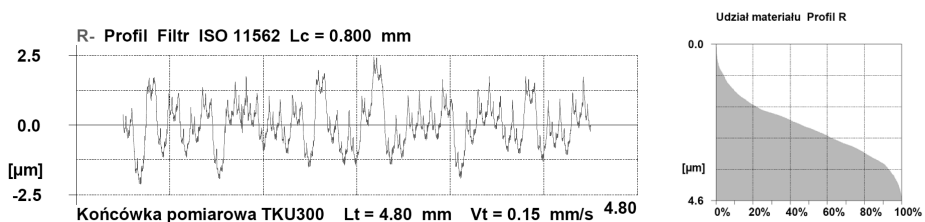
Oznaczenie płytki	Parametry skrawania		
	V_c [m/min]	f [mm/obr]	a_p [mm]
CCMT 09T302 WF	230	0,099	0,3
CCMT 09T304 WF	230	0,198	1,0
CCMT 09T308 WF	160	0,248	1,0
CCMT 09T308 WF	113	0,248	1,0

2. WYNIKI BADAŃ

W przemyśle maszynowym, ze względu na współpracujące elementy, dąży się do uzyskania elementów o określonej chropowatości. Bardzo istotnym więc etapem w podstawowych badaniach eksperymentalnych jest wykonanie pomiarów i ocena chropowatości powierzchni. W celu analizy wpływu zmiany kąta przystawienia noża tokarskiego na uzyskaną wartość parametru chropowatości powierzchni posłużono się parametrem Ra (średnia arytmetyczna rzędnych profilu chropowatości) oraz parametrem Rq , który z naukowego punktu widzenia jest poprawniejszy, gdyż jest to odchylenie średniokwadratowe (w statystyce odchylenie standardowe). Parametr ten bardzo dokładnie oddaje charakter nierówności profilu oraz jest niewrażliwy na rozłożenie wierzchołków chropowatości. Uzyskane wartości parametrów Rt (całkowita wysokość profilu chropowatości) oraz Rz (największa wysokość profilu chropowatości) pozwalają na analizę wpływu narzędzia na charakter wierzchołków nierówności powierzchni.

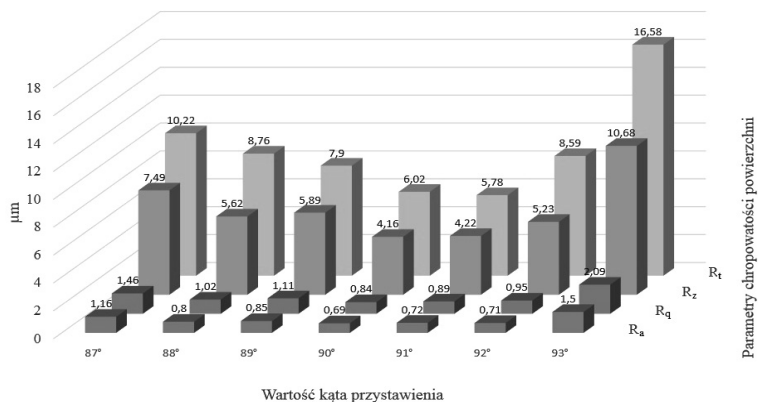
W tabelach 3, 4, 5, 6 przedstawiono wyniki podstawowej analizy statystycznej parametrów chropowatości Ra , Rq , Rt oraz Rz . Wartości analizy statystycznej zostały obliczone na podstawie dziewięciu pomiarów. W tabeli 3 zestawiono wyniki podstawowej analizy statystycznej pomiarów parametrów chropowatości powierzchni wałów toczonech płytką CCMT09T302 WF.

Na rysunku 4 pokazano przykładowy profilogram i udział materiałowy dla powierzchni charakteryzującej się najniższą wartością parametru Ra , natomiast na rysunku 5 przedstawiono średnie wartości parametrów chropowatości powierzchni.



Rys. 4. Przykładowy profilogram i udział materiałowy powierzchni wału po toczeniu płytką CCMT09T302 WF

Fig. 4. The example of surface profile and material ratio of shaft after lathing process by CCMT09T302WF insert



Rys. 5. Parametry chropowatości powierzchni wału po toczeniu płytką CCMT09T302 WF
Fig. 5. Surface roughness parameters of shaft after lathing process by CCMT09T302 WF insert

Tabela 3. Wyniki podstawowej analizy statystycznej parametrów chropowatości dla wałów toczonech płytką CCMT09T302 WF

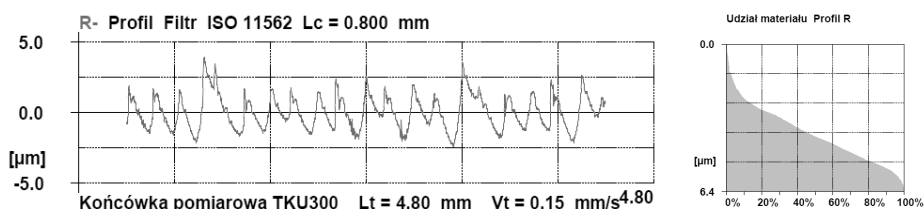
Table 3. The results of statistic analysis of surface roughness parameters for shaft lathing process by CCMT09T302 WF insert

	Wartość kąta przystawienia [°]						
	87°	88°	89°	90°	91°	92°	93°
Ra [μm]							
Średnia	1,16	0,80	0,85	0,69	0,72	0,71	1,50
Mediana	1,21	0,77	0,81	0,74	0,71	0,75	1,19
Minimum	0,96	0,67	0,67	0,56	0,64	0,59	0,89
Maksimum	1,33	1,10	1,19	0,80	0,84	0,79	2,26
Och. stand.	0,12	0,13	0,15	0,08	0,06	0,08	0,53
Błąd stand.	0,04	0,04	0,05	0,03	0,02	0,03	0,19
Rq [μm]							
Średnia	1,46	1,02	1,11	0,84	0,89	0,95	2,09
Mediana	1,50	0,96	1,04	0,89	0,86	1,00	1,81
Minimum	1,19	0,84	0,82	0,68	0,78	0,72	1,20
Maksimum	1,67	1,55	1,57	0,99	1,06	1,15	3,19
Och. stand.	0,16	0,21	0,23	0,10	0,08	0,16	0,76
Błąd stand.	0,06	0,07	0,08	0,03	0,03	0,06	0,27
Rz [μm]							
Średnia	7,49	5,62	5,89	4,16	4,22	5,23	10,68
Mediana	7,19	4,88	5,35	4,00	4,05	5,70	10,18
Minimum	5,77	4,44	3,93	3,19	3,67	3,44	5,88
Maksimum	10,19	10,33	8,44	7,15	5,54	6,98	16,10
Och. stand.	1,18	1,83	1,32	1,18	0,55	1,24	4,09
Błąd stand.	0,42	0,65	0,47	0,39	0,20	0,44	1,45
Rt [μm]							
Średnia	10,22	8,76	7,90	6,02	5,78	8,59	16,58
Mediana	9,81	6,73	7,80	4,99	5,43	8,41	17,27
Minimum	6,80	5,42	4,55	3,95	4,05	3,81	8,02
Maksimum	17,41	23,35	11,09	14,73	10,97	15,81	22,90
Och. stand.	2,82	5,33	1,93	3,32	1,94	3,71	4,70
Błąd stand.	1,00	1,88	0,68	1,11	0,69	1,31	1,66

Najmniejszą wartość parametru chropowatości R_a uzyskano dla czopa wału po toczeniu z kątem przystawienia równym 90° . Skręcenie sanek narzędziowych w zakresie $\pm 2^\circ$ spowodowało nieznaczny wzrost analizowanych parametrów chropowatości. Zmiana analizowanego kąta o wartość -3° powoduje wzrost uzyskanej wartości parametru R_a do $1,16 \mu\text{m}$, natomiast dla kąta $+3^\circ$ wartość $R_a = 1,51 \mu\text{m}$. Zmiana kąta przystawienia powoduje również wzrost wartości parametrów R_z oraz R_t , a największą ich wartość można zaobserwować dla kąta α_r równego 93° .

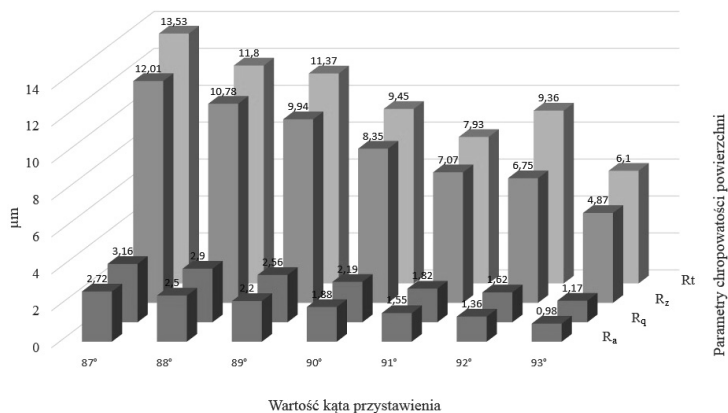
Na rysunku 6 przedstawiono przykładowy profilogram i udział materiałowy, natomiast na rysunku 7 – średnie wartości analizowanych parametrów chropowatości powierzchni wału toczonego płytką z promieniem naroża $0,4 \text{ mm}$.

W tabeli 4 zaprezentowano wyniki podstawowej analizy statystycznej pomiarów parametrów chropowatości powierzchni wałów toczonech płytką CCMT09T304 WF.



Rys. 6. Przykładowy profilogram i udział materiałowy powierzchni wału po toczeniu płytką CCMT09T304 WF

Fig. 6. The example of surface profile and material ratio of shaft after lathing process by CCMT09T304WF insert



Rys. 7. Parametry chropowatości powierzchni wału po toczeniu płytką CCMT09T304 WF

Fig. 7. Surface roughness parameters of shaft after lathing process by CCMT09T304 WF insert

Zastosowanie optymalnych parametrów skrawania dla wałów toczonech płytką z promieniem naroża $0,4 \text{ mm}$ i zmianą kąta przystawienia w zakresie $\pm 3^\circ$ spowodowało, że najniższe wartości analizowanych parametrów chropowatości zaobserwowano dla pozycji sanek narzędziowych równej 93° . Zmniejszanie kąta α_r

powoduje wzrost wartości parametrów chropowatości i ich największe wartości uzyskano dla kąta 87° . Podobną sytuację można zaobserwować dla parametrów, określających wysokość profilu chropowatości.

Tabela 4. Wyniki podstawowej analizy statystycznej parametrów chropowatości dla wałów toczonych płytką CCMT09T304 WF

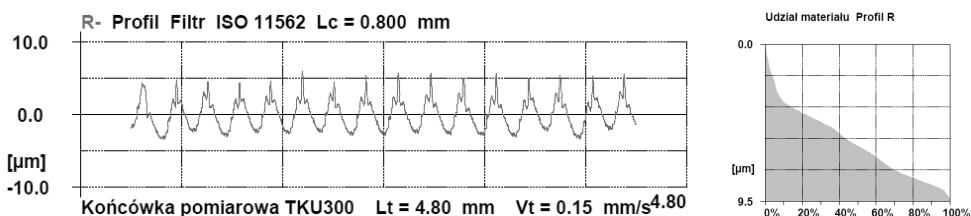
Table 4. The results of statistic analysis of surface roughness parameters for shaft after lathing process by CCMT09T304 WF insert

	Wartość kąta przystawienia [°]						
	87°	88°	89°	90°	91°	92°	93°
	Ra [μm]						
Średnia	2,72	2,50	2,20	1,88	1,55	1,36	0,98
Mediana	2,70	2,47	2,21	1,89	1,55	1,37	0,99
Minimum	2,65	2,42	2,10	1,82	1,47	1,24	0,87
Maksimum	2,80	2,59	2,30	1,92	1,60	1,46	1,12
Och. stand.	0,05	0,06	0,06	0,03	0,04	0,06	0,08
Błąd stand.	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03
	Rq [μm]						
Średnia	3,16	2,90	2,56	2,19	1,82	1,62	1,17
Mediana	3,14	2,87	2,59	2,20	1,82	1,63	1,17
Minimum	3,07	2,80	2,41	2,11	1,73	1,48	1,02
Maksimum	3,29	3,01	2,69	2,23	1,88	1,75	1,34
Och. stand.	0,07	0,07	0,09	0,04	0,04	0,08	0,11
Błąd stand.	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,03	0,04
	Rz [μm]						
Średnia	12,01	10,78	9,94	8,35	7,07	6,75	4,87
Mediana	11,75	10,78	10,11	8,27	7,14	6,88	4,95
Minimum	11,34	10,15	8,82	7,95	6,71	6,11	4,26
Maksimum	12,93	11,50	10,45	9,09	7,25	7,29	5,57
Och. stand.	0,58	0,51	0,54	0,38	0,17	0,38	0,52
Błąd stand.	0,21	0,18	0,19	0,13	0,06	0,13	0,19
	Rt [μm]						
Średnia	13,53	11,80	11,37	9,45	7,93	9,36	6,10
Mediana	12,59	11,62	11,51	9,07	7,94	8,88	5,82
Minimum	12,38	10,94	9,64	8,58	7,39	7,59	4,91
Maksimum	18,53	13,30	12,77	11,44	8,94	12,08	7,80
Och. stand.	1,88	0,70	1,00	0,88	0,44	1,48	1,08
Błąd stand.	0,66	0,25	0,35	0,31	0,16	0,52	0,38

Na rysunku 8 przedstawiono przykładowy profilogram i udział materiałowy, natomiast na rysunku 9 – średnie wartości analizowanych parametrów chropowatości powierzchni wału toczonego płytką z promieniem naroża 0,8 mm.

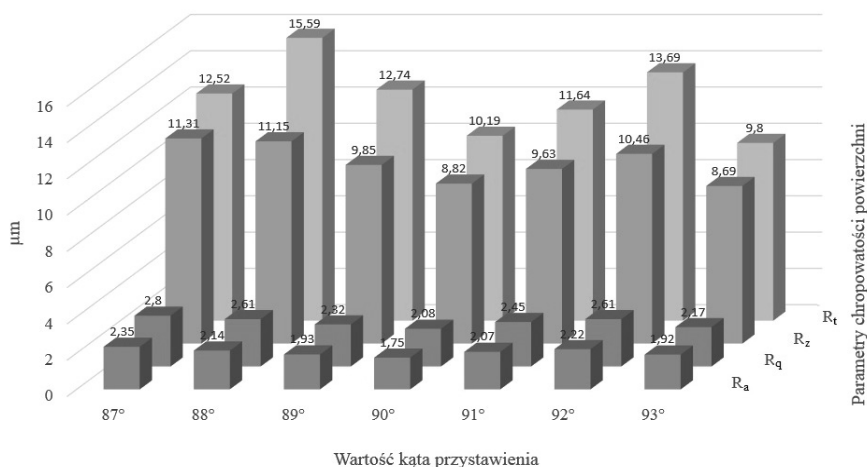
W tabeli 5 przedstawiono wyniki podstawowej analizy statystycznej pomiarów parametrów chropowatości powierzchni wałów toczonych płytką CCMT09T308 WF. Dla tokarek konwencjonalnych problem stanowi toczenie

małych średnic z optymalnymi wartościami prędkości skrawania, ze względu na ich ograniczony zakres, dlatego w ramach badań analizie poddano powierzchnie wałów po przeprowadzonym procesie toczenia z prędkością skrawania równą 160 m/min i 113 m/min.



Rys. 8. Przykładowy profilogram i udział materiałowy powierzchni wału po toczeniu płytką CCMT09T308 WF dla $V_c = 160$ m/min

Fig. 8. The example of surface profile and material ratio of shaft after lathing process by CCMT09T308 WF insert for $V_c = 160$ m/min



Rys. 9. Parametry chropowatości powierzchni wału po toczeniu płytką CCMT09T308 WF dla $V_c = 160$ m/min

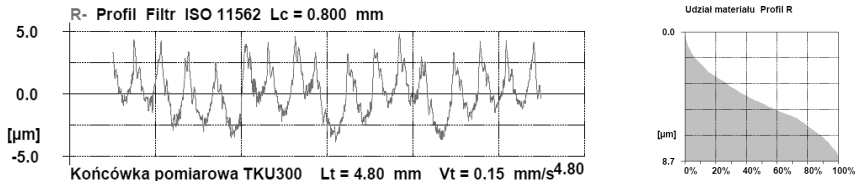
Fig. 9. Surface roughness parameters of shaft after lathing process by CCMT09T308 WF insert for $V_c = 160$ m/min

Najniższe wartości parametrów R_a oraz R_q uzyskano dla kąta przystawienia równego 90° , natomiast najwyższe wartości tych parametrów uzyskano dla kąta α_r równego 87° . Dla zwiększonego kąta przystawienia równego 93° zaobserwowano najniższe wartości parametrów określających wysokość profilu chropowatości. Uzyskane wyniki pomiarów parametrów chropowatości R_a oraz R_q dla czopów toczonech płytką z promieniem naroża 0,8 mm mają zbliżony przebieg jak dla czopów toczonech płytką z promieniem naroża 0,2 mm.

Tabela 5. Wyniki podstawowej analizy statystycznej parametrów chropowatości dla wałów toczonech płytką CCMT09T308 WF ($V_c = 160$ m/min)**Table 5.** The results of statistic analysis of surface roughness parameters for shaft lathing process by CCMT09T308 WF insert ($V_c = 160$ m/min)

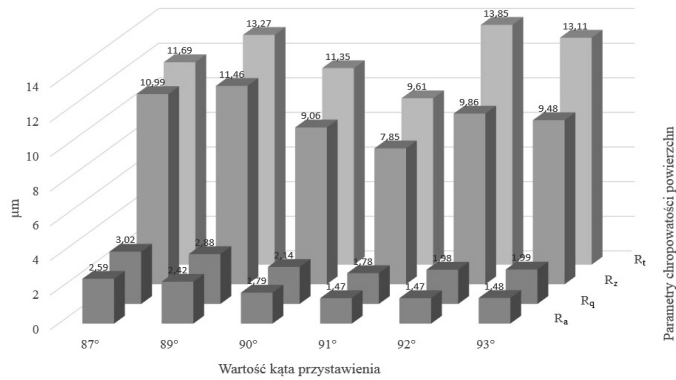
	Wartość kąta przystawienia [°]						
	87°	88°	89°	90°	91°	92°	93°
Ra [µm]							
Średnia	2,35	2,14	1,93	1,75	2,07	2,22	1,92
Mediana	2,36	2,10	1,92	1,75	2,05	2,22	1,98
Minimum	2,23	2,02	1,78	1,61	1,98	1,90	1,76
Maksimum	2,41	2,35	2,17	1,84	2,21	2,61	2,01
Och. stand.	0,05	0,10	0,10	0,06	0,07	0,17	0,09
Błąd stand.	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,06	0,03
Rq [µm]							
Średnia	2,80	2,61	2,32	2,08	2,45	2,61	2,17
Mediana	2,81	2,53	2,29	2,07	2,45	2,58	2,22
Minimum	2,65	2,43	2,11	1,91	2,37	2,24	1,99
Maksimum	2,89	2,94	2,63	2,24	2,62	3,16	2,27
Och. stand.	0,07	0,16	0,14	0,09	0,08	0,22	0,09
Błąd stand.	0,02	0,06	0,05	0,03	0,03	0,08	0,03
Rz [µm]							
Średnia	11,31	11,15	9,85	8,82	9,63	10,46	8,69
Mediana	11,37	10,77	9,63	8,89	9,66	10,45	8,68
Minimum	10,75	9,78	8,60	8,06	8,86	8,74	8,24
Maksimum	11,81	14,10	11,46	9,70	10,28	13,73	9,22
Och. stand.	0,33	1,32	0,85	0,46	0,41	1,31	0,31
Błąd stand.	0,11	0,47	0,30	0,16	0,15	0,46	0,11
Rt [µm]							
Średnia	12,52	15,59	12,74	10,19	11,64	13,69	9,80
Mediana	12,19	15,75	11,22	9,48	11,56	12,59	9,85
Minimum	11,63	10,59	9,67	9,00	10,33	9,82	8,53
Maksimum	14,78	22,91	17,15	14,72	13,61	20,88	11,48
Och. stand.	1,07	4,04	2,60	1,67	0,95	3,05	0,88
Błąd Stand.	0,38	1,43	0,92	0,59	0,34	1,08	0,31

Na rysunku 10 przedstawiono przykładowy profilogram i udział materiałowy, natomiast na rysunku 11 – średnie wartości analizowanych parametrów chropowatości powierzchni dla wału toczonego płytką z promieniem naroża 0,8 mm i prędkością skrawania równą 113 m/min.



Rys. 10. Przykładowy profilogram i udział materiałowy powierzchni wału po toczeniu płytką CCMT09T308 WF dla $V_c = 113$ m/min

Fig. 10. The example of surface profile and material ratio of shaft after lathing process by CCMT09T308 WF insert for $V_c = 113$ m/min

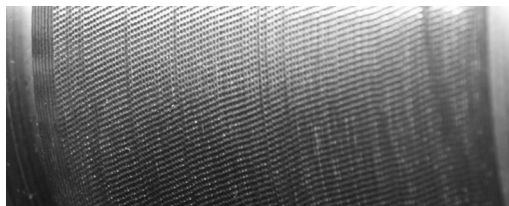


Rys. 11. Parametry chropowatości powierzchni wału po toczeniu płytką CCMT09T308 WF dla $V_c = 113$ m/min

Fig. 11. Surface roughness parameters of shaft after lathing process by CCMT09T308 WF insert for $V_c = 113$ m/min

W tabeli 6 przedstawiono wyniki pomiarów parametrów chropowatości powierzchni wałów toczonech płytką CCMT09T308 WF. Zmniejszenie wartości prędkości skrawania do 113 m/min pozwoliło uzyskać najmniejsze wartości parametrów chropowatości dla kąta przystawienia zwiększonego w zakresie od 1° do 3° . Parametry chropowatości osiągnęły wartość 1,47 oraz 1,48 μm . Wraz ze zmniejszeniem kąta α_r , nastąpił wzrost wartości parametru chropowatości R_a . Maksymalną wartość parametru chropowatości powierzchni wału uzyskano dla kąta 87° – wyniosła ona 2,59 μm . Zmniejszenie kąta przystawienia poniżej 90° spowodowało, że na powierzchni wału powstały bardzo wyraźne ślady obróbkowe.

Przykładową powierzchnię takiego wału przedstawiono na rysunku 12.



Rys. 12. Powierzchnia wału po toczeniu z kątem α_r równym 87°

Fig. 12. View of surface after lathing process with side angle to 87°

Tabela 6. Wyniki podstawowej analizy statystycznej parametrów chropowatości dla wałów toczonych płytą CCMT09T308 WF ($V_c = 113$ m/min)**Table 6.** The results of statistic analysis of surface roughness parameters for shaft lathing process by CCMT09T308 WF insert ($V_c = 113$ m/min)

	Wartość kąta przystawienia [°]					
	87°	89°	90°	91°	92°	93°
	Ra [μm]					
Średnia	2,59	2,42	1,79	1,47	1,47	1,48
Mediana	2,57	2,32	1,82	1,45	1,49	1,47
Minimum	2,52	2,26	1,61	1,28	1,34	0,97
Maksimum	2,66	2,76	1,95	1,77	1,60	2,11
Och. stand.	0,05	0,19	0,12	0,13	0,10	0,33
Błąd stand.	0,02	0,07	0,04	0,04	0,03	0,12
	Rq [μm]					
Średnia	3,02	2,88	2,14	1,78	1,98	1,99
Mediana	2,99	2,77	2,12	1,77	1,93	1,96
Minimum	2,94	2,66	1,90	1,55	1,76	1,30
Maksimum	3,11	3,32	2,45	2,14	2,30	2,73
Och. stand.	0,06	0,23	0,18	0,16	0,18	0,44
Błąd stand.	0,02	0,08	0,06	0,06	0,06	0,15
	Rz [μm]					
Średnia	10,99	11,46	9,06	7,85	9,86	9,48
Mediana	10,81	11,08	8,72	7,65	9,67	9,68
Minimum	10,46	10,71	7,82	7,05	8,36	6,68
Maksimum	11,86	13,12	12,01	9,34	12,40	11,89
Och. stand.	0,44	0,83	1,21	0,68	1,14	1,64
Błąd stand.	0,16	0,29	0,43	0,24	0,40	0,58
	Rt [μm]					
Średnia	11,69	13,27	11,35	9,61	13,85	13,11
Mediana	11,61	12,98	11,13	9,03	13,26	12,70
Minimum	10,77	11,78	8,59	8,65	10,06	11,22
Maksimum	13,30	15,88	14,97	12,09	17,44	16,99
Och. stand.	0,78	1,33	2,07	1,33	2,36	1,67
Błąd stand.	0,28	0,47	0,73	0,47	0,83	0,59

WNIOSKI

Zastosowanie w procesie toczenia wykończeniowego płytek z dogładzającą technologią typu Wiper o różnych promieniach naroża spowodowało otrzymanie powierzchni o zróżnicowanych wartościach parametrów chropowatości. Proces toczenia z optymalnymi parametrami skrawania dla poszczególnych płytek pozwolił uzyskać najmniejszą wartość parametru Ra równą $0,69 \mu\text{m}$ dla narzędzia z promieniem naroża równym $0,2 \text{ mm}$. Wynik ten osiągnięto przy ustawieniu sanek narzędziowych w pozycji kąta przystawienia równej 90° . Natomiast dla płytki CCMT09T304 WF najlepsze wyniki parametrów chropowatości powierzchni uzyskano dla kąta α_r równego 93° . Dla płytki z $r_e = 0,8 \text{ mm}$ najniższe wartości parametrów chropowatości uzyskano dla kąta przystawienia 90° dla prędkości skrawania równej 160 m/min , natomiast dla $V_c = 113 \text{ m/min}$ najniższe wartości parametru Ra osiągnięto dla kąta przystawienia w zakresie $91\text{--}93^\circ$.

Wybór odpowiedniej geometrii i parametrów skrawania ma więc istotny wpływ na strukturę geometryczną powierzchni. Ponadto uzyskane wyniki pomiarów chropowatości świadczą o istotnym wpływie błędu ustawiania noża tokarskiego na przebieg obróbki wykończeniowej wałów, wykonanych ze stali nierdzewnej z wykorzystaniem technologii Wiper. Dodatkowo przeprowadzenie analizy parametrów udziału materiałowego pozwoli na dokładną analizę oddziaływania krawędzi dogładzającej na wierzchołki nierówności profilu chropowatości.

LITERATURA

1. Dyl T., *Finishing intermetallic coatings in order to reduce the surface roughness*, Journal of KONES Powertrains and Transport, 2013, Vol. 20, No. 1.
2. Dyl T., *The finishing of composite coatings in aspect of surface roughness reduction*, Journal of KONES Powertrains and Transport, 2013, Vol. 20, No. 2.
3. Dyl T., Starosta R., *Określenie wpływu geometrii i rodzaju materiału płytek skrawających na topografię toczonych powłok kompozytowych*, „Inżynieria Materiałowa”, 2012, nr 6.
4. Dyl T., Starosta R., *Wpływ geometrii i gatunku płytek skrawających na strukturę geometryczną toczonych powłok stopowych*, „Inżynieria Materiałowa”, 2011, nr 4.
5. Labuda W., *Ocena przydatności obróbki nagniataniem do poprawy właściwości eksploatacyjnych wałów pomp okrętowych*, rozprawa doktorska, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2013.
6. Labuda W., *The analysis of cutting tool geometric on cutting forces and surface roughness of steel applied to marine pumps shaft pins*, Journal of KONES Powertrains and Transport, 2014, Vol. 21, No. 1.
7. Labuda W., Charchalis A., *Ocena wpływu geometrii noża tokarskiego na strukturę geometryczną powierzchni czopów wałów wykonanych ze stali austenitycznej*, „Logistyka”, 2014, nr 6.
8. Starosta R., Dyl T., *Obróbka wykańczająca natryskiwanymi płomieniowo powłok Ni-Al, ocena zużycia borazonowych płytek skrawających*, „Tribologia. Teoria i Praktyka”, 2011, nr 4.

THE INFLUENCE OF CHANGING THE SIDE ANGLE OF THE CUTTING TOOL BY WIPER TECHNOLOGY ON THE VALUE OF SURFACE ROUGHNESS PARAMETERS OF SHAFT PINS MADE OF AUSTENITIC STEEL

Summary

One of the greatest problems of modern production techniques is the achievement of an appropriate quality at minimal costs and accompanied by the production efficiency increase. Therefore while designing the production process, the technology used should have a considerable influence on the durability and reliability of machine parts to be produced. During finish treatment the final dimensions as well as functional properties are imparted to a given element by application of proper treatment type. The process engineer has a range of production techniques to choose for the proper surface layer formation. It is crucial to find a suitable solution, which will meet the requirements as well as the work conditions of a given machine part.

The article presents the research results the influence of changing the side angle of the cutting tool by wiper technology on the value of surface roughness parameters during lathing process. The research was performed on a roller 60 mm in diameter made of X5CrNi18-10 steel. The finish tooling of pump shaft pins was carried out on a universal CDS 6250 BX-1000 centre lathe. In the research of lathing process used inserts with Wiper technology. During the lathing the optimal cutting parameters were used for inserts: CCMT09T302WF, CCMT09T304WF and CCMT09T308WF with nose radius 0,2, 0,4 and 0,8 mm. The cutting process was performed at side angle of $90^\circ \pm 3^\circ$. The process of lathing used cutting tool dynamometer DKM 2010.

Keywords: finishing treatment, surface roughness, turning dynamometer, stainless steel.