

Moduł 6

Gwintowanie i nitowanie elementów maszyn, urządzeń i narzędzi

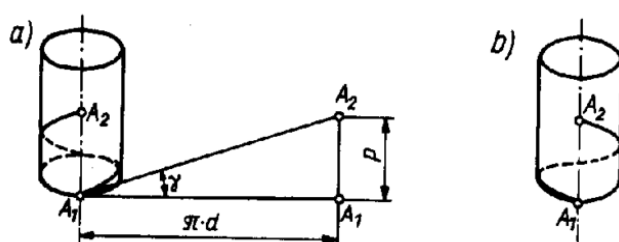
1. Połączenia gwintowe
2. Geometria i klasyfikacja gwintów
3. Wykonywanie gwintów
4. Połączenia nitowe

1. Połączenia gwintowe

Połączenia gwintowe są powszechnie stosowane w budowie maszyn i urządzeń przede wszystkim do łączenia elementów maszyn. Zaliczane są do grupy połączeń kształtowych rozłącznych.

Połączenie kształtowe elementów następuje dzięki istnieniu gwintu, czyli rowków o kształcie linii śrubowej naciętych na powierzchniach elementów łączonych. Linia śrubową jest krzywa przestrzenna opisana na powierzchni bocznej walca przez punkt poruszający się ruchem jednostajnym wzdłuż osi walca przy stałej prędkości obrotowej walca. Linie śrubowe można sobie wyobrazić jako linie powstałe przez nawinięcie na walec linii, która jest przeciwprostokątną trójkąta.

Rys. 6.1. Powstawanie linii śrubowej: a) linia śrubowa prawa, b) linia śrubowa lewa



Źródło: Rutkowski A., *Części maszyn*. WSiP, Warszawa, 1998..

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{p}{\pi \cdot d}$$

gdzie: p – podziałka danej linii śrubowej; odcinek A_1A_2 , (skok linii śrubowej)
 γ – wznios linii śrubowej

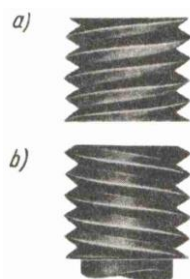
Rys. 6.2. Przykład gwintu naciętego na powierzchni walcowej



Źródło: www.profident.pl

Rozróżnia się linię śrubową prawą oraz lewą. Linia śrubowa prawa powstaje w przypadku, gdy walec obraca się zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara (rys. 6.1.a), natomiast linia śrubowa lewa powstaje wówczas, gdy walec obraca się przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.

Rys. 6.3. Widok gwintu: a) prawego, b) lewego

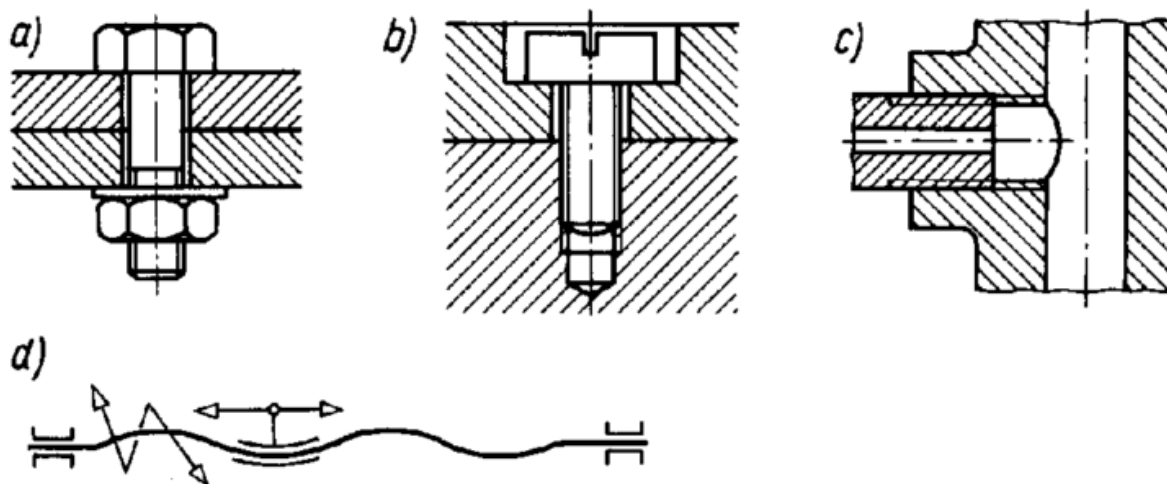


Źródło: www.elektronik.lodz.pl

Zasadniczym elementem połączenia gwintowego jest łącznik składający się zwykle ze śruby i nakrętki. Połączenia gwintowe mogą być:

- pośrednie,
- bezpośrednie.

Rys. 6.3. Połączenia gwintowe: a), b) pośrednie, c) bezpośrednie, d) schemat mechanizmu śrubowego



Źródło: Rutkowski A., *Części maszyn*. WSiP, Warszawa 1998.

W połączeniach pośrednich części łączy się za pośrednictwem łącznika (rys. 6.3.a), a rolę nakrętki może pełnić gwintowany otwór wykonany w jednej z łączonych części (rys. 6.3.b). W przypadku połączeń bezpośrednich gwint wykonywany jest w częściach łączonych (rys. 6.3.c).

W większości przypadków połączenia gwintowe to połączenia spoczynkowe, jednak stosowane są również jako połączenia ruchowe, np. w mechanizmach śrubowych, śruby pociągowe obrabiarek, elementy podnośników śrubowych, precyzyjnych mechanizmów nastawczych itp.

2. Geometria i klasyfikacja gwintów

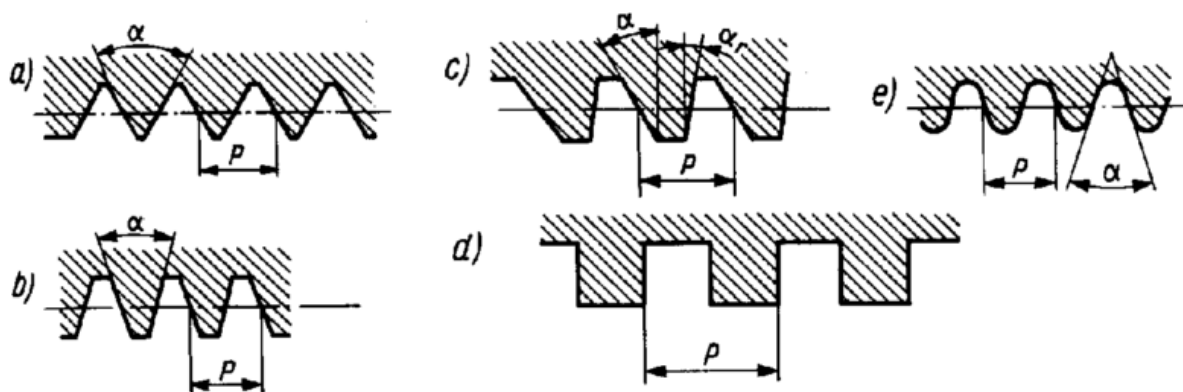
Istnieją dwa kryteria klasyfikacji gwintów:

- według zarysów,
- według systemów.

Zarysem gwintu jest kształt występow i bruzd w płaszczyźnie przekroju przechodzącej przez oś gwintu. Ze względu na zarysy w płaszczyźnie przechodzącej przez oś gwintu, dzielą się one na:

- – trójkątne,
- – prostokątne,
- – trapezowe symetryczne i niesymetryczne,
- – okrągłe.

Rys. 6.4. Zarysy gwintów: a) trójkątny, b) trapezowy symetryczny, c) trapezowy niesymetryczny, d) prostokątny, e) okrągły

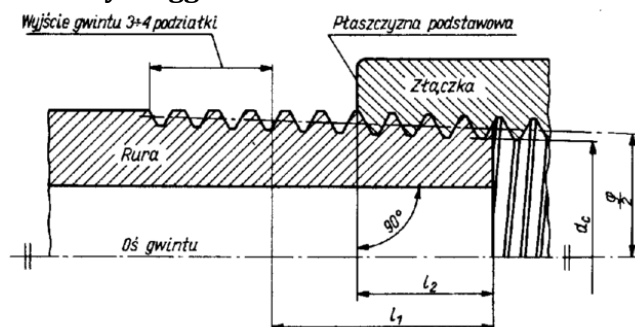


Źródło: Rutkowski A., *Części maszyn*. WSiP, Warszawa 1998.

Ze względu na systemy, gwinty dzielą się na:

- metryczne; trójkątny walcowy o kącie gwintu 60° powszechnie stosowany w większości krajów europejskich,
- calowe (Whitwortha); trójkątny walcowy o kącie gwintu 55° powszechnie stosowany w krajach anglosaskich,
- inne (np. Briggsa – trójkątny walcowy lub stożkowy o kącie 60° lub 55°).

Rys. 6.5. Gwint stożkowy Briggsa

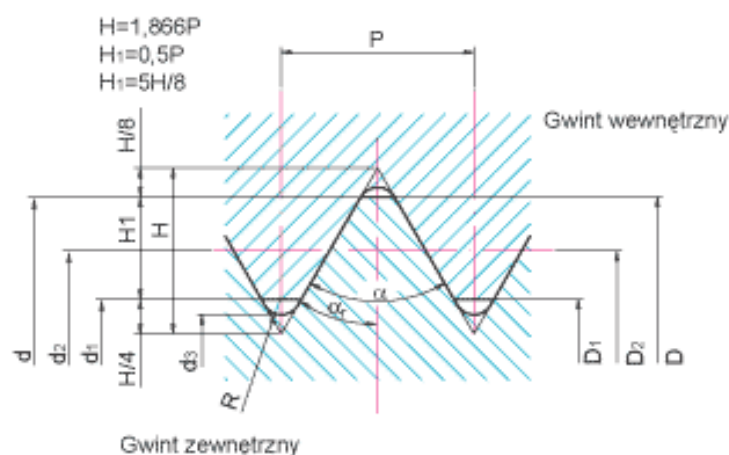


Źródło: Rutkowski A., *Części maszyn*. WSiP, Warszawa 1998.

Gwinty rurowe walcowe stosowane są do łączenia przewodów rurowych, są to gwinty calowe.

Gwinty stożkowe calowe (np. Briggsa) stosowane są do wykonywania połączeń przewodów rurowych wodnych, zapewniając szczelność połączenia.

Rys. 6.6. Parametry charakteryzujące gwint



Źródło: <http://e-katalog.home.pl/HERTZ/poradnik.php?gr=1&pod=2&sub=3>

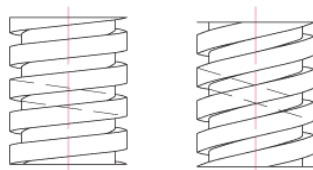
Podstawowymi wielkościami charakteryzującymi gwinty są:

- skok P – odległość pomiędzy wierzchołkami gwintu w przekroju wzdłużnym śruby lub nakrętki,
- podziałka P_z – odległość pomiędzy wierzchołkami jednego zwoju gwintu w przekroju wzdłużnym śruby lub nakrętki.
- średnica rdzenia śruby d_1 ,
- średnica podziałowa śruby d_2 ,
- średnica zewnętrzna gwintu śruby d , dla gwintów walcowych równa średnicy znamionowej,
- średnica otworu nakrętki D_1 ,
- średnica podziałowa nakrętki D_2 ,
- średnica zewnętrzna gwintu nakrętki D .

Ponadto, ze względu na:

- a) kierunek nacięcia, gwinty dzielą się na (rys. 6.3.):
 - prawe (prawozwójne) – kierunek wkręcania śruby jest zgodny z kierunkiem obrotu wskazówek zegara, zdecydowana większość gwintów wykonywana jest jako gwint prawy,
 - lewe (lewozwojne) – kierunek wkręcania śruby jest przeciwny do kierunku obrotu wskazówek zegara.
- b) ilość naciętych równolegle bruzd (zwojów) na długości skoku:
 - jednokrotne,
 - wielokrotne (dwukrotne, trzykrotne itd.).

Rys. 6.7. Przykłady gwintu jednokrotnego oraz dwukrotnego



Źródło: <http://e-katalog.home.pl/HERTZ/poradnik.php?gr=1&pod=2&sub=3>

Dla każdego rodzaju gwintu normy określają parametry podstawowego szeregu gwintów normalnych (zwykłych), o wzajemnie powiązanych wartościach średnicy d (lub D) i skoku P . Gwinty o skoku mniejszym od skoku zwykłego noszą nazwę drobnozwojnych, a o skoku większym – grubozwojnych.

Ponadto normy wskazują gwinty zalecane do stosowania w pierwszej kolejności. Dokładne wartości parametrów gwintów (np. skoków i średnic) są znormalizowane.

Tabela 6.1. Oznaczenia gwintów.

Rodzaj gwintu		Wymiary podawane w oznaczeniu	znak	przykład
Metryczny	zwykły	średnica zewnętrzna śruby w mm	M	M12
	drobnozwojny	średnica zewnętrzna śruby $\times$ skok w mm		M12 $\times$ 1
	lewy	jak dla gwintów prawych		M12LH
	wielokrotny	jak dla gwintów pojedynczych		2-krotny M12
Całowy (Whitwortha)		średnica zewnętrzna śruby w calach	–	$\frac{1}{2}$ "
Całowy drobnozwojny		średnica zewnętrzna śruby $\times$ skok w calach	W	W $\frac{1}{2}$ " $\times$ $\frac{1}{16}$
Rurowy całowy walcowy		średnica wewnętrzna rury w calach	G	G $\frac{1}{2}$ "
Rurowy całowy stożkowy (Briggsa)		średnica wewnętrzna rury w calach	R	R $\frac{1}{2}$ "
Trapezowy symetryczny		średnica zewnętrzna śruby $\times$ skok w mm	Tr	Tr20 $\times$ 4
Trapezowy niesymetryczny		średnica zewnętrzna śruby $\times$ skok w mm	S	S24 $\times$ 5
Okrągły		średnica zewnętrzna śruby w mm $\times$ skok w calach	Rd	Rd32 $\times$ $\frac{1}{8}$ "

Źródło: Andrzejewski H., Lipski R., *Technologia dla zasadniczych szkół mechanicznych*. Część 1. Obróbka ręczna. WSiP, Warszawa 1980.

Gwint metryczny oznacza się literą M, za którą podaje się średnicę gwintu w milimetrach; np. M12. Jeżeli skok gwintu jest nietypowy, to dodatkowo podaje się jego wartość; np. M12 $\times$ 1 (gwint metryczny o średnicy 12 mm i skoku 1 mm). W oznaczeniu gwintu podawane są również informacje o lewym gwincie poprzez dodanie liter LH (z angielskiego lefthand); np. M12LH (gwint metryczny o średnicy 12 mm lewy i o skoku normalnym).

Proponowane zadanie do wykonania: Zadanie 2 z pliku TWwS_6.6.Zadania

Normy określają tolerancję wykonania gwintów metrycznych w trzech klasach dokładności:

- dokładnej, dla gwintów stosowanych w urządzeniach precyzyjnych,
- średnio dokładnej, dla gwintów ogólnego przeznaczenia,
- zgrubnej, dla gwintów o obniżonej dokładności

oraz pasowania, które mogą być:

- luźne,
- suwliwe,
- ciasne,
- mieszane.

Ze względu na łatwość smarowania pasowania luźne stosowane są w połączeniach ruchowych. Pasowania ciasne stosowane są w przypadku połączeń, gdy ważna jest szczelność gwintu.

3. Wykonywanie gwintów

Gwinty można wykonywać ręcznie lub maszynowo (na tokarkach za pomocą noży do gwintowania, na frezarkach za pomocą frezów lub walcować za pomocą odpowiednio ukształtowanych walców.

3.1. Nacinanie gwintów wewnętrznych (gwintowanie otworów)

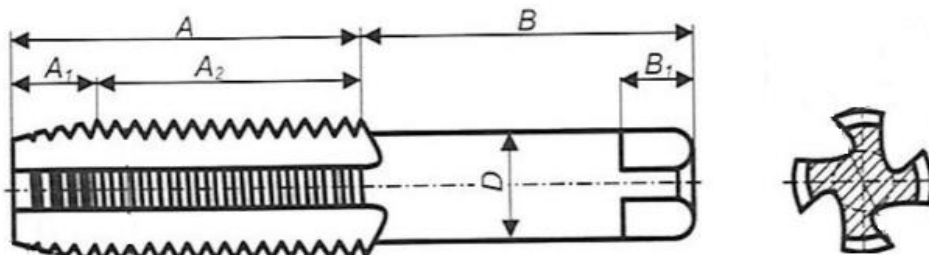
Do gwintowania ręcznego otworów służą gwintowniki. Wykonane są w kształcie śruby o stożkowym zakończeniu z rowkami wyciętymi na powierzchni wzdłuż gwintownika. Rowki tworzą krawędzie tnące i służą do odprowadzania wiórów.

Rys. 6.8. Widok gwintownika



Źródło: www.hexagon.biz.pl

Rys. 6.8. Budowa gwintownika: A - część robocza, A_1 - część skrawająca, A_2 - część wykańczająco-prowadząca, B - część chwytowa, B_1 - zabierak kwadratowy, D - średnica części chwytowej



Źródło: zylka.sd.prz.edu.pl

Część robocza gwintownika ma kształt śruby o stożkowym zakończeniu i naciętych na powierzchni podłużnych rowkach, tworzących krawędzie tnące i służących do odprowadzenia wiórów. Chwyt gwintownika ma kwadratowe zakończenie, które umożliwia nałożenie pokrętła.

Duża liczba ostrzy skrawających powoduje konieczność przyłożenia momentu skręcającego o dużej wartości w celu nacięcia gwintu. Dlatego podczas gwintowania ręcznego stosuje się komplety gwintowników, które pozwalają na stopniowe nacinanie zarysu gwintu w otworze.

Gwintowanie wykonuje się stopniowo, używając kolejno dwóch lub trzech gwintowników wchodzących w skład kompletu: gwintownika wstępnego, zdzieraka i wykańczaka. Gwintownik wstępny jest oznaczony na chwycie jedną kreską, zdzierak dwoma kreskami, a wykańczak może nie mieć żadnej kreski.

Rys. 6.9. Komplet gwintowników do gwintów zwykłych

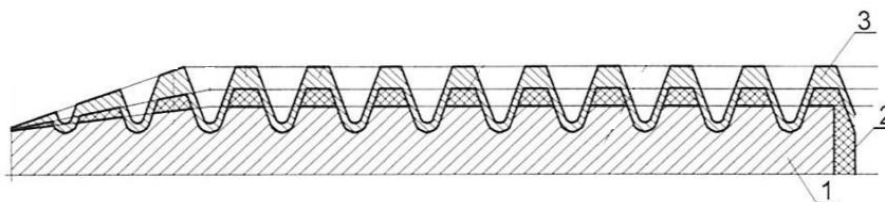


Źródło: www.modelemax.pl

Gwinty drobnozwojne, z uwagi na mniejszą głębokość bruzd (a więc również mniejsze opory skrawania) wykonuje się za pomocą kompletu dwóch gwintowników lub pojedynczych narzędzi.

Za pomocą gwintowników: wstępnego i zdzieraka wykonuje się tylko część zarysu gwintu, natomiast wykańczakiem nacina się pełny zarys gwintu.

Rys. 6.10. Kolejne zarysy gwintu wykonywanego gwintownikami: 1 - gwintownikiem wstępnym, 2 - zdzierakiem, 3 - wykańczakiem.



Źródło: zylka.sd.prz.edu.pl

W celu wykonania gwintu wewnętrznego należy:

- wykonać otwór o odpowiedniej średnicy,
- pogłębić czoło otworu (sfazować, najlepiej za pomocą pogłębiacza stożkowego o kącie wierzchołkowym 90°),
- wykonać gwintowanie gwintownikiem.

Średnicę tę dobiera się według tablic zawartych w poradnikach, w zależności od rodzaju i średnicy gwintu oraz rodzaju materiału.

Tabela 6.2. Średnice otworów w celu wykonania gwintów

Gwint metryczny (M)		Gwint metryczny drobnozwojny (MF)		Gwint calowy Whitworth'a (BSW)		Gwint rurowy Whitworth'a (BSP)	
Wymiar gwintu	Średnica wiertła [mm]	Wymiar gwintu	Średnica wiertła [mm]	Wymiar gwintu ["]	Średnica wiertła [mm]	Wymiar gwintu ["]	Średnica wiertła [mm]
M 1,0	0,75	M 3 x 0,35	2,65	1/16	1,15	G 1/16	6,80
M 1,2	0,95	M 4 x 0,5	3,50	3/32	1,80	G 1/8	8,80
M 1,4	1,10	M 5 x 0,5	4,50	1/8	2,55	G 1/4	11,80
M 1,6	1,25	M 6 x 0,75	5,20	5/32	3,10	G 3/8	15,25
M 1,8	1,45	M 7 x 0,75	6,20	3/16	3,60	G 1/2	19,00
M 2,0	1,60	M 8 x 0,75	7,20	7/32	4,40	G 5/8	21,00
M 2,2	1,75	M 8 x 1,0	7,00	1/4	5,10	G 3/4	24,50
M 2,5	2,05	M 9 x 1,0	8,00	5/16	6,50	G 7/8	28,25
M 3,0	2,50	M 10 x 0,75	9,20	3/8	7,90	G 1	30,75
M 3,5	2,90	M 10 x 1,0	9,00	7/16	9,20	G 1 1/8	35,50
M 4,0	3,30	M 10 x 1,25	8,80	1/2	10,50	G 1 1/4	39,50
M 5,0	4,20	M 12 x 1,0	11,00	9/16	12,00	G 1 3/8	42,00
M 6,0	5,00	M 12 x 1,25	10,80	5/8	13,50	G 1 1/2	45,25
M 7,0	6,00	M 12 x 1,5	10,50	3/4	16,25	G 1 5/8	49,50
M 8,0	6,80	M 14 x 1,5	14,00	7/8	19,25	G 1 3/4	51,00
M 9,0	7,80	M 15 x 1,5	13,50	1	21,75	G 2	57,00
M 10,0	8,50	M 16 x 1,0	15,00	1 1/8	24,75	G 2 1/4	63,00
M 11,0	9,50	M 16 x 1,5	14,50	1 1/4	27,75	G 2 3/8	68,00
M 12,0	10,20	M 18 x 2,0	16,00	1 3/8	30,50	G 2 1/2	73,00
M 14,0	12,00	M 20 x 1,5	18,50	1 1/2	33,50	G 2 3/4	79,00
M 16,0	14,00	M 20 x 2,0	18,00	1 5/8	35,50	G 3	85,00
M 18,0	15,50	M 22 x 1,5	20,50	1 3/4	39,00	G 3 1/4	91,50
M 20,0	17,50	M 22 x 2,0	20,00	1 7/8	41,50	G 3 1/2	98,00
M 22,0	19,50	M 24 x 1,0	23,00	2	44,50	G 3 3/4	104,00
M 24,0	21,00	M 24 x 1,5	22,50	2 1/4	50,00	G 4	110,50
M 27,0	24,00	M 24 x 2,0	22,00	2 1/2	56,50		
M 30,0	26,50	M 26 x 1,5	24,50	2 3/4	62,00		

Źródło: <http://www.numeryczny.pl/?p=200>

W przypadku wywiercenia otworu o średnicy mniejszej niż zalecana, na skutek oporu skrawania nastąpi złamanie gwintownika lub zerwanie nitki wykonywanego gwintu. Natomiast w przypadku wywiercenia otworu o średnicy większej niż zalecana, uzyskuje się gwint o niepełnym zarysie (zbyt płytki), który nie zapewnia poprawnego połączenia.

Głębokość otworów pod gwint nieprzelotowy powinna być większa od wymaganej długości gwintu, co najmniej o długość stożka skrawającego gwintownika wykańczaka.

Następnie krawędź otworu należy sfazować, najlepiej za pomocą pogłębiacza stożkowego o kącie wierzchołkowym 90°. Podczas wykonywania gwintów gwintownik powinien być osadzony w pokrętle

Rys. 6.9. Gwintownik osadzony w pokrętle



Źródło: www.modelemax.pl

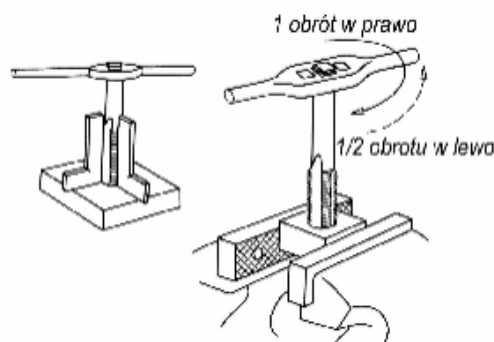
Rys. 6.10. Przykłady pokręteł do gwintowników



Źródło: www.micro-machine-shop.com

Przed przystąpieniem do gwintowania obrabiany przedmiot należy zamocować. Po nałożeniu na gwintownik wstępny (nr 1) pokrętła, smarujemy jego część roboczą i wkładamy go w otwór, sprawdzając kątownikiem jego prostopadłość względem powierzchni przedmiotu. Wywierając lekki i równomierny nacisk osiowy na ramiona pokrętła, obracamy gwintownik w prawo aż do momentu, gdy na powierzchni wewnętrznej otworu powstanie bruzda i gwintownik zacznie zagłębiać się samoczynnie. Po niewielkim zagłębieniu się gwintownika, ponownie sprawdzamy kątownikiem jego prostopadłość. Następnie gwintujemy otwór na całej długości, wykonując na przemian pełen obrót gwintownika w prawo i pół obrotu w lewo, celem łamania wiórów.

Rys. 6.11. Technika nacinania gwintu wewnętrznego



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna. Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP. Warszawa 2012.

Tabela 6.3. Ciecze chłodząco-smarujące stosowane podczas gwintowania.

Materiał	Ciecz chłodząco-smarująca
Aluminium	Woda z mydłem, nafta
Brąz	Olej rzepakowy
Miedź	Terpentyna
Mosiądz	Olej rzepakowy
Stal	Olej rzepakowy
Żeliwo	Łój, olej rzepakowy, nafta

Po nagwintowaniu otworu gwintownikiem wstępnym (nr 1), wykonujemy dalszą obróbkę gwintownikami nr 2 (zdzierakiem) oraz nr 3 (wykańczakiem), ostrożnie wkręcając kolejne narzędzia we wcześniej uformowany gwint.

W przypadku gwintowania otworów w materiałach miękkich, a także otwory długie i nieprzelotowe, należy gwintownik co pewien czas wykręcić, oczyścić otwór i rowki gwintownika z wiórów, a następnie nasmarować.

W przypadku napotkania nadmiernego oporu podczas gwintowania – należy wykręcić gwintownik i usunąć przyczynę oporu. Nie wolno oddziaływać ze zwiększoną siłą na ramiona pokrętła, gdyż może to spowodować złamanie gwintownika lub zerwanie wykonywanego gwintu.

Złamany gwintownik można usunąć przez wykręcenie, po wcześniejszym opiłowaniu wystającej części w sposób umożliwiający jej uchwycenie. W przypadku, gdy złamanie nastąpiło poniżej czoła otworu, do wykręcania stosuje się specjalny przyrząd. Przed wykręcaniem złamanego gwintownika należy oczyścić gwintowany otwór z wiórów.

Oprócz stosowania standardowych gwintowników ręcznych istnieją wykorzystywane w przemyśle także inne narzędzia do obróbki gwintów wewnętrznych, jak np. gwintowniki koronowe czy wiertło-gwintowniki.

Rys. 6.12. Gwintownik koronowy



Źródło:

www.toolswro.com.pl/HeroGraf/KATALOGI/DC_SWISS/09-DC-SWISS-Gwintowniki-koronowe.pdf

Rys. 6.13. Wiertło-gwintownik



Źródło:

www.toolswro.com.pl/HeroGraf/KATALOGI/DC_SWISS/10-DC-SWISS-Wiertlo-gwintowniki.pdf

Zaletą gwintownika koronowego jest możliwość wykonywania gwintów głębokich, nawet w twardych materiałach. W trakcie nacinania gwintu, co umożliwia konstrukcja gwintownika, wióry zawijają się do środka gwintownika, aby następnie poprzez otwór w części chwytowej – wychodzić z tyłu.

Gwintowanie maszynowe wykonuje się na wiertarkach, tokarkach uniwersalnych lub rewolwerowych bądź gwinciarkach. Stosuje się wtedy gwintowniki maszynowe.

Gwintowniki maszynowe charakteryzują się długą częścią roboczą odpowiednio ukształtowaną, której kolejne odcinki odpowiadają za obróbkę wstępną, zgrubną i wykańczającą gwintu. Gwintowanie maszynowe wykonuje się za pomocą jednego narzędzia. We wrzecionie wiertarki gwintownik mocuje się za pośrednictwem trzpienia stożkowego, zaopatrzonego w kwadratowe gniazdo. Wiertarka, na której wykonuje się gwintowanie, powinna mieć możliwość zmiany kierunku obrotów wrzeciona w celu wycofania gwintownika z otworu.

Rys. 6.14. Gwintownik maszynowy



Źródło: www.volkel.hewal.pl/index.php?strona=produkt&id=25

Przedmiot, w którym wykonywany jest gwint, powinien być pewnie zamocowany na stole wiertarki w sposób umożliwiający duży wybieg narzędzia. Na początku gwintowania wrzeciono przemieszczane jest posuwem ręcznym, a później, gdy gwintownik rozpocznie nacinanie, wrzeciono będzie się opuszczało w tempie odpowiadającym samoczynnemu zagłębianiu się gwintownika w otworze (kwadratowy trzpień mocujący umożliwia przesuw gwintownika względem uchwytu).

Gwintowanie otworów nieprzelotowych wymaga zastosowania specjalnego uchwytu samowylączającego. Po oparciu się czoła gwintownika o dno otworu, następuje wyłączenie uchwytu i gwintownik przestaje się obracać. Zmieniając kierunek obrotów wrzeciona, należy wykręcić gwintownik z nagwintowanego otworu.

Proponowane zadanie do wykonania: Zadanie 3 z pliku TWwS_6.6.Zadania

3.2. Nacinanie gwintów zewnętrznych

Gwinty zewnętrzne nacinają się na sworzniach, wałkach, prętach za pomocą narzynki. Narzynka okrągła jest stalowym pierścieniem z gwintowanym otworem oraz dodatkowymi (w liczbie zależnej od wielkości narzynki) otworami, które tworzą krawędzie tnące i służą jednocześnie do odprowadzenia wiórów. Część skrawająca narzynki jest od strony obu czoł ukształtowana stożkowo i nacinając gwint o niepełnym zarysie, służy do obróbki wstępnej, natomiast część środkowa służy do obróbki wykańczającej gwintu.

Rys. 6.15. Widok narzynki



Źródło: www.hexagon.biz.pl

Narzynki okrągłe wykonywane są jako pełne i przecięte. Narzynki pełne są dokładniejsze, natomiast narzynki przecięte, dzięki możliwości niewielkiej regulacji średnicy nacinanego gwintu, pozwalają na wykonanie gwintu w kilku przejściach oraz korektę wpływu zużycia narzędzia (ścierania się krawędzi) na średnicę wykonywanego gwintu.

Rys. 6.16. Widok narzynki przeciętej



Źródło: www.narzedziak24.pl

Rys. 6.17. Oprawki do mocowania narzynek



Źródło: www.master.lodz.pl

Oprócz narzynek okrągłych stosowane są narzynki dzielone, złożone z dwóch części, umieszczonych przesuwnie w prowadnicach specjalnej oprawki. Narzynką dzieloną gwintuje się w kilku przejściach, dosuwając połówki narzynki po każdym przejściu. Gwintowanie wykańczające wykonuje się przy zetkniętych połówkach.

Rys. 6.18. Narzynki dzielone



Źródło: http://sltn_dryszel.republika.pl/nacinanie_gwintw.html

Część, na której ma być wykonany gwint zewnętrzny, powinna mieć odpowiednią średnicę (średnice dobiera się na podstawie tabel zawartych w poradnikach technicznych), natomiast koniec gwintowany powinien być sfazowany. Następnie należy zamocować przedmiot w imadle i posmarować cieczą smarująco-chłodzącą.

Tabela 6.4. Średnice sworzni do gwintowania za pomocą narzynek

Gwint metryczny				Gwint calowy			Gwint rurowy		
Śred- nica gwin- tu w mm	Skok w mm	Średnica sworznia w mm		Śred- nica gwin- tu w calach	Średn. sworznia w mm		Nazwa gwintu w calach	Średn. zewn. rury w mm	
		naj- mniej- sza	naj- większa		naj- mniej- sza	naj- więk- sza		naj- mniej- sza	naj- więk- sza
M6	1,00	5,80	5,90	$\frac{1}{4}$	5,9	6,0	G $\frac{1}{8}$	9,4	9,5
M8	1,25	7,80	7,90	$\frac{5}{16}$	7,5	7,6	G $\frac{1}{4}$	12,7	13,0
M10	1,50	9,75	9,85	$\frac{3}{8}$	9,1	9,2	G $\frac{3}{8}$	16,2	16,5
M12	1,75	11,76	11,88	—	—	—	G $\frac{1}{2}$	20,7	20,9
M14	2,00	13,70	13,82	—	—	—	—	—	—
M16	2,00	15,70	15,82	$\frac{1}{2}$	12,1	12,2	G $\frac{5}{8}$	22,4	22,7
M18	2,25	17,70	17,82	—	—	—	—	—	—
M20	2,25	19,72	19,86	$\frac{5}{8}$	15,3	15,4	G $\frac{3}{4}$	25,9	26,2
M22	2,25	21,72	21,86	—	—	—	—	—	—
M24	3,00	23,65	23,79	$\frac{3}{4}$	18,4	18,5	G $\frac{7}{8}$	29,7	30,0
M27	3,00	26,65	26,69	—	—	—	—	—	—
M30	3,50	29,60	29,74	$\frac{7}{8}$	21,5	21,6	G1	32,7	33,0

Gwintowanie należy rozpoczynać od prostopadłego ustawienia narzynki względem osi elementu gwintowanego – jest to podstawowy warunek poprawnego wykonania gwintu. Wywierając lekki i równomierny nacisk na oprawkę, pokręcamy narzynkę w prawo. Od momentu, gdy narzynka zaczyna być prowadzona samoczynnie w bruzdach powstającego gwintu, należy nacisk zwolnić. Podczas gwintowania należy wykonywać na przemian 1–1,5 obrotu w prawo i $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$ obrotu w lewo, aby łamać wióry. W przypadku znacznego wzrostu oporów gwintowania należy wykręcić narzynkę i oczyścić oraz powtórzyć smarowanie sworznia.

Proponowane zadanie do wykonania: Zadanie 4 z pliku TWwS_6.6.Zadania

Do najważniejszych metod maszynowego nacinania gwintów zewnętrznych należą:

- toczenie nożem na tokarce,
- gwintowanie głowicą gwinciarską na gwinciarkach,
- frezowanie frezem tarczowym na frezarce do gwintów,
- frezowanie frezem walcowym wielokrotnym na frezarkach do gwintów krótkich,
- frezowanie obiegowe głowicą frezerską z 4 nożami, przesuwającą się wzdłuż osi obrabianej śruby,
- szlifowanie – prowadzi się w sposób podobny do frezowania,
- walcowanie – jest to najwydajniejsza metoda stosowana w masowej produkcji śrub i wkrętów.

Proponowane zadanie do wykonania: Zadanie 5 z pliku TWwS_6.6.Zadania

3.3. Sprawdzanie gwintów

Dokonując pomiaru gwintu, mierzymy w nim przede wszystkim:

- średnicę zewnętrzną lub wewnętrzną,
- zarys i skok gwintu,
- średnicę podziałową,

wykorzystując do tego celu przedstawione poniżej narzędzia pomiarowe.

Do średnio dokładnego pomiaru średnicy zewnętrznej lub wewnętrznej gwintów stosuje się suwmiarki uniwersalne. Pomiaru dokonuje się płaskimi, nieukosowanymi powierzchniami szczęk lub szczękami wewnętrznymi suwmiarki.

Dokładne pomiary gwintów wykonuje się za pomocą mikrometrów i średnicówek z wymiennymi końcówkami o zarysie gwintu. Najdokładniejsze pomiary gwintów zewnętrznych można przeprowadzić za pomocą mikroskopu lub projektora pomiarowego.

Rys. 6.19. Pomiar gwintu za pomocą mikrometru



Źródło: www.sklep.negotryst.pl

Do szybkiego sprawdzania prawidłowości zarysu gwintu i jego skoku stosuje się wzorniki. Posługujemy się nimi w ten sposób, że obserwujemy pod światło prześwit między wzornikiem, a zarysem gwintu. Wzorniki służą również do identyfikacji gwintów – w celu rozpoznania gwintu przykładamy do niego kolejne wzorniki z kompletu.

Rys. 6.20. Wzornik do gwintów



Źródło: www.profestools.pl

Rys. 6.21. Sprawdzanie gwintu za pomocą wzornika



Źródło: www.cnc.info.pl

Rys. 6.22. Sprawdzanie średnicy podziałowej gwintu



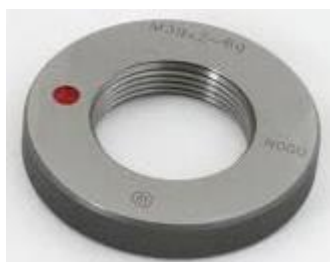
Źródło: www.kalibrgroup.cz

Rys. 6.23. Sprawdzian tłoczkowy dwugraniczny do gwintu wewnętrznego



Źródło: www.itechnika.pl

Rys. 6.24. Sprawdzian jednograniczny do gwintu zewnętrznego



Źródło: www.kczachurski.pl

Rys. 6.25. Sprawdzian dwugraniczny do gwintu zewnętrznego



Źródło: www.dianormet.pl

Do dokładniejszego sprawdzania gwintów w warunkach warsztatowych stosuje się sprawdziany. Dzieli się one na sprawdziany do gwintów zewnętrznych i wewnętrznych oraz jednograniczne i dwugraniczne.

Sprawdzian jednograniczny do gwintów zewnętrznych jest to nakrętka, która powinna nakręcać się lekko na poprawnie wykonany gwint.

Sprawdzian jednograniczny tłoczkowy do gwintów wewnętrznych ma dwie części. Z jednej strony część walcową do sprawdzania otworu nakrętki (powinna ona swobodnie wchodzić w otwór), natomiast z drugiej – część nagwintowaną do sprawdzania gwintu (powinna ona wkręcać się w gwint lekko, ale bez nadmiernego luzu).

Sprawdzian dwugraniczny do gwintów zewnętrznych składa się z dwóch nakrętek, z których jedna powinna nakręcać się lekko na sprawdzany gwint, natomiast druga oznaczona rowkiem – nie powinna się nakręcać. Dłuższa z nich stanowi stronę przechodnią, natomiast krótsza (o 2 lub 3 zwojach) stronę nieprzechodnią.

Drugi rodzaj sprawdzianu dwugranicznego to sprawdzian szczękowy, który ma dwie pary specjalnych rolek. Para rolek znajdująca się na końcu szczęk stanowi stronę przechodnią, zaś położona głębiej – stronę nieprzechodnią sprawdzianu.

3.4. Gwintowanie rur

W celu nagwintowania rury na jej zewnętrznym poszyciu używa się gwintownic ręcznych uniwersalnych lub zapadkowych. Te pierwsze pozwalają wykonać gwint rurowy pełny na rurach o średnicy od 15 do 50 mm. Ich wadą jest:

- duża masa,
- trudności przy rozbieraniu dla oczyszczenia,
- wykonanie pełnego obrotu, o ile istnieje taka możliwość.

W przypadku usytuowania rur w trudno dostępnych miejscach pomocne są gwintownice zapadkowe. Dzięki nim możliwe jest nacinanie gwintów bez wykonania pełnego obrotu całym korpusem gwintownicy.

Etapy gwintowania rur:

- sprawdzić kątownikiem czy płaszczyzna czołowa rury jest prostopadła do jej osi,
- umocować rurę w imadle rurowym,
- nałożyć na jej koniec odpowiednio ustawioną gwintownicę (zwracając uwagę, aby oś gwintownicy pokrywała się z osią rury),
- gwintować poprzez obrót gwintownicy (gwintownica uniwersalna) lub tylko obrót wahadłowy (gwintownica zapadkowa),

- ruch obrotowy powinien odbywać się etapami co $\frac{1}{4}$ obrotu, tzn. po $\frac{1}{4}$ obrotu gwintownicę cofamy nieco, po czym wykonujemy następny obrót o $\frac{1}{4}$,
- po wykonaniu całego gwintu na odpowiedniej długości rury, wyjąć rurę z imadła.

Rys. 6.26. Sposób gwintowania rur przy pomocy gwintownicy ręcznej

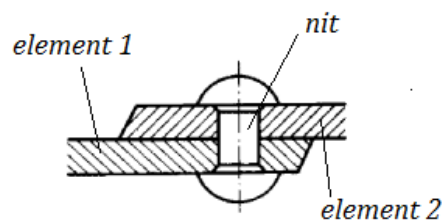


Źródło: opracowano na podstawie www.rentas.de

4. Połączenia nitowe

Połączenie nitowe – nierozłączne połączenie pośrednie elementów przy pomocy nitów, zwykle w postaci trzpieni walcowych z łbami.

Rys. 6.27. Budowa połączenia nitowego

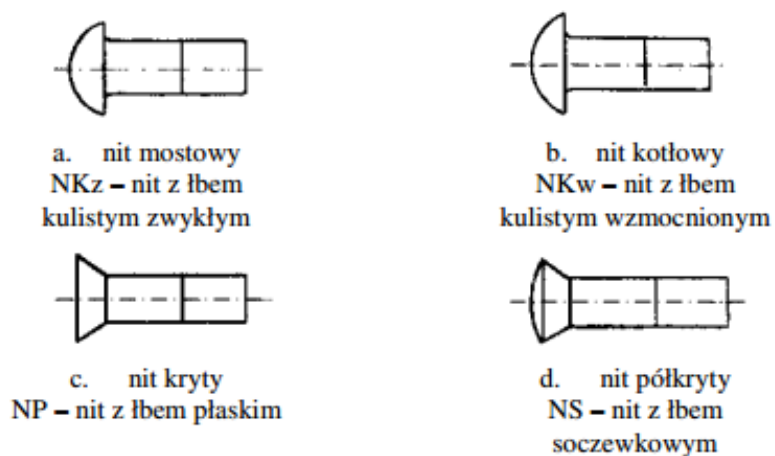


Źródło: Rutkowski A., *Części maszyn*. WSiP, Warszawa 1998.

Nitowanie stosuje się do łączenia ze sobą blach, taśmowników oraz kształtowników stalowych, dźwigarów, wsporników, wiązarów, a także do nierozłącznych połączeń różnych części maszyn i przedmiotów.

4.1. Rodzaje i zastosowanie nitów

Rys. 6.28. Nity normalne



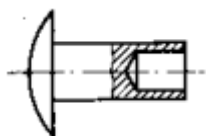
Źródło: Rutkowski A., *Części maszyn*. WSiP, Warszawa 1998.

Nit z łbem kulistym zwykłym (NKz) – we wszelkich konstrukcjach niewymagających szczelności.

NKw – w konstrukcjach ciśnieniowych (w – wzmocniony).

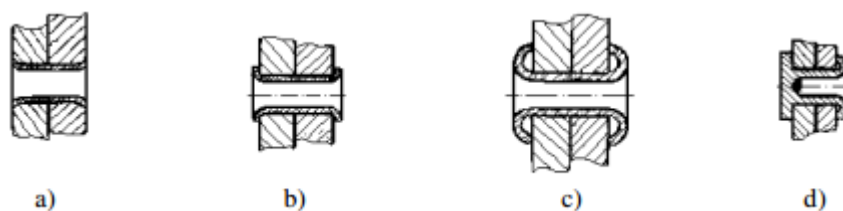
NP, NS – wykorzystywane są, gdy wymagana jest mniej lub więcej gładka powierzchnia.

Rys. 6.29. Nit drążony

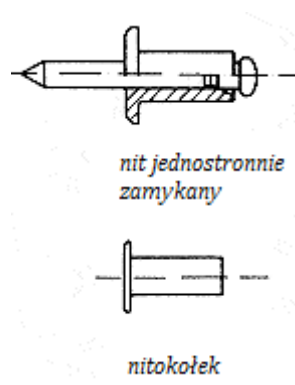


Źródło: Rutkowski A., *Części maszyn*. WSiP, Warszawa 1998.

Rys. 6.30. Nity rurkowe



Źródło: Rutkowski A., *Części maszyn*. WSiP, Warszawa 1998.



Źródło: www.solidnydom.pl

Nity pełne aluminiowe i mosiężne oraz stalowe o średnicy do 10 mm przeznaczone są do zamykania na zimno, natomiast nity stalowe o średnicy równej lub większej niż 10 mm zamyka się na gorąco.

Nitokołki posiadają na trzonie bruzdy, które dodatkowo zabezpieczają łącznik przed obracaniem się. Za pomocą nitokołków łączy się części cienkie. Są one produkowane w zakresie średnic 1,5–8 mm.

Nity drażnione, z łbem płaskim lub grzybkowym, są to nity z otworem nieprzelotowym. Do ich zamknięcia potrzebna jest znacznie mniejsza siła niż do zamykania nitów pełnych. Służą one do wykonywania połączeń cienkich blach i materiałów niemetalowych.

Nity rurkowe z łbem płaskim lub odwijanym, przeznaczone do łączenia materiałów niemetalowych, w tym podatnych (skóra, tkaniny).

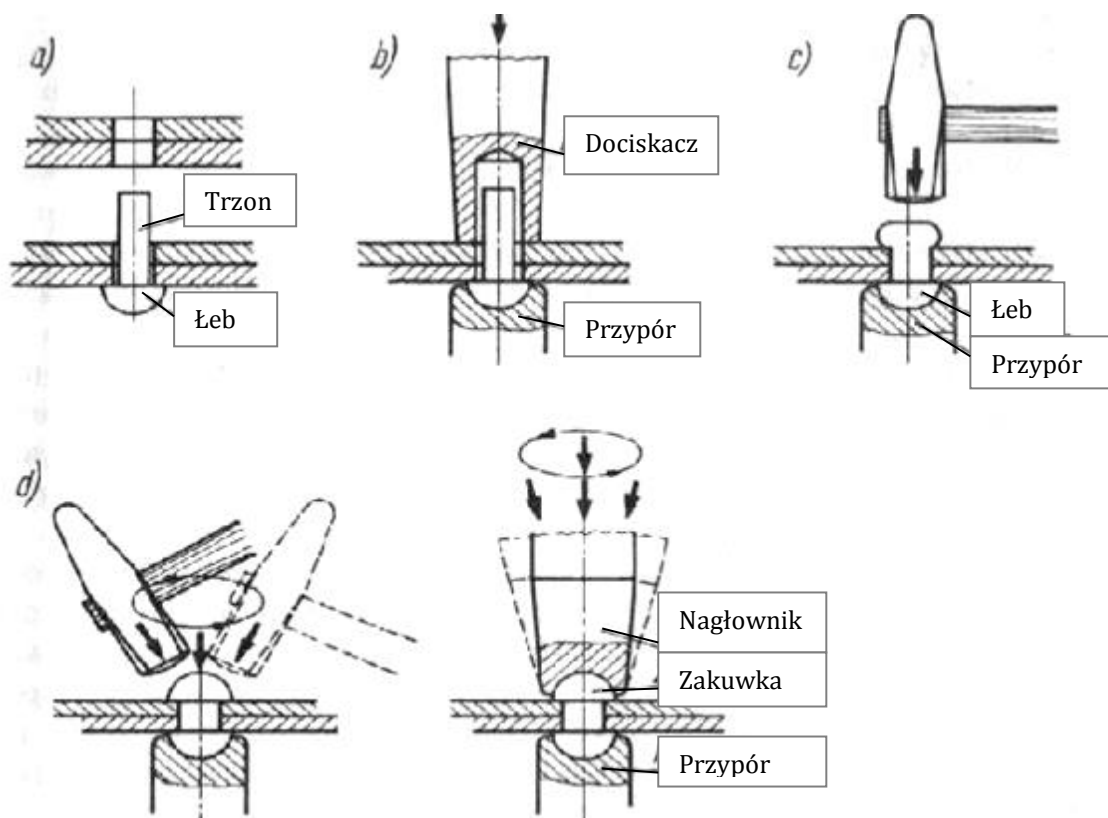
Nity zamykane jednostronnie to m.in. nity wybuchowe i nity zrywalne.

4.2 Etapy nitowania

Nitowanie przebiega następująco:

1. Do otworów łączonych części wkłada się nit, którego łeb opiera się o przypór.
2. Następnie na przyporze nakłada się dociskacz i mocnymi uderzeniami młotka w łeb dociskacza dociska się nitowane blachy do siebie.
3. Po zdjęciu dociskacza uderzeniami młotka kształtuje się zakuwkę i wykańcza ją nagłownikiem.

Rys. 6.31. Fazy procesu nitowania



Źródło: <http://dc357.4shared.com/doc/Ws7jdfZk/preview.html>

4.3. Zasady wykonania połączenia nitowego

Podczas montażu połączeń nitowych należy ściśle przestrzegać instrukcji montażu i zachować wszystkie wymiary wynikające z rysunku technicznego, tzn:

- odległości pomiędzy osiami nitów,
- odległość osi nitu od krawędzi blachy.

Zarówno blachy, jak i nity, nie mogą mieć pęknięć, wżerów ani rozwarstwień. Części nitowane powinny być dobrze dociśnięte i zakuwki prawidłowo ukształtowane. Niedopuszczalne jest spęczenie nitu pomiędzy łączonymi blachami, uszkodzenie zakuwki i nieszczelne przyleganie zakuwki lub łba nitu do łączonych blach.

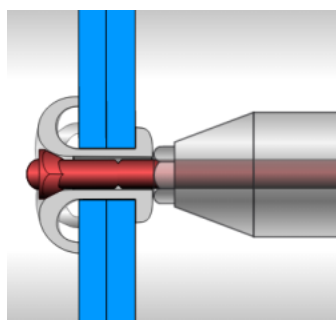
Przygotowanie do nitowania i przebieg nitowania.

1. Części przeznaczone do nitowania powinny być dobrze oczyszczone, a ich powierzchnie dobrze do siebie dopasowane.
2. Następną czynnością jest trasowanie miejsc usytuowania nitów, a następnie wykonanie otworów na nity.
3. Blachy nitowane łączy się ze sobą za pomocą śrub szcepnych i ustala położenie względem siebie za pomocą kołków montażowych.
4. Otwory wierci się lub przebija i następnie rozwierca.
5. Po wykonaniu otworów łączy się części, wykonując nitowanie.

Proponowane zadanie do wykonania: Zadanie 6 z pliku TWwS_6.6.Zadania

Łączenie części nitami zrywalnymi przedstawiono na rys. 6.32.

Rys. 6.32. Łączenie blach nitem zrywalnym



Źródło: <http://www.blindniete.org/HTML/pl/Produkty/star.html>

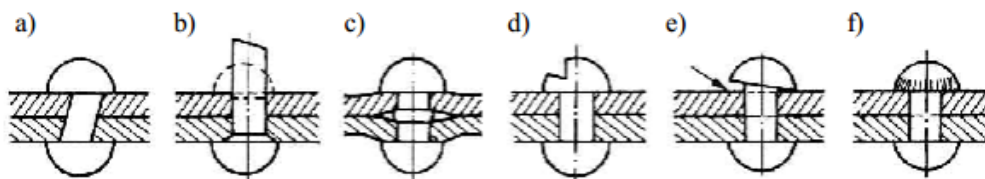
4.4. Kontrola połączeń nitowych

Kontrolę połączeń nitowych przeprowadza się przez oględziny, ostukiwanie młotkiem, a w przypadku połączeń szczelnych wykonuje się wodną próbę szczelności. Przez oględziny zewnętrzne można stwierdzić następujące wady:

- pęknięcia i rozwarstwienia na powierzchni łba i zakuwki nitu oraz elementów łączonych
- skrzywienia nitów,
- nieszczelne przyleganie łba lub zakuwki nitu do powierzchni nitowanej,
- nieprawidłowe ukształtowanie zakuwki,
- niedokładne przyleganie łączonych elementów,
- uszkodzenie części łączonych spowodowane nieumiejętnym posługiwaniem się narzędziami do nitowania,
- przez ostukiwanie łba i zakuwki nitu można stwierdzić luźne osadzenie nitu spowodowane słabym dociągnięciem blach przed nitowaniem lub złym rozklepaniem trzonu lub też niewypełnieniem otworu przez trzon nitu.

Rys. 6.33. Przykłady braków, powstających podczas procesu nitowania: a) przesunięcie trzonu i zakuwki, na skutek niepoprawnego wywiercenia otworu nitowego, b) przesunięcie trzonu i skutek nierównego ścięcia trzonu podczas skracania nitu, c) spęczenie trzonu nitu między łączonymi blachami, na skutek ich niedostatecznego dociśnięcia przed nitowaniem, d) skałeczenie zakuwki, na skutek niewłaściwego przystawienia zakuwnika,

e) nieszczelne przyleganie zakuwki lub łba, na skutek niedostatecznego dociśnięcia części przed nitowaniem, f) pęknięcia na brzegach zakuwki, na skutek zbyt dużej siły zastosowanej przy zamykaniu nitu



Źródło: Andrzejewski H., Lipski R., *Technologia dla zasadniczych szkół mechanicznych. Część 1. Obróbka ręczna*. WSiP, Warszawa 1980.

Do nitowania zmechanizowanego stosuje się maszyny – niciarki lub urządzenia przenośne: nitownice lub nitowniki.

Rys. 6.34. Nitownica pneumatyczna



Źródło:

http://www.atmo.com.pl/nitownica_pneumatyczna_do_nitow_zrywalnych/1484/

Rys. 6.35. Nitownica elektryczna



Źródło: www.fidi.com.pl

Rys. 6.36. Nitownica mechaniczna



Źródło: www.allegro.pl

4.5 Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania operacji gwintowania i nitowania

Wykonując operację gwintowania lub nitowania, należy przestrzegać następujących zaleceń:

- podczas wykonywaniu operacji gwintowania i nitowania należy posługiwać się wyłącznie sprawnymi technicznie maszynami, urządzeniami i narzędziami,
- stan techniczny wyposażenia stanowiska powinien być sprawdzony każdorazowo przed rozpoczęciem pracy,
- na stanowisku pracy należy zachowywać ład i porządek,
- przedmiot obrabiany powinien być pewnie i we właściwy sposób zamocowany,
- mocowanie i odmocowanie narzynek i gwintowników podczas wykonywania gwintowania maszynowego wolno wykonywać jedynie przy zatrzymanym wrzecionie maszyny,
- pewność zamocowania przedmiotu i narzędzia należy każdorazowo sprawdzić przed rozpoczęciem gwintowania,
- zawsze należy smarować część roboczą gwintowników,
- narzędzia zawsze należy eksploatować zgodnie z ich przeznaczeniem,
- do usuwania wiórów należy stosować zmiotkę; nie wolno usuwać ich palcami, ani wydmuchiwać,
- nie wolno obsługiwać maszyn z napędem elektrycznym mokrymi rękami,

- prace związane z gwintowaniem maszynowym należy prowadzić w ubraniu roboczym i nakryciu głowy, mankiety rękawów powinny być zapięte,
- należy stosować okulary ochronne,
- należy uważać na możliwość stłuczenia lub zgniecenia dłoni podczas wykonywania operacji nitowania,
- podczas wykonywania nitowania na gorąco występuje możliwość poparzenia.

Bibliografia:

1. Andrzejewski H., Lipski R.: *Technologia dla zasadniczych szkół mechanicznych. Część 1. Obróbka ręczna*. WSiP, Warszawa 1980
2. Górecki A: *Technologia ogólna. Podstawy technologii mechanicznych*. WSiP. Warszawa, 2012
3. Rutkowski A.: *Części maszyn*. WSiP, Warszawa, 1998

Netografia:

1. http://www.atmo.com.pl/nitownica_pneumatyczna_do_nitow_zrywalnych/1484/
2. <http://www.blindniete.org/HTML/pl/Produkty/star.html>
3. <http://dc357.4shared.com/doc/Ws7jdfZk/preview.html>
4. <http://www.dianormet.pl/>
5. <http://e-katalog.home.pl/HERTZ/poradnik.php?gr=1&pod=2&sub=3>
6. <http://www.elektronik.lodz.pl/>
7. <http://www.fidi.com.pl/>
8. <http://www.hexagon.biz.pl/>
9. <http://www.itechnika.pl/>
10. <http://www.kalibrgroup.cz/>
11. <http://www.kczachurski.pl/>
12. <http://www.micro-machine-shop.com/>
13. <http://www.modelemax.pl/>
14. <http://www.narzedziak24.pl/>
15. <http://www.profestools.pl/>
16. <http://rentas.de/>
17. <http://www.sklep.negotrust.pl/>
18. http://sltn.dryszel.republika.pl/nacinanie_gwintw.html
19. <http://zylka.sd.prz.edu.pl/>