

POŁĄCZENIA SPAWANE KORPUSÓW OBRABIAREK LEKKICH I MOBILNYCH ORAZ INNE CECHY KONSTRUKCYJNE TYCH MASZYN

Welded joints machine bodies lightweight and mobile, and other design features

Tadeusz KOWALSKI, Leszek WALKIEWICZ

Streszczenie: W artykule omówiono cechy maszyn lekkich i mobilnych, a także porównano konstrukcję korpusów spawanych i odlewanych. Opisano także czynniki mające wpływ na koszty produkcji. Kolejne zagadnienia to zakres zastosowania oraz umiejscowienie maszyn lekkich w gniazdach i liniach produkcyjnych oraz przykład konstrukcji frezarki lekkiej BAŁ do obróbki przedmiotów o niewielkich rozmiarach.

Słowa kluczowe: mobilność, korpusy spawane, korpusy odlewane

Abstract: The paper describes:

- design features of machines light and mobile,
- minimizing the cost of production machinery of light on the example of welded bodies,
- comparison of the structure of bodies welded and cast,
- scope and location of the machines in the light sockets and production lines,
- example design milling light BAŁ for workpieces with small dimensions.

Keywords: mobility, welded bodies, iron casting

Cechy maszyn lekkich i mobilnych

Ze względu na konieczność dostosowania konstrukcji maszyn do aktualnych potrzeb zakładów produkcyjnych, istnieje tendencja do konstruowania maszyn o niewielkich wymiarach i niezbyt ciężkich. Muszą one wyróżniać się:

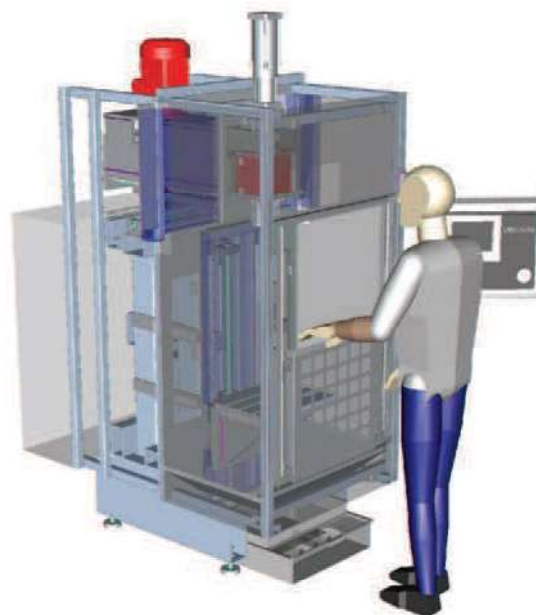
- niewielkimi gabarytami, umożliwiającymi łatwy transport, np. przez rozmiar typowych drzwi przemysłowych,

- konstrukcją (masą), dostosowaną do bezpiecznego transportu przez typowe wózki widłowe ogólnego przeznaczenia,
- zdolnością tłumienia drgań, stabilnością całej maszyny,
- ergonomią,
- ekonomią produkcji i eksploatacji.

Maszynami o takich cechach są: tokarka OSA (rys. 1) oraz frezarka BAŁ (rys. 2). Praktycznym przykładem jest również mała obrabiarka TRAK 2^{OP} (rys. 3).



Rys. 1. Tokarka CNC OSA100 [1]
Fig. 2. Lathe CNC OSA100 [1]



Rys. 2. Frezarka BAŁ
Fig. 2. Milling machine BAŁ



Rys. 3. Frezarka TRAK 2^{OP} M10 Mill podczas transportu [2]
Fig. 3. Milling machine TRAK 2^{OP} M10 Mill during transport [2]

Wymagania stawiane korpusom spawanym stosowanym w produkcji maszyn lekkich

Korpusy spawane stosowane są głównie w konstrukcji maszyn produkowanych jednostkowo i małoseryjnie. Do ich zadań należy utrzymywanie części i zespołów konstrukcyjnych w ustalonym położeniu oraz przejmowanie obciążeń wynikających z pracy obrabiarki. Korpus jest członem nieruchomym, nazywanym w teorii mechanizmów podstawą, a w montażu maszyn jednostką bazową. W skład obrabiarki może wchodzić kilka różnych korpusów, lecz wyodrębnia się korpus główny, będący podstawową konstrukcją nośną. Ze względu na proporcje wymiarowe korpusy dzieli się na trzy grupy [3]:

- pryzmatyczne pręty proste – wymiar długości jest znacznie większy od wysokości i szerokości,
- płyty – dwa wymiary są znacznie większe od trzeciego,
- skrzynie – trzy wymiary mają wartości tego samego rzędu.

Wymagania stawiane korpusom:

- niezmienność kształtów i wymiarów korpusów oraz wzajemnych połączeń,
- dobór odpowiednich materiałów i obróbki cieplnej (odprężanie), uodpornienie powierzchni przewodniczących na zużycie,
- dostateczna sztywność statyczna i dynamiczna, odkształcenie układu OUPN (obrabiarka – uchwyt – przedmiot – narzędzie) na skutek dopuszczalnych obciążeń w czasie pracy,
- odporność na drgania i dobre właściwości tłumienia drgań,

- uzyskanie dużej sztywności i prawidłowe rozmieszczenie głównych osi bezwładności, dobór odpowiedniego materiału,
- ergonomia konstrukcji obrabiarki,
- dobre odprowadzenie wiórów,
- możliwość rozmieszczenia w ich wnętrzu modułów i urządzeń obrabiarki,
- konstrukcja zorientowana na montaż, demontaż i transport,
- jak najmniejszy ciężar.

Tradycyjnie korpusy obrabiarek odlewa się z żeliwa szarego albo modyfikowanego. Zalety jakie się uzyskuje to:

- możliwość otrzymania skomplikowanych kształtów,
- łatwość obróbki mechanicznej,
- dobre właściwości tłumienia drgań, wynikające z dużego tarcia wewnętrznego materiału,
- stosunkowo niskie koszty przy produkcji seryjnej.

Po odlaniu korpusy żeliwne poddaje się wyżarzaniu odprężającemu, oskórowaniu podstawowych powierzchni ustalających, a następnie sezonowaniu. Ten sposób postępowania stabilizuje kształty i wymiary odlewów.

Ustrój obrabiarki, czyli układ nośny, składa się z kilku połączonych korpusów. Układy nośne mogą być otwarte – belkowe lub zamknięte – ramowe. Korpusy wiąże się śrubami z naciskiem jednostkowym, wynoszącym co najmniej 0,015 [N/m²]. Do ustalenia złącz stosuje się kołki, płaszczyzny oporowe lub prowadnice.

Orientacyjne zalecenia grubości ścian korpusów odlewanych [2]: obrabiarki lekkie – 12 do 16 [mm], obrabiarki średnie – 18 do 22 [mm], obrabiarki ciężkie – 25 do 35 [mm].

We współczesnych konstrukcjach korpusów spawanych obrabiarek małych i średnich stosuje się grubości blach 4-8 [mm] i grubości żeber 3-5 [mm], a w obrabiarkach ciężkich stosuje się grubości blach 10-20 [mm].

Korpusy spawane [4] w porównaniu z żeliwnymi są dwukrotnie lżejsze przy zachowaniu tej samej sztywności. Moduł sprężystości stali jest od 1,8 do 2,4 razy większy od modułu sprężystości żeliwa. Koszty korpusów spawanych mogą być niższe w konstrukcjach obrabiarek produkowanych pojedynczo lub w małych seriach. Ustępują pod względem tłumienia drgań i ich kształt powinien być nieskomplikowany. Poprawę właściwości tłumienia drgań korpusów spawanych można uzyskać przez: żebrowanie, stosowanie spoin pachwinowych oraz węzłów pochłaniających drgania, np. pakiety blach spawanych pod naciskiem.

Zakres zastosowania oraz umiejscowienie maszyn lekkich w gniazdach i liniach produkcyjnych

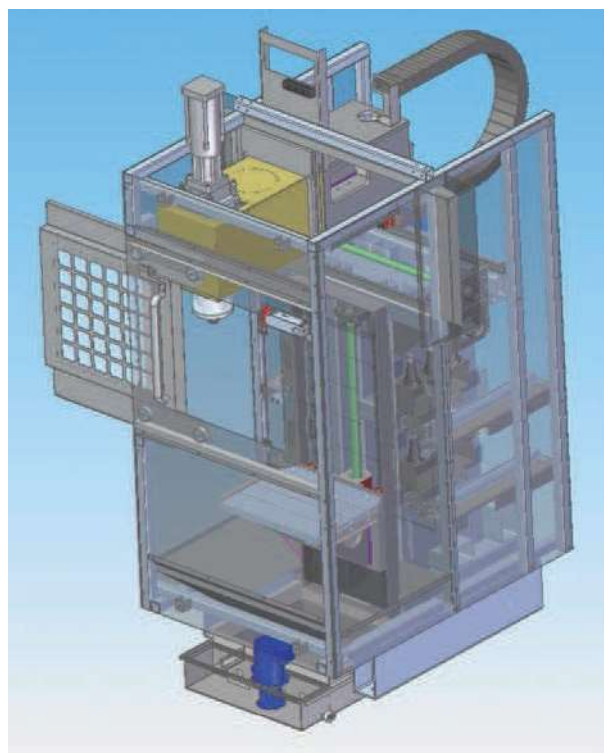
Istotną zaletą opisywanych maszyn jest wszechstronność ich zastosowania ze względu na organizację przebiegu procesu technologicznego. Ustawienie maszyn na hali produkcyjnej można zrealizować przy użyciu tych maszyn w następujący sposób:

- punktowy – przy koncentracji wykonywanych zabiegów technologicznych,
- gniazdowy:
 - gniazdo przedmiotowe – zgodnie z przebiegiem procesu technologicznego podobnych przedmiotów obrabianych występują obrabiarki różnego typu,
 - gniazdo obrabiarkowe – grupowanie maszyn tego samego typu, np. frezarek, tokarek itd.
- linia produkcyjna, w której występuje układ transportowy, usprawniający wykonywanie kolejnych operacji.

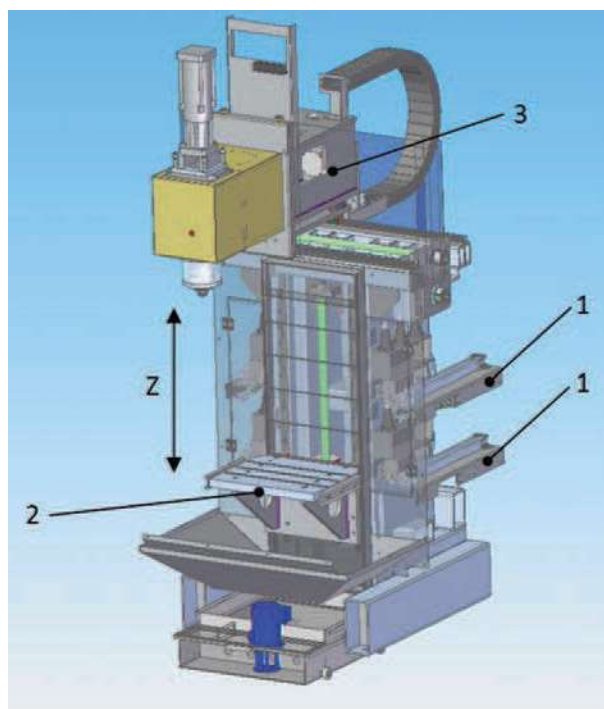
Szczególną cechą tych maszyn jest możliwość szybkiej rekonfiguracji ustawień w hali produkcyjnej. Przy obecnej konieczności szybkiego dostosowywania profilu produkcji do wymagań odbiorcy jest to jeden z głównych powodów intensywnego rozwoju konstrukcji obrabiarek tego rodzaju.

Przykład konstrukcji frezarki lekkiej BAK do obróbki przedmiotów o niewielkich rozmiarach

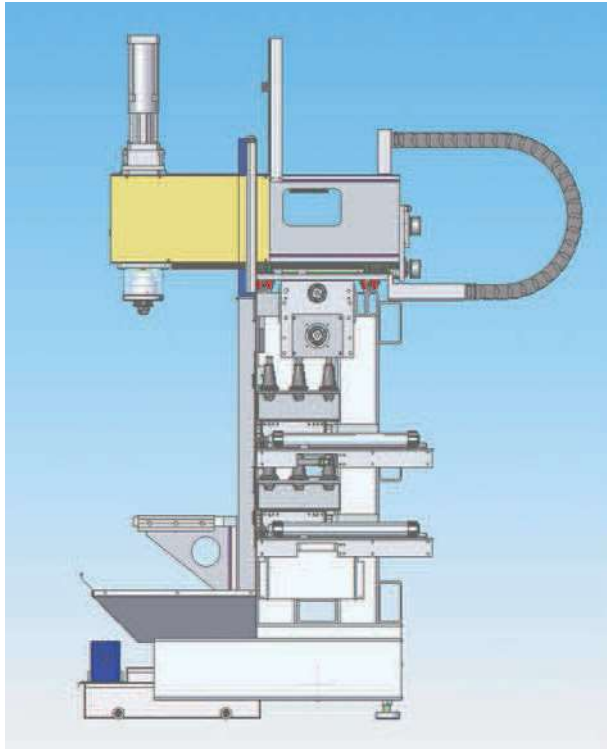
Przykładem mobilnej maszyny o masie do 2 t jest nowa konstrukcja frezarki BAK (rys. 5-7). Jej konstrukcja spełnia wszystkie opisane wcześniej warunki. Przestrzeń robocza w kierunku X i Y wynosi odpowiednio 200 [mm] i 250 [mm], natomiast przesuw całego stołu w osi Z wynosi ok. 500 [mm]. Korpus w prototypie jest spawany, wykonany z kształtowników odpowiednio zespalanych w celu zwiększenia zdolności tłumienia drgań, jednakże przewidziano możliwość zastosowania korpusu odlewanego. Magazyny narzędzi umieszczone są wzdłuż bocznych ścian korpusu i mają łącznie 12 narzędzi. Zespół suportu tworzy zestawienie spawalnicze, które może wykonywać



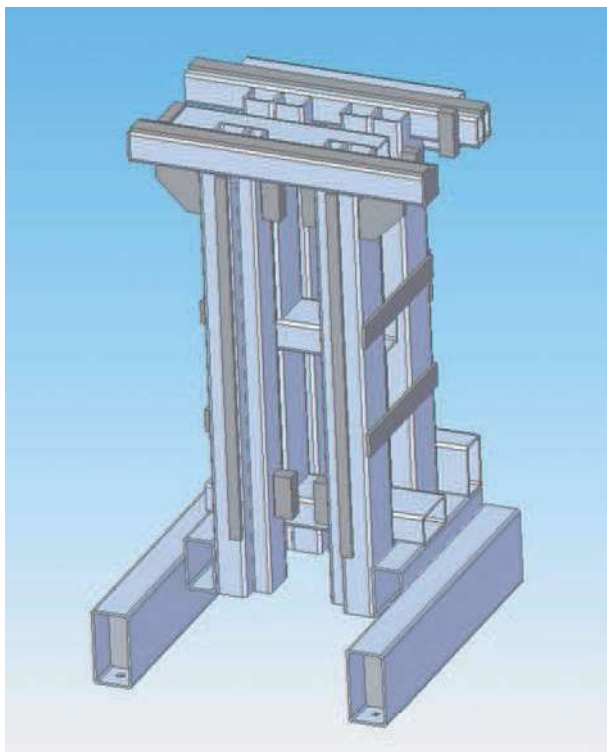
Rys. 4. Frezarka BAK z zainstalowanymi osłonami
Fig. 4. Milling machine BAK with installed shield



Rys. 5. Frezarka BAK, konstrukcja podstawowa, bez osłon:
1 – magazyn narzędzi, 2 – przesuwany stół w osi Z, 3 – zespół suportu
Fig. 5. Milling machine BAK, basic construction, without the shield:
1 – machine tools, 2 – slidable table in axis Z, 3 – assembly of slide



Rys. 6. Frezarka BAK, widok z boku
Fig. 6. Milling machine BAK, side view



Rys. 7. Frezarka BAK, korpus spawany
Fig. 7. Frezarka BAK, welded body

ruchy w osiach X i Y, natomiast w osi Z przemieszcza się tylko stół.

Korpus spawany został wykonany ze znormalizowanych kształtowników. Dzięki odpowiedniemu zespawaniu elementów można uzyskać zdolność tłumienia drgań porównywalną do korpusu odlewane go z żeliwa. Masa konstrukcji spawanej nie przekracza 400 [kg].

Podsumowanie

1. Istnieje duże zapotrzebowanie na maszyny lekkie i mobilne. Świadczą o tym liczne zamówienia składane przez przedsiębiorstwa krajowe.
2. Istotna jest stosunkowo niska cena maszyn lekkich i mobilnych, którą szacuje się na ok. 70 tys. zł.
3. Obrabiarki lekkie mogą być transportowane pomiędzy zakładami znacząco oddalonymi od siebie. Koszty spedycji są niskie ze względu na typowe rozmiary i masę.
4. Ze względu na zastosowane korpusy spawane i typowe moduły konstrukcyjne, czas wykonania takiej maszyny jest stosunkowo krótki, uruchomienie maszyny następuje po ok. 2,5 miesiącach.
5. Uzyskiwana dokładność obróbki na maszynach lekkich i mobilnych jest typowa dla obrabiarek, które są urządzeniami precyzyjnymi.

LITERATURA

- [1] AFM Defum SA: Katalog.
- [2] <http://www.southwesternindustries.com/product/trak2op>, dostęp 04.2016.
- [3] Wrotny L.T. 1978. „Podstawy konstrukcji obrabiarek”. Warszawa: WNT.
- [4] Yoshimi Ito. 2008. “Modular design for machine tools”. McGraw-Hill Education.

Dr inż. Tadeusz Kowalski – Instytut Technik Wytwarzania – Zakład Automatykacji, Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem Politechniki Warszawskiej, ul. Narbutta 86, 02-524 Warszawa, e-mail: kowalski.tad@gmail.com

Mgr inż. Leszek Walkiewicz – Centrum Badawczo-Konstrukcyjne Obrabiarek Sp. z o.o., ul. Staszica 1, 05-800 Pruszków, e-mail: leszek.walkiewicz@cbko.pl