

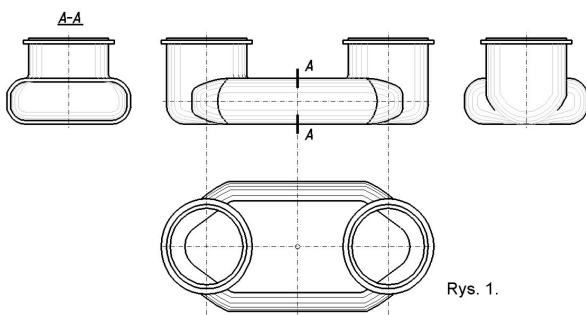
## Wybór metody łączenia detali z tworzyw termoplastycznych.

(gorąca płyta, metoda wibracyjna, metoda obrotowo – tarciowa, metoda ultradźwiękowa)

Każda z wymienionych technologii ma obszary zastosowań gdzie jest niezastąpiona i niezawodna. Istnieje jednak szeroki przedział, w którym wybór technologii będzie zależał od konstrukcji samych detali. Każda technologia stawia detalom wymagania konstrukcyjne, które umożliwiają uzyskanie dobrych rezultatów zgrzewania. Cykl przygotowania produkcji jest bardzo kosztowny, więc ważnym jest, aby decyzję o sposobie łączenia detali podjąć już na samym początku tj. na etapie projektowania detali. Dzięki temu uniknie się przerabiania form wtryskowych i umożliwi uzyskanie niezawodnej produkcji w procesie zgrzewania.

Zdarza się, że wymogi konstrukcyjne, funkcjonalne lub estetyczne wymuszają kształt detalu i projektant ma bardzo ograniczone pole manewru, są to jednak dość odosobnione przypadki.

Poniżej przedstawiono przykład standardowej analizy przy wyborze technologii łączenia detali.



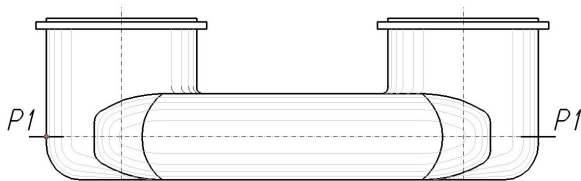
Rys. 1.

Powiedzmy, że wstępny projekt zakłada produkcję detalu przedstawionego na rys. 1. Zamknięta pusta przestrzeń wymusza złożenie go z dwóch części i zgrzanie, połączenie musi być szczelne. Przy zwyczajowym podejściu konstrukcyjnym, detale podzielono by zgodnie z przekrojem A-A. Jeżeli chodzi o wymienione technologie łączenia byłby to najmniej szczęśliwy wybór.

Należy pamiętać, że każda z tych technologii wymaga unieruchomienia jednego z detali w kowadło (podstawie, podporze) i powinno to być pozycjonowanie pewne i stabilne. Drugi z detali w ten czy inny sposób jest ruchomy względem pierwszego. Detale w cyklu łączenia są zawsze do siebie dociskane, czasami ze znacznymi siłami, ponadto powinny być dobrze pozycjonowane względem siebie. Przy podziale w płaszczyźnie A-A, każdy z detali ma znaczną wysokość, obłe kształty podnoszą koszt kowadła, a wymóg łatwego wkładania i wyjmowania detalu powoduje, że utrudnione jest jego dobre podparcie, tak żeby płaszczyzna styku detali była równomiernie sztywna na całym jej obwodzie.

Pierwszym krokiem będzie dobór technologii zgrzewania ze względu na wielkości detalu. Na ogół, gdy którykolwiek z wymiarów istotnie przekracza 200 mm powinniśmy się zastanowić nad **zgrzewaniem gorącą płytą**. Dla innych technologii tutaj prezentowanych, gabaryty przekraczające 200 mm, są już blisko górnego przedziału ich możliwości i jakkolwiek stosowanie ich jest możliwe, to będzie to proces utrudniony, a koszty jego realizacji będą lawinowo rosły. Np. przy zgrzewaniu ultradźwiękowym należałoby rozważyć zastosowanie podwójnego układu drgającego, lub maszyny o dużej mocy (4 – 5 kW) i dużej kosztownej, a podatnej na pęknięcia sonotrody. Ze względu na kształty detalu zgrzewanie obrotowo - tarciove odpada. Zgrzewanie wibracyjne może być utrudnione ze względu na dużą masę drgającą (detal + ruchoma część kowadła).

Jeżeli zdecydujemy się na zgrzewanie **gorącą płytą**, to sugerowany podział detalu przedstawiamy na rys. 2.

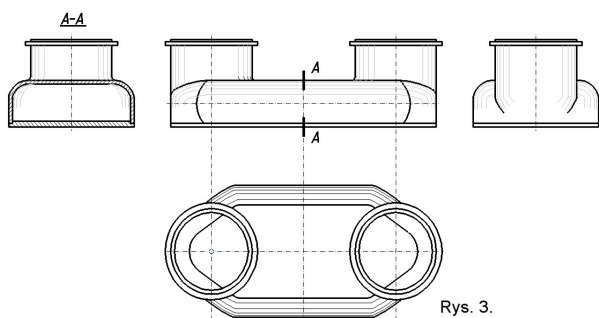


Rys. 2.

Oba kowadła przytrzymujące łączone detale nie muszą być zbyt głębokie i łatwo je tak wyprofilować, żeby sztywno podtrzymywały detale. Przy wyborze tej metody zgrzewania  $1,2 \div 2,5$  mm materiału wzdłuż linii podziału zostanie rozgrzanego i w trakcie spajania detali spłaszczonego, należy więc przewidzieć odpowiednie naddatki na

wysokości detali oraz uwzględnić powstałe wypływki. Zaproponowany podział jest jeszcze z tego powodu właściwy, że powierzchnia dna jest oddalona od płyty grzewczej, przez co nie będzie się niepotrzebnie nagrzewała i deformowała.

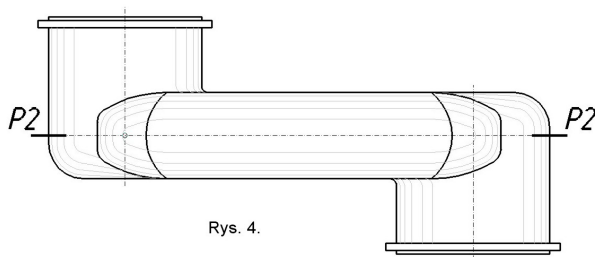
O ile wymiary detalu nie przekraczają istotnie 200 mm, podział ten będzie także dobry do **zgrzewania wibracyjnego** i ultradźwiękowego (choć dla ultradźwięków nie optymalny).



Rys. 3.

Przy podjęciu decyzji o **zgrzewaniu ultradźwiękowym** proponowalibyśmy modyfikację detali jak na rys. 3. Wprawdzie jeden z detali bardziej się skomplikuje, za to drugi będzie bardzo prosty. Zaletą takiego rozwiązania w stosunku do rozwiązania na rys. 2., jest maksymalne skrócenie drogi od narzędzia ultradźwiękowego (sonotrody) do miejsca łączenia detali. Ponadto narzędzie może mieć płaską powierzchnię roboczą, co zmniejsza

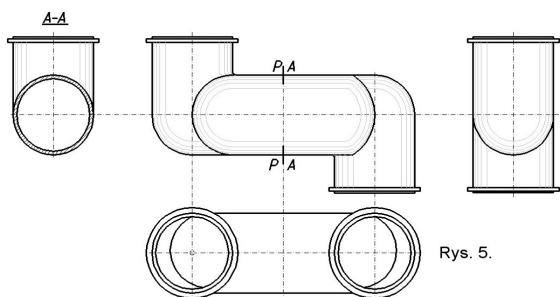
jego koszt, wydłuża żywotność i ułatwia ewentualną regenerację. Dobre ukształtowanie powierzchni łączonych (o czym dalej) pozwoli zminimalizować moc potrzebną do zgrzewania, a więc zastosować tańszą maszynę.



Rys. 4.

Ostatnią sprawą, na którą chcielibyśmy zwrócić uwagę jest przypadek, co by było gdyby doprowadzenie i odprowadzenie jakiegoś czynnika, który pewnie przez taki detal może przepływać było pod innym kątem rys. 4.

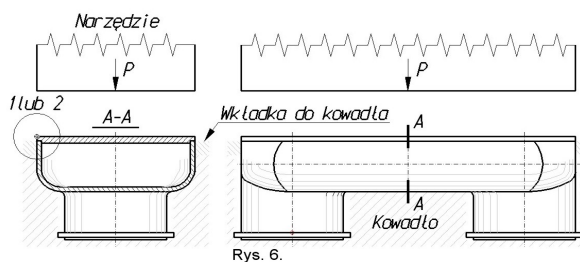
Przy dużych detalach i obróceniu wpływu i wypływu o 180°, zasadne będzie zgrzewanie gorącą płytą i podział w płaszczyźnie P2. Dla mniejszych detali i dowolnym kącie ustawienia wpływu i wypływu sugerujemy rozwiązanie jak na rys. 5.



Rys. 5.

Fragment korpusu łączący podłączenia jest kołowy. W tej sytuacji zasadne będzie zrobienie płaszczyzny podziału P-P, a zgrzewanie wykonać **metodą obrotowo – tarciovą**.

Ponieważ technologie ultradźwiękowe są jeszcze dość mało rozpowszechnione to wróćmy do detali pokazanych na rys. 4. W czasie zgrzewania korpus będzie przytrzymywany i pozycjonowany w kowadło, a narzędzie ultradźwiękowe (sonotroda) będzie dociskane do denka. Wynika konieczność dobrego ustawienia detali względem siebie. Żeby nie komplikować całego układu warto to przewidzieć w konstrukcji samych detali rys. 6.

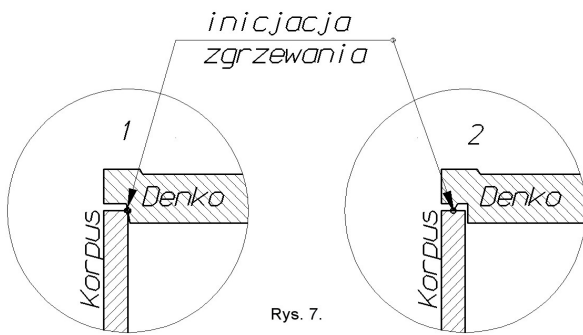


Rys. 6.

Denko ma na części swojej grubości podebranie powodujące, że po włożeniu do korpusu jest unieruchomione względem niego.

Szczegóły konstrukcji krawędzi łączących pokazano na rys. 7. W przykładzie 1 denko w części dającej się włożyć w korpus ma ściętą krawędź, co powoduje, że z korpusem styka się ostrą krawędzią.

Po doprowadzeniu ultradźwięków, właśnie w tym miejscu kumuluje się wydzielanie energii cieplnej. Mała początkowa powierzchnia styku (mała objętość materiału) powoduje, że proces zaczyna przebiegać lawinowo, przy relatywnie małym zapotrzebowaniu na energię i w krótkim czasie. Po przetopieniu i odkształceniu się materiału denko szczelnie zamyka korpus.



Uzyskane połączenie jest szczególnie mocne i szczelne. Jego wadą w tym przypadku jest to, że we wstępnej fazie zgrzewania nacisk narzędzia może zdeformować korpus (cienkie ścianki). Żeby temu zapobiec w korpus kowadła po włożeniu detalu należy włożyć dodatkową wkładkę usztywniającą

całość. Jest to spowodowane istnieniem niewielkiego kołnierzyka na końcu wypływów, co zmusza do wykonania w kowadle większego gniazda. Na tym przykładzie warto się zastanowić, czy istnienie tego kołnierzyka jest nieodzowne. Jeżeli wspomniany kołnierzyk jest nieodzowny, to dobrym rozwiązaniem może być tzw. karb energetyczny (przykład 2). Jest to niewielka wypustka w denku o przekroju trójkąta równobocznego. Jego działanie jest analogiczne jak w przykładzie 1. Właśnie w tym miejscu zaczyna się lawinowo wydzielać ciepło po doprowadzeniu ultradźwięków.

W obu przypadkach po zewnętrznej stronie denka, naprzeciwko linii zgrzewania zastosowano niewielkie wybrzuszenie (odsadzenie). Powoduje ono, że detal w tym miejscu kontaktuje się z narzędziem. Umożliwia to wprowadzenie energii ultradźwiękowej w precyzyjnie ustalonym miejscu. Narzędzie może mieć płaską powierzchnię roboczą (tańsze, łatwiejsze do regeneracji). Zabieg ten zapobiega także tzw. zjawisku perforacji błony, czyli wypalaniu otworów w środkowej części denka.

Materiał przygotowano dla PT Klientów

**SonicArts Andrzej Waseńczuk**

**ul. Dorodna 16, 03-195 Warszawa,**

**tel./fax. 022 811 02 52,**

**mail: [sonicarts@sonicarts.pl](mailto:sonicarts@sonicarts.pl),**

**[www.sonicarts.pl](http://www.sonicarts.pl).**