

Przygotowanie produkcji z zastosowaniem systemów CAD i CAD/CAM

Manufacturing preparation using CAD and CAD/CAM software

ANDRZEJ ZABORSKI*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2018.7.86>

Przedstawiono możliwość wykorzystania systemów CAD i CAD/CAM do komputerowo zintegrowanego opracowania procesów przygotowania produkcji. Na przykładzie modernizacji dźwigni rygla głowicy maszyny szyjącej omówiono przebieg projektowania wyrobu i przygotowania produkcji z wykorzystaniem obrabiarek sterowanych numerycznie.

SŁOWA KLUCZOWE: komputerowo wspomagane przygotowanie produkcji, systemy CAD i CAD/CAM

A possibility of using contemporary CAD and CAD/CAM systems for computer-integrated developing the processes of preparation products manufacturing is presented. On the example of the modernization of the lock lever of the head of the sewing machine in article discussed design process and production preparation using numerically controlled machines.

KEYWORDS: computer-aided production preparation, CAD and CAD/CAM systems

Wykorzystanie systemów komputerowych typu CAD oraz CAD/CAM do realizacji procesu projektowo-konstrukcyjnego pozwoliło na wprowadzenie gruntownych zmian na wszystkich etapach przygotowania produkcji wyrobu [5,6]: począwszy od pojawienia się koncepcji wyrobu, poprzez etap wstępnych obliczeń, wyboru wariantu ostatecznego rozwiązania konstrukcyjnego, przygotowania dokumentacji, a kończąc na wygenerowaniu kodu sterującego obrabiarką [2–4].

Punktem wyjścia wszelkiego rodzaju prac związanych z komputerowo wspomaganym przygotowaniem procesu wdrożenia do produkcji nowego lub modernizowanego wyrobu musi się stać zaprojektowanie części składowych, z których powstaje (początkowo wirtualnie) projektowany obiekt. Dzieje się to z reguły w wyspecjalizowanych programach CAD lub modułach projektowych zintegrowanych systemów przygotowania produkcji CAD/CAM/CAE.

Komputerowa analiza funkcjonowania projektowanych rozwiązań pozwala na oszacowanie obciążeń i wymuszeń oddziałujących na poszczególne elementy projektowanych urządzeń. Możliwa staje się analiza stanu naprężeń i odkształceń z zastosowaniem np. metody elementów skończonych.

Kolejnym etapem przygotowania produkcji jest wykorzystanie systemów (lub modułów) CAD/CAM do technologicznego przygotowania procesu produkcji (obejmującego wybór obrabiarki, opracowanie poszczególnych operacji obróbkowych, dobór narzędzi i parametrów obróbki).

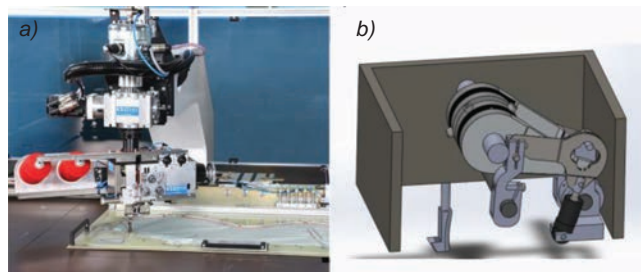
Ostatnim etapem pracy realizowanej w systemie CAD/CAM jest z reguły wykonanie symulacji procesu obróbki

pozwalające na skorygowanie ewentualnych pomyłek oraz wygenerowanie i wyprowadzenie kodu sterującego na sterowaną numerycznie obrabiarkę.

Przykładem takiego podejścia do przygotowania projektu, wykonania i wdrożenia do obróbki detalu jest proces przygotowania produkcji zmodernizowanego elementu przedstawiony w artykule. Zaprezentowano proces przeprojektowania dźwigni rygla stosowanego w głowicy maszyny szyjącej.

Cel modernizacji

Modernizacja maszyny szyjącej sterowanej numerycznie, wykorzystywanej w produkcji wyrobów włókienniczych, miała na celu wyeliminowanie uszkodzeń pojawiających się w trakcie jej pracy [1].



Rys. 1. Maszyna szyjąca podczas procesu szycia (a) i wirtualny model głowicy szyjącej (b)

W trakcie realizacji różnego rodzaju procesów szycia stwierdzono, że najbardziej narażonym na awarie i uszkodzenia zespołem maszyny szyjącej jest głowica szycia urządzenia. Może dojść do przypadkowych kolizji związanych z błędami operatorów lub zużyciem materiałów prowadzącym do zaplątania nici.

Obrotowa głowica szycia maszyny pozwala realizować proces szycia w dowolnym kierunku (rys. 1a). Zmiany kierunku procesu szycia odbywają się w oparciu o program NC sterujący ruchami zarówno głowicy szycia, jak i tacy, na której ułożony jest zszywany materiał.

Najsilniej narażonym na uszkodzenia związane z ewentualną kolizją elementem głowicy jest dźwignia rygla. Również w trakcie realizacji typowych zadań produkcyjnych ten właśnie element jest najbardziej narażony zarówno na pojawianie się gwałtownego przeciążenia prowadzącego do ryzyka jego uszkodzenia, jak również na procesy intensywne zużycia eksploatacyjnego, wynikającego ze znacznych obciążeń powierzchni styku dźwigni z innymi elementami głowicy. W związku z tym działania zostały nakierowane na modernizację tego właśnie elementu maszyny szyjącej [1].

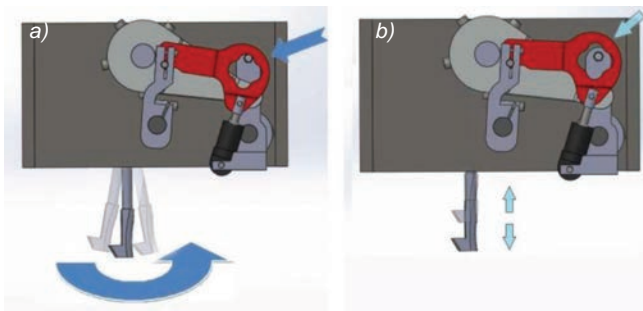
* Dr hab. inż. Andrzej Zaborski prof. PCz (zaborski@itm.pcz.czeszt.pl) – Instytut Technologii Mechanicznych Politechniki Częstochowskiej

Wykorzystanie jednego z systemów CAD (SolidWorks) umożliwia zamodelowanie pracy głowicy w trakcie procesu szycia (rys. 1b).

Punktem wyjścia działań mających zminimalizować awaryjność maszyny szyjącej była analiza pracy dźwigni rygla i oddziałujących na nią obciążeń. Jej praca jest sterowana poprzez elektrozawór uruchamiający siłownik pneumatyczny.

Wysunięcie lub wsunięcie siłownika załącza lub rozłącza ruch kroczący stopki. W momencie szycia do przodu dźwignia rygla znajduje się w pozycji dolnej (rys. 2a). Podczas powrotu maszyny tyłem po skończonym szyciu siłownik zostaje przesterowany, unosząc dźwignię rygla do góry (rys. 2b).

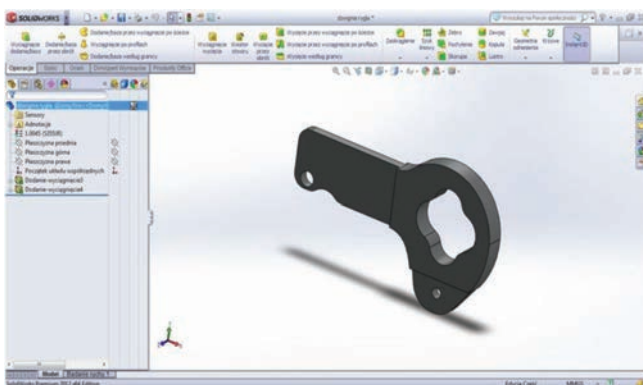
Analizy prowadzone zarówno na modelu wirtualnym, jak i na rzeczywistych elementach pozwoliły wstępnie ustalić założenia modernizacji.



Rys. 2. Praca stopki przy opuszczonej dźwigni rygla (a) i przy podniesionej dźwigni rygla (b)

Opracowanie projektu zmodernizowanego kształtu dźwigni rygla

Opracowanie wstępnej koncepcji modernizacji dźwigni rygla pozwoliło na przejście do etapu komputerowego zapisu konstrukcji z wykorzystaniem wybranego systemu CAD (SolidWorks). Przeprojektowaną dźwignię przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Projekt zmodernizowanej dźwigni rygla

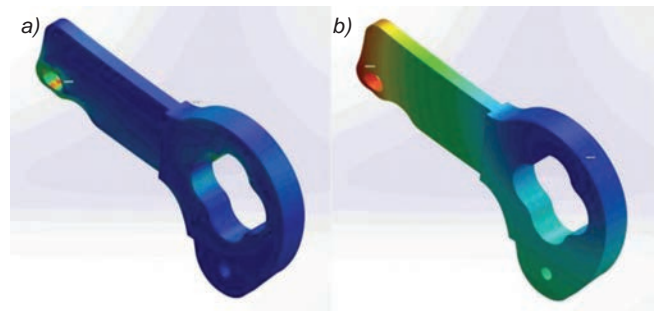
Optymalizacja konstrukcji pod względem wytrzymałościowym

Wirtualna i doświadczalna analiza pracy głowicy szyjącej pozwoliła na oszacowanie obciążeń i wymuszeń oddziałujących na modernizowany element. Program SolidWorks (dodatek SimulationXpress) umożliwia przeprowadzenie symulacji naprężeń i odkształceń elementu metodą MES, tak aby w optymalny sposób mógł on spełniać postawione przed nim zadania funkcjonalne.

Przeprowadzono wirtualne testy zarówno dźwigni w wersji pierwotnej, jak i szeregu wariantów skorygowanego kształtu części. W trakcie symulacji numerycznych przyjęto warunki brzegowe odpowiadające charakterystycznym położeniom dźwigni podczas poprawnej pracy urządzenia.

Analizowano również warunki brzegowe charakterystyczne dla momentów potencjalnych kolizji i awaryjnych zatrzymań głowicy szyjącej. Pozwoliło to na wybór najlepszego ze względów wytrzymałościowych wariantu proponowanych zmian konstrukcyjnych.

Testy symulacyjne przeprowadzono dla sił obciążających dochodzących do 2000 N, co odpowiadało przewidywanym maksymalnym siłom mogącym się pojawić w trakcie potencjalnych kolizji. Rozkład naprężeń zredukowanych i odkształceń zmodyfikowanej dźwigni dla tej maksymalnej siły obciążającej przedstawiono na rys. 4.



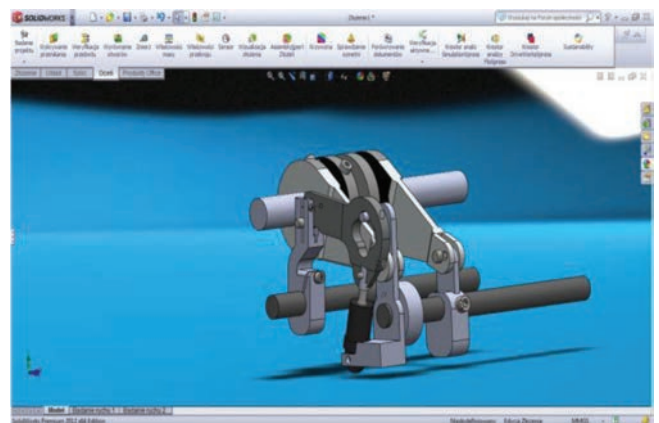
Rys. 4. Rozkład naprężeń zredukowanych (a) i odkształceń (b) zmodernizowanej dźwigni rygla

Analiza symulacyjna pozwoliła stwierdzić, że w trakcie potencjalnych kolizji w żadnym punkcie zmodernizowanej konstrukcji nie doszło do przekroczenia granicy plastyczności wybranego materiału. Zarazem podczas stabilnej pracy maszyny nie dochodziło do nadmiernych obciążeń przeprojektowanego elementu.

Symulacja działania przeprojektowanego rozwiązania głowicy szyjącej

Przyjęcie ostatecznego kształtu i wymiarów przeprojektowanego rozwiązania dźwigni rygla pozwoliło na sprawdzenie działania i skorygowanie kształtów pozostałych elementów składowych głowicy szyjącej (rys. 5).

Weryfikacji i korektom podlegały elementy składowe głowicy współpracujące z dźwignią rygla (mimośród prawy i lewy, trzpienie, dźwignia transportu igielnicy, tuleja blokująca itd.).



Rys. 5. Mechanizm zmodernizowanej głowicy szyjącej

Przygotowanie procesu wykonania dźwigni rygla

Proces technologiczny opracowano z myślą o realizacji obróbki zmodernizowanej dźwigni rygla wykonywanej na konkretne, jednostkowe potrzeby.

Przygotowanie procesu technologicznego na OSN rozpoczęto od wczytania trójwymiarowego modelu dźwigni rygla do systemu CAM (EdgeCAM) i zdefiniowania kształtu półfabrykatu. Obrys półfabrykatu utworzono na bazie wczytanych kształtów dźwigni. Wykorzystano uchwyt obróbkowy (imadło).

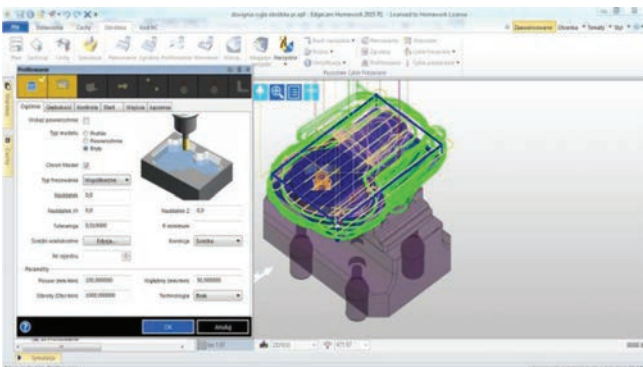
Kolejną czynnością realizowaną w programie jest ustalenie punktu zerowego w narożniku półfabrykatu i wybór obrabiarki wraz z postprocesorem. Po uruchomieniu wyszukiwania cech materiału program automatycznie przeprowadza badanie płaszczyzn, otworów, kieszeni i stempeli.

Plan obróbki obejmował:

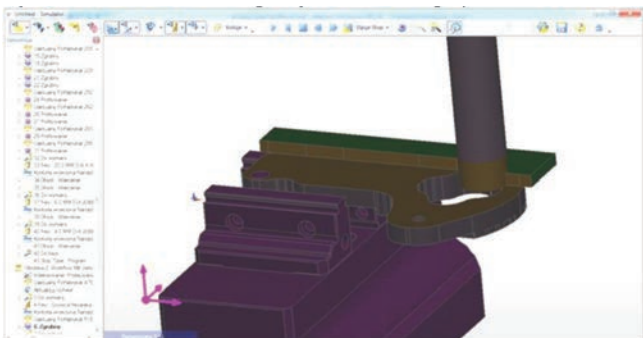
- **zamocowanie pierwsze:** zgrubny płaski region płaszczyzna górna, zgrubny stempel obwodowo, zgrubny kieszeń otwarta 1, zgrubny kieszeń otwarta 2, zgrubny stempel obwodowo zaokrąglenia, wykańczający stempel obwodowo, wykańczający stempel obwodowo zaokrąglenia, zgrubny kieszeń, wykańczający kieszeń otwartą 1, wykańczający kieszeń otwartą 2, wykańczający kieszeń, nawiercanie punktów pod wiercenie, wiercenie otwór $\varnothing 6$, wiercenie otwór $\varnothing 8$,

- **zamocowanie drugie:** obróbka zgrubna płaski region, obróbka zgrubna kieszeń otwarta 1, obróbka zgrubna kieszeń otwarta 2, obróbka wykańczająca kieszeń otwarta 1, obróbka wykańczająca kieszeń otwarta 2.

Dla wszystkich przewidzianych w procesie obróbki zabiegów obróbkowych należało zdefiniować parametry technologiczne i wybrać z dostępnej bazy właściwe narzędzie obróbkowe. Przykładowy proces doboru parametrów obróbki dla zabiegu wykończeniowego profilowania przedstawiono na rys. 6. W podobny sposób przeprowadzono przedstawione na rys. 7 przygotowanie zabiegów realizowanych w drugim zamocowaniu.

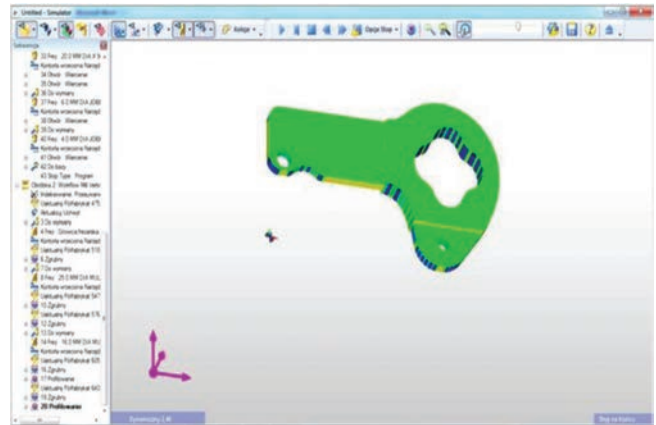


Rys. 6. Definiowanie zabiegu wykończeniowego profilowania



Rys. 7. Wizualizacja zabiegu obróbki zgrubnej powierzchni w drugim zamocowaniu

Ostatnim etapem pracy z systemem CAD/CAM było przeprowadzenie wirtualnej symulacji procesu obróbki. Symulacja 3D pozwala na sprawdzenie obróbki pod względem poprawności wykonania detalu oraz sprawdzenie ewentualnych kolizji na maszynie. Ważną i przydatną funkcją realizowaną przez system EdgeCAM jest weryfikacja dokładności wykonania zestawiająca odchyłki pomiędzy wykonanym „wirtualnie” w symulatorze detalem a wymiarami zaprojektowanego detalu wczytanego z pliku CAD (rys. 8).



Rys. 8. Weryfikacja dokładności wykonania detalu

Weryfikacja poprawności realizacji przygotowanego procesu obróbki oraz eliminacja ewentualnych błędów umożliwiła wygenerowanie kodu sterującego obrabiarką numeryczną i przygotowanie dokumentacji technologicznej procesu obróbki.

Podsumowanie

Prezentowano przykład kompleksowego przygotowania procesu produkcji: począwszy od koncepcji, poprzez rysunek, weryfikację wytrzymałościową zmodyfikowanego kształtu detalu, weryfikację poprawności działania zmodernizowanego mechanizmu, opracowanie technologii, aż do uzyskania gotowego programu sterującego obrabiarką. Wykorzystanie współczesnych dostępnych na rynku systemów CAD/CAM/CAE nie tylko przyspiesza proces projektowania i opracowania technologii, ale także wyraźnie poprawia jakość przygotowanych procesów produkcyjnych.

LITERATURA

1. Staniec P. „Komputerowo wspomagane opracowanie technologii obróbki wyrobu na OSN”. Praca dyplomowa inżynierska. Instytut Technologii Mechanicznych. Częstochowa: Politechnika Częstochowska, 2015.
2. Tagowski M., Zaborski A. „Przygotowanie produkcji wyrobów przy zastosowaniu systemów CAD i CAD/CAM”. *Mechanik*. 88, 7 (2015): s. 568/849–856 (CD).
3. Tagowski M., Zaborski A. „Przygotowanie produkcji wyrobów na OSN przy zastosowaniu systemów CAD/CAM”. *Mechanik*. 89, 7 (2016): s. 846–847.
4. Tagowski M., Zaborski A. „Komputerowo wspomagane przygotowanie wykonania oprzyrządowania technologicznego przy wykorzystaniu systemów CAD/CAM”. *Mechanik*. 90, 7 (2017): s. 578–580.
5. Zaborski A., Tubielewicz K. „Zastosowanie systemów CAD/CAM do komputerowo wspomaganego przygotowania produkcji”. *Mechanik*. 77, 8–9 (2004): s. 588–591.
6. Zaborski A., Tubielewicz K. „Przygotowanie produkcji przy zastosowaniu systemów komputerowych”. *Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej*. 56, 1 spec. (2007): s. 127–138.