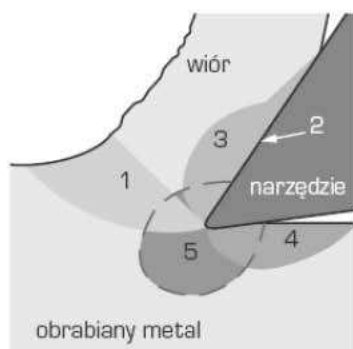
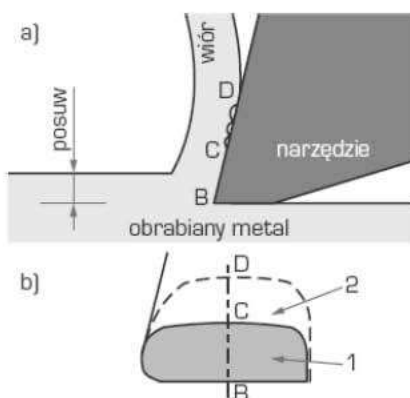


22. Zużycie i niszczenie narzędzi skrawających

Proces skrawania metali oraz podstawowe strefy, w których następuje zużytkowanie energii dostarczonej do procesu, przedstawiono schematycznie na rysunku 56. Podczas procesu skrawania następuje lokalne szczepianie narzędzia z obrabianym metalem na powierzchni przyłożenia oraz na powierzchni natarcia, na której wiór przylega do narzędzia, co schematycznie przedstawiono na przykładzie noża tokarskiego na rysunku 57.



Rysunek 56. Schemat procesu skrawania; 1 – strefa ścinania, 2 – powierzchnia przylegania narzędzia i wióra, 3 – strefa wtórnego odkształcenia plastycznego wióra, 4 – strefa oddziaływania powierzchni przyłożenia narzędzia w obrabianym materiale, 5 – strefa oddziaływania ostrza narzędzia

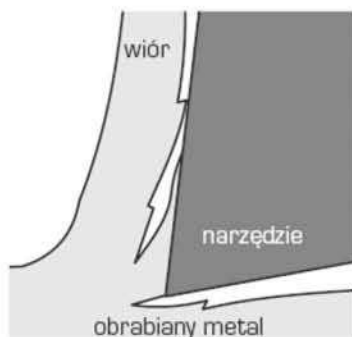


Rysunek 57. Schemat lokalnego spajania się narzędzia z obrabianym materiałem i wiórem
a) przekrój w płaszczyźnie prostopadłej do krawędzi skrawającej, b) widok powierzchni natarcia narzędzia w pobliżu ostrza
1 – strefa lokalnego spajania się, 2 – strefa kontaktu przerywanego

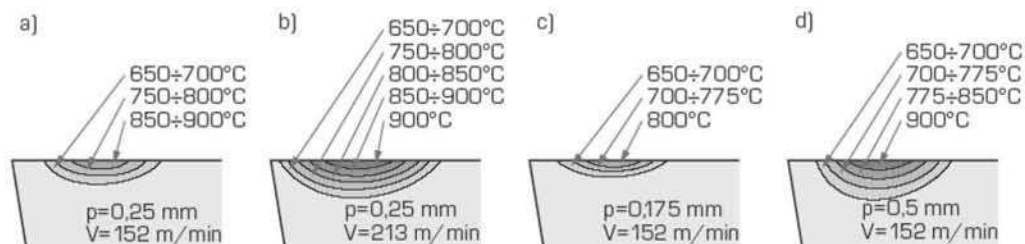
W wyniku lokalnego szczepiania podczas obróbki skrawaniem niektórych metali i stopów na powierzchni narzędzia może powstawać narost, schematycznie przedstawiony na rysunku 58. Przerywanie lokalnych spoin utworzonych w procesie skrawania wpływa na krótkotrwale podwyższanie temperatury na powierzchni przyłożenia narzędzia i obrabianego metalu oraz na powierzchni przylegania narzędzia i wióra. Powoduje to tworzenie się pól temperaturowych na powierzchniach narzędzia, przedstawionych na rysunku 59, o wartościach zależnych od prędkości skrawania i posuwu. W przypadku gdy podczas skrawania na powierzchni narzędzia tworzy się narost, rozkład temperatury w narzędziu jest nieco inny, a temperatura jest niższa. Rozkład temperatury w skrawanym materiale i narzędziu skrawającym na podstawie obliczeń teoretycznych przedstawiono przykładowo na rysunku 60.

Różne prędkości skrawania, wielkości posuwu i grubości warstwy skrawanej decydują o zróżnicowanym **zużyciu narzędzi** (rys. 61 i plansza 8). Stwierdzono, że przy małej prędkości skrawania mechanizmami zużycia narzędzi skrawających są głównie:

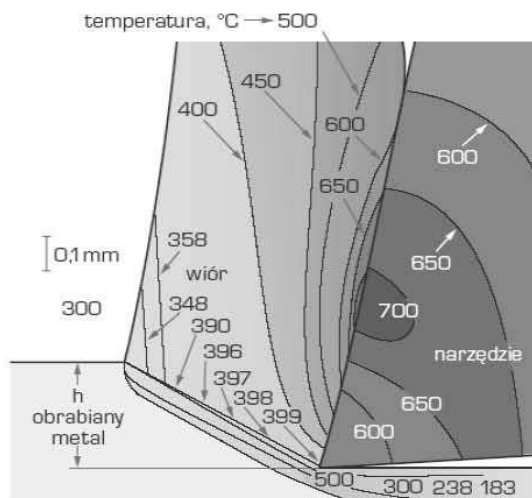
- zużycie ściernie,
- zużycie adhezyjne.



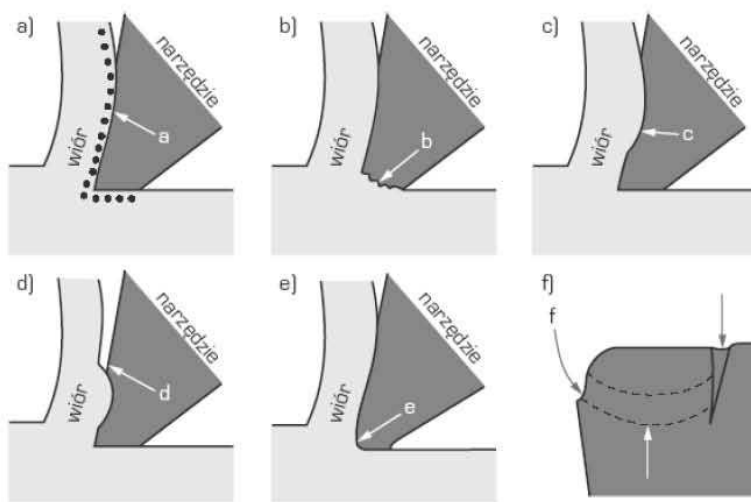
Rysunek 58. Schemat tworzenia się narostu na powierzchni natarcia narzędzia



Rysunek 59. Pole temperaturowe w nożach tokarskich podczas obróbki stali niskowęglowej z posuwem 0,25 mm w czasie 20 s

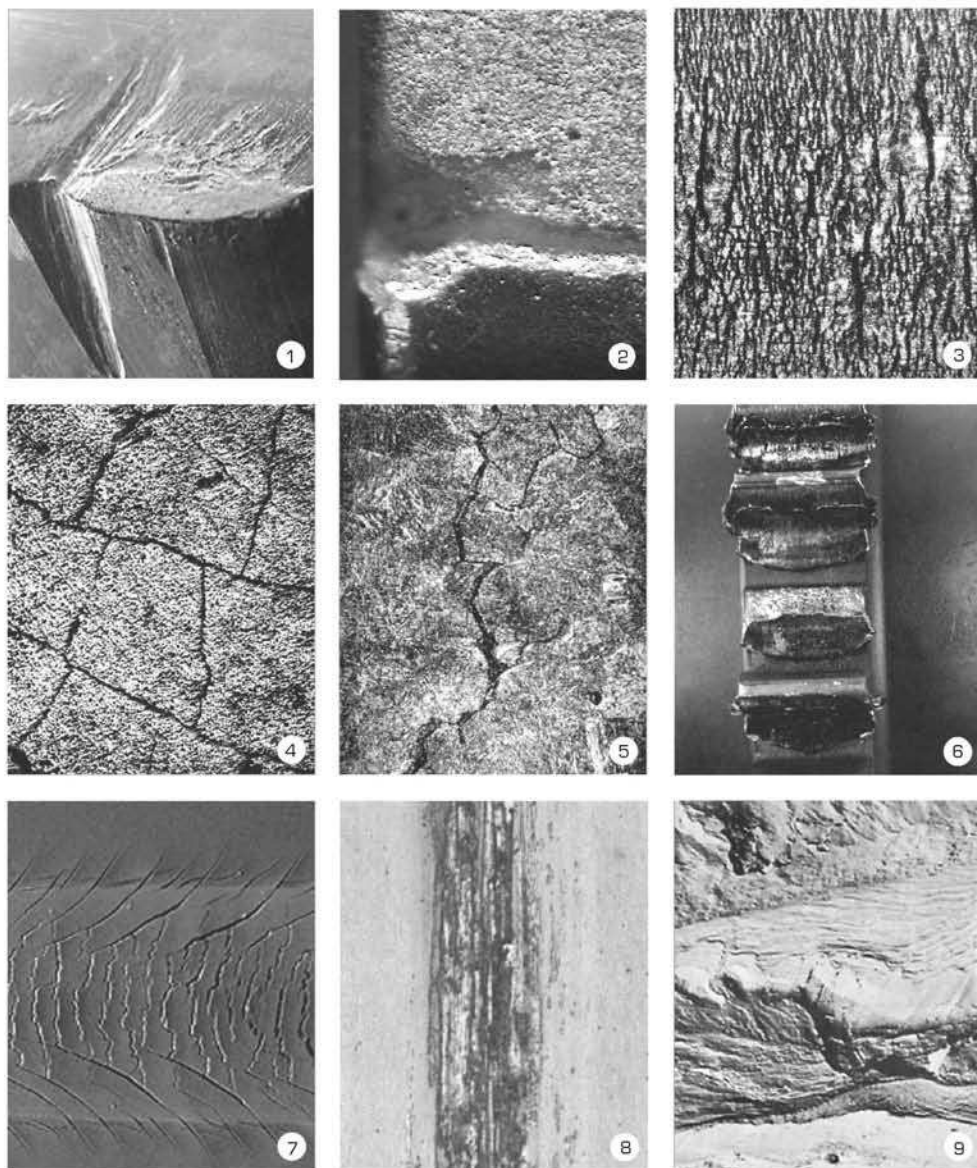


Rysunek 60. Rozkład temperatury w narzędziu skrawającym i w obrabianym metalu; kąt natarcia 10° , kąt ścinania 30° , głębokość skrawania $h = 0,32$ mm



Rysunek 61. Schemat podstawowych mechanizmów zużycia narzędzi skrawających a) zużycie ścierne, b) zużycie adhezyjne, c) zużycie dyfuzyjne, d) zużycie w wyniku powierzchniowego odkształcenia plastycznego, e) zużycie w wyniku odkształcenia plastycznego krawędzi skrawającej pod działaniem naprężeń normalnych, f) zużycie przez wykruszanie w wyniku poślizgu

Ścieranie twardymi cząstkami występującymi w obrabianym materiale powoduje pojawienie się **rowków** lub **wyżłobień** na powierzchniach natarcia lub przyłożenia narzędzia



Plansa 8. Struktura 1) płytki ze stali szybko tnącej typu HS11-2-2-5 uszkodzonej w wyniku skrawania, pow. 50x; 2) powierzchni przyłożenia płytki z ceramiki azotkowej Si_3N_4 z powłoką $TiN+Al_2O_3$, po skrawaniu stopu Inconel, pow. 50x; 3) powierzchni próbki ze stali X37CrMoV5-1 uszkodzonej w wyniku zmęczenia cieplnego, pow. 24x; 4) powierzchni próbki borowanej dyfuzyjnie ze stali 40CrMoV5-1 uszkodzonej w wyniku zmęczenia cieplnego, pow. 55x; 5) przekroju próbki ze stali typu 38CrMnMoVB10-6-4 uszkodzonej w wyniku zmęczenia cieplnego; pęknięcia na granicach ziarn austenitu pierwotnego, pow. 300x; 6) powierzchni koła zębatego uszkodzonego w trakcie eksploatacji, pow. 4x; 7) śladu węglownika po „scratch teście” na powierzchni powłoki galwanicznej Ni/Cr na podłożu ze stopu miedzi CuZn40Pb2, pow. 150x; 8) wytarcia powłoki (Ti,Al)N na podłożu ze stali X40CrMoV5-1, pow. 5x; 9) przelomu zmęczeniowego polikrystalicznego cynku, pow. 3200x

(plansza 8). W wyniku drugiego mechanizmu fragment wióra adhezyjnie szczepia się z powierzchnią narzędzia i następnie odłamuje się wraz ze szczepionym z nim materiałem narzędzia, powodując **ubytki** narzędzia.

W przypadku gdy temperatura skrawania przekracza ok. 550°C, przeważające jest zużycie adhezyjne. Wielkość odrywających się cząsteczek zmniejsza się przy tym wraz z podwyższeniem temperatury procesu.

W wyniku wzajemnego przenikania atomów materiału ostrza do materiału skrawanego i odwrotnie, zwłaszcza w strefie styku metalicznego, występuje **zużycie dyfuzyjne ostrza**, bardzo gwałtowne w momencie zetknięcia obu materiałów i malejące z upływem czasu.

W przypadku stosowania cieczy chłodząco-smarujących materiał ostrza tworzy ponadto z otaczającym go ośrodkiem powierzchniowe związki chemiczne, słabo związane z podłożem i łatwo ulegające ścieraniu, co decyduje o **zużyciu chemiczno-ściernym ostrza**.

Przy dużej prędkości skrawania czynnikiem decydującym o zużyciu narzędzia jest jego **odkształcenie plastyczne**. Charakterystycznym przejawem zużycia jest wówczas **zagłębienie** na powierzchni natarcia na odcinku nagrzanym do najwyższej temperatury, utworzone w wyniku powierzchniowego odkształcenia plastycznego narzędzia. W wyniku działania naprężeń normalnych krawędź skrawająca ulega odkształceniu plastycznemu, co wpływa na zwiększenie sił skrawania i sprzyja przez to przyspieszeniu zużycia narzędzia. Lokalnie w miejscach, w których występuje przerywany lub ciągły poślizg, następuje pękanie i wykruszanie makrocząsteczek materiału narzędziowego, w wyniku czego na powierzchni przyłożenia występują głębokie **rowki** prostopadle do krawędzi skrawającej ostrza narzędzia.

Na rysunku 62 przedstawiono schematycznie typowe **zużycie narzędzia skrawającego** na przykładzie noża tokarskiego. Dominujący mechanizm i związana z tym szybkość zużycia decydujące o skrawności narzędzia są uzależnione od wielu czynników. Można je usystematyzować w trzech grupach:

- uzależnione od składu chemicznego i struktury materiału obrabianego i narzędzia,
- decydujące o temperaturze i naprężeniach w narzędziu,
- związane z cechami geometrycznymi narzędzia, sztywnością obrabiarki, chłodzeniem i smarowaniem w procesie skrawania (tabl. 16).



Rysunek 62. Schemat typowego zużycia noża tokarskiego

Tablica 16

Czynniki wpływające na skrawność narzędzia

I	Skład chemiczny i struktura materiału obrabianego i narzędzia
II	Temperatura skrawania w relacji z twardością na gorąco materiału narzędziowego Podwyższona temperatura, duże obciążenie, mała wytrzymałość materiału obrabianego Napężenia normalne w strefie ostrza narzędzia Wytrzymałość adhezyjna połączenia wióra i narzędzia w pobliżu ostrza skrawającego Wzajemna rozpuszczalność między wiórem a narzędziem Udział objętościowy twardego ścierniwa w materiale obrabianym
III	Cechy geometryczne narzędzia i promień ostrza Wibracje narzędzia w obrabiarce Ciecze chłodzące i smarujące w procesie skrawania