

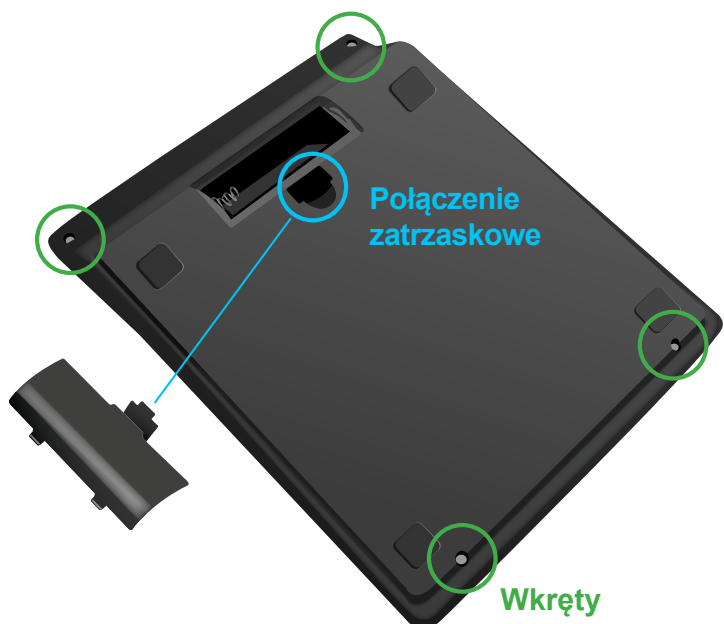
Tworzywa sztuczne są coraz częściej używane w procesach produkcyjnych, ale istnieje wciąż sporo obaw dla szerszego ich stosowania. Aby rozwiązać wątpliwości, inżynierowie muszą udowodnić, że nowe wyroby z tworzywa sztucznego spełniają wymagania efektywnościowe, zarówno pod względem kosztów komponentów jak i czasu montażu. Chociaż tworzywa sztuczne dają wiele korzyści, podczas montażu na linii produkcyjnej mogą pojawić się niespodziewane utrudnienia, które skutkują spadkiem efektywności, odrzuceniem lub uszkodzeniem części i dodatkowymi kosztami. W niniejszym dokumencie omówiono zalety i wady następujących metod mocowania stosowanych do montażu elementów z tworzyw sztucznych: kołków pełnych, klejów, wkrętów, śrub i połączeń zatrzaskowych.

Połączenie rozbieralne czy stałe

Przed wyborem metody mocowania projektanci muszą zdecydować, czy ich wyrób ma być rozbieralny. Na przykład, produkty takie jak czujki pożarowe, piloty telewizyjne i piloty do samochodów muszą być zaprojektowane tak, aby konsumenci mogli otworzyć ich obudowy w celu wymiany baterii. Z drugiej strony, produkty typu suszarki do włosów i jednorazowe wyroby medyczne zazwyczaj nie są przeznaczone do otwierania lub naprawy. Co więcej, niektóre komponenty będą zaprojektowane tak, aby były odporne na próby rozbierania i ingerencji w ich środek, np. urządzenia elektroniczne.

Wyroby rozbieralne

W wyrobach rozbieralnych najczęściej stosowane metody mocowania elementów to wkręty, śruby i połączenia zatrzaskowe (tj. plastikowe zatrzaski). Śruby i wkręty zapewniają połączenie, która ściska stykające się komponenty podzespołu. Ściśnięcie i docisk następują, gdy śruba/wkręt są dokręcane nadal po tym, jak łeb styka się już z elementem dociskany. Śruby i wkręty zapewniają lepszą trwałość połączenia w porównaniu do połączeń zatrzaskowych, których trwałość jest uzależniona od wytrzymałości samego elementu z tworzywa sztucznego.



Rysunek 1
Spód kalkulatora kieszonkowego

Połączenia zatrzaskowe zapewniają mocowanie poprzez wzajemne zaczepienie kilku elementów. Połączenia zatrzaskowe wykonuje się szybko i upraszczają one cały proces montażu ze względu na mniejszą ilość części w specyfikacji. Połączenia zatrzaskowe są wybierane najczęściej wtedy, gdy wymagana jest niewielka siła połączenia elementów w produkcie z tworzywa sztucznego. Na przykład, jak pokazano na rys. 1, większość kalkulatorów kieszonkowych wykorzystuje zatrzaskowe mocowanie pokrywki baterii, dzięki czemu użytkownicy mogą ją łatwo wymienić.

Połączenie stałe

Do trwałego mocowania elementów powszechnie używane są kołki pełne, kleje, wkręty, śruby i połączenia zatrzaskowe. Chociaż projektanci nie muszą zaznaczać w projekcie, że nowy produkt ma być rozbieralny, w wielu urządzeniach używa się łatwo demontowalnych elementów złącznych, takich jak śruby, ze względu na wygodę i przyzwyczajenia użytkowników. Nawijając do przykładu z rys. 1, w większości kalkulatorów kieszonkowych do łączenia połówek plastikowej obudowy używa się wkrętów, mimo że użytkownik nie musi rozbierać obudowy w trakcie użytkowania wyrobu.

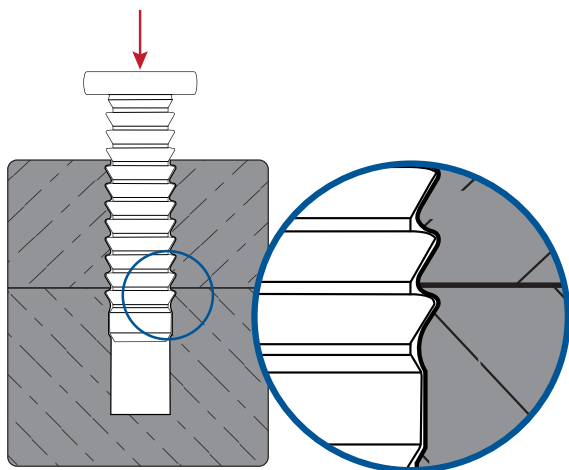
Pełne kołki i kleje są najczęściej stosowane do stałych połączeń, które mają być odporne na demontaż, ponieważ zapewniają one doskonałą trwałość montażu elementów z tworzyw sztucznych. Kleje zapewniają mocowanie poprzez wzajemne związanie kilku komponentów. Warto pamiętać, że pełne kołki zapewniają trwałość połączenia oddziałując na materiał macierzysty, tym samym odkształcając go. Należy zwrócić uwagę, że pełne kołki z elementami zatrzymującymi (takimi jak radełkowanie, zadziory) są lepsze niż gładkie kołki, ponieważ pozwalają na większe tolerancje średnicy otworów i zmniejszają naprężenia w elementach z tworzywa sztucznego.

Utrudnienie ingerencji w produkt mniejsza ryzyko utraty gwarancji, uszkodzenia wyrobu lub narażenia go na oddziaływanie środowiska (np. wilgoci, kurzu). Ponadto, rozbieralne elementy złączne, takie jak wkręty, stwarzają poważne zagrożenie bezpieczeństwa w przypadku niektórych wyrobów, np. zabawek dla dzieci (ryzyko połknięcia). Z tych powodów pełne kołki i kleje zazwyczaj stosuje się do łączenia elementów, które nie wymagają rozbierania.

Montaż i konserwacja

Kołki pełne

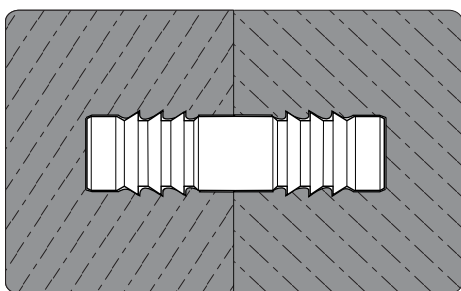
Kołki pełne można łatwo wciskać zarówno poprzez docisk ręczny, jak i całkowicie automatyczny. W trakcie montażu prasa wywiera siłę poosiową, aby wcisnąć trzpień, aż osiągnie on wcześniej ustaloną pozycję spoczynkową. W przypadku zespołów z wieloma kołkami można używać pras w formie płyty dociskowej do jednoczesnego montażu wielu kołków. Dzięki temu czas cyklu montażu pełnych kołków jest krótszy niż w przypadku wkrętów lub śrub. Gdy łączone elementy są prawidłowo zamocowane i ustawione, pełne kołki zapewniają również najniższy wskaźnik awaryjności w porównaniu z innymi metodami mocowania. Oprzyrządowanie używane do montażu pełnych kołków ma minimalne wymagania konserwacyjne.



Rysunek 2

Wypełnianie wolnych przestrzeni przez tworzywo sztuczne po umieszczeniu w otworze kołka pełnego z zadziórami

Należy zwrócić uwagę, że niektóre pełne kołki, takie jak kołek **Press-N-Lok™** firmy **SPIROL** na rys. 3, są zaprojektowane tak, aby ze względów estetycznych były niewidoczne po zakończonym montażu. Pozwalają one na stosowanie otworów nieprzelotowych.



Rysunek 3

Przekrój poprzeczny kołka Press-N-Lok™

Kleje

Kleje można nakładać za pomocą pistoletów ręcznych albo zautomatyzowanych urządzeń dozujących. Często wymagane jest przygotowanie powierzchni elementów klejonych. Proces nakładania kleju w trakcie łączenia jest dość skomplikowany i wymaga wykwalifikowanych operatorów. Nałożenie zbyt małej lub zbyt dużej ilości kleju na pojedynczy element może prowadzić do miejscowych nieprawidłowości mocowania. Ponadto, wiele klejów wymaga sprawdzania temperatury, kontroli docisku i/lub kontrolowanego mieszania różnych składników przed nałożeniem na element klejony. Po nałożeniu kleju następuje

proces utwardzania, który w niektórych przypadkach może trwać dłużej niż 24 godziny!

Oprzyrządowanie do klejów wymaga pracochłonnej konserwacji i monitorowania, ponieważ kleje powodują zabrudzenia, a sprzęt może się zatykać w przypadku jego zanieczyszczenia. Poza tym, wiele klejów ma ograniczony okres trwałości. Wszystko to zwiększa koszty i komplikuje proces montażu, a także zmniejsza dostępność urządzeń. Przy tak wielu zmiennych, powtarzalność operacji i kontrola jakości mogą stanowić wyzwanie.

Wkręty

Schrauben greifen in die Komponente ein und können mit Wkręty umieszcza się w materiale rodzimym za pomocą ręcznych wkrętarek dynamometrycznych lub stacjonarnych wkrętarek automatycznych. Oba ww. typy wkrętarek obracają wkręt aż do uzyskania określonej wartości momentu obrotowego. Należy zauważyć, że jest to znacznie bardziej skomplikowane niż proces montażu kołków pełnych. Producenci mogą napotkać problemy z pozycjonowaniem wkrętów względem końcówki wkrętarki i utrzymaniem ich w odpowiednim położeniu. Jeśli wkręty nie będą ustawione idealnie w osi, mogą uszkodzić plastikowy element rodzimy i spowodować odrzucenie podzespołów. Innym częstym problemem dotyczącym montażu wkrętów bezpośrednio w tworzywie sztucznym jest to, że z czasem mogą się one poluzować w wyniku pełzania tworzywa sztucznego lub osłabienia naprężeń. Chociaż wkręty są niedrogie, łatwo dostępne i dobrze znane producentom, stwarzają wyzwania produkcyjne podczas montażu.

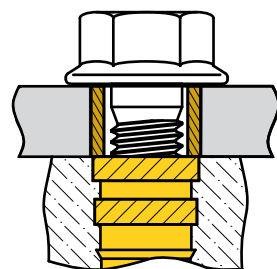


Rysunek 4

Niewspółosiowość wkręta

Śruby

Śruby działają podobnie do wkrętów, z tym że zamiast w plastikowy materiał rodzimy wkręcane są w nakrętkę lub metalową wkładkę gwintowaną. Śruby zapewniają największą trwałość połączenia spośród rozwiązań prezentowanych w niniejszym dokumencie i pozwalają na wielokrotny montaż i demontaż (bez uszkodzenia plastiku), o ile są używane w połączeniu z nakrętką lub wkładką gwintowaną. Prawidłowo wykonane połączenie śrubowe w elemencie z tworzywa sztucznego powinno się składać z trzech oddzielnych elementów: śruby, ogranicznika ścisku i nakrętki lub wkładki gwintowanej. Zwiększa to złożoność i koszty w kontekście specyfikacji materiałów oraz procesu montażu. Należy unikać śrub, chyba że wymaganej siły docisku nie można osiągnąć za pomocą innych metod mocowania.



Rysunek 5

Idealne połączenie śrubowe

Połączenia zatrzaskowe

Połączenia zatrzaskowe są zwykle wykonywane ręcznie, poprzez dociskanie elementów do siebie. Zasada działania połączeń zatrzaskowych może się znacznie różnić w zależności od konstrukcji złączających się elementów. Niektóre połączenia zatrzaskowe są zaprojektowane jako rozbieralne, a inne jako stałe. Używając połączeń zatrzaskowych, producenci minimalizują całkowitą liczbę części używanych w podzespolu. W ostatecznym rozrachunku, pozwala to redukować koszty, zapasy i czynności obsługowe. Jednak połączenia zatrzaskowe charakteryzują się mniejszą pewnością niż inne metody mocowania, ponieważ wytrzymałość połączenia zatrzaskowego jest zależna od wytrzymałości samych elementów z tworzywa sztucznego. Połączenia zatrzaskowe są zalecane w przypadku podzespołów narażonych na niewielkie obciążenia. Z racji swojej podatności na uszkodzenia, połączenia zatrzaskowe mogą stwarzać zagrożenia dla otoczenia, takie jak ryzyko połknięcia odłamków.

Cechy, zalety, korzyści

	Kółki pełne	Kleje	Wkręty/śruby	Połączenia zatrzaskowe
Trwałe/odporne na ingerencję	X	X		X
Rozbieralne			X	X
Może być niewidoczne po zakończonym montażu	X	X		X
Prosty proces montażu	X			X
Oprządkowanie montażowe o niewielkich wymaganiach konserwacyjnych	X		X	X
Najkrótszy cykl montażu				X
Najniższa awaryjność podczas montażu	X			
Skuteczne łączenie elementów z tworzyw sztucznych	X	X	X	
Skuteczne łączenie tworzyw sztucznych z innymi materiałami	X	X	X	X
Nie wymaga dodatkowego procesu utwardzania	X		X	X
Skuteczne łączenie cienkich lub drobnych elementów		X		
Minimalne ryzyko zadławienia się	X	X		

Podsumowanie

Podczas projektowania obudowy z tworzywa sztucznego, projektanci muszą brać pod uwagę efektywność, prostotę, koszty elementów złącznych i koszty montażu. Konstruktorzy już na wczesnym etapie projektowania powinni współpracować z inżynierami produkcji, aby byli w stanie uwzględnić cały proces montażu. Zbyt często nowe produkty są opracowywane bez uwzględnienia czasu trwania cyklu montażowego, ilości odpadów, kosztów konserwacji i zachowań konsumentów w całym okresie użytkowania wyrobu.

Biura Techniczne

Europa

SPIROL Polska

Aleja 3 Maja 12
00-391 Warszawa, Polska
Tel. +48 510 039 345

SPIROL Czechy

Sokola Tůmy 743/16
Ostrava-Mariánské Hory 70900 Czechy
Tel. +420 417 537 979

SPIROL Francja

Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin
18 Rue Léna Bernstein
51100 Reims, Francja
Tel. +33 (0)3 26 36 31 42
Fax. +33 (0)3 26 09 19 76

SPIROL Wielka Brytania

17 Princewood Road
Corby, Northants NN17 4ET
Wielka Brytania
Tel. +44 (0) 1536 444800
Fax. +44 (0) 1536 203415

SPIROL Niemcy

Ottostr. 4
80333 Monachium, Niemcy
Tel. +49 (0) 89 4 111 905 71
Fax. +49 (0) 89 4 111 905 72

SPIROL Hiszpania

08940 Cornellà de Llobregat
Barcelona, Hiszpania
Tel. +34 93 669 31 78
Fax. +34 93 193 25 43

Ameryki

SPIROL International Corporation

30 Rock Avenue
Danielson, Connecticut 06239
Stany Zjednoczone
Tel. +1 (1) 860 774 8571
Fax. +1 (1) 860 774 2048

SPIROL Shim Division

321 Remington Road
Stow, Ohio 44224
Stany Zjednoczone
Tel. +1 (1) 330 920 3655
Fax. +1 (1) 330 920 3659

SPIROL Kanada

3103 St. Etienne Boulevard
Windsor, Ontario N8W 5B1 Kanada
Tel. +1 (1) 519 974 3334
Fax. +1 (1) 519 974 6550

SPIROL Meksyk

Avenida Avante #250
Parque Industrial Avante Apodaca
Apodaca, N.L. 66607 Meksyk
Tel. +52 (01) 81 8385 4390
Fax. +52 (01) 81 8385 4391

SPIROL Brazylia

Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brazylia
Tel. +55 (0) 19 3936 2701
Fax. +55 (0) 19 3936 7121

Azja / Pacyfik

SPIROL Azja

1st Floor, Building 22, Plot D9, District D
No. 122 HeDan Road
Wai Gao Qiao Free Trade Zone
Szanghaj, Chiny 200131
Tel. +86 (0) 21 5046 1451
Fax. +86 (0) 21 5046 1540

SPIROL Korea

160-5 Seokchon-Dong
Songpa-gu, Seul, 138-844, Korea
Tel. +86 21 5046-1451
Fax. +86 21 5046-1540

email: info-pl@spirol.com