

# Projekt kluczowy Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

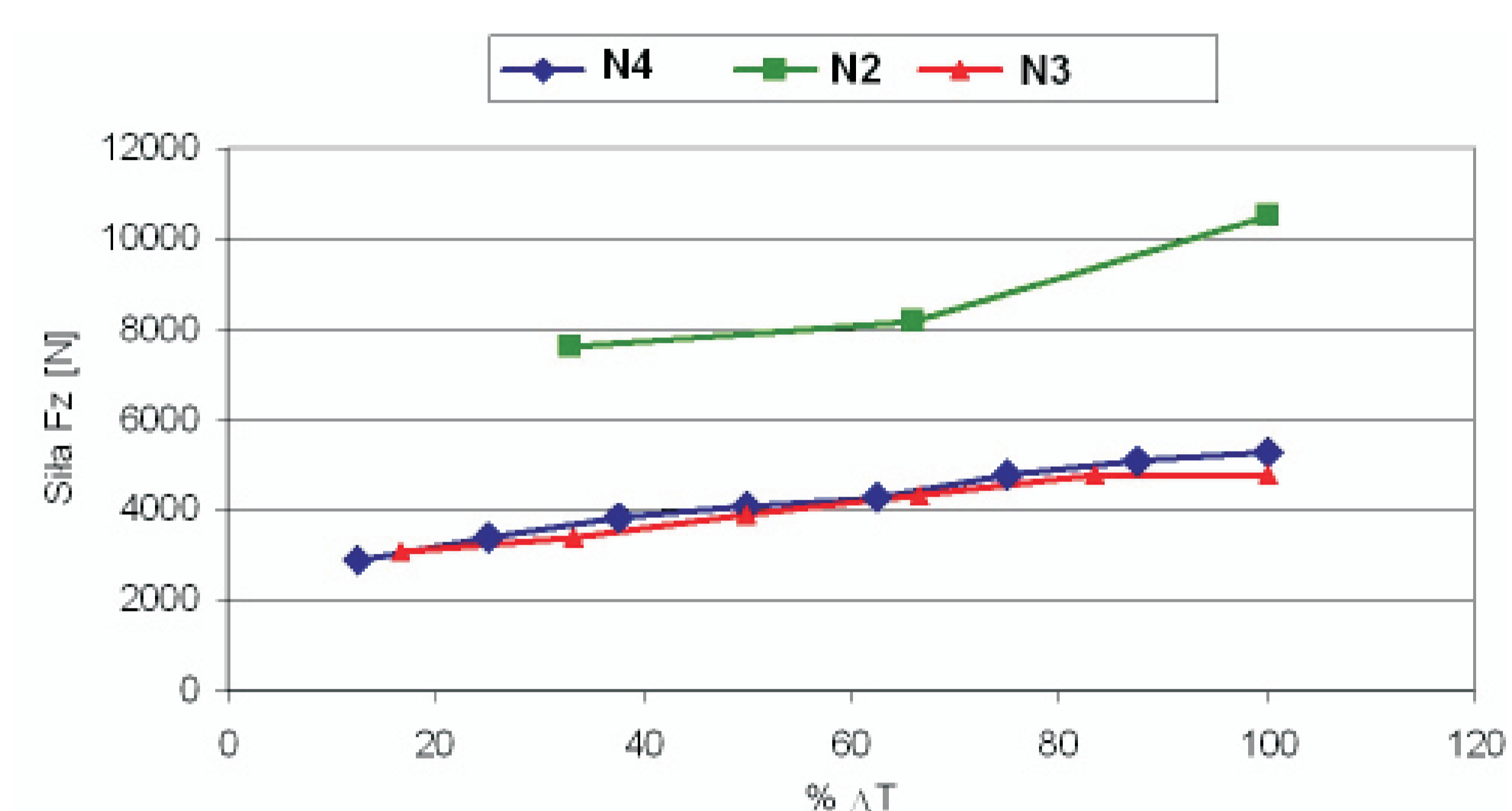
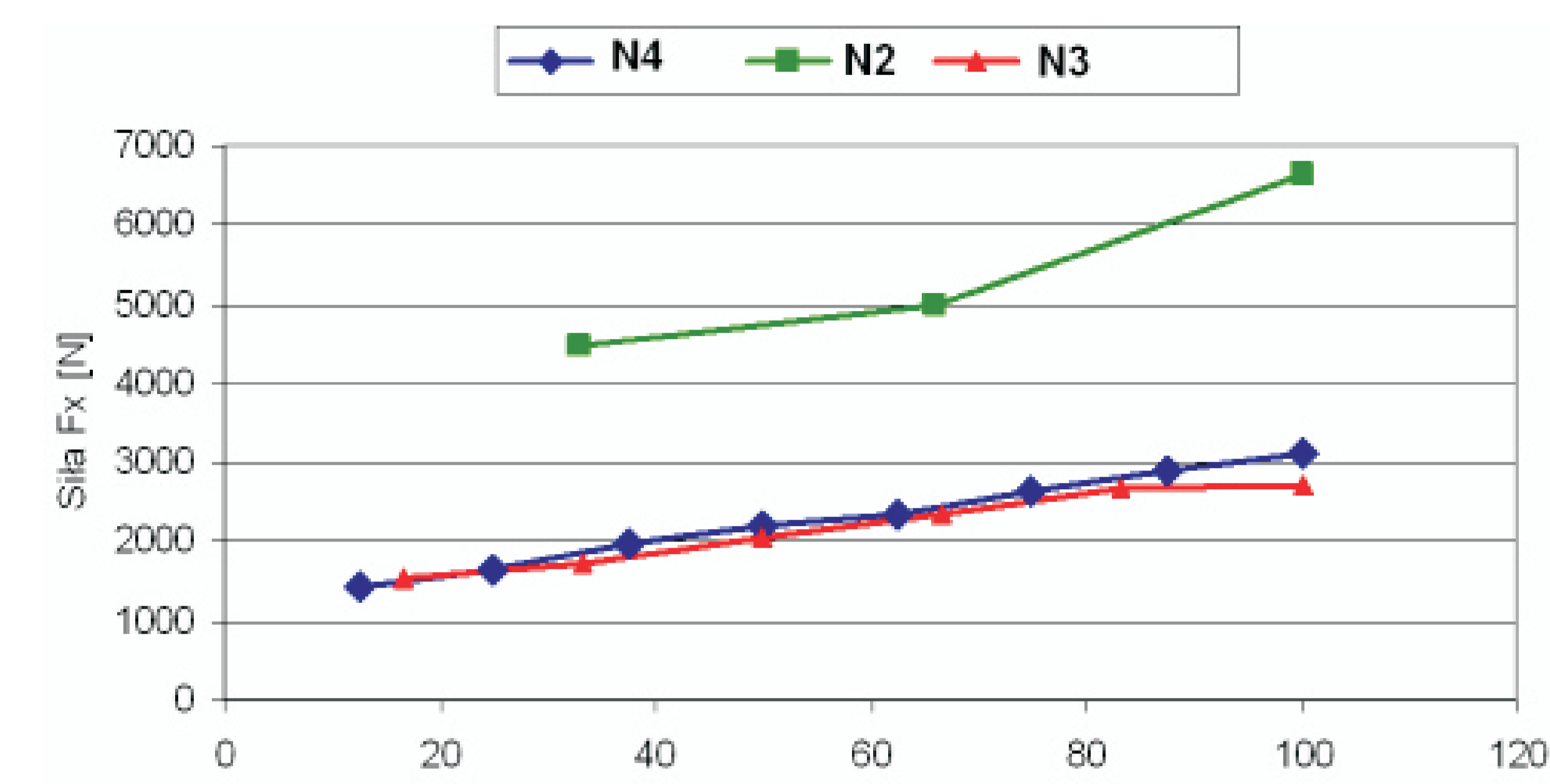
## Opracowanie zaawansowanych procesów obróbki HSM trudnoobrabialnych stopów lotniczych

Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Politechnika Łódzka, Politechnika Warszawska

### Wyniki badań

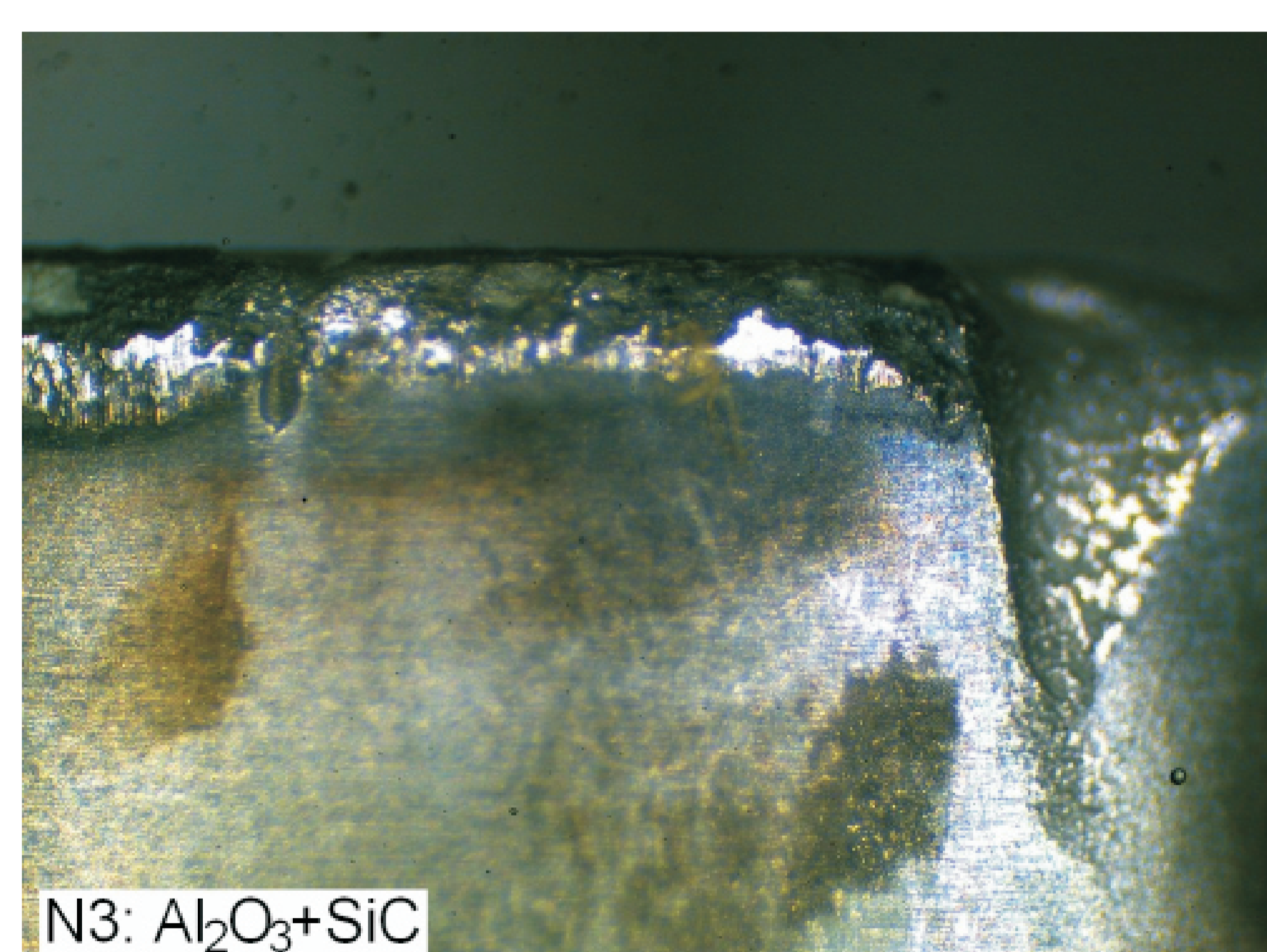
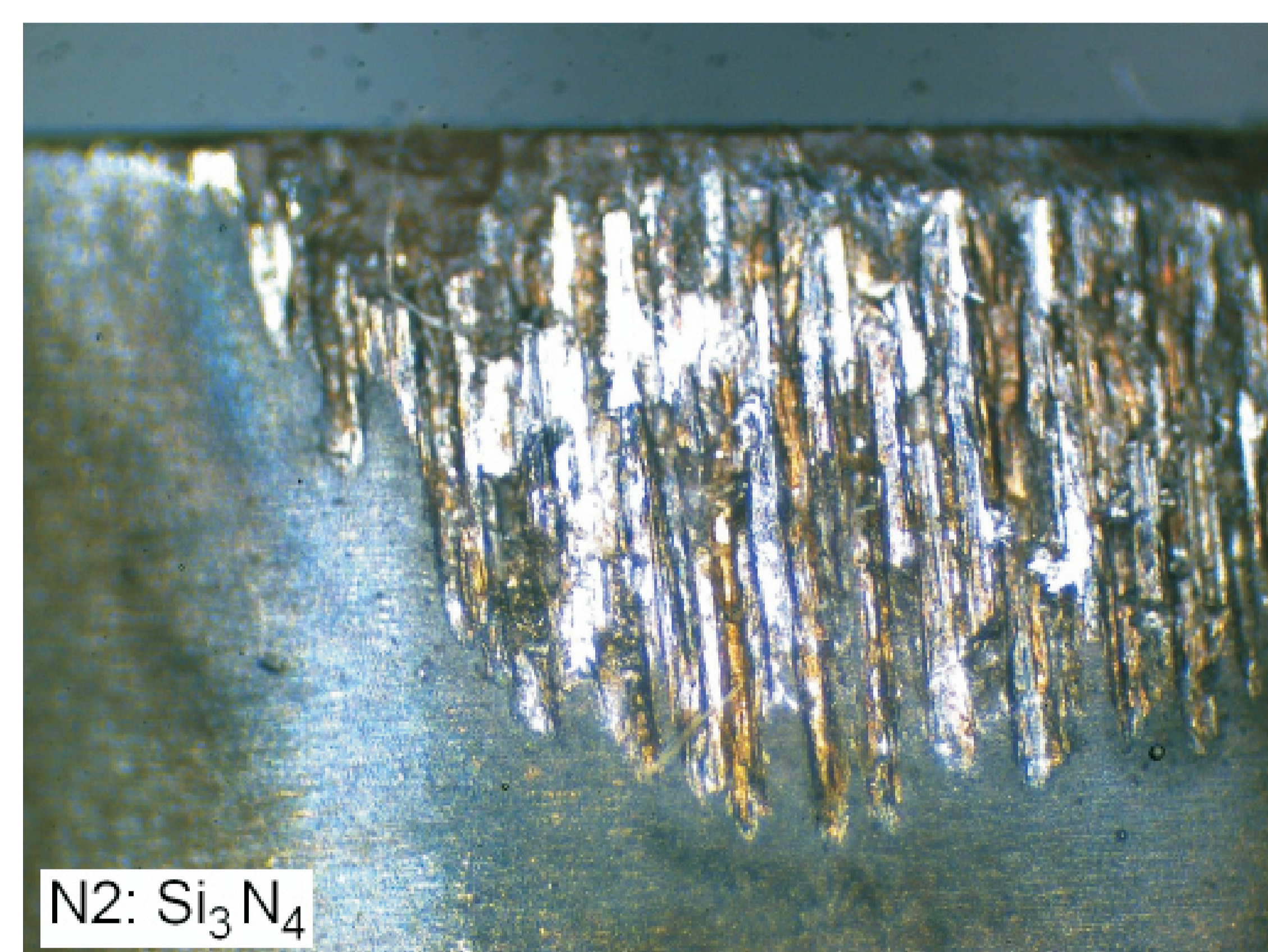
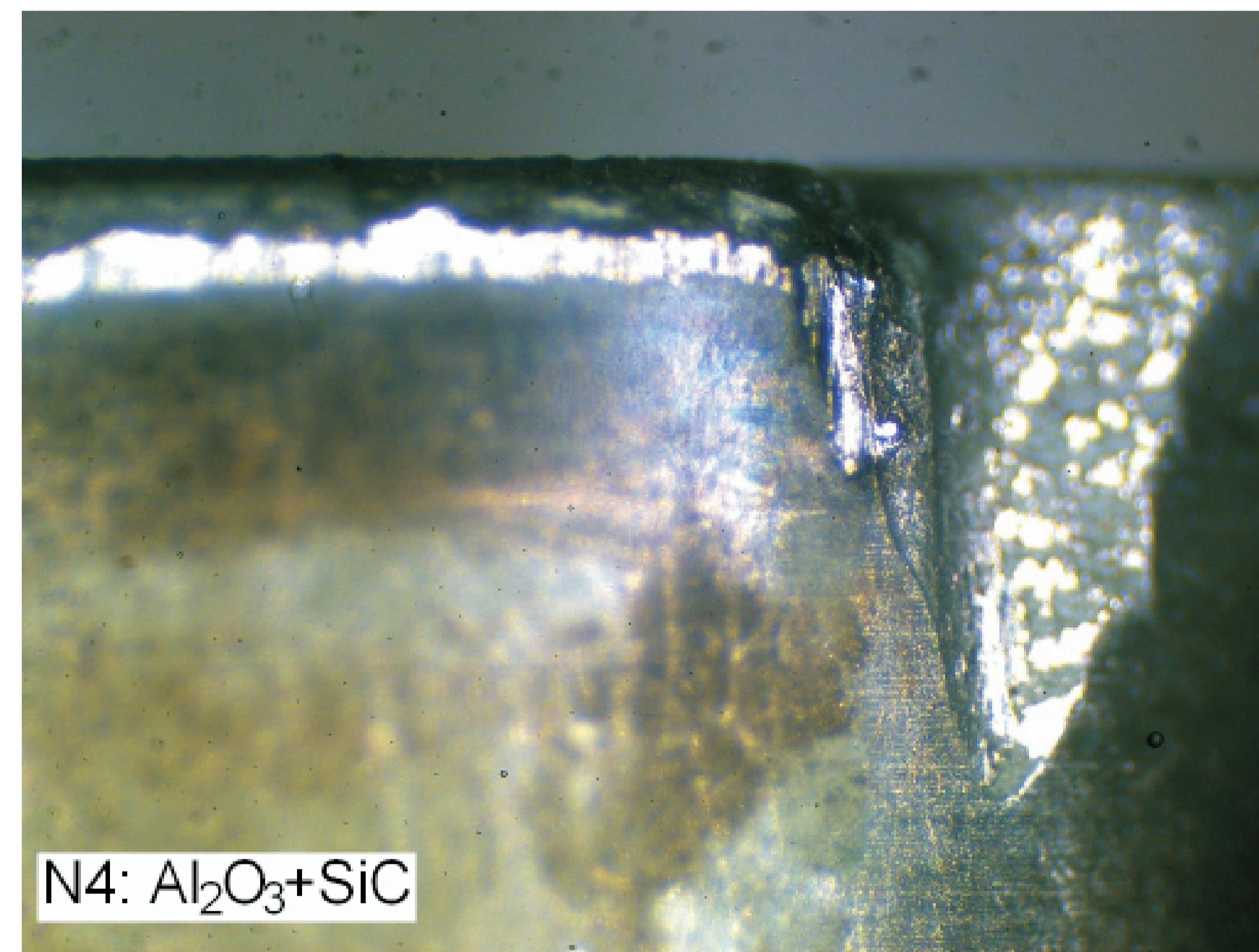
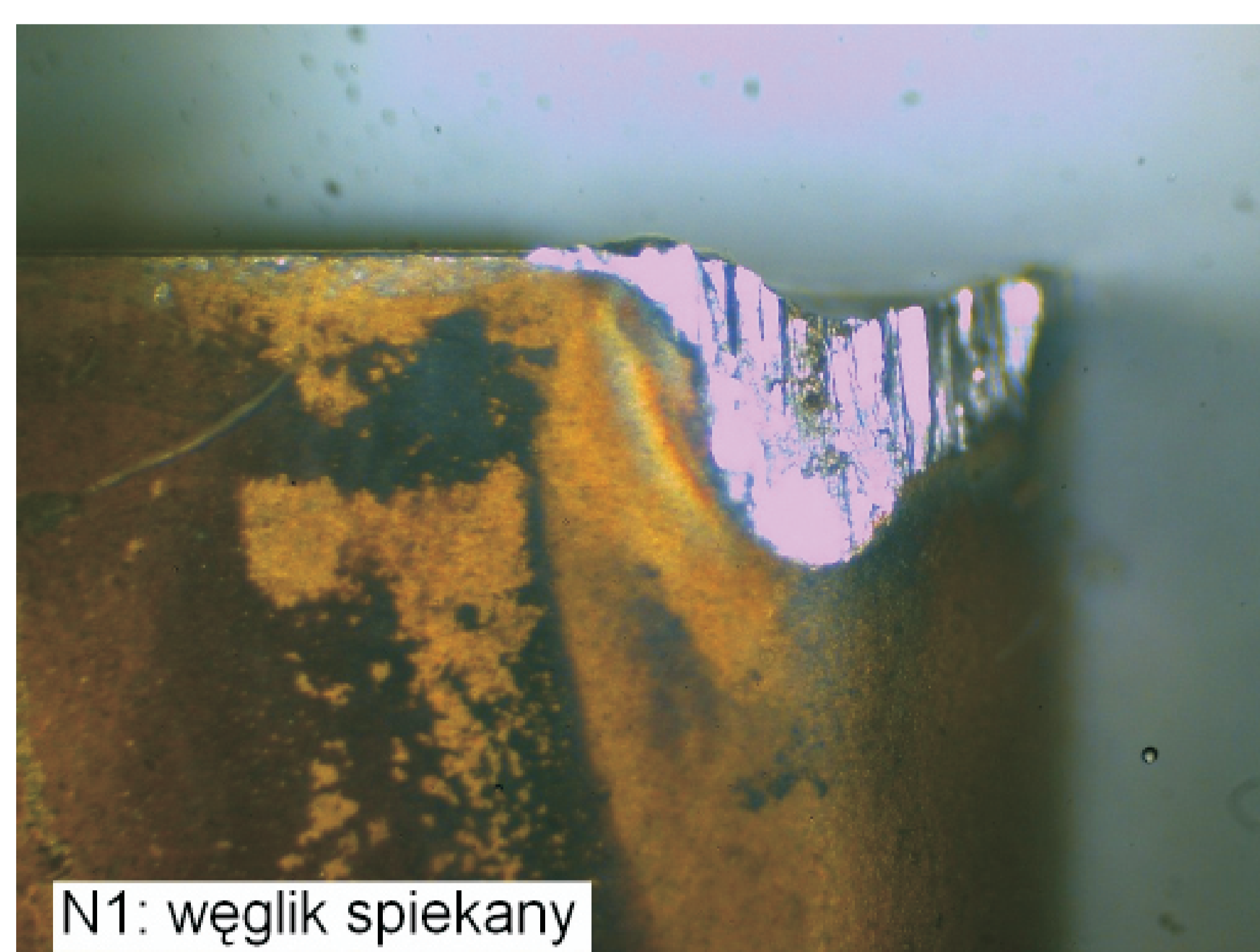
Tablica 1 Zestawienie narzędzi wykorzystanych w badaniach

Narzędzie	Oprawka	Płytki	Zalecane parametry	Zdjęcie
N1	DCKNL 3225P12-M	CNMG120412-MR4 węgielk spiekany	$v_c = 70$ m/min $a_p = 2.8-3.5$ mm $f = 0.25$ mm/obr	
N2	CRGNL 2525M-12CE	RNGN 120700T01020 ceramika azotkowa	Brak danych	
N3	CRSNL 3225P12 MN7	RNGN 120700T01020 Ceramika $Al_2O_3 + SiC$ (whiskers)	$v_c = 180-220$ m/min $a_p = 2-3$ mm $f = 0.25$ mm/obr	
N4	CRSNL 2525M 12-ID	RNGN 120700T01020 Ceramika $Al_2O_3 + SiC$ (whiskers)	$v_c = 200$ m/min $a_p = 2$ mm $f = 0.1-0.15$ mm/obr	



Rys. 2 Przebiegi wartości średnich sił w funkcji wykorzystanej części okresu trwałości ostrza

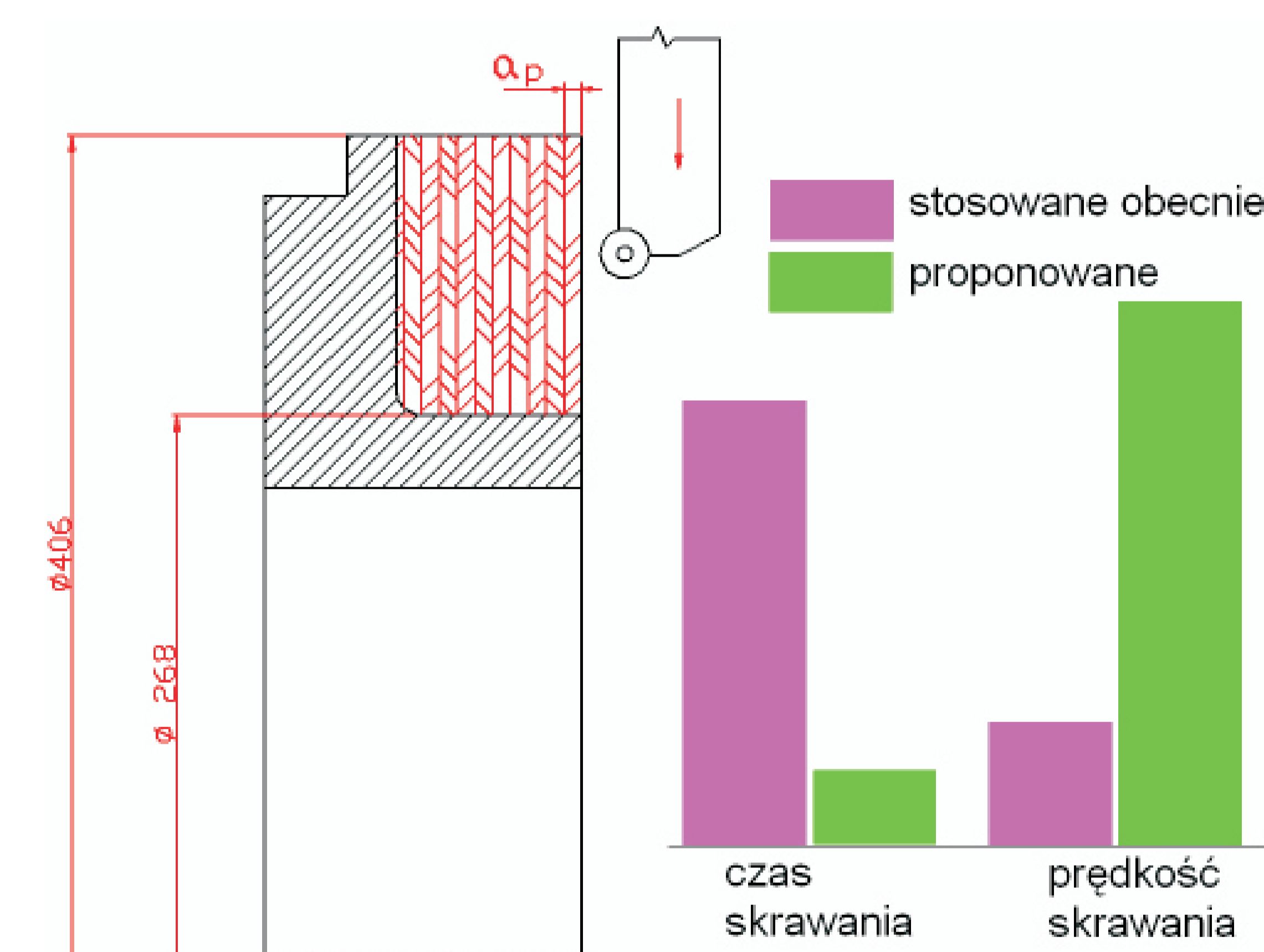
Zwracają uwagę wyraźnie wyższe siły skrawania dla narzędzia drugiego się odbija na wyższej mocy skrawania, wyższej temperaturze w strefie skrawania, co może pociągać za sobą niekorzystne zmiany warstwy wierzchniej przedmiotu obrabianego. W wyniku badań niniejszych wykazano, że najlepsze, zbliżone do siebie wyniki uzyskano dla narzędzi N3 i N4. Są one wykonane z podobnego materiału, są wymiarowo i kształtowo podobne, zatem można stosować je zamiennie.



Rys. 1. Postaci stępienia ostrzy wykorzystywanych narzędzi.

### Przykłady zastosowania

W wyniku optymalizacji warunków skrawania uzyskano sześciokrotne podniesienie wydajności w stosunku do obecnych warunków skrawania. Na rys. 3 przedstawiono przedmiot obrabiany, do którego mogą być zastosowane wyniki tych badań, oraz porównanie czasu i prędkości skrawania stosowanych dotychczas w WSK Rzeszów i tych, które mogą



Rys. 3. Przedmiot obrabiany w WSK Rzeszów oraz proponowane zmiany prędkości i czasu skrawania w tej operacji

### Przykłady współpracy

Badania zaplanowane zostały ze względu na aktualne potrzeby badawcze WSK Rzeszów. Wyniki badań, wykorzystane w WSK Rzeszów, pozwolą na kilkakrotne skrócenie czasu skrawania

### Wnioski

Do toczenia zgrubnego Inconel 625 można zalecić ceramikę azotkową typu Whiskers. Należy stosować chłodziwo. Ramping nie przynosi spodziewanego wydłużenia trwałości ostrza. Stosowane w praktyce produkcyjnej rozwiązania technologiczne nie zawsze wykorzystują możliwości współczesnych narzędzi oferowanych handlowo przez firmy narzędziowe. Z drugiej strony każda z firm proponuje swoje rozwiązania jako najlepsze. Stąd konieczność prowadzenia niezależnych badań skrawności i dobór. Badania takie, ze względu na konieczność wykonywania np. pomiarów zużycia ostrza, są trudne do zrealizowania w warunkach produkcyjnych. Naturalnym miejscem ich prowadzenia są laboratoria uczelniane współpracujące z przemysłem. W następnych etapach niniejszego zadania będą podejmowane kolejne problemy związane z zastosowaniem najnowszych narzędzi lub materiałów obrabianych

Na podstawie przeprowadzonych badań ustalono optymalne parametry skrawania dla każdego z narzędzi – tablica 2. Analizując szacunkowy czas wykonania całej operacji przez poszczególne narzędzia można zauważyć, że najlepsze wyniki osiągnięto dla narzędzi N2 i N3. Uwzględniając jednakże także trwałość ostrza, stabilność obróbki oraz postać wióra – za najlepsze uznano wyniki osiągnięto dla narzędzia N4. Narzędzia N1 wyraźnie odstawały od pozostałych, stąd nie były brane pod uwagę przy dalszych próbach.

Tablica 2 Zestawienie optymalnych parametrów skrawania

Narzędzie	$v_c$	$a_p$	$f$	czas operacji min	liczba zabiegów na ostrze	liczba ostrzy na operacji	Uwagi
	m/min	mm	mm/obr				
N1	50	4	0.32	33	1	11	
N2	220	2.5	0.25	23	2	9	niekorzystne, wióry, obróbka niestabilna
N3	220	2.5	0.25	23	2-3	6	Wióry spiralne, obróbka lekko niestabilna
N4	220	2.5	0.2	29	3	6	Wióry korzystne, stabilna obróbka

Uwzględniając ograniczenia wynikające z braku możliwości ustawienia dowolnej prędkości obrotowej na tokarce TZC, typowej do tego zastosowania w warunkach produkcyjnych, oraz dopuszczalne wartości prędkości skrawania, określone przez poszczególnych producentów, postanowiono przeprowadzić badania także dla stałej prędkości obrotowej  $n=224$  obr/min dla narzędzi N2 i N4 oraz  $n=196$  obr/min dla narzędzi N3. Dla płytki firmy N4 wykonano również toczenie ze zmienną głębokością skrawania, zwane rampingiem. Polega na wykonaniu jednego zabiegu ze wzrastającą bezstopniowo głębokością skrawania, np. w zakresie od 2 do 3 mm oraz drugiego zabiegu z malejącą głębokością skrawania w zakresie 3 – 2 mm. Ramping zastosowano jedynie dla narzędzi firmy N4 w celu potwierdzenia bądź wykluczenia celowości stosowania tej metody w niniejszym zastosowaniu. W tablicy 3 przedstawiono zestawienie uzyskanych trwałości ostrza, a na rys. 2 przebiegi wartości średnich sił w funkcji wykorzystanej części okresu trwałości ostrza.

Tablica 3. Trwałości ostrza uzyskane przy stałej prędkości obrotowej  $n=224$  obr/min (prędkości skrawania  $v_c=286-189$  m/min)

Narzędzie	Chłodzenie	$f$ mm/obr	$a_p$ mm	Liczba przejść wykonana pojedynczym ostrzem			
				3	3	-	-
N2	TAK	0,21	2,5	3	3	-	-
	NIE	0,21	2,5	-	-	2	-
N3	TAK	0,21	2,5	-	6	6	-
	NIE	0,21	2,5	-	-	-	3
N4	TAK	0,21	2,5	4	4	8	8
	NIE	0,21	2,5	-	-	-	3
	TAK	0,21	2-3, 3-2	-	-	-	2