## 2.1.8. Wykonywanie gwintów

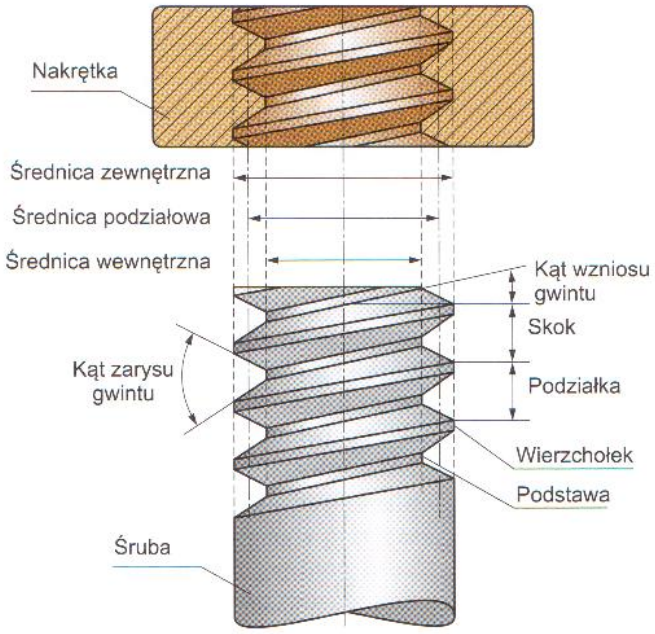
Podstawowymi **parametrami gwintów** (rys. 2.67) są:

- **średnica zewnętrzna** – największa średnica gwintu walcowego (dotyczy gwintów zarówno zewnętrznych, jak i wewnętrznych);
- **średnica podziałowa** – w przypadku gwintu walcowego to średnica przechodząca przez profile gwintu w punktach, w których szerokość wrębu jest równa połowie skoku gwintu;
- **kąt zarysu** – kąt między poszczególnymi powierzchniami bocznymi zarysu gwintu;
- **średnica wewnętrzna** – najmniejsza średnica gwintu walcowego (dotyczy gwintów zarówno zewnętrznych, jak i wewnętrznych);
- **kąt wzniosu** – w przypadku gwintu walcowego kąt utworzony przez linię śrubową gwintu na średnicy podziałowej z płaszczyzną prostopadłą do osi gwintu;
- **skok** – odległość osiowego postępu gwintu śrubowego na długości jednego obrotu; w przypadku gwintu jednozwojowego podziałka i skok są identyczne; wielkość skoku jest równa iloczynowi podziałki i liczby skoków;
- **podziałka** – odległość między wierzchołkami gwintu w przekroju wzdłużnym;
- **wierzchołek** – najbardziej zewnętrzna powierzchnia zarysu gwintu łącząca powierzchnie boczne;
- **podstawa** – najbardziej wewnętrzna powierzchnia zarysu gwintu łącząca powierzchnie boczne.

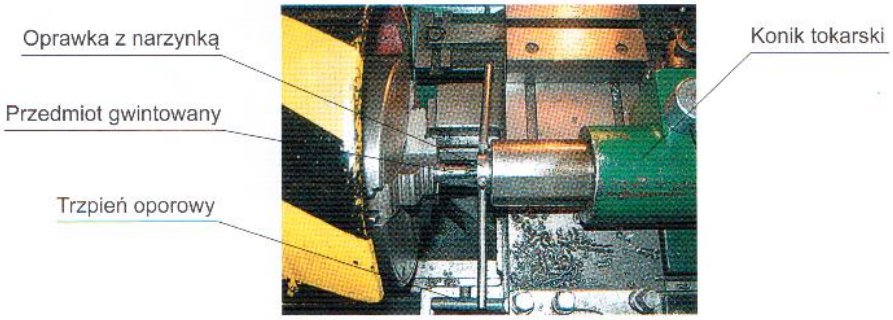
**Obróbkę gwintów na tokarce** możemy wykonać dwoma sposobami:

1) za pomocą narzynki lub gwintownika (narzędziami samonaprowadzającymi się);
2) nożem tokarskim.

Pierwszy sposób stosujemy do szybkiego wykonania gwintów o małych średnicach, zwykle do M20. Gwintowany przedmiot mocujemy w uchwycie samocentrującym, a narzynkę umieszczamy w oprawce z pokrętłami. Narzynkę przystawiamy do czoła przedmiotu i lekko dociskamy tuleją konika (rys. 2.68). Pokrętło oprawki opiera się luźno na trzpieniu oporowym zamocowanym w imaku nożowym. W celu wprowadzenia narzynki na materiał obrabiany obracamy ręką (za uchwyt) wrzeciono tokarki (2–3 obroty) i jednocześnie dociskamy narzynkę tuleją konika, a następnie odsuwamy konik i włączamy napęd wrzeciona. W czasie gwintowania narzynka z pokrętłem oprawki przesuwa się w stronę uchwytu, nacinając zarys gwintu, przy czym pokrętło ślizga się po trzpieniu oporowym.



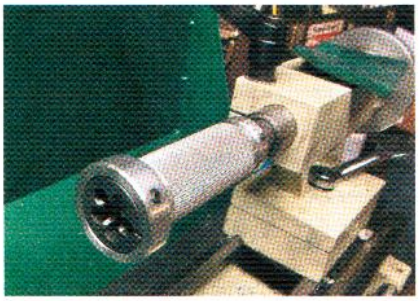

Rys. 2.67. Podstawowe parametry gwintów




Rys. 2.68. Wykonywanie gwintów na tokarce – gwintowanie narzynką

Narzynkę możemy również zamocować w koniku w specjalnej oprawce, która może przesuwać się w kierunku nacinania gwintu (rys. 2.69).

a)



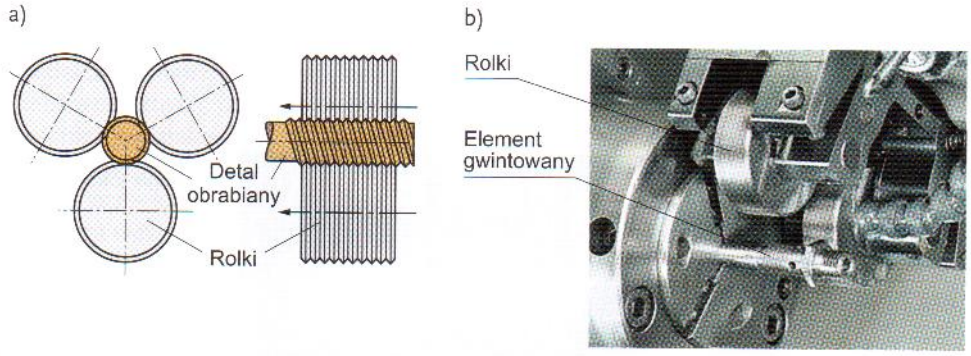
b)

Rys. 2.69. Oprawka suwliwa do gwintowania narzynką: *a*) zamocowana w koniku, *b*) widok oprawki

W czasie **wykonywania gwintów gwintownikami** przedmiot obrabiany jest zamocowany w uchwycie samocentrującym, gwintownik osadzony w oprawce podpiera się w kle konika, a ramię pokrętła oprawki gwintownika jest oparte o trzpień zamocowany w imaku nożowym (analogicznie do nacinania gwintu narzynką). Po uruchomieniu obrotów wrzeciona gwintownik jest samoczynnie prowadzony w gwintowanym otworze (należy jednak powolnym ruchem przesuwać tuleje konika, aby kieł nie stracił kontaktu z gwintownikiem). Po zakończeniu gwintowania, aby usunąć gwintownik z otworu, należy odsunąć konika i zmienić kierunek obrotów, jednocześnie przytrzymując pokrętło przy trzpieniu oporowym.

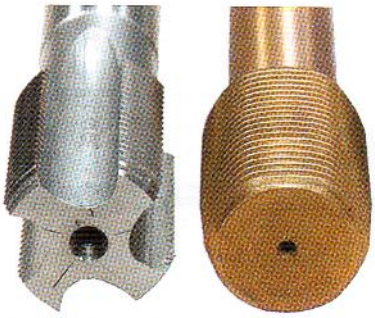
Podczas gwintowania należy stosować ciecze smarująco-chłodzące.

**Wykonywanie gwintów metodą walcowania wzdłużnego** (rys. 2.70) polega na wprowadzeniu obrabianego materiału między rolki głowicy (trzy lub dwie w zależności od konstrukcji) i przesuwaniu materiału wzdłuż osi obrotu zgodnie ze schematem (rys. 2.70*a*). Skok gwintu jest realizowany w wyniku pochylenia czopów mimośrodowych, na których są osadzone rolki pod kątem odpowiadającym kątowi wzniosu linii śrubowej walcowanego gwintu. Rolki do głowic wzdłużnych są wyposażone w pierścienie i nakrój odpowiadające za wybieg gwintu.



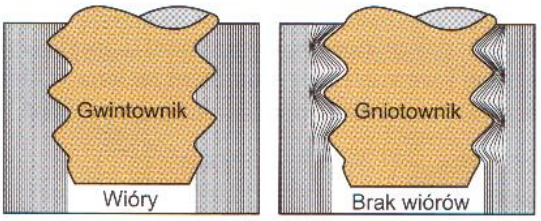

Rys. 2.70. Walcowanie wzdłużne gwintów: *a*) wykonywanie gwintów metodą walcowania wzdłużnego, *b*) widok urządzenia do walcowania wzdłużnego

Gwinty wewnętrzne wykonujemy również **gniotownikami** – zwanymi gwintownikami nagniatającymi lub walcującymi. Gwinty wykonane gniotownikami mają większą dokładność wymiarowo-kształtową, mniejszą chropowatość powierzchni, większą wytrzymałość i twardość warstwy wierzchniej w porównaniu z gwintami nacinanymi gwintownikami.



Rys. 2.71. Porównanie budowy gwintownika skrawającego i gniotownika

Gniotowniki mają graniasty przekrój poprzeczny, natomiast przekrój wzdłużny na pewnej wysokości zwęża się ku dołowi (rys. 2.71). Podczas obróbki nie powstają wióry. Narzędzi tych nie można ostrzyć, ale są o wiele wytrzymalsze od gwintowników. Podczas pracy są smarowane specjalnymi olejami, np. z dodatkiem grafitu. Gwintownik skrawający usuwa nadmiar metalu z otworu, nacinając poszczególne zwoje gwintu, gniotownik natomiast formuje zwoje gwintu w wyniku odkształcenia plastycznego materiału i przemieszczania uplastycznionych warstw (rys. 2.72).



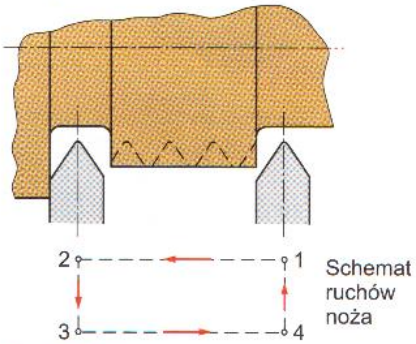

Rys. 2.72. Porównanie zasad kształtowania zarysu gwintu przez gwintownik i gniotownik

**Nacinanie gwintów nożem tokarskim** wykonujemy wówczas, gdy dokładność i gładkość powierzchni gwintu ma być duża (większa niż uzyskiwana w wyniku gwintowania narzynką lub gwintownikiem) oraz gdy średnice i skoki gwintu mają duże wartości.

Toczenie gwintów wewnętrznych i zewnętrznych wykonujemy nożami tokarskimi, których zarys jest zgodny z zarysem toczonego gwintu, to znaczy kształt części roboczej noża jest zgodny z zarysem gwintu oraz ostrze noża powinno mieścić się w rowku gwintu. Aby nie występowało tarcie powierzchni przyłożenia noża o powierzchnię gwintu, nóż powinien mieć właściwe kąty przyłożenia, których wielkość jest związana z prędkością posuwu. Obrabiarka do gwintów musi zapewniać sprzężenie kinematyczne ruchów posuwowego i obrotowego (posuw narzędzia musi być równy skokowi nacinanego gwintu). Noże do nacinania gwintów mocujemy w imaku nożowym tokarki w taki sposób, aby wierzchołek ostrza noża był ustawiony na poziomie osi toczenia, a trzonek noża był prostopadły do osi toczenia. Suport tokarki powinien być napędzany śrubą pociągową.

Przed rozpoczęciem nacinania gwintu musimy nastawić odpowiednie prędkości – obrotową wrzeciona oraz posuwu noża tokarskiego. Następnie wykonujemy następujące czynności (rys. 2.73):

1) dosuwamy nóż do materiału na głębokość skrawania (ruch *4–1*);
2) włączamy obroty wrzeciona;
3) nacinamy gwint (ruch *1–2*);
4) wycofujemy nóż tokarski po nacięciu gwintu (ruch *2–3*);
5) przemieszczamy nóż do położenia wyjściowego (ruch *3–4*).



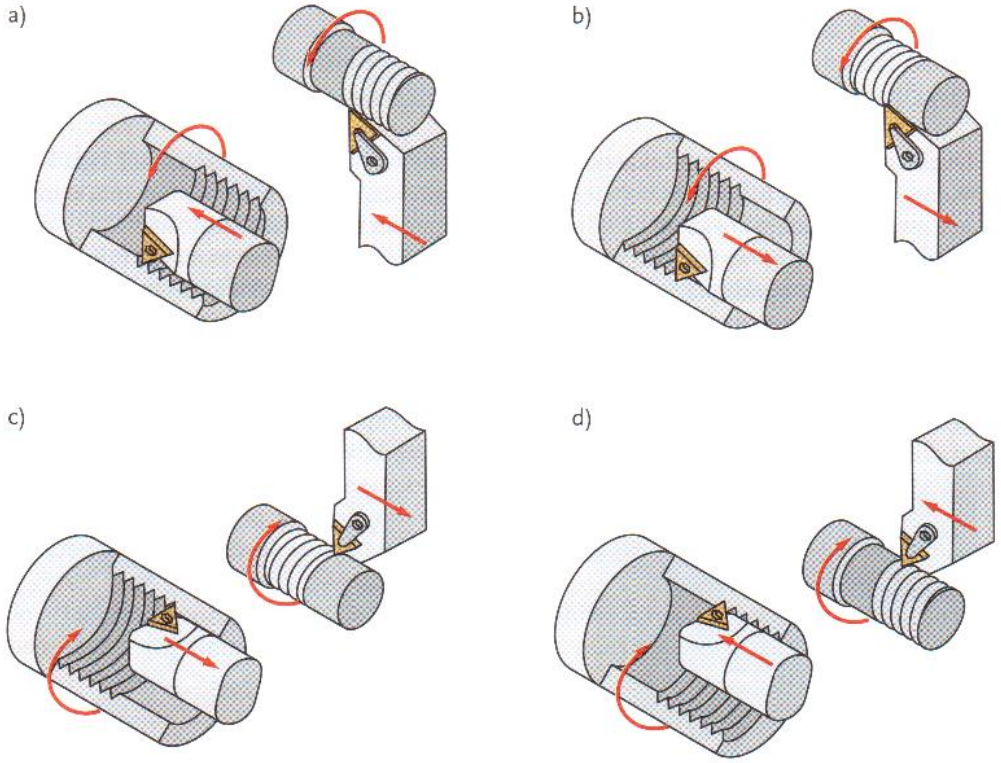

Rys. 2.73. Schemat nacinania gwintów nożem tokarskim

Prędkość obrotowa wrzeciona powinna zapewnić możliwość wycofania noża i zatrzymania wrzeciona w krótkim czasie (ok. 1,5 s). W tym celu w materiale wykonuje się podcięcie o szerokości umożliwiającej wycofanie noża.

W procesie toczenia można kształtować gwinty: prawe bądź lewe, zewnętrze lub wewnętrzne, a ponadto wykonywać je nożami prawymi lub lewymi. Na rys. 2.74. (s. 66) pokazano wzajemne ruchy wrzeciona i noża podczas toczenia gwintów, w zależności od rodzaju nacinanego gwintu:

- gwinty prawe (zewnętrzne i wewnętrzne) – obrót wrzeciona w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara; posuw noża w kierunku uchwytu; nóż prawy (rys. 2.74*a*);
- gwinty lewe (zewnętrzne i wewnętrzne) – obrót wrzeciona w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara; posuw noża w kierunku od uchwytu; nóż prawy (rys. 2.74*b*);

- gwinty prawe (zewnętrzne i wewnętrzne) – obrót wrzeciona w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara; posuw noża w kierunku od uchwytu; nóż lewy (rys. 2.74*c*);
- gwinty lewe (zewnętrzne i wewnętrzne) – obrót wrzeciona w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara; posuw noża w kierunku uchwytu; nóż lewy (rys. 2.74*d*).

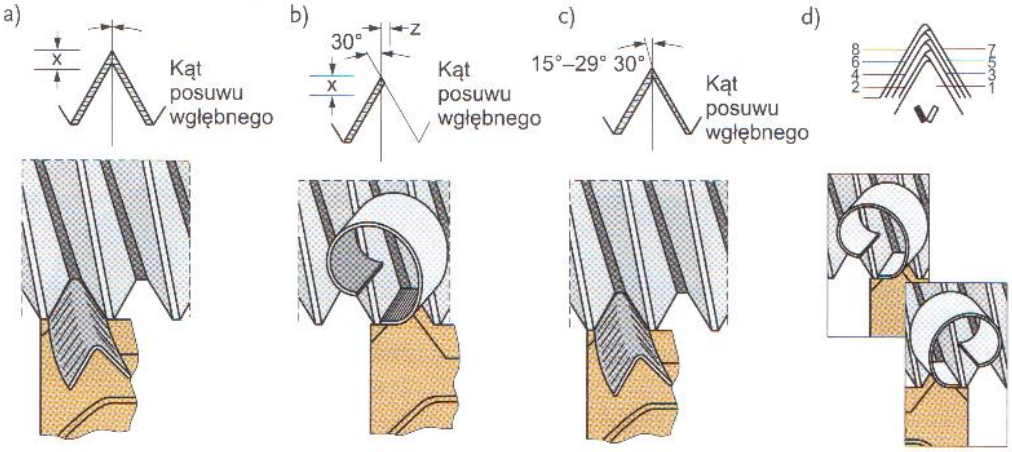



Rys. 2.74. Toczenie gwintów: *a*) gwint prawy, nóż prawy, *b*) gwint lewy, nóż prawy, *c*) gwint prawy, nóż lewy, *d*) gwint lewy, nóż lewy

Gwint zwykle podlega obróbce zgrubnej i wykańczającej. Pełny zarys gwintu uzyskujemy dopiero po kilku przejściach noża, a skrawaną warstwę materiału usuwamy w różny sposób (rys. 2.75), w zależności od dosuwu noża tokarskiego do obrabianego przedmiotu:

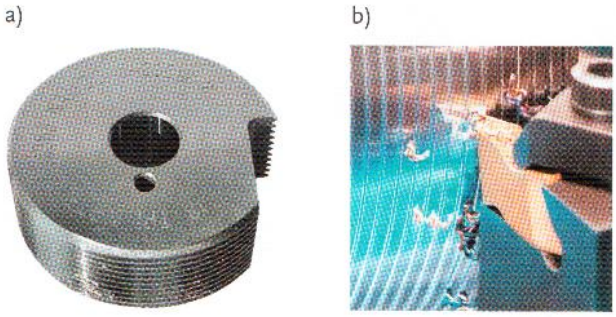
- dosuw noża promieniowy wgłębny – stosowany do mniejszych skoków gwintów i materiałów silnie się umacniających; podczas skrawania po obu stronach zarysu gwintu wszystkie krawędzie skrawające znajdują się w rowku wykonywanego gwintu, naddatek jest skrawany wszystkimi krawędziami skrawającymi;
- dosuw noża boczny – skrawanie główną krawędzią noża tokarskiego umożliwia płynne usuwanie wióra z obszaru zarysu gwintu; kąt posuwu wgłębnego powinien być mniejszy od kąta zarysu gwintu o 3–5°;
- dosuw noża boczny zmodyfikowany – stosowany do obróbki gwintów o dużych skokach oraz do toczenia gwintów wewnętrznych (duże wysięgi noża); nóż skrawa obie strony zarysu gwintu, dzięki czemu ostrze noża jest chronione przed wykruszaniem podobnym jak w przypadku kąta posuwu wgłębnego wynoszącego 0°;
- dosuw noża naprzemienny – stosowany do obróbki gwintów o dużych profilach; gwarantuje równomierne zużywanie się obu krawędzi noża tokarskiego; naddatek jest skrawany naprzemiennie przez krawędzie skrawające.

Należy przyjąć, że pole przekroju warstwy skrawanej w każdym przejściu musi być takie samo w celu zapewnienia stałych warunków skrawania.




Rys. 2.75. Podział naddatku w procesie toczenia gwintów: *a*) dosuw promieniowy, *b*) dosuw boczny, *c*) dosuw boczny zmodyfikowany, *d*) dosuw boczny naprzemienny

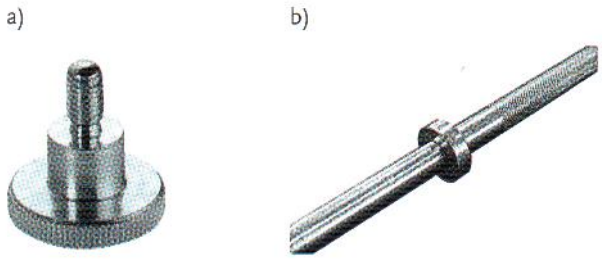
W produkcji seryjnej do nacinania gwintów stosuje się **noże krążkowe** oraz **składane**, które umożliwiają wykonanie gwintów zewnętrznych i wewnętrznych. Zaletą tych noży jest niezmienny kształt ostrza po ostrzeniu i ostrzenie tylko powierzchni natarcia. Nożami składanymi można wykonywać gwint w jednym przejściu, gdyż wymiary kolejnych ostrzy noża są tak dobrane, że początkowe ostrza nacinają zgrubnie zarys gwintu, natomiast końcowe – wykańczająco (rys. 2.76).




Rys. 2.76. Noże do nacinania gwintów: *a*) krążkowy, *b*) składany z wymienną płytką

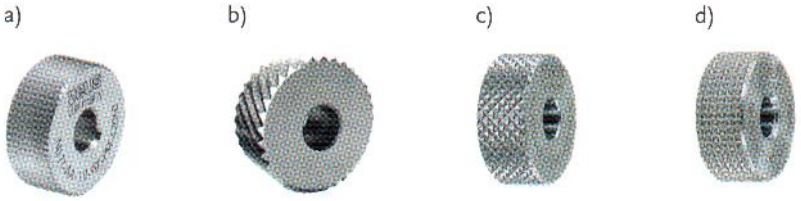
## 2.1.9. Radełkowanie

Radełkowanie polega na wygnieceniu na powierzchni przedmiotu drobnych rowków. W powierzchnię obrabianego przedmiotu wciskamy narzędzie – **radełko**, które ma określony zarys rowków. W wyniku nacisku obrabiana powierzchnia się odkształca, materiał wypływa na zewnątrz i następuje nieznaczne powiększenie średnicy obrabianego przedmiotu. Radełkowanie wykonujemy na powierzchniach chwytowych przedmiotów, narzędzi, nakrętek itp. w celu wyeliminowania poślizgu podczas chwytania ich ręką (rys. 2.77, s. 68).

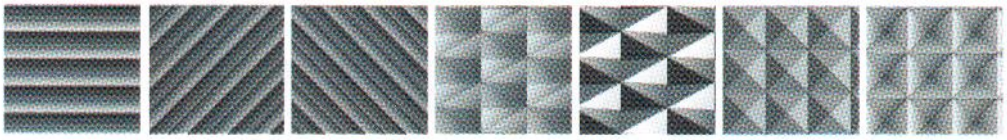



Rys. 2.77. Widok radełkowanych powierzchni: *a*) śruby z radełkowanym łbem, *b*) radełkowany fragment gryfu sztangi

**Rolki radełek** są hartowane, na obwodzie mają nacięte zęby o kącie rozwarcia 90°, określony kierunek linii rowków i określoną podziałkę *t*. Podziałki o wartościach: 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 mm są znormalizowane (DIN 82). Układ rowków radełka może być prosty, ukośny, krzyżowy lub w formie kratki (rys. 2.78), dzięki czemu możemy uzyskać różne wzory radełkowanych powierzchni (rys. 2.79).




Rys. 2.78. Układ rowków radełek: *a*) prosty, *b*) ukośny, *c*) krzyżowy, *d*) kratka



Rys. 2.79. Przykłady wzorów radełkowanych powierzchni

Przedmioty poddawane radełkowaniu powinny być sztywno zamocowane. W przeciwnym razie wystąpią trudności z wykonaniem pełnego kształtu rowków. Radełko zamocowane w imaku nożowym tokarki musi mocno dociskać do obrabianego przedmiotu. Siła zamocowania radełka powinna być tak duża, aby uniemożliwić jego przesunięcie. Oś rolki radełka powinna znajdować się nieco poniżej osi obrabianego przedmiotu.

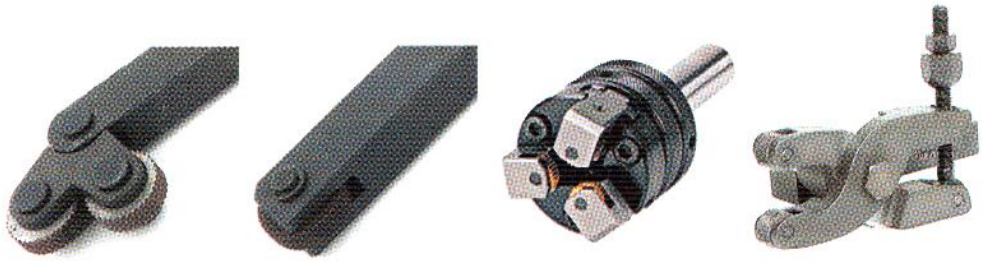
Podczas radełkowania powierzchni wąskich radełko dosuwamy do obrabianej powierzchni i tylko je dociskamy (nie włączamy posuwu wzdłużnego radełka). Oś rolki radełka powinna być równoległa do osi obrabianego przedmiotu.

Podczas radełkowania powierzchni szerszych, po dosunięciu i dociśnięciu radełka do powierzchni przedmiotu włączamy posuw wzdłużny suportu – radełko przemieszcza się wzdłuż powierzchni obrabianego przedmiotu. Operacje radełkowania zawsze wymagają smarowania olejem.

Właściwą głębokość rowków uzyskujemy po kilku przejściach rolki (2–4 przejść). Po wykonaniu radełkowania brzegi powierzchni radełkowanej należy ściąć pod kątem 45°.

Radełka (rys. 2.80) mogą być:
- krzyżowe,
- proste,
- trójrolkowe,
- nożycowe.

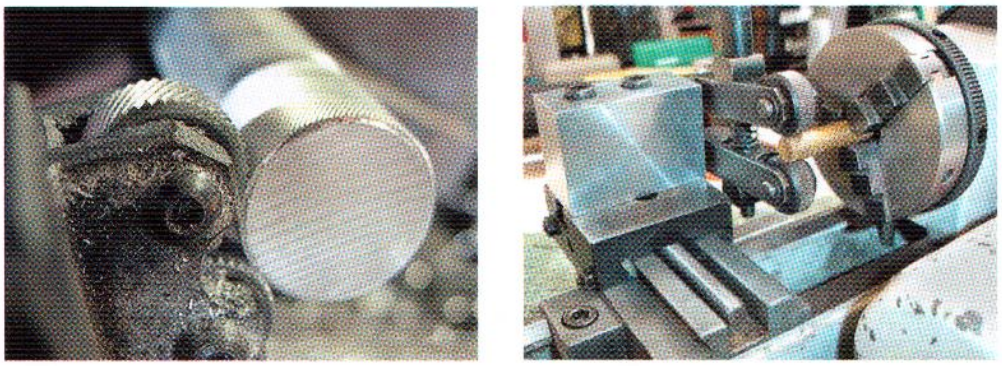
a) b) c) d)



Rys. 2.80. Rodzaje radełek: *a*) krzyżowe, *b*) proste, *c*) trójrolkowe, *d*) nożycowe

Na rys. 2.81. pokazano przykłady radełkowania radełkami: krzyżowym i nożycowym. Radełkowanie prętów, których nie można zamocować sztywno w tokarce, wykonujemy radełkiem nożycowym. Radełko dociskamy do pręta symetrycznie z obu stron (rys. 2.81*b*), dzięki czemu pręt nie odgina się pod wpływem docisku radełka, co zapewnia właściwe warunki radełkowania.

a) b)



Rys. 2.81. Przykłady radełkowania: *a*) radełkiem krzyżowym, *b*) radełkiem nożycowym

## 2.1.10. Zwijanie sprężyn

Na tokarce możemy zwijać sprężyny śrubowe, najczęściej ze stalowego drutu sprężynowego. Wyróżniamy następujące rodzaje sprężyn śrubowych (rys. 2.82):
- **naciskowe** (ściskane) – pod wpływem osiowej siły ściskającej zwoje sprężyny zbliżają się do siebie;
- **naciągowe** (rozciągane) – pod wpływem osiowej siły rozciągającej zwoje sprężyny oddalają się od siebie;
- **skrętowe** (skręcane) – pod wpływem siły obwodowej zwoje sprężyny ulegają skręceniu,
- **naciskowe stożkowe**.