

Bezpośrednie połączenia gwintowe w metalach za pomocą wkrętów samoformujących gwint

według DIN 7500

Czego należy przestrzegać na etapie planowania i konstruowania?

- Wkręty zgodne z DIN 7500 (przekrój trójdzielny) formują bezwzględnie dokładny metryczny gwint wewnętrzny.
- Wkręty te utwardza się dyfuzyjnie do wytrzymałości na rozciąganie do około 800 N/mm².
- Wygniatanie gwintów wewnętrznych jest możliwe w metalach ciągliwych takich jak stal, metale kolorowe i lekkie o twardości do około 140–160 HV.
- Wygniatanie gwintów wewnętrznych nie nadaje się do metali kruchych takich jak żeliwo szare
- Wkręty samoformujące gwint ze stali nierdzewnej INOX A2 można prawidłowo wkręcać tylko w metale lekkie.
- Nie są konieczne żadne elementy zabezpieczające jak podkładki sprężyste. Odporność na wibracje jest zagwarantowana poprzez tarcie w gwincie.
- 10 do 20 razy można ponownie montować ten sam wkręt.

Uwaga

Warunkiem uzyskania niezawodnego połączenia śrubowego jest poprawne pod względem funkcjonalnym zaprojektowanie elementu konstrukcji oraz wybór właściwego elementu złącznego. Właściwości mechaniczne i funkcjonalne wkrętów samogwintujących zgodnie z DIN 7500 i ISO 7085.

- Właściwości mechaniczne połączeń w cienkich blachach można poprawić poprzez wykrawanie otworów z przetłoczeniem (wywijanie obrzeży otworów pod gwint).
- Przy laserowym wycinaniu otworów pod gwint zalecane jest przeprowadzenie prób wstępnych (powierzchnie cięcia mogą okazać się zbyt twarde).
- Przy zastosowaniach krytycznych przeprowadzić należy próby wstępne. Prosimy o kontakt z naszym działem technicznym już na etapie projektowania wyrobu.
- Do funkcjonalnej realizacji wkrętu samoformującego gwint należy stosować odpowiednie smarowanie. Można stosować systemy smarowania zintegrowane z ochroną powierzchni i/lub dodatkowy środek smarny.
- Istnieje ryzyko zerwania wkrętów samoformujących gwint z powłokami galwanicznymi z powodu kruchości wodorowej. Obróbkę wykonać według ISO 4042 w celu obniżenia ryzyka kruchości wodorowej. Wkrętów o wysokiej wytrzymałości w klasach własności 8.8 lub wyższych nie należy zastępować utwardzonymi dyfuzyjnie wkrętami samogwintującymi bez odpowiedniego badania.

A = długość stożkowego zakończenia śruby max. 4 P

(P = skok gwintu)

B = użyteczna długość gwintu

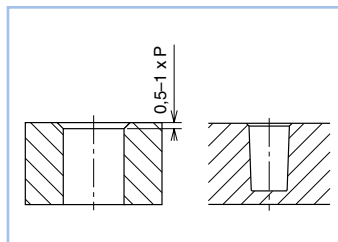
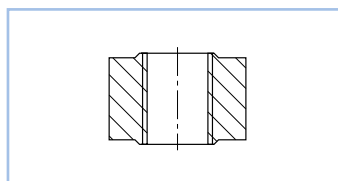
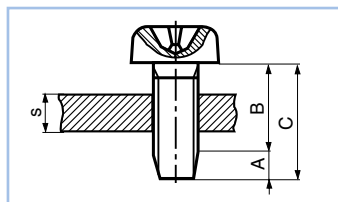
C = całkowita długość trzpienia, tolerancja js 16

s = grubość materiału

Przy określaniu długości śruby uwzględnić należy długość nie w pełni nośnego, stożkowego zakończenia śruby.

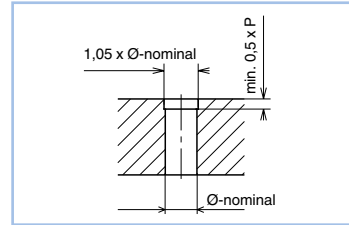
Ukształtowanie otworu wstępnego (pod gwint)

W wyniku zgniatania materiału podczas formowania gwintu tworzy się na krawędzi otworu pod gwint niewielkie zgrubienie, które mogłoby przeszkadzać przy montażu części o gładkich powierzchniach. Dlatego zaleca się załamanie krawędzi otworu pod kątem 90° i na głębokość 0,5–1 x skok gwintu P, albo wykonanie walcowego pogłębienia otworu pod gwint.

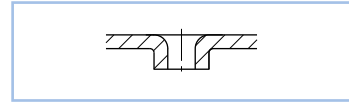


Zalecenia konstrukcyjne

Wkręcenie gwintu poszczególnych elementów dociśniętych można utrzymać na stałej głębokości przez wykonanie odpowiedniego otworu odciążającego na początku otworu pod gwint. Umożliwia to uzyskanie tego samego momentu wkręcającego we wszystkich elementach dociśniętych pod warunkiem, że średnica śruby i materiału są takie same.



W cienkich blachach przetłoczenie otworu pod gwint (wywinięcie obrzeża otworu) zwiększa nośność złącza.



» W tym zakresie prosimy o kontakt z naszym działem technicznym «BossAnalytik».

Charakterystyka wytrzymałościowa, geometria otworów pod gwint w stali

| Dane techniczne | Nominalna średnica gwintu | | | | | | | |
|---|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | M2 | M2,5 | M3 | M3,5 | M4 | M5 | M6 | M8 |
| Skok gwintu P [mm] | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1 | 1,25 |
| max. obrotowy moment dociągający [Nm] | Okolo 80 % obrotowego momentu zrywającego | | | | | | | |
| min. obrotowy moment zrywający ¹⁾ [Nm] | 0,4 | 1 | 1,8 | 2,8 | 4,1 | 8,7 | 15 | 37 |
| min. siła rozciągająca ¹⁾ [kN] | 1,65 | 2,7 | 4 | 5,4 | 7 | 11,4 | 16 | 29 |
| Grubość materiału s [mm] | Średnica otworu pod gwint d – H11 dla stali, HB max. 135; otwór wiercony lub wytłaczany (dziurkowany) | | | | | | | |
| 2 i mniej | 1,8 | 2,25 | 2,7 | 3,2 | 3,6 | 4,5 | 5,4 | – |
| 4 | 1,85 | 2,3 | 2,75 | 3,2 | 3,65 | 4,55 | 5,5 | 7,3 |
| 6 | – | 2,35 | 2,75 | 3,2 | 3,7 | 4,6 | 5,5 | 7,4 |
| 8 | – | – | – | – | 3,7 | 4,65 | 5,55 | 7,4 |
| 10 i więcej | – | – | – | – | – | 4,65 | 5,6 | 7,5 |

¹⁾ Próba skręcania dla śrub i wkrętów według ISO 898, część 7:

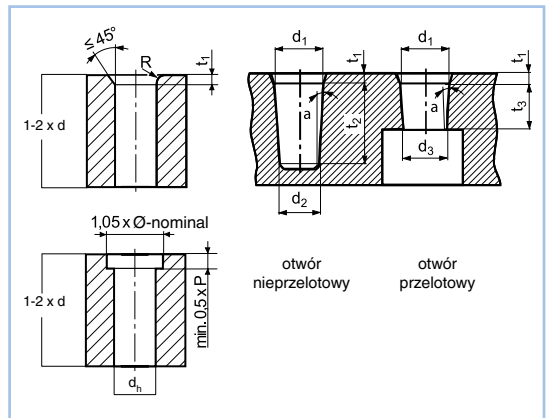
Obrotowy moment zrywający śruby wyznacza się przez ścisnięcie śruby w urządzeniu testowym według ISO 898, część 7. Śrubę należy poddać jedynie skręceniu, dzięki któremu powinna zostać osiągnięty minimalny obrotowy moment zrywający według ISO 898, część 7.

Otwory pod gwint w odlewach ciśnieniowych

Wszystkie zalecenia konstrukcyjne należy zawsze sprawdzić wykonując praktyczne próby montażowe.

Uwagi ogólne

- t₁ [mm]: przejścia, które zapewniają przewagę odlewom ciśnieniowym, wzmocnienie trzpienia, środkowanie śruby, zapobieganie wyboczeniu materiału i adaptację w celu dopasowania do ekonomicznych standardowych długości śrub
- t₂ [mm]: element oporowy otworu pod gwint, kąt zbieżności α maks. 1°
- t₃ [mm]: głębokość wkręcenia gwintu dla otworu pod gwint, kąt zbieżności α maks. 1°



Orientacyjne wartości dla geometrii otworu w odlewie aluminiowym i cynkowym

| Wymiary mm | Gwint | | | | | | | | |
|------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | M2 | M2,5 | M3 | M3,5 | M4 | M5 | M6 | M8 | |
| d_h H11 | 1,81 | 2,3 | 2,75 | 3,25 | 3,65 | 4,65 | 5,5 | 7,5 | |
| d_1 | min. | 1,85 | 2,33 | 2,84 | 3,31 | 3,74 | 4,72 | 5,66 | 7,61 |
| | max. | 1,91 | 2,39 | 2,90 | 3,39 | 3,82 | 4,80 | 5,74 | 7,69 |
| d_2 | min. | 1,75 | 2,22 | 2,70 | 3,13 | 3,56 | 4,50 | 5,40 | 7,27 |
| | max. | 1,81 | 2,28 | 2,76 | 3,21 | 3,64 | 4,58 | 5,48 | 7,35 |
| d_3 | min. | 1,80 | 2,28 | 2,75 | 3,22 | 3,65 | 4,61 | 5,5 | 7,44 |
| | max. | 1,86 | 2,34 | 2,83 | 3,30 | 3,73 | 4,69 | 5,61 | 7,52 |
| t_1 | wartość zmienna, minimum 1 x skok gwintu P | | | | | | | | |
| t_2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 16 | |
| t_3 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 5 | 6 | 8 | |

Czego należy przestrzegać podczas montażu?

- Niezawodne i ekonomiczne połączenia śrubowe można uzyskać tylko poprzez dociąganie wkrętarkami z dynamicznym pomiarem momentu obrotowego i/lub wkrętarkami z dynamicznym pomiarem kąta obrotu.
- **Prędkość obrotowa wkrętarki powinna wynosić od 300 do 1000 obr./min.** Można stosować wkrętarki z napędem zarówno elektrycznym jaki i pneumatycznym.
- Podczas prób na elementach konstrukcji należy sprawdzić dokładność powtarzania procesu wkręcania tak, aby można było uwzględnić wpływy czynników ewentualnie jeszcze nieujętych.

– Jeśli planowany jest montaż za pomocą wkrętarek automatycznych, wówczas prosimy o możliwie jak najszybszy kontakt z naszym działem technicznym w celu zdefiniowania i zlecenia produkcji śrub o wymaganej jakości automatowej (czas dostawy wynosi około 10 do 16 tygodni). Zastosowanie śrub zwykłej jakości do montażu automatycznego jest w zasadzie nieekonomiczne.

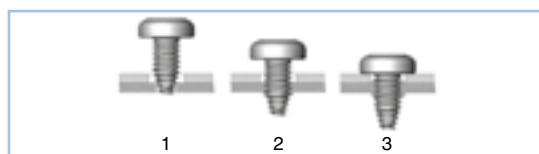
Wyznaczanie momentu obrotowego
Strona F.072

SHEETTracs® – Wkręty samoformujące gwint z łbem walcowym soczewkowym

Zalecane wstępne wykonanie otworu ¹⁾

| SHEETTracs® | Zewnętrzna-Ø d_1 [mm] | Grubość blach s [mm] | Wstępny otwór-Ø d_s (Toleranz + 0,1) [mm] | Moment dociągający M_A [Nm] |
|-------------|-------------------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|
| 30 | 3 | 0,5–0,63 | 2 | 1 |
| | | 0,63–0,88 | 2,1 | 1,2 |
| 35 | 3,5 | 0,63–0,88 | 2,2 | 1,3 |
| | | 0,88–1 | 2,4 | 1,5 |
| | | 1–1,25 | 2,6 | 1,5 |
| 40 | 4 | 0,63–0,88 | 2,6 | 2 |
| | | 0,88–1 | 2,8 | 2,5 |
| | | 1–1,25 | 3 | 2,5 |
| 50 | 5 | 0,63–0,75 | 3,8 | 2,5 |
| | | 0,75–0,88 | 4,1 | 3 |
| | | 0,88–1 | 4,2 | 3,5 |
| | | 1–1,25 | 4,3 | 3,5 |
| | | 1,25–1,5 | 4,4 | 4 |
| 60 | 6 | 0,88–1 | 4,8 | 4 |
| | | 1–1,25 | 4,9 | 5 |
| | | 1,25–1,5 | 5,1 | 6 |

¹⁾ Zalecane do blach / połączeń blach zimnowalcowanych, miękkich blach wg DIN EN 10130 (DC 01–DC 04)



Zastosowanie

- 1 Zastosowanie
- 2 Formowanie gwintu
- 3 Dociąganie

Bezpośrednie połączenia gwintowe w stalach nierdzymnych za pomocą wkrętów samogwintujących

według DIN 7500

Co należy uwzględnić na etapie planowania i konstruowania?

- Wkręty ecosyn®-IMX Bossard ułatwiają procesy produkcyjne, zwiększając bezpieczeństwo połączenia oraz wyróżniają się sprawdzoną odpornością na korozję.
- Dzięki zastosowaniu w produkcji wkrętów hartowanej, martenzytycznej stali nierdzymnej, wkręty ecosyn®-IMX można sto-

sować również w stalach nierdzymnych, np. 1.4301 / AISI 304. Wkręty zgodne z DIN 7500 (trilobularny zarys gwintu) formują bezwzględnie metryczny gwint wewnętrzny.

Ukształtowanie otworów wstępnych pod gwint

Należy pamiętać, że średnica otworu wstępnego pod gwint jest uzależniona od twardości materiału, grubości materiału oraz obróbki otworu. Ponadto wkręty samogwintujące posiadają strefę wstępnego formowania. Ułatwia to osadzanie wkrętów i tworzy jednocześnie strefę formowania gwintu. Ten nie w pełni nośny obszar A wynosi $4 \times P$ (P = skok gwintu).

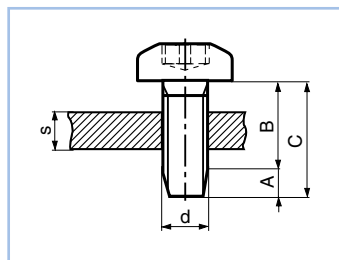
A = długość stożkowego zakończenia śruby max. $4 P$

B = użyteczna długość gwintu

C = całkowita długość trzpienia

d = średnica otworu (H11)

s = grubość materiału



Wartości orientacyjne dla geometrii otworów pod gwint w stalach nierdzymnych

Wytłaczanie (dziurkowanie) może wzmocnić warstwę krawędzi otworu wstępnego pod gwint. W celu zapewnienia montażu bezpiecznego dla procesu konieczne jest przeprowadzenie prób połączenia gwintowego.

Wartości orientacyjne bazują na testach laboratoryjnych, należy je sprawdzić i zatwierdzić dla danego zastosowania. W szczególnych warunkach w praktyce mogą być wymagane dodatkowe dopasowania!

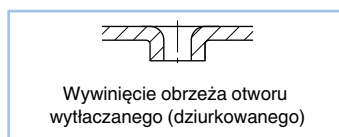
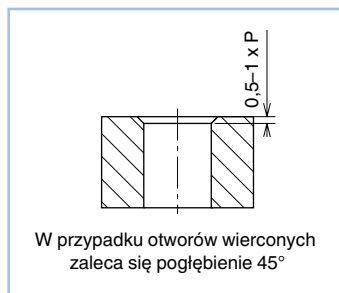
| Grubość materiału s [mm] | Średnica otworu d (H11) | | | |
|--------------------------|-------------------------|------|------|------|
| | M2,5 | M3 | M4 | M5 |
| 1 | 2,25 | – | – | – |
| 2 | 2,3 | 2,75 | – | – |
| 3 | 2,35 | 2,8 | 3,7 | 4,6 |
| 4 | – | 2,85 | 3,75 | 4,65 |
| 5 | – | – | 3,8 | 4,7 |
| 6 | – | – | – | 4,75 |

Wszystkie zalecenia należy zawsze weryfikować przeprowadzając praktyczne próby montażowe.

Wybór geometrii otworów

- Wytłaczanie (dziurkowanie)
- Cięcie laserowe
- Wiercenie (zalecana faza $0,5 - 1,0 \times P$)
- Wywiniecie obrzeża otworów w blachach wg ~DIN 7952-1
Zwiększenie aktywnej długości gwintu w przypadku blach cienkich. Pogłębienie nie jest konieczne.

Brak pogłębienia może prowadzić do wciągnięcia materiału przez śrubę, co może spowodować tworzenie szczelin i niepoprawnych połączeń.



Uwaga

Warunkiem uzyskania niezawodnego połączenia gwintowanego jest poprawne pod względem funkcjonalnym zaprojektowanie elementu konstrukcji oraz wybór odpowiedniego elementu złącznego. Wkręty ecosyn®-IMX z hartowanej, martenzytycznej stali nierdzewnej są przewidziane specjalnie do bezpośrednich połączeń gwintowych w cienkich blachach nierdzewnych (INOX A2, itp.). Wkręty można stosować dla wszystkich tworzyw

odkształcalnych plastycznie o maksymalnym, powszechnym w zastosowaniach praktycznych zakresie twardości od 135 HV do 250 HV. W przypadku zastosowania w środowisku agresywnym, dla określonych kombinacji materiałów oraz w określonych warunkach klimatycznych możliwe jest wystąpienie korozji naprężeniowej!

Wartości orientacyjne dla montażu**Wytrzymałość na skręcanie**

Moment formowania gwintu musi być zawsze mniejszy niż minimalny moment zrywający.

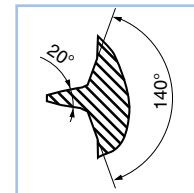
Do montażu zalecamy elektronarzędzia z funkcją wyłączania zapewniającą bezpieczeństwo procesu. Zalecana prędkość obrotowa podczas montażu wynosi 400 min⁻¹. Moment dokręcania określany jest w trakcie zastosowania w praktyce.

| Nominalna średnica gwintu | Minimalny obrotowy moment zrywający [Nm] |
|---------------------------|--|
| M2,5 | 1,2 |
| M3 | 2,1 |
| M4 | 4,5 |
| M5 | 9,4 |

Bezpośrednie połączenia gwintowe w tworzywach termoplastycznych za pomocą wkrętów Delta PT®

Wkręt Delta PT® posiada wszystkie znane własności wkrętów PT®. Ponadto wkręty Delta PT® mają następujące zalety:

- Nowa geometria powierzchni nośnej gwintu o kącie boku zarysu gwintu 20° zwiększa podatność tworzywa sztucznego na odkształcenia plastyczne
- Przy jednakowej średnicy nominalnej $\varnothing d_1$ uzyskuje się do 50% wyższą wytrzymałość na rozciąganie i na skręcanie, w wyniku zwiększonego pola przekroju rdzenia
- Podwyższona odporność na wibracje dzięki mniejszemu skokowi gwintu
- Znacznie wydłużony okres użytkowania (żywoćność) połączenia.
- Mniejsze tolerancje średnic
- Wytrzymały element złączny, mogący przenieść większe siły naprężenia montażowego.
- Program DELTACALC® do obliczania połączeń z wkrętami Delta PT® umożliwia konstruowanie połączeń zorientowane na siły naprężenia wstępnego według VDI 2230.

**DELTA PT****Korzystniejsze połączenia śrubowe**

Z podanego obok przykładu jasno wynika, że przy jednakowym pokryciu nośnej powierzchni gwintu A_{FL} , w wyniku mniejszego skoku gwintu warunkowo możliwa jest mniejsza głębokość wkręcenia gwintu dla wkręta Delta PT®. Z podanej wartości pokrycia nośnej powierzchni gwintu A_{FL} dla wkręta PT® można wliczyć wartość wymaganej głębokości wkręcenia gwintu dla wkręta Delta PT®.

Z porównania wkręta Delta PT® z wkrętem PT® wynika: **Przy użyciu wkrętów Delta PT® można wykorzystać mniejszą średnicę gwintu lub krótszy wkręt, a tym samym można zastosować korzystniejszy wariant wkręta.**

| | A_{FL} [mm ²] | P [mm] | d [mm] | t_b [mm] |
|--------------|--------------------------------|-----------|-----------|---------------|
| PT® K 50 | 35 | 2,24 | 4 | 13,24 |
| Delta PT® 50 | 35 | 1,8 | 4 | 10,42 |
| Delta PT® 40 | 35 | 1,46 | 3,2 | 11,75 |

$$A_{FL} = (d_1^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{t_b}{P}$$

Zalecenia konstrukcyjne

- Przy prostych połączeniach wystarczą zalecenia podane w tej publikacji.
- Przy projektowaniu połączeń, które obciążone będą siłami roboczymi, pomocnym może być również m.in. program DELTACALC® do obliczania połączeń z wkrętami Delta PT®.
- Wybór większej średnicy łba wkręta (BN 20040) przy łączeniu części zaciskanych z tworzyw sztucznych. Tarcie pod łbem w przypadku tych wkrętów zwiększa bezpieczeństwo procesu wkręcania podczas ich montażu. Mniejsza wartość docisku pod łbem oznacza mniejszą relaksację, a tym samym większe wartości resztkowych sił docisku w złączu.
- Należy unikać wkrętów z łbem stożkowym do łączenia elementów z tworzyw sztucznych. Kąt wierzchołkowy łba

- wynoszący 90° powoduje nie tylko relaksację osiową, ale również promieniową, co przy niewielkim odstępnie krawędzi prowadzić może do dużego spadku wartości siły naprężenia wstępnego i w efekcie nawet do pęknięcia części zaciskanych.
- Należy unikać otworów rowkowych (szczelinowych) w elementach łączonych z tworzyw sztucznych. Ze względu na zmniejszoną powierzchnię styku pod łbem wkręta, moment formujący gwint może być większy od momentu tarcia pod łbem, co z kolei uniemożliwia prawidłowy i niezawodny montaż.
- Siły poprzeczne powinny zostać przejęte przez złącze kształtowe.
- Należy przewidzieć otwór odciążający o średnicy d_e , co pozwala na uniknięcie pęknięć naprężeniowych

Ukształtowanie tubusa (geometria otworu pod gwint) dla wkrętów Delta PT®

Maksymalna osiągalna wartość siły naprężenia wstępnego przy przekręceniu gwintu w złączu stanowi kryterium doboru optymalnej średnicy otworu pod gwint d . Ta średnica d zależna jest w niewielkim stopniu od materiału tubusa i głębokości wkręcenia gwintu t_e , natomiast w dużym stopniu zależna jest od podziałki gwintu P oraz od nominalnej średnicy gwintu d_1 . Poniższe zależności obowiązują przy obliczaniu połączeń z wykorzystaniem handlowych gatunków tworzyw sztucznych o module sprężystości podłużnej max. $E = 15000 \text{ N/mm}^2$ (na żądanie możemy wyznaczyć średnicę otworu pod gwint d również dla specjalnych gatunków tworzyw sztucznych):

$$d = 0,8 \cdot d_1$$

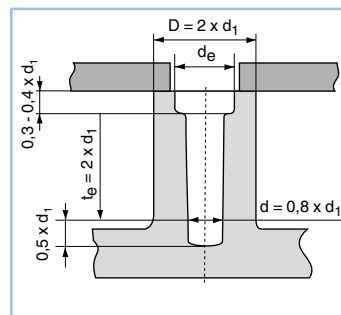
$$d_e = d_1 + 0,2 \text{ mm}$$

Otwór **odciążający** d_e jest szczególnie ważny, gdyż gwarantuje on korzystny rozkład naprężeń brzegowych w tworzywie, a dzięki temu unika się pęknięć tubusa. Jest to szczególnie istotne w przypadku tworzyw sztucznych wrażliwych na pęknięcia naprężeniowe, np. w przypadku poliwęglanów. Otwór odciążający gwarantuje również płaskość powierzchni styku w elementach łączonych (w wyniku spęcznienia tworzywa sztucznego podczas formowania pierwszego zwoju gwintu).

Przy optymalizowaniu połączenia średnica otworu pod gwint nie powinna przekraczać **wartości $d = 0,88 \times d_1$** .

Odstępstwa od powyższych zaleceń konstrukcyjnych są możliwe w praktyce z następujących przyczyn:

- Uwarunkowania technologiczne związane z przetwórstwem tworzyw sztucznych
- Ukształtowanie narzędzia do odlewania ciśnieniowego
- Położenie punktu wtrysku
- Tworzenie się śladów niespawów na powierzchni odlewów wtryskowych
- lokalne tekstury, np. wywołane obecnością domieszek i wypełniaczy takich jak pigmenty barwiące i włókna
- Tworzywa sztuczne mogą być modyfikowane w sposób różnicowany zależnie od producenta



- D średnica zewnętrzna \emptyset
- d średnica otworu pod gwint \emptyset
- t_e głębokość wkręcenia gwintu
- d_e odciążenie krawędziowe
- d_1 nominalna średnica \emptyset gwintu śruby

! Uwaga

Zalecamy wykonanie kontrolnych wkręceń pierwszej partii wyprodukowanych detali

» W tym zakresie prosimy o kontakt z naszym działem technicznym «BossAnalytik».

Obliczanie połączeń pozwala na optymalizację ich wydajności.

Wstępne obliczenia połączenia śrubowego w termoplastach można symulować za pomocą programu DELTACALC®. W oparciu o wytyczne VDI 2230 można konstruować połączenia zorientowane na siły naprężenia wstępnego. Możliwości tego programu sięgają od wymiarowania, poprzez obciążalność aż po trwałość (żywotność) połączenia.

Jeśli wasze połączenia śrubowe obciążone będą siłami roboczymi, wówczas prosimy o kontakt z naszym działem technicznym.

Prześlemy wam formularz umożliwiający wprowadzenie danych wejściowych, który po wypełnieniu należy odesłać na adres (bossard@bossard.com).

**Obciążenie niszczące przy rozciąganiu**

Wersja PT 10

(stal, hartowana i odpuszczana, wytrzymałość analogiczna jak w klasie własności 10.9)

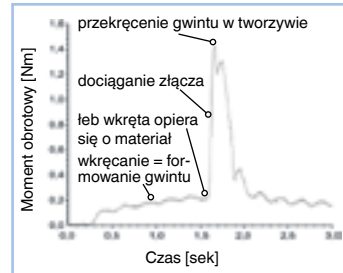
| Nominalna wielkość wkręta Delta PT® | Nominalna średnica gwintu (d ₁) [mm] | Min. niszczące obciążenie rozciągające [kN] |
|-------------------------------------|--|---|
| 20 | 2 | 1,6 |
| 22 | 2,2 | 1,9 |
| 25 | 2,5 | 2,7 |
| 30 | 3 | 3,8 |
| 35 | 3,5 | 5,2 |
| 40 | 4 | 6,8 |
| 45 | 4,5 | 8,6 |
| 50 | 5 | 10 |
| 60 | 6 | 15 |
| 70 | 7 | 21 |
| 80 | 8 | 28 |
| 100 | 10 | 44 |

Czego należy przestrzegać podczas montażu?

- Niezawodne i ekonomiczne połączenia śrubowe można uzyskać tylko poprzez dociąganie wkrętarkami z dynamicznym pomiarem momentu obrotowego i/lub wkrętarkami z dynamicznym pomiarem kąta obrotu. Ciepło niezbędne do beznaprężeniowego formowania gwintu w tworzywie sztucznym wytwarzane jest w wyniku tarcia podczas procesu wkręcania.
- Prędkość obrotowa wkrętarki powinna wynosić od 300 do 800 obr./min.
- Można stosować wkrętarki z napędem zarówno elektrycznym jak i pneumatycznym.
- Podczas prób na elementach konstrukcji należy sprawdzić obliczone wartości oraz dokładność powtarzania procesu wkręcania tak, aby można było uwzględnić wpływy czynników ewentualnie jeszcze nieujętych.
- Jeśli planowany jest montaż za pomocą wkrętarek automatycznych, wówczas prosimy o możliwie jak najszybszy kontakt z naszym działem technicznym w celu zdefiniowania i zlecenia produkcji śrub o wymaganej jakości automatowej (czas dostawy wynosi około 10 do 16 tygodni). Zastosowanie śrub zwykłej jakości do montażu automatycznego jest w zasadzie nieekonomiczne.

Ustalenie moment obrotowego

Dla osiągnięcia optymalnego bezpieczeństwa procesu wkręcania, różnica pomiędzy momentem wkręcającym (Me) oraz momentem zrywającym gwint w tworzywie (Mü) musi być możliwie jak największa. Rzeczywiste parametry złącza śrubowego można ustalić zlecając wykonanie badań na oryginalnych elementach konstrukcji w laboratorium technik użytkowych firmy Bossard. Optymalną wartość montażowego obrotowego momentu dociągającego M_A, którą nastawia się na wkrętarkę, wyznacza się na podstawie specyficznych wymagań klienta. Wyniki badań laboratoryjnych dokumentuje się w specjalnym «protokole technicznym».

**Lista kontrolna do wstępnego projektu z wykorzystaniem samogwintujących elementów łączących****Uwaga**

Wyniki rekomendowane przez firmę Bossard muszą zostać potwierdzone doświadczalnie na elementach, które trafiły do produkcji

Szczegółowe informacje o śrubach

śruba
 standard odniesienia
 kształt łba
 średnica łba śruby [mm]
 nominalna średnica gwintu [mm]

Szczegółowe informacje dotyczące elementów łączonych

specyfikacja materiałowa
 nazwa marki
 grubość elementów łączonych [mm]
 Średnica otworu [mm]

Szczegółowe informacje dotyczące Tubusa

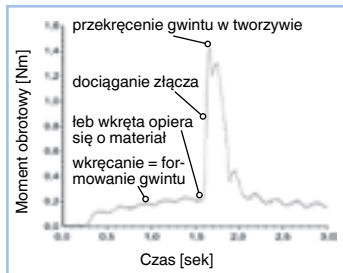
specyfikacja materiałowa
 nazwa marki
 średnica otworu pod gwint -Ø [mm]
 zewnętrzna średnica rury -Ø [mm]
 głębokość wkręcenia gwintu [mm]
 średnica odciążenia krawędziowego -Ø [mm]
 wysokość odciążenia krawędziowego [mm]

Czego należy przestrzegać podczas montażu

wymagany obrotowy moment dociągający [Nm]
 siła naprężenia wstępnego [kN]
 obciążenie robocze (osiowe) [N]
 warunki naprężeniowe dynamiczne [tak/nie]
 warunki naprężeniowe statyczne [tak/nie]
 temperatura eksploatacji [°C]
 wysokość odciążenia krawędziowego [mm]
 okres eksploatacji [h]

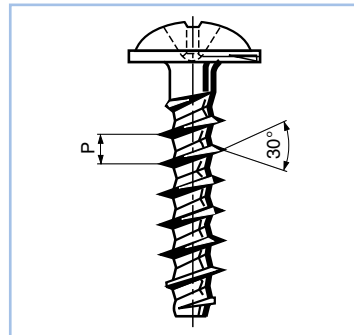
▶ Szczegółowe informacje dotyczące Tubusa
 Strona F.076

Bezpośrednie połączenia gwintowe w tworzywach termoplastycznych za pomocą wkrętów PT®



Zalety wkrętów PT®

- Niski moment wkręcający, wysoki moment niszczący (zrywający gwint w Tworzywie)
- Duże bezpieczeństwo montażu i wysoka niezawodność złącza
- Doskonała odporność na wibracje
- Nieznaczne ryzyko pęknięć naprężeniowych
- Nie występuje osiadanie złącza w wyniku nadmiernej relaksacji w tworzywie sztucznym
- Ekonomiczny element złączny do bezpośrednich połączeń gwintowych w termoplastach



Wkręty PT® nadają się do wykonania bezpośredniego bardzo pewnego montażu w termoplastach i tworzą złącza o wysokiej wytrzymałości.

Wskazówki projektowe

- W przypadku łączenia elementów z tworzywa sztucznego określić dużą średnicę łba wkrętu (BN 13578), która zwiększa tarcie pod łbem, tworząc bezpieczniejsze złącze. Większy łeb wkrętu redukuje także docisk graniczny, który z kolei minimalizuje relaksację złącza i ostatecznie zwiększa resztkową siłę naprężenia wstępnego.
- Nie stosować wkrętów z łbem stożkowym. Kąt łba 90° nie tylko skutkuje siłami osiowymi, ale także siłami promieniowymi, powodując w ten sposób większą relaksację złącza w elementach z wąskimi zapasami krawędziowymi. Naprężenie wstępne nie byłoby bezpieczne.
- Unikać wydłużonych otworów w elementach z tworzywa sztucznego, ponieważ wytwarzałyby małą powierzchnię oporową, prawdopodobnie powodując, że moment wkręcający byłby wyższy od momentu tarcia pod łbem. Takie złącze nie byłoby bezpieczne.
- Siły ścinające powinny zostać przyjęte przez elementy konstrukcji dopasowane do formy.
- Wyposażyć wejście otworu pod gwint d_g w otwór odciążający (unikać pęknięcia naprężeniowego).

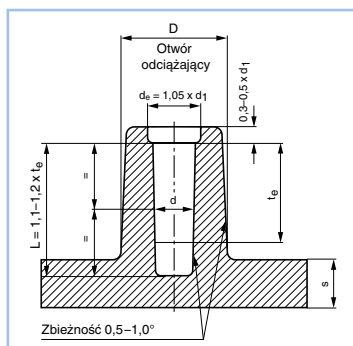
Ukształtowanie tubusa (geometria otworu pod gwint) dla wkrętów PT®

Zaprojektowanie optymalnej konstrukcji, która sprawdzi się również w praktyce, wymaga dopasowania geometrii tubusa do różnorodnych gatunków materiałów. Dane w tabeli obok bazują na wynikach badań laboratoryjnych w odniesieniu do modeli elementów konstrukcyjnych. W praktyce mogą być konieczne pewne zmiany. Zalecamy wykonanie kontrolnych wkręceń dla pierwszej partii wyprodukowanych detali.

| Material | średnica otworu pod gwint d | Średnica zewnętrzna D | głębokość wkręcenia gwintu t_s |
|----------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| ABS/PC blend | $0,80 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ |
| ASA | $0,78 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ |
| PA 4.6 | $0,73 \times d_1$ | $1,85 \times d_1$ | $1,80 \times d_1$ |
| PA 4.6 - GF 30 | $0,78 \times d_1$ | $1,85 \times d_1$ | $1,80 \times d_1$ |
| PA 6 | $0,75 \times d_1$ | $1,85 \times d_1$ | $1,70 \times d_1$ |
| PA 6 - GF 30 | $0,80 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ | $1,90 \times d_1$ |
| PA 6.6 | $0,75 \times d_1$ | $1,85 \times d_1$ | $1,70 \times d_1$ |
| PA 6.6 - GF 30 | $0,82 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ | $1,80 \times d_1$ |
| PBT | $0,75 \times d_1$ | $1,85 \times d_1$ | $1,70 \times d_1$ |
| PBT - GF 30 | $0,80 \times d_1$ | $1,80 \times d_1$ | $1,70 \times d_1$ |
| PC | $0,85 \times d_1$ | $2,50 \times d_1$ | $2,20 \times d_1^{(1)}$ |
| PC - GF 30 | $0,85 \times d_1$ | $2,20 \times d_1$ | $2,00 \times d_1^{(1)}$ |
| PE (miękki) | $0,70 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ |
| PE (twardy) | $0,75 \times d_1$ | $1,80 \times d_1$ | $1,80 \times d_1$ |
| PET | $0,75 \times d_1$ | $1,85 \times d_1$ | $1,70 \times d_1$ |
| PET - GF 30 | $0,80 \times d_1$ | $1,80 \times d_1$ | $1,70 \times d_1$ |
| PMMA | $0,85 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ |
| POM | $0,75 \times d_1$ | $1,95 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ |
| PP | $0,70 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ |
| PP - TV 20 | $0,72 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ |
| PPO | $0,85 \times d_1$ | $2,50 \times d_1$ | $2,20 \times d_1^{(1)}$ |
| PS | $0,80 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ |
| PVC (twardy) | $0,80 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ |
| SAN | $0,77 \times d_1$ | $2,00 \times d_1$ | $1,90 \times d_1$ |

d_1 = znamionowa średnica gwintu

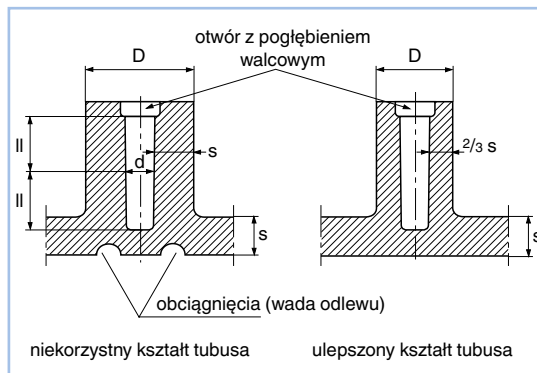
¹⁾ Ponieważ chodzi tutaj o tworzywa sztuczne wrażliwe na pęknięcia naprężeniowe, dlatego należy przeprowadzić testy zalecane przez producentów tych materiałów. Otwór odciążający jest tutaj szczególnie ważny, gdyż gwarantuje on korzystny rozkład naprężeń brzegowych w tworzywie.



Zmiany kształtu

Jeśli przy założonym kształcie tubusa pojawią się jamy skurczowe, obciążenia (wada odlewu) lub wydłużone cykle wtrysku, wówczas kształt tubusa może zmienić się w następujący sposób:

- zmniejszenie się średnicy zewnętrznej D tubusa
 - zwiększenie się średnicy otworu pod gwint d
 - zwiększenie się głębokości otworu pod gwint a tym samym głębokości wkręcenia gwintu, co powoduje ponowne skompensowanie strat wytrzymałości na wyrwanie wkręta z tworzywa.
- Należy dobierać odpowiednio głębokie otwory pod gwint tak, aby zamontowany wkręt w żadnym wypadku nie opierał się o dno otworu.



Obciążenie niszczące przy rozciąganiu wkręta PT®

Stal, hartowana i odpuszczana, wytrzymałość analogiczna jak w klasie własności 10.9

| Nominalny rozmiar PT® | Nominalna średnica $\varnothing d_1$ [mm] | Min. niszczące obciążenie rozciągające [kN] |
|-----------------------|---|---|
| K18 | 1,8 | 1,1 |
| K20 | 2 | 1,3 |
| K22 | 2,2 | 1,6 |
| K25 | 2,5 | 2 |
| K30 | 3 | 2,7 |
| K35 | 3,5 | 3,6 |
| K40 | 4 | 4,6 |
| K50 | 5 | 7 |
| K60 | 6 | 9,8 |
| K70 | 7 | 13 |
| K80 | 8 | 16 |
| K100 | 10 | 25 |

➤ Czego należy przestrzegać podczas montażu?
Strona F.077

➤ Ustalenie moment obrotowego
Strona F.077

Rodzaje połączeń gwintowych w blachach

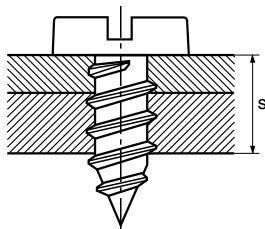
według DIN 7975

Poniżej podano kilka wskazówek dotyczących zastosowania wkrętów samogwintujących do blach. Przedstawione rodzaje połączeń gwintowych traktować należy jako przykłady.

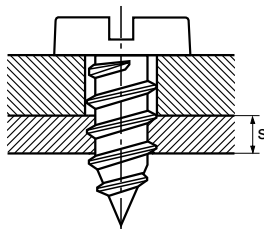
Najczęściej w praktyce stosowane są wkręty samogwintujące do blach z ostrym końcem typu C (to stożkowe zakończenie nazywane jest również końcówką pilotującą). Szczególnie ważne jest to przy łączeniu wielu blach, gdzie należy liczyć się ze wzajemnym przestawieniem otworów.

! Minimalna wartość głębokości wkręcenia gwintu (grubość blachy)

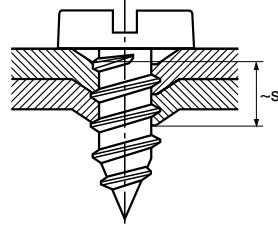
Grubość blachy nośnej (z otworem pod gwint) musi być większa niż skok gwintu dla wybranego blachowkręta. W przeciwnym razie nie będzie zagwarantowane bezpieczeństwo procesu montażowego. Jeśli ten warunek nie może zostać spełniony, wówczas należy zastosować metody łączenia blach przedstawione na rysunkach od 3 do 6.



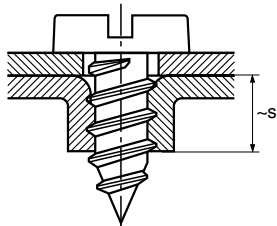
1. Proste złącze śrubowe (dwa otwory pod gwint)



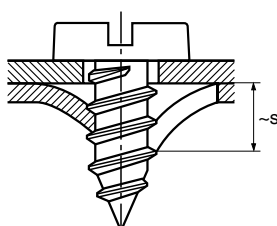
2. Proste złącze śrubowe z otworem przetłowym



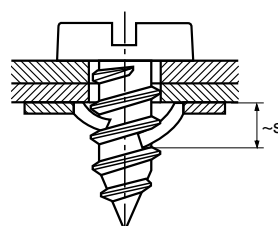
3. Otwór pod gwint przebijany (cienkie blachy)



4. Otwór pod gwint przetłaczany (cienkie blachy)



5. Złącze gwintowe z otworem wybijanym i przecięciem



6. Złącze gwintowe z nakrętką zaciśkową

! Adnotacja

- Wkręty samogwintujące do blach nie są przeznaczone do przenoszenia dużych sił. Brak wartości orientacyjnych dla sił naprężenia wstępnego.
- Połączenie z otworem wybijanym i przecięciem można stosować w cienkich blachach, w szczególności w produkcjach masowych. Otwór wybijany wykonuje się przez wybicie, wykrojenie i uformowanie spirali według podziałki gwintu.
- Zastosowanie «nakrętek kłatkowych» umożliwia użycie wkrętów samogwintujące do blach niezależnie od grubości blachy lub materiału metalowego.
- W przypadku montażu w metalach austenitycznych montażowy moment obrotowy musi być zweryfikowany przez testy.
- Wkręty samogwintujące do blach ze stali nierdzewnej można stosować tylko w metalach lekkostopowych w celu uzyskania odpowiedniego zabezpieczenia w procesie montażu. W przypadku stosowania w stali lub stali nierdzewnej wyłącznie praktyczne testy mogą określić parametry montażu.

Połączenia gwintowe w blachach / grubości blach / średnice otworów pod gwint

Poniższe wartości orientacyjne obowiązują tylko w przypadku utwardzonych dyfuzyjnie wkrętów samogwintujących do blach, zastosowanych w złączach odpowiadających rysunkowi 2 na stronie **F.080**. Wartości obrotowego momentu wkręcającego

osiągają maksymalnie 50 % wartości minimalnego obrotowego momentu zrywającego (niszczącego). Przy innych materiałach wkrętów i blach należy wykonać próby wstępne. Przy otworach dziurkowanych na prasach należy ewentualnie wybrać otwory większe o 0,1–0,3 mm. Wkręcanie śrub w tak wykonane otwory powinno odbywać się tylko w kierunku tłoczenia blachy.

| Średnica gwintu | Podziałka P [mm] | Wytrzymałość materiału R_m [N/mm ²] | Średnica otworu pod gwint d_o dla wielkości gwintu ST 2,2 do ST 6,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------|--|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | Grubości blachy s [mm] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | 2,5 | 2,8 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | | | |
| ST 2,2 | 0,8 | od 100 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | | | | | |
| | | około 300 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | | | | | |
| | | do 500 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | | | | | |
| ST 2,9 | 1,1 | od 100 | – | – | – | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | | | | | |
| | | około 300 | – | – | – | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | | | | | |
| | | do 500 | – | – | – | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | | | | | |
| ST 3,5 | 1,3 | od 100 | – | – | – | – | – | 2,6 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | | | | | |
| | | około 300 | – | – | – | – | – | 2,6 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 2,9 | 2,9 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | | | | | |
| | | do 500 | – | – | – | – | – | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | | | | | |
| ST 3,9 | 1,4 | od 100 | – | – | – | – | – | 2,9 | 2,9 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | | | | | |
| | | około 300 | – | – | – | – | – | 2,9 | 2,9 | 3,0 | 3,0 | 3,1 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | | | | | |
| | | do 500 | – | – | – | – | – | 3,1 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | | | | | |
| ST 4,2 | 1,4 | od 100 | – | – | – | – | – | – | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 3,3 | | | | | |
| | | około 300 | – | – | – | – | – | – | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | | | | | |
| | | do 500 | – | – | – | – | – | – | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | | | | | |
| ST 4,8 | 1,6 | od 100 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 4,0 | | | | | |
| | | około 300 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | | | | |
| | | do 500 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | | | |
| ST 5,5 | 1,8 | od 100 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,4 | 4,6 | 4,7 | | | |
| | | około 300 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 4,3 | 4,4 | 4,4 | 4,5 | 4,7 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 4,9 | | |
| | | do 500 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 4,6 | 4,7 | 4,7 | 4,8 | 4,8 | 4,9 | 4,9 | 5,0 | 5,0 | | |
| ST 6,3 | 1,8 | od 100 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 5,2 | 5,3 | 5,5 | 5,5 | |
| | | około 300 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 5,0 | 5,1 | 5,2 | 5,3 | 5,4 | 5,5 | 5,6 | 5,7 | 5,8 | 5,8 |
| | | do 500 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 5,4 | 5,4 | 5,5 | 5,6 | 5,6 | 5,7 | 5,8 | 5,8 | 5,8 | 5,8 |

Minimalne obrotowe momenty zrywające dla blachowkrętów

według ISO 2702 (dawniej DIN 267 część 12)

| średnica znamionowa gwintu [mm] | ST 2,2 | ST 2,6 | ST 2,9 | ST 3,3 | ST 3,5 | ST 3,9 | ST 4,2 | ST 4,8 | ST 5,5 | ST 6,3 | ST 8 | ST 9,5 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|
| Minimalny obrotowy moment zrywający ¹⁾ [Nm] | 0,45 | 0,9 | 1,5 | 2 | 2,7 | 3,4 | 4,4 | 6,3 | 10 | 13,6 | 30,5 | 68 |

¹⁾ Siły naprężenia wstępnego i momenty obrotowe przy dokręcaniu zgodnie z ISO 2702

Obrotowy moment dociągający dla wkrętów samogwintujących do blach

Przybliżone wartości należy wyprowadzić z ISO 2702 (dawna DIN 267, część 12).

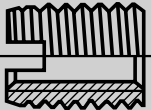
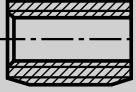
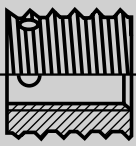
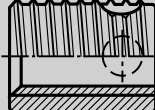
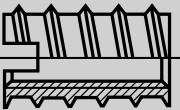
Wartości orientacyjne dla obrotowego momentu dociągającego:

M_A = około 80 % minimalnej wytrzymałości na skręcanie względnie momentu zrywającego gwint z zerwaniem wkrętu lub elementu konstrukcji.

Maksymalny moment obrotowy formujący gwint nie powinien być wyższy od 50 % momentu zrywającego gwint (minimalnej wytrzymałości wkrętu na skręcanie).

Kryteria wyboru dla samonacinających wkładek gwintowych Ensat®

Grupowanie materiałów, typy i pokrycie powierzchni nośnej

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |
| Ensats® Typ 302 | Ensats® Typ 305 | Ensats® Typ 307/308 | Ensats® Typ 337/338 | Ensats® Typ 309 |

| Grupa materiałowa | Materiał części obrabianej | Zalecane szeregi norm zakładowych | Zalecane wykonania wkładek Ensats® |
|-------------------|--|-----------------------------------|--|
| I | Stopy metali lekkich ulepszone cieplnie do wytrzymałości powyżej 350 N/mm ² | 302/337 307/338 308 | Stal utwardzona dyfuzyjnie powłoka cynkowa |
| | Żeliwo w wyższym zakresie twardości. Mosiądz, brąz i inne metale nieżelazne. | 302 | Stal utwardzona dyfuzyjnie powłoka cynkowa |
| II | Stopy metali lekkich o wytrzymałości do 350 N/mm ² | 302/337 307/338 308 | Stal utwardzona dyfuzyjnie powłoka cynkowa |
| | Żeliwo | 302 | Stal utwardzona dyfuzyjnie powłoka cynkowa |
| | Tworzywa sztuczne z krucho-sztywnej żywicy kondensacyjnej oraz żywice syntetyczne wysokiego gatunku | 302/337 307/338 308 | Stal utwardzona dyfuzyjnie powłoka cynkowa lub Mosiądz |
| III | stopy metali lekkich o wytrzymałości do 300 N/mm ² | 302/337 307/338 308 | Stal utwardzona dyfuzyjnie powłoka cynkowa |
| | Żeliwo miękkie | 302 | Stal utwardzona dyfuzyjnie ocynkowana |
| | Tworzywa sztuczne z żywicy kondensacyjnej średniej twardości | 302/337 307/338 308 | Stal utwardzona dyfuzyjnie powłoka cynkowa |
| | | 302 | Mosiądz |
| IV | Stopy metali lekkich o wytrzymałości do 250 N/mm ² | 302 | Stal utwardzona dyfuzyjnie powłoka cynkowa |
| | Metale miękkie oraz stopy metali lekkich o wytrzymałości do 180 N/mm ² | 302 | Stal utwardzona dyfuzyjnie powłoka cynkowa pasywacja żółta lub mosiądz lub stal nierdzewna INOX A1 |
| | Miękkie tworzywa sztuczne z żywicy kondensacyjnych laminaty o spoiwie żywicznym | 302 | Stal utwardzona dyfuzyjnie powłoka cynkowa pasywacja żółta lub mosiądz lub stal nierdzewna INOX A1 |
| | Miękkie tworzywa sztuczne polimeryzacyjne, polikondensacyjne i poliaddycyjne, twarde gatunki drewna | 302 | Stal utwardzona dyfuzyjnie powłoka cynkowa pasywacja żółta lub mosiądz lub stal nierdzewna INOX A1 |
| V | Twarde gatunki drewna | 309 | Mosiądz |
| VI | Miękkie gatunki drewna oraz tworzywa drzewne z krzyżowym układem włókien, Tworzywa piłśniowe (z włóknami drewna) | 309 | Mosiądz |
| VII | Miękkie tworzywa sztuczne polimeryzacyjne, polikondensacyjne i poliaddycyjne | 305 | Mosiądz |

Zalecane wartości średnic otworu pod gwint oraz grubości materiału/głębokości otworu nieprzelotowego dla samonacinających wkładek gwintowych Ensat®

Średnica otworu pod gwint zależy od średnicy gwintu zewnętrznego wkładki Ensat®, od wytrzymałości oraz właściwości fizycznych materiału przedmiotu obrabianego.

Materiały twarde i kruche wymagają większego otworu pod gwint niż materiały miękkie i elastyczne. W razie potrzeby optymalną średnicę otworu pod gwint wyznacza się na podstawie prób.

Ensate® Typ 302

| Gwint | Średnica otworu pod gwint D [mm] | | | | Grubość materiału A _{min} | Głębokość otworu nieprzelotowego B _{min} |
|---|----------------------------------|---------|---------|-----------|---------------------------------------|---|
| | Dla grup materiałowych | | | | | |
| | I | II | III | IV | | |
| Osiągane pokrycie powierzchni nośnej gwintu | | | | | | |
| | 30%–40% | 40%–50% | 50%–60% | 60%–70% | | |
| M2,5 | 4,3–4,2 | 4,2–4,1 | 4,1 | 4,1–4 | 6 | 8 |
| M2,6 | 4,3–4,2 | 4,2 | 4,1 | 4,1–4 | 6 | 8 |
| M3 | 4,8–4,7 | 4,7 | 4,6 | 4,6–4,5 | 6 | 8 |
| M3,5 | 5,7–5,6 | 5,6–5,5 | 5,5–5,4 | 5,4–5,3 | 8 | 10 |
| M4 | 6,2–6,1 | 6,1–6 | 6–5,9 | 5,9–5,8 | 8 | 10 |
| M5 | 7,6–7,5 | 7,5–7,3 | 7,3–7,2 | 7,2–7,1 | 10 | 13 |
| M6a | 8,6–8,5 | 8,5–8,3 | 8,3–8,2 | 8,2–8,1 | 12 | 15 |
| M6 | 9,4–9,2 | 9,2–9 | 9–8,8 | 8,8–8,6 | 14 | 17 |
| M8 | 11,4–11,2 | 11,2–11 | 11–10,8 | 10,8–10,6 | 15 | 18 |
| M10 | 13,4–13,2 | 13,2–13 | 13–12,8 | 12,8–12,6 | 18 | 22 |
| M12 | 15,4–15,2 | 15,2–15 | 15–14,8 | 14,8–14,6 | 22 | 26 |
| M14 | 17,4–17,2 | 17,2–17 | 17–16,8 | 16,8–16,6 | 24 | 28 |
| M16 | 19,4–19,2 | 19,2–19 | 19–18,8 | 18,8–18,6 | 22 | 27 |
| M20 | 25,4–25,2 | 25,2–25 | 25–24,8 | 24,8–24,6 | 27 | 32 |
| M24 | 29,4–29,2 | 29,2–29 | 29–28,8 | 28,8–28,6 | 30 | 36 |

Ensate® Typ 307/308/337/338

| Gwint | Średnica otworu pod gwint D [mm] | | | Grubość materiału A _{min} | Głębokość otworu nieprzelotowego B _{min} |
|---|----------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------------|---|
| | Dla grup materiałowych | | | | |
| | I | II | III | | |
| Osiągane pokrycie powierzchni nośnej gwintu | | | | | |
| | 50%–60% | 60%–70% | 70%–80% | | |
| M3,5 | 5,7–5,6 | 5,6 | 5,6–5,5 | 5/8 | 7/10 |
| M4 | 6,2–6,1 | 6,1 | 6,1–6 | 6/8 | 8/10 |
| M5 | 7,7–7,6 | 7,6–7,5 | 7,5–7,4 | 7/10 | 9/13 |
| M6 | 9,6–9,5 | 9,5–9,4 | 9,4–9,3 | 8/12 | 10/15 |
| M8 | 11,5–11,3 | 11,3–11,2 | 11,2–11,1 | 9/14 | 11/17 |
| M10 | 13,5–13,3 | 13,3–13,2 | 13,2–13,1 | 10/18 | 13/22 |
| M12 | 15,4–15,2 | 15,2–15,1 | 15,1–15 | 12/22 | 15/26 |
| M14 | 17,4–17,2 | 17,2–17,1 | 17,1–17 | 14/24 | 17/28 |

Ensate® Typ 309

| Gwint | Średnica otworu pod gwint D [mm] | | Grubość materiału A _{min} | Głębokość otworu nieprzelotowego B _{min} |
|---|----------------------------------|-----------|---------------------------------------|---|
| | Dla grup materiałowych | | | |
| | V | VI | | |
| Osiągane pokrycie powierzchni nośnej gwintu | | | | |
| | 85%–90% | 90%–95% | | |
| M2,5 | 3,8–3,6 | 3,6–3,5 | 6 | 8 |
| M3 | 4,3–4,2 | 4,2–4,1 | 6 | 8 |
| M4 | 5,3–5,2 | 5,2–5,1 | 10 | 13 |
| M5 | 6,9–6,7 | 6,7–6,6 | 12 | 15 |
| M6 | 7,9–7,7 | 7,7–7,6 | 14 | 17 |
| M8 | 10,3–10,1 | 10,1–9,9 | 20 | 23 |
| M10 | 12,8–12,6 | 12,6–12,4 | 23 | 26 |
| M12 | 15,8–15,6 | 15,6–15,4 | 26 | 30 |

Ensate® Type 305

| Gwint | Średnica otworu pod gwint D [mm] | Grubość mat. A _{min} | Głębokość otworu nieprzelotowego B _{min} |
|-------|----------------------------------|----------------------------------|---|
| | Dla grup materiałowych VII | | |
| M3 | 4,6–4,7 | 6 | 7 |
| M4 | 6–6,1 | 8 | 9 |
| M5 | 7,3–7,4 | 10 | 11 |
| M6 | 9–9,2 | 14 | 15 |

Otwór ustalający może być albo wiercony, albo przewidziany już w odlewie kształtowym.

Pogłębienie otworu zasadniczo nie jest wymagane, jednak jest zalecane dla uzyskania czystszej i gładkiej powierzchni po osadzeniu wkładki Ensate®

Grubość materiału:

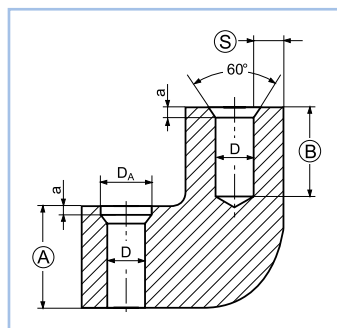
Długość wkładki Ensate® = najmniejsza dopuszczalna grubość materiału (A)

Głębokość otworu nieprzelotowego: Minimalna głębokość (B)

Rozstaw krawędzi: Najmniejszy jeszcze dopuszczalny rozstaw krawędzi zależy od przewidzianego obciążenia złącza oraz od sprężystości materiału, w który wkręcona zostanie wkładka Ensate®

Wartości orientacyjne dla metali lekkich: $\textcircled{S} \geq 0,2$ to $\geq 0,6 d_2$
Wartości orientacyjne dla żeliwa: $\textcircled{S} \geq 0,3$ to $\geq 0,5 d_2$

d_2 = średnica zewnętrzna [mm] wkładki Ensate®



$D_A = +0,2$ to $0,4$ mm

$a = 1$ do $1,5 \times$ podziałka gwintu zewnętrznego

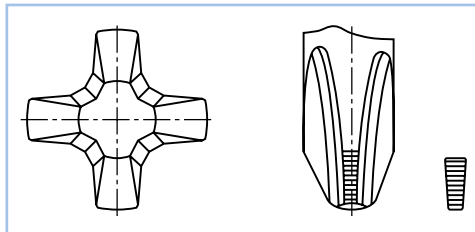
Wewnętrzne elementy przenoszące moment obrotowy w śrubach

Postęp techniczny i względy ekonomiczne wywołują na całym świecie coraz silny trend związany z przechodzeniem z wkrętów z rowkiem prostym na wkręty z wewnętrznym elementem przenoszącym moment obrotowy.

Wgłębienie krzyżowe H (typu Philips)

według ISO 4757

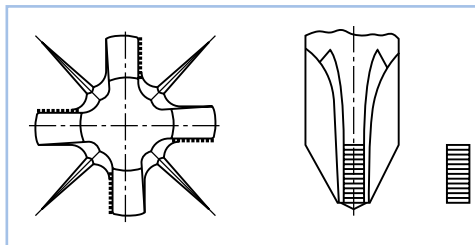
- Wgłębienie krzyżowe typu Philips jest na całym świecie najczęściej stosowanym rodzajem gniazda krzyżowego.
- Wgłębienie krzyżowe typu H to normalne gniazdo krzyżowe, w którym wszystkie ścianki i skrzydełka wgłębienia nachylone są ukośnie. Końcówka wkrętaka charakteryzuje się trapezowymi zakończeniami skrzydeł.
- Najważniejsze wymiary identyfikacyjne wgłębień krzyżowych typu H.



Wgłębienie krzyżowe Z (typu Pozidriv)

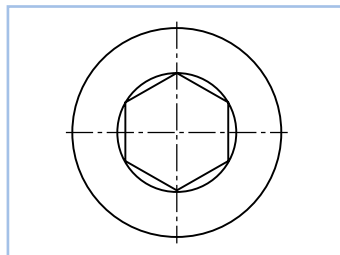
według ISO 4757

- Wgłębienie krzyżowe typu Pozidriv zyskało na znaczeniu głównie w Europie.
- Wgłębienie krzyżowe typu Z posiada cztery pionowe ścianki «dociągające», do których przylega wkrętak podczas wkręcania śruby. Pozostałe ścianki i skrzydełka wgłębienia są pochyle. Przy optymalnie wykonanych wgłębieniach krzyżowych taki układ ścianek w gnieździe Z umożliwia bardziej poprawny montaż. Końcówka wkrętaka charakteryzuje się prostokątnymi zakończeniami skrzydeł.
- Najważniejsze wymiary identyfikacyjne wgłębień krzyżowych typu Z zamieszczone są w opisach produktów w odpowiedniej grupie katalogowej



Gniazdo sześciokątne

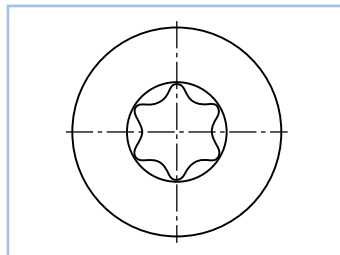
- Śruby z gniazdem sześciokątnym od wielu lat dobrze sprawdzają się w przemyśle maszynowym i aparaturowym.
- Śruby z gniazdem sześciokątnym (sześciokąt wewnętrzny) mają mniejszy wymiar pod klucz niż śruby z łbem sześciokątnym (sześciokąt zewnętrzny), co pozwala na bardziej ekonomiczne konstrukcje dzięki zmniejszonym wymiarom.
- Najważniejsze wymiary identyfikacyjne gniazd sześciokątnych zamieszczone są w opisach produktów w odpowiedniej grupie katalogowej.



Gniazdo sześciokarbowe

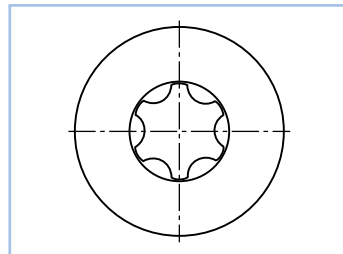
według ISO 10664

- Opracowanie konstrukcji sześciokarbowego elementu przenoszącego moment obrotowy było kamieniem milowym dla poprawnego pod względem zastosowań doboru punktów przyłożenia sił w gnieździe przy montażu ręcznym i automatycznym. Gniazdo sześciokarbowe znajduje coraz to więcej zastosowań na całym świecie.
- W porównaniu ze zwykłym wgłębieniem krzyżowym oraz gniazdem sześciokątnym, ten system przenoszenia momentu obrotowego wyróżnia się znikomym stopniem zużycia (ścierania się powierzchni natarcia narzędzia i gniazda) oraz niskimi wartościami sił dociskających w gnieździe. W gnieździe sześciokarbowym wyeliminowano wyskakiwanie narzędzia przy dokręcaniu (efekt «cam out»), tak typowe dla wgłębień krzyżowych. Jednocześnie polepszone zostało przenoszenie sił w gnieździe.
- Najważniejsze wymiary identyfikacyjne gniazd sześciokarbowych zamieszczone są w opisach produktów w odpowiedniej grupie katalogowej.

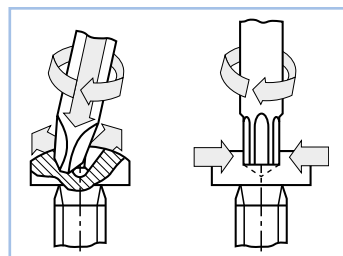
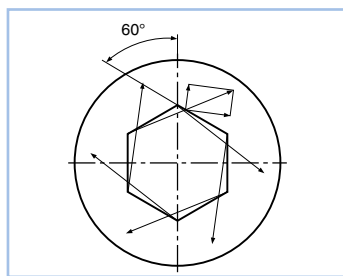


Torx plus®

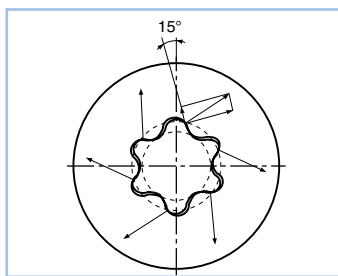
- W odróżnieniu od gniazda sześciokarbowego Torx®, które zdefiniowane jest przez ciąg połówek okręgu, gniazdo Torx plus® ma zarys złożony z łuków ewolwenty i jest udoskonaloną wersją pierwotnej konstrukcji gniazda Torx®.
- System Torx plus® jest kompatybilny z istniejącymi narzędziami systemu sześciokarbowego (Torx®)! Jednak szczególne korzyści wynikające z geometrii gniazda Torx plus® otwierają się przed użytkownikiem dopiero przy zastosowaniu bitów (końcówek do wkręcania) Torx plus® oraz przy zastosowaniu automatów do wkręcania.
- Najważniejsze wymiary identyfikacyjne gniazda sześciokarbowych zamieszczone są w opisach produktów w odpowiedniej grupie katalogowej.

**Zalety techniczne sześciokarbowych gniazd Torx® i Torx plus® oraz korzyści ekonomiczne wynikające z ich zastosowania**

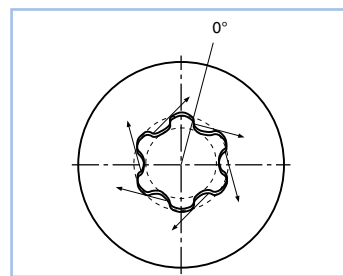
- Gniazda sześciokarbowe nie ulegają uszkodzeniu, dzięki czemu zagwarantowany jest bezproblemowy demontaż. Ekstremalnie niskie zużycie narzędzi (bitów).
- Duży potencjał racjonalizacji w technice połączeń, gdyż dla wszystkich rodzajów wkrętów można zastosować jeden bardziej niezawodny element przenoszący moment obrotowy.
- W stosunku do wkrętów z łbem walcowym według DIN 84 i DIN 7984, wkręty z gniazdem sześciokarbowym mają walcowe, małe, materiałoozczędne i zajmujące niewiele miejsca łby. Pomimo tego są one w pełni obciążalne i spełniają wszelkie wymagania odnośnie maksymalnego dopuszczalnego docisku pod łbem.
- Bezproblemowy montaż wkrętów z łbem soczewkowym ISO 7380 oraz wkrętów z łbem stożkowym DIN 7991. Wysoka wytrzymałość (klasa własności 10.9) tych wkrętów ale z gniazdem sześciokątym służy jedynie poprawie wytrzymałości gniazda i może być zastąpiona klasą własności 8.8 w przypadku wkrętów z gniazdem sześciokarbowym, ze względu na ich lepszą odporność na obciążenia dynamiczne.

**Zalety wkrętów z gniazdem sześciokarbowym Torx® i Torx plus® wynikają z ich szczególnych cech konstrukcyjnych**

60° kąt natarcia siły w przypadku gniazda sześciokątnego



15° kąt natarcia siły w przypadku gniazda sześciokarbowego



0° kąt natarcia siły w przypadku gniazda sześciokarbowego Torx plus®

- Rzeczywisty kąt natarcia siły w przypadku gniazda sześciokarbowego Torx® wynosi 15°, natomiast w przypadku gniazda sześciokarbowego Torx plus® wynosi 0°. Dzięki temu przyłożona siła jest rzeczywiście użyta do dociągnięcia śruby. Dzięki takiej geometrii gniazda sześciokarbowe Torx® i Torx plus® pozwalają na zwiększenie trwałości bitów wkrętarki nawet do 100%.

- Przekrój poprzeczny gniazda sześciokarbowego Torx plus® jest jeszcze dodatkowo wzmocniony w porównaniu z gniazdem sześciokarbowym. Dzięki temu podwyższona zostaje wytrzymałość na skręcanie narzędzi dokręcających (bitów).
- Przyłożenie siły natarcia pod niewielkim kątem umożliwia lepsze osadzenie narzędzi dokręcających (bitów) nawet przy niewielkiej głębokości wnikania w gniazdo.