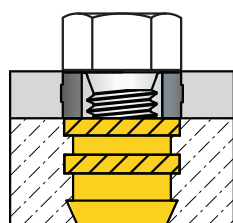


Jak zapewnić stabilność połączenia śrubowego poprzez zastosowanie ogranicznika zgniotu w połączeniach elementów z tworzywa sztucznego

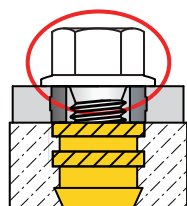
autor: Tara B. Meinck, inżynier ds. wdrożeń
SPIROL International Corporation, U.S.A.

Ograniczniki zgniotu służą do ochrony elementów z tworzywa sztucznego w połączeniach śrubowych i utrzymania siły zacisku gwintowanego elementu łączącego poprzez wyeliminowanie efektu pełzania tworzywa sztucznego. Aby zapewnić prawidłowe funkcjonowanie, powierzchnia nośna - przenosząca docisk łba śruby - musi wystawać poza ogranicznik zgniotu, aby docisnąć element z tworzywa sztucznego. Jeśli ta powierzchnia nośna jest zbyt mała, element dociskany może nie zostać dociśnięty przez śrubę, co powoduje osłabienie połączenia (*pokazane po lewej stronie*).

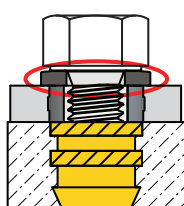


Bez zacisku

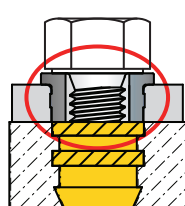
Istnieje kilka metod zapewnienia wystarczającej powierzchni nośnej pod łbem śruby. Należą do nich użycie **śruby z łbem kołnierzym**, **podkładki** lub **ogranicznika zgniotu z obrzeżem** (*pokazane poniżej*).



Śruba z łbem kołnierzym



Podkładka



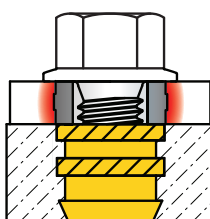
Ogranicznik zgniotu z obrzeżem

Koszt pojedynczego elementu, łatwość lub złożoność montażu oraz całkowity koszt każdej konfiguracji mają wpływ na to, która metoda najlepiej pasuje do danego zastosowania.

Do jakiego stopnia należy zginać tworzywo sztuczne?

W idealnym przypadku, długość ogranicznika zgniotu jest równa lub nieco mniejsza niż grubość elementu dociskanego. Ilość materiału ściskanego pod łbem śruby różni się w zależności od obciążenia złącza i właściwości elementu z tworzywa sztucznego. To pole docisku musi być wystarczająco duże, aby przenieść siły próbujące rozdzielić połączone elementy, a jednocześnie wystarczająco małe, aby umożliwić wystarczające ściśnięcie tworzywa sztucznego, tak aby ogranicznik zgniotu stykał się zarówno ze śrubą, jak i elementem podłoża (*jak pokazano poniżej*).

Tworzywo sztuczne ściśnięte przez powierzchnię nośną śruby (zaznaczone na czerwono)



Aspekty montażowe

Przy określaniu najbardziej opłacalnego rozwiązania dla konkretnego zastosowania należy wziąć pod uwagę kilka czynników, w tym szybkość i metodę montażu.

Szybkość montażu

Aby określić przybliżone różnice w wydajności, wykonywano ręczny montaż różnych kombinacji elementów łączących. Wyniki są następujące:

SZYBKOŚĆ MONTAŻU	
Konfiguracja elementów łączących	Średni czas montażu (w sekundach)
Śruba z łbem kołnierzym, symetryczny ogranicznik zgniotu	1,24
Śruba, ogranicznik zgniotu z obrzeżem	1,44
Podkładka, śruba, symetryczny ogranicznik zgniotu	2,48

Montaż za pomocą śruby z łbem kołnierzym trwał najkrócej, na drugim miejscu był montaż z ogranicznikiem zgniotu z obrzeżem, który musi być orientowany w przestrzeni. Zgodnie z oczekiwaniami, dodanie trzeciego elementu (podkładki) znacznie spowolniło proces montażu - wymagał on dwukrotnie więcej czasu.

Automatyzacja montażu

Gdy montaż jest zautomatyzowany, konieczne jest zapewnienie, aby rozwiązanie projektowe było jak najbardziej efektywne. Dodanie trzeciego składnika, takiego jak podkładka, może być niepożądane podczas automatyzacji ze względu na problemy z jej podawaniem i pozycjonowaniem. Inne typowe czynniki wpływające na wydajność obejmują liczbę elementów i łatwość ich orientacji w przestrzeni. Wszystkie śruby, ograniczniki zgniotu z obrzeżem i niektóre podkładki wymagają orientacji w przestrzeni. Ze względu na stosunkowo niewielką różnicę średnicy obrzeża w stosunku do średnicy zewnętrznej i małą długość, ograniczniki zgniotu z obrzeżem jak i podkładki są trudniejsze do mechanicznego pozycjonowania niż śruby. Odwrotnie niż symetryczne ograniczniki zgniotu, które nie wymagają określonej orientacji przy podawaniu. Połączenie ze śrubą z łbem kołnierzym wymaga kierunkowego podawania tylko jednego elementu, podczas gdy w przypadku ogranicznika zgniotu z obrzeżem lub z podkładką wymagane jest zorientowanie dwóch elementów.

Pozamaterialne aspekty rozwiązań projektowych

Zastosowanie ogranicznika zgniotu z obrzeżem lub śruba z łbem kołnierzowym w połączeniach rozbieralnych może być rozwiązaniem lepszym o tyle, że nie ma podkładki, którą można by przypadkowo pominąć podczas ponownego montażu. Są one również preferowane w zastosowaniach, w których połączenia występują w wielu miejscach i/lub kontrola jakości jest słaba.

Koszty poszczególnych elementów

Zasadniczo elementy złączne są najtańszymi elementami w połączeniu. Poniższa tabela pokazuje reprezentatywne ceny dla każdej z poprzednio omówionych kombinacji elementów złącznych, na podstawie rocznego wykonania 1 miliona połączeń śrubowych M6.

SZACUNKOWY KOSZT POSZCZEGÓLNYCH ELEMENTÓW W PRZELICZENIU NA TYSIĄC SZTUK	
Element złączny	Koszt
Podkładka	5 USD
Śruba	42 USD
Śruba z łbem kołnierzowym	83 USD
Symetryczny ogranicznik zgniotu	20 USD
Ogranicznik zgniotu z obrzeżem	100 USD

SZACUNKOWY KOSZT KOMBINACJI ELEMENTÓW W PRZELICZENIU NA TYSIĄC SZTUK	
Konfiguracja elementów złącznych	Koszt
Podkładka, śruba, symetryczny ogranicznik zgniotu	67 USD
Śruba z łbem kołnierzowym, symetryczny ogranicznik zgniotu	103 USD
Śruba, ogranicznik zgniotu z obrzeżem	142 USD

W zależności od dostawcy elementów i specyfikacji śrub, mogą się pojawiać niewielkie różnice w kosztach śrub i ograniczników zgniotu. Spośród tych trzech potencjalnych kombinacji metoda z podkładką, śrubą i ogranicznikiem zgniotu bez obrzeża wykazuje najniższy koszt elementów zapewniających powierzchnię nośną połączenia. Jednak, jak wcześniej wspomniano, koszt elementów mocujących jest często najmniej znaczący w porównaniu z całkowitym kosztem montażu.



Koszt całkowity

Poniżej przedstawiono szacunkową analizę całkowitych kosztów każdej z ww. konfiguracji, przy założeniu kosztu pracy w wysokości 50 USD / godzinę i montażu 1 miliona elementów:

Konfiguracja elementów złącznych	Koszt elementów na milion połączeń (USD)	Średni czas montażu (w sekundach)	Całkowity koszt montażu na milion (USD)
Podkładka, śruba, symetryczny ogranicznik zgniotu	67 000	2,48	101 444
Śruba z łbem kołnierzowym, symetryczny ogranicznik zgniotu	103 000	1,24	120 222
Śruba, ogranicznik zgniotu z obrzeżem	142 000	1,44	162 000

W analizie tej nie uwzględniono kosztów administracyjnych związanych z zamawianiem, obsługą i utrzymywaniem zapasów elementów, ani ich dostawców. Dodanie trzeciego elementu może zwiększać te koszty. Dodatkowo, jeśli proces montażu jest zautomatyzowany, technologia wymagana do podawania i pozycjonowania podkładki również zwiększy całkowity koszt. Pomimo tego, śruba z łbem kołnierzowym lub podkładka mogą zastąpić ogranicznik zgniotu z obrzeżem w większości zastosowań, zwiększając efektywność montażu i obniżając jego całkowity koszt.

Wnioski

Dobór najlepszej metody zapewnienia odpowiedniej powierzchni nośnej tworzywa sztucznego w połączeniu śrubowym zależy od wymagań i ograniczeń danego zastosowania. Podkładka może być preferowana w zastosowaniach z mniejszą liczbą połączeń i/lub nierozbieralnych. W zastosowaniach o większej liczbie połączeń, zautomatyzowanych i/lub rozbieralnych, ogranicznik zgniotu bez obrzeża ze śrubą z łbem kołnierzowym jest najłatwiejszy w montażu i zapewnia najniższy całkowity koszt. Obie konfiguracje z podkładką lub śrubą z łbem kołnierzowym stanowią rozwiązanie tańsze niż zastosowanie ogranicznika zgniotu z obrzeżem.

Chociaż w tym artykule podano ogólne wytyczne dotyczące projektowania, zaleca się konsultację z inżynierami ds. wdrożeń specjalizującymi się w zamocowaniach i połączeniach, aby upewnić się, że dla każdego zastosowania wybrano właściwie skonfigurowane elementy złączne.