

PROBLEMY MODULARYZACJI NA PRZYKŁADZIE SPYCHARKI

Jerzy ŁUNARSKI, Marcin PYĆ

Proces projektowania nowego wyrobu wykonywany jest przeważnie na indywidualne zamówienie określonego klienta lub w oparciu o zdiagnozowanie potrzeby określonej grupy klientów, które to potrzeby mogą być dość ściśle sprecyzowane lub sformułowane bardzo ogólnikowo. W każdym z tych przypadków zleceniobiorca lub wykonawca powinien:

- opracować ogólną koncepcję urządzenia uwzględniającą osiągnięty poziom rozwoju nauki i techniki oraz własne ograniczenia wytwórcze,
- opracować projekt roboczy urządzenia, który powinien spełniać wymagania technologiczne (możliwość wykonania w dysponowanym systemie produkcyjnym) oraz wymagania kosztowe, gwarantujące możliwość sprzedaży przy spełnieniu jednocześnie wymagań funkcjonalnych, jakościowych, trwałościowych, niezawodnościowych, ergonomicznych, ekologicznych, estetycznych i ewentualnie innych,
- wykonać urządzenie i przeprowadzić konieczne badania w celu upewnienia się, że przyjęte wymagania zostały spełnione.

Realizacja tych prac jest kosztowna, czasochłonna, wymaga posiadania odpowiedniej wiedzy i doświadczenia i stanowi istotny element w funkcjonowaniu znacznej liczby organizacji nastawionych na wytwarzanie wyrobów maszynowych.

Ta znaczna ilość prac, przy istniejących ograniczeniach zasobów czasowych, osobowych i kosztowych, powoduje, że w tym początkowym etapie realizacji wyrobu zbyt mało uwagi poświęca się takim problemom normalizacji jak: typizacja, unifikacja, modularyzacja, natomiast w miarę szeroko korzysta się z różnorodnych norm technicznych, normatywów i innych danych ułatwiających procesy projektowania i wytwarzania.

Po opracowaniu i doprowadzeniu wyrobu, gdy pojawiają się potrzebne opracowania innych odmian i modyfikacji wyrobu podejmuje się prace i działania nad:

- unifikacją, będącą jedną z metod normalizacji i polegającą na ograniczeniu liczby typów i szeregów parametrycznych w produkcji wyrobów o zbliżonym przeznaczeniu funkcjonalnym do poziomu optymalnego,
- typizacją, będącą metodą konstruowania wyrobów poprzez ich konfigurowanie z ograniczonej liczby znormalizowanych lub zunifikowanych zespołów,
- modularyzacją, polegającą na konfigurowaniu wyrobów lub systemów technicznych z typowych modułów o ograniczonym asortymencie (jest to tzw. modularyzacja konstrukcyjna różna od modularyzacji technologicznej),

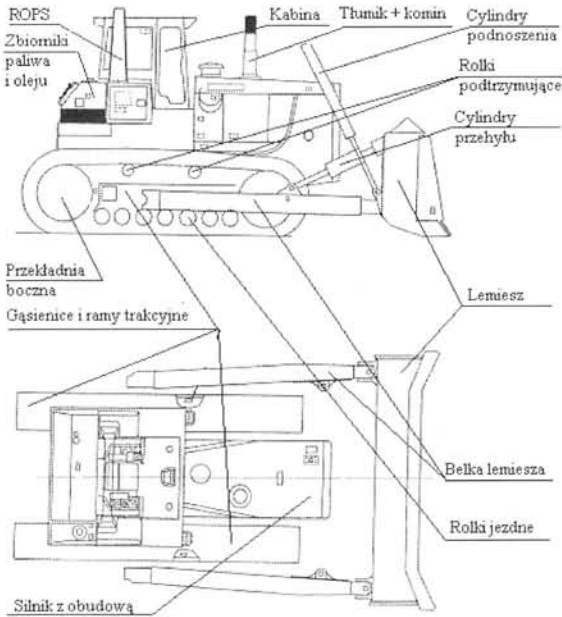
- klasyfikacją, polegającą na uporządkowanym zróżnicowaniu zbioru obiektów na grupy klasyfikacyjne w oparciu o przyjęty system różnicowania ich cech oraz przyjęte zbiory zasad i kryteriów.

Szczególnie duże efekty uzyskuje organizacja, jeśli powyższe działania przeprowadza się wraz z postępem projektowania w celu nakreślenia drogi i strategii rozwojowej wyrobu oraz ustalenia perspektywicznych zadań produkcyjnych. Również w takim przypadku zachodzi konieczność okresowych korekcyjnych prac (typizacyjnych, unifikacyjnych itp.) ze względu na rozwój własnych zdolności produkcyjnych oraz rozwój technik i zmiany potrzeb rynkowych.

POTRZEBY I DZIAŁANIA W ZAKRESIE MODULARYZACJI SPYCHARKI

Spycharki należą do specjalistycznej grupy wyrobów używanych przy różnych pracach ziemnych, budowlanych i in. Producent ich musi posiadać odpowiednie wyposażenie produkcyjne oraz spełniać szereg wymagań w trakcie ich wytwarzania. Mimo niewielu producentów, konkurują oni na rynku europejskim i światowym takimi cechami jak: jakość i funkcjonalność, trwałość i niezawodność (to też są pewne cechy jakości), ceną i terminami dostaw. Zmusza to producentów do stałego doskonalenia technologiczności konstrukcji, w wyniku czego można obniżyć koszty produkcji i skrócić cykle produkcyjne. Jednym ze sposobów osiągania tego celu jest modularyzacja konstrukcyjno-technologiczna. Jeśli przyjąć, że pod względem konstrukcyjnym, modułem jest zintegrowana część konstrukcji wyrobu, którą można łatwo zmontować lub zdemontować bez ingerencji w konstrukcję maszyny, cechujące się łatwą zamiennością oraz serwisowalnością urządzenia w miejscu jego użytkowania. Pod względem technologicznym taki moduł charakteryzuje się możliwością odrębnego wykonania, niezależnie od innych zespołów lub modułów i stanowi wyraźnie wyodrębnioną część procesu technologicznego wykonania wyrobu.

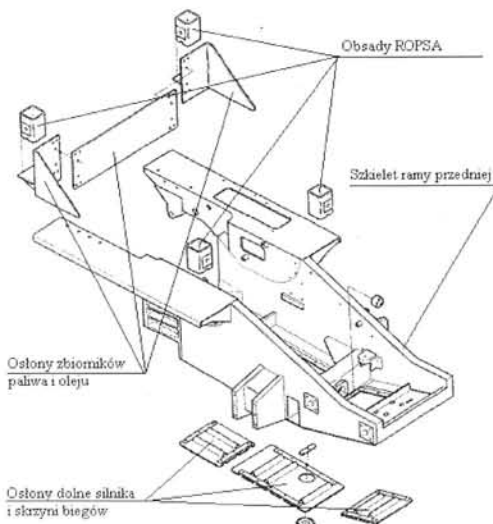
Spycharka stanowi dużą maszynę o zróżnicowanym zastosowaniu, w wyniku czego koniecznym jest wytwarzanie pięciu odmian w celu zaspokojenia potrzeb różnych użytkowników. Składa się ona z szeregu typowych zespołów, co pokazano na rys. 1.



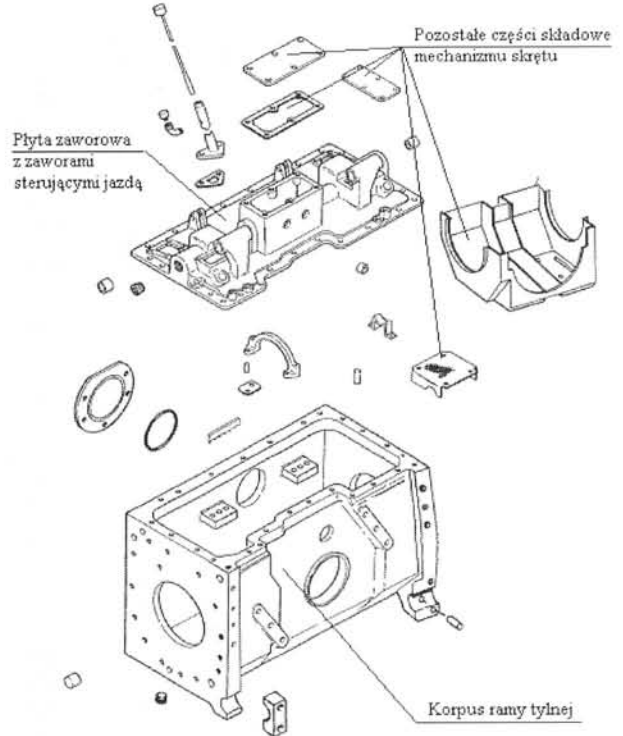
Rys. 1. Ogólny schemat budowy konstrukcyjnej spycharki z zaznaczonymi podstawowymi zespołami.

Jak wynika z rysunku 1 główne elementy usytuowane są na ramie przedniej i ramie tylnej, które w trakcie montażu są ze sobą łączone śrubami. Związane jest to z szeregiem zabiegów i operacji montażowych i niekiedy trudno uzyskać ich dokładne wzajemne usytuowanie. Skłoniło to do podjęcia prac nad zintegrowaniem tych elementów w jeden moduł konstrukcyjny, w którym w trakcie obróbki zapewniono wzajemną dokładność usytuowania elementów spycharki i zmniejszono ogólną pracochłonność jego wykonania (w porównaniu do odrębnego wykonywania ramy przedniej i tylnej i ich łączenia).

Główne elementy ramy przedniej przed zmianą pokazano na rys. 2, a ramy tylnej na rys. 3.

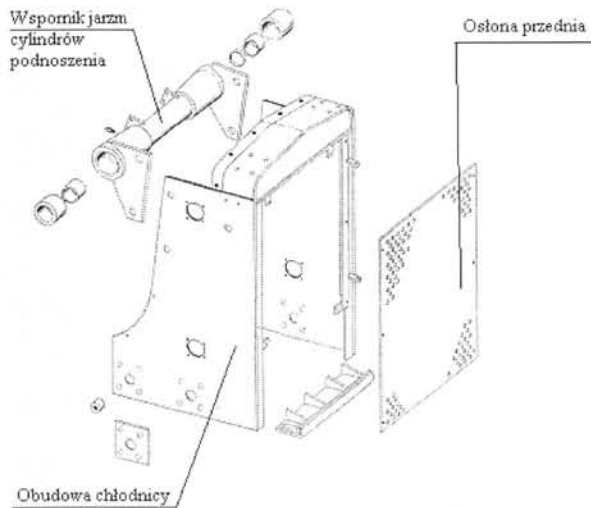


Rys. 2. Przestrzenny schemat konstrukcyjny ramy przedniej z zaznaczonymi jej zasadniczymi elementami.



Rys. 3. Przestrzenny schemat konstrukcyjny ramy tylnej z jej głównymi elementami.

Analizy wytrzymałościowo-sztywnościowe wykazały, że dla wytworzonych typów spycharek możliwym jest opracowanie i wykonanie spawanej ramy głównej integrującej dotychczasową ramę przednią, ramę tylną oraz obudowę chłodnicy, której dotychczasową wersję w postaci odrębnego korpusu łączącego śrubami z ramą przednią (rys. 4).



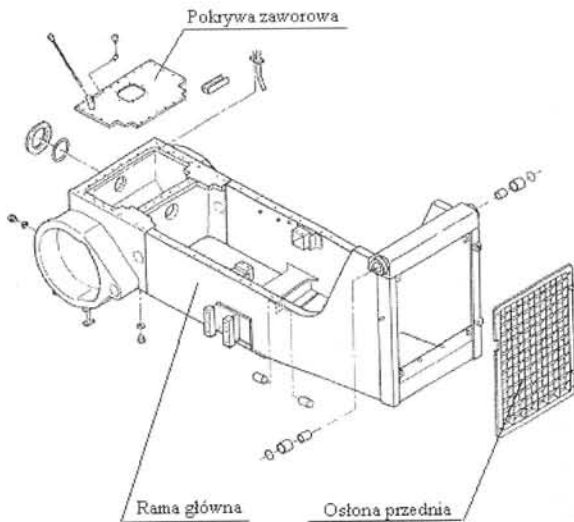
Rys. 4. Schemat korpusu chłodnicy z jego zasadniczymi elementami.

Wynikiem prac analityczno-obliczeniowych było opracowanie modułu integrującego ramę przednią, główną i

obudowę chłodnicy w postaci spawanej, spełniającego jednocześnie wymagania wynikające z typizacji spycharek. Opracowanie i wytwarzanie tego modułu wymagało:

- wykonania koniecznych obliczeń wytrzymałościowych,
- opracowania odpowiedniego oprzyrządowania i doboru technologii spawania,
- przeprowadzenia prób potwierdzających celowość zastosowanych rozwiązań.

Schemat tego modułu pokazano na rys. 6.

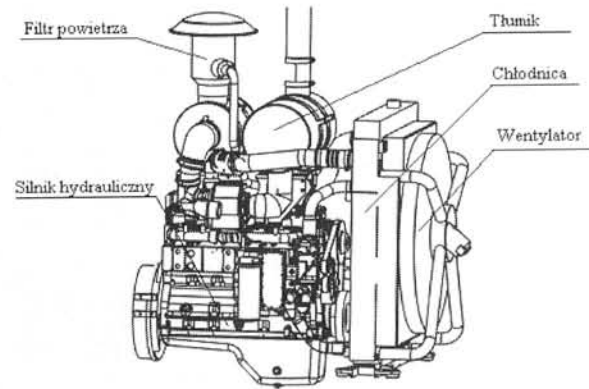


Rys. 5. Schemat konstrukcyjny zintegrowanego modułu kompletnej ramy głównej.

Dzięki wprowadzonym zmianom uzyskano znaczące zmniejszenie pracochłonności prac obróbkowo-montażowych (blisko o 50%), zwiększenie dokładności wzajemnego sytuowania poszczególnych zespołów spycharki, zwiększenie sztywności i wytrzymałości ramy jednolitej, w wyniku czego ustały reklamacje z tego powodu oraz ułatwieniu uległy procesy wytwarzania różnych typów spycharek.

Korzyści uzyskane w przeprowadzonej integracji i ułatwienie prac montażowych były zachętą do dalszych prac mających za zadanie utworzenie zintegrowanych modułów ułatwiających montaż ostateczny spycharki oraz przejście z montażu jednego typu spycharki na inny. Prace te dotyczyły:

1. Przebudowy układu chłodzącego, który we wcześniejszej wersji składał się z chłodnicy, wentylatora umieszczonego na wale silnika oraz obudowy, co utrudniało prace montażowe i ewentualne prace serwisowo-naprawcze. Analiza wykazała możliwość połączenia tych elementów w jeden zintegrowany moduł, w skład którego włączono dodatkowo silnik hydrauliczny (rys. 6).

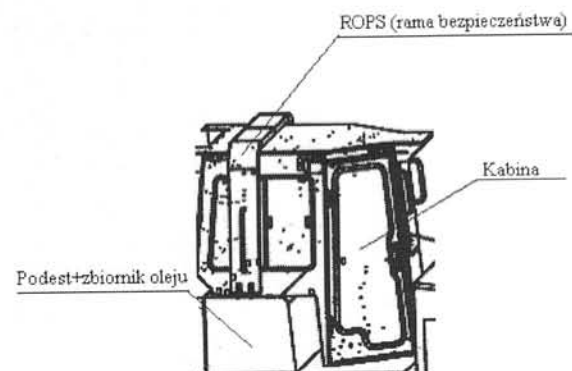


Rys. 6. Zintegrowany moduł montażowy chłodnicy, wentylatora oraz silnika hydraulicznego.

Napęd hydrauliczny wentylatora zastosowano w celu regulacji obrotów wentylatora niezależnie od obrotów silnika. Moduł ten wykonywany jest w kilku typowymiarach, zależnie od mocy silnika napędowego spycharki i daje się łatwo wymienić lub remontować po wyjęciu z ramy spycharki.

2. Przebudowy kabiny spycharki i jej połączenie z podestem. W poprzednich rozwiązaniach kabina bez podestu była nakładana na tzw. podest wtórny, składający się z blach osłonowych ramy i konsoli sterowniczej, przykręconych do błotnika i ramy spycharki. Przy takim rozwiązaniu koniecznym było tworzenie odmiennych kabin dla każdego typu maszyny, przy czym utrudnione były zarówno prace montażowe i demontażowe. W nowym rozwiązaniu integrującym kabinę z podestem uzyskano możliwość opracowania jednej wersji kabiny zakładanej na wszystkie typy spycharek, przy czym zarówno montaż jak i demontaż (np. dla celów transportowych, gdy zdjęcie kabiny wyraźnie zmniejsza gabaryt wysokościowy spycharki) są łatwe i znacznie mniej pracochłonne jak w wersji przed modularyzacją.

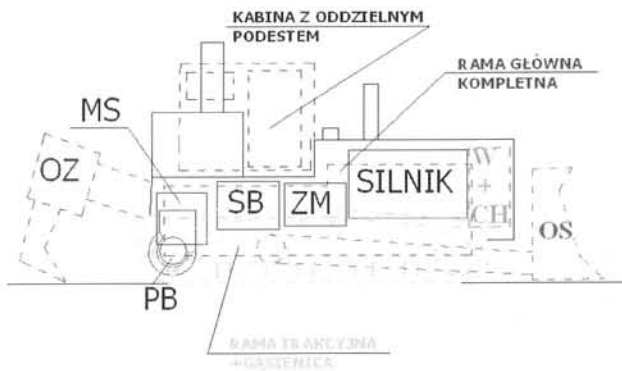
Schemat zintegrowanego modułu kabiny pokazano na rys. 7.



Rys. 7. Schemat zintegrowanego modułu kabiny z podestem.

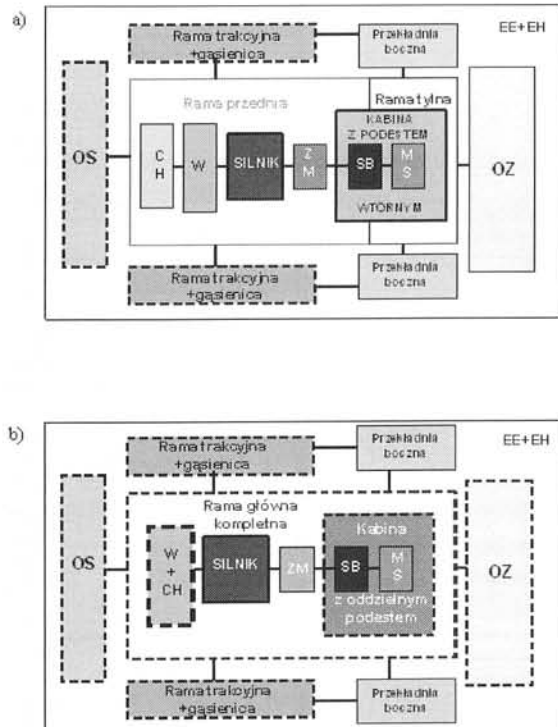
PODSUMOWANIE

Rozmieszczenie poszczególnych elementów w spycharce wskazywałoby na trudność dokonania znaczących zmian, które uprościłyby procesy jej wytwarzania. Usytuowanie poszczególnych elementów składowych w gabarytach spycharki pokazano na rys. 8.



Rys. 8. Rozmieszczenie podstawowych zespołów i modułów na uproszczonym schemacie spycharki przed modularyzacją: SB – skrzynia biegów, PB – przekładnia boczna, MS – mechanizm skrzętu, OZ – osprzęt zrywarkowy, OS – osprzęt spycharkowy, W – wentylator, CH – chłodnica, ZM – zmiennik momentu.

Należy podkreślić, że pojęcie „zespół” i „moduł” są dość zbliżone i ich rozgraniczenie często ma subiektywny charakter, przy czym przyjmuje się, że moduł integruje prostsze zespoły w sposób ułatwiający procesy wytwarzania i remontów, pozwalając obniżyć koszty wytwarzania i eksploatacji. Blokowy układ zespołów i modułów spycharki przed i po modularyzacji pokazano na rys. 9 a i b.



Rys. 9. Ogólny schemat blokowy spycharki, na którym zespoły zaznaczono obrysem linią ciągłą, a moduły – obrysem linią przerywaną; oznaczenia jak na rys. 9, EE + EH – elementy elektryczne i hydrauliczne, a) przed modularyzacją, b) po modularyzacji.

W wyniku przeprowadzonych prac, konstrukcja spycharki, która składała się z 10-ciu zespołów i 3-ch modułów (rys. 9 a), uległa zmianie na konstrukcję składającą się z 3-ch zespołów i 7-miu modułów (zmieniono również konstrukcję osprzętu zrywarkowego, czego w pracy nie omawiano), co znacznie uprościło wykonawstwo i obniżyło koszty wytwarzania czyniąc spycharkę bardziej konkurencyjną na wymagającym rynku międzynarodowym.

Prof. dr hab. inż. Jerzy Łunarski jest kierownikiem Katedry Technologii Maszyn i Organizacji Produkcji Politechniki Rzeszowskiej, mgr inż. Marcin Pyć doktorantem w tej Katedrze. 35-959 Rzeszów ul. W. Pola 2, tel. 017 862 64 97, e-mail: jlkmiop@prz.rzeszow.pl.

c. d. ze str. 26

ASSEMBLY AUTOMATION 4/2005

Rethink assembly design.

Re-analiza metod projektowania.

Technologie RM (Rapid Manufacturing), stwarzają inżynierom mechanikom i technologom dużo szans i możliwości. Zachodzi konieczność przedstawienia jak ich praca i procesy zmieniają się dzięki tym nowym technologiom. RM

stwarza szanse wykorzystania dodatkowych procesów wytwórczych nie tylko w celu wytwarzania prototypów, ale także i zaawansowanych funkcjonalnie części w małych i średnich ilościach, które to procesy mogą wykorzystywać wiele korzystnych cech tych technologii.

Niemiecki Instytut Badań Stosowanych będący konsultantem niezależnych przedsiębiorstw, który pomaga w rozwoju wyrobów i wprowadzaniu nowych procesów wytwa-