

# Biblioteka 3D CAD modeli elementów uniwersalnych przyrządów składanych

## 3D CAD models library of flexible clamping system

MICHAŁ KARPIUK  
KATARZYNA SIECZKA  
KRYSPIŃ GŁĄZ\*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2018.1.14>

Opisano aspekty związane z przygotowaniem i użytkowaniem zaprojektowanej do konkretnego systemu CAD biblioteki modeli na przykładzie projektowania uchwytów składanych.

**SŁOWA KLUCZOWE:** CAD, biblioteka modeli CAD, oprzyrządowanie technologiczne

*Described are the aspects of preparing and using 3D CAD models library dedicated to the CAD system by the example of flexible clamping system.*

**KEYWORDS:** CAD, CAD models library, flexible clamping system

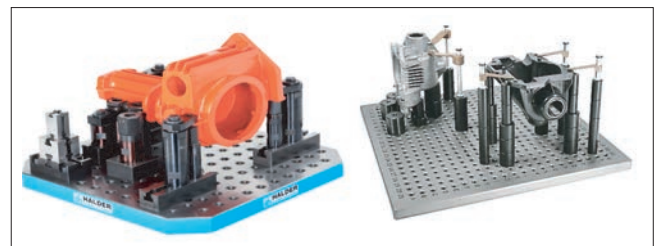
Jednym z podstawowych warunków nadania przedmiotowi odpowiedniego kształtu podczas obróbki mechanicznej jest jego ustalenie oraz zamocowanie w określonym położeniu. W tym celu stosowane są przyrządy i uchwyty obróbkowe [3]:

- uchwyty normalne (handlowe) – produkowane przez wyspecjalizowane zakłady i przeznaczone do ustalania i mocowania przedmiotów o stosunkowo prostych kształtach (m.in.: uchwyty samocentrujące dwu-, trzy- i czteroszczękowe, imadła maszynowe, trzpienie tokarskie); są to z reguły uchwyty uniwersalne, przeznaczone nie do obróbki określonej części, ale do grupy części technologicznie podobnych;
- uchwyty specjalizowane – uchwyty normalne z dodatkowym wyposażeniem;
- uchwyty specjalne – uchwyty stosowane w produkcji seryjnej i wielkoseryjnej, gdy przedmiot poddawany obróbce ma kształt, który utrudnia jego poprawne ustalenie oraz zamocowanie, lub gdy istotny jest czas uruchomienia procesu wytwarzania; do ich wykonania wykorzystywane są elementy znormalizowane oraz projektowane od podstaw;
- uchwyty składane.

### Uniwersalne przyrządy składane (UPS)

Uniwersalnymi przyrządami składanymi zastępuje się uchwyty specjalne, których zaprojektowanie i wykonanie jest bardzo pracochłonne. Uchwyty montuje się z kompletu kilkudziesięciu części uniwersalnych służących do ustalenia, zamocowania przedmiotu obrabianego, ale również prowadzenia narzędzi. Elementy UPS sprzedawane są

w kompletach zawierających części potrzebne do złożenia zaprojektowanego uchwytu. Dostępne są uchwyty, w których zastosowano siatkę z rozstawionymi otworami, z rowkami teowymi rozmieszczonymi w sposób krzyżowy lub w systemie mieszanym. Na rys. 1 przedstawiono przykładowe uchwyty składane.



Rys. 1. Przykładowe uchwyty UPS

Główne zalety uniwersalnych przyrządów składanych to [3]:

- krótki czas montażu uchwytu,
- możliwość wykorzystania kompletu uniwersalnych przyrządów składanych do złożenia różnych uchwytów,
- wykorzystanie uchwytu składanego do przeprowadzenia badania w celu wykonania skomplikowanego uchwytu specjalnego,
- brak konieczności posiadania magazynów uchwytów specjalnych przy produkcji jednostkowej lub małoseryjnej.

Cechą charakterystyczną uchwytów składanych jest to, że uchwyt może zostać zmontowany na podstawie odrębnego szkicu, rysunku konstrukcyjnego przedmiotu z zaznaczonymi już obrobionymi bazami obróbkowymi i powierzchniami podlegającymi obróbce albo na podstawie dostarczonego przedmiotu z obrobionymi bazami obróbkowymi [3].

W przypadku bardziej skomplikowanych uchwytów lub wykorzystania zestawu elementów UPS w celu projektowania uchwytów specjalnych nieodzowne staje się zastosowanie technik CAX.

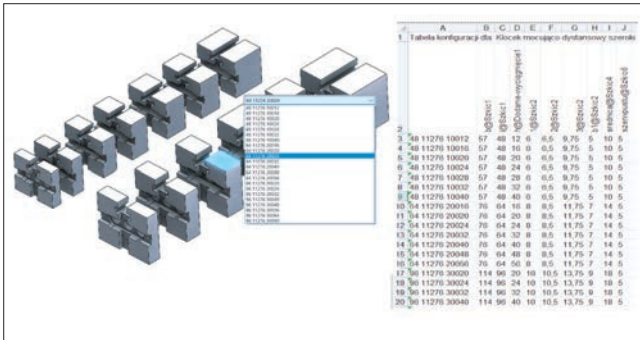
### Komputerowo wspomagane projektowanie uchwytów obróbkowych opartych na UPS

Producenci UPS udostępniają cyfrowe biblioteki swoich produktów w formatach plików, które można otworzyć praktycznie w każdym systemie CAD. Systemy CAD mają swoje funkcjonalności, rozwijane z wersji na wersję, umożliwiające automatyzację prac projektowych, które jednak mogą być zastosowane jedynie na wcześniej

\* Dr inż. Michał Karpiuk (karpiuk@mech.pk.edu.pl) – Wydział Mechaniczny Politechniki Krakowskiej; mgr inż. Katarzyna Sieczka; mgr inż. Kryspin Głaz

przygotowanych plikach. Proces przygotowania dedykowanej biblioteki cyfrowej 3D CAD został przedstawiony na przykładzie kompletu UPS systemu rowkowego w oprogramowaniu SOLIDWORKS.

W pierwszym kroku należy opracować modele parametryczne wszystkich elementów kompletu UPS na podstawie dokumentacji technicznej w taki sposób, aby w jednym pliku znajdowały się wszystkie warianty poszczególnych typów części. W tym zakresie SOLIDWORKS umożliwia generowanie wariantów na bazie tabeli konfiguracji oraz funkcjonalność „równania”, dzięki której do modelu można integrować wiedzę poprzez zastosowanie zależności logicznych i matematycznych między cechami.



Rys. 2. Model w konfiguracji

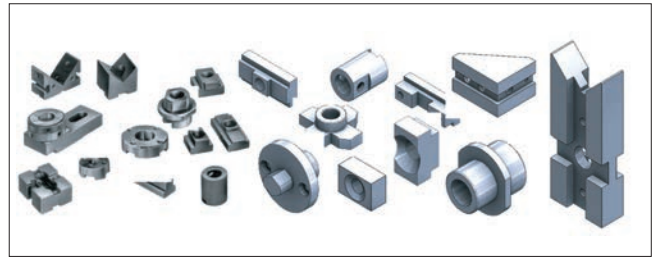
Pliki oraz zdefiniowane w nich konfiguracje należy zapisać z identyfikującą je jednoznacznie nazwą i umieścić w folderach odpowiednio przygotowanej struktury biblioteki odzwierciedlającej ich funkcje w uchwycie. Typowy komplet UPS składa się z elementów należących do: podstawy, elementów ustalających, elementów mocujących, elementów złącznych oraz innych.

Elementy podstaw odgrywają zasadniczą rolę w budowie przyrządu UPS. Przede wszystkim stanowią jego fundament, wiążący w sztywną całość ściany boczne, elementy prowadzące narzędzi, elementy mocujące przedmiot obrabiany lub inne części składowe UPS. Wymiar powierzchni roboczej płyty podstawowej decyduje o wielkości przedmiotu obrabianego. Za pomocą podstawy przyrząd UPS jest ustawiany i ustalany na stole obrabiarki. W grupie podstaw występują m.in. płyty prostokątne, okrągłe oraz kątowniki [8].



Rys. 3. Przykładowe elementy podstawowe UPS

Elementy ustalające to grupa części służących do ustalenia zarówno przedmiotu obrabianego, jak i pozostałych przyrządów. Konstrukcyjnie różnią się od podstaw wykonaniem – ich powierzchnie są obrobione z większą dokładnością, a do wyboru jest więcej wersji wymiarowych. Na rys. 4 przedstawiono przykładowe elementy ustalające. W tej grupie wyróżnia się m.in.: kołki, kołki nastawne,



Rys. 4. Przykładowe elementy ustalające UPS

podstawki stałe, czopy walcowe, kątowniki, pryzmy, płytki podporowe, elementy z pochyłymi powierzchniami.

Zadaniem elementów mocujących jest zapewnienie niezmienności położenia przedmiotu obrabianego, określonej elementami ustalającymi i oporowymi. Elementy mocujące przenoszą siły mocujące na przedmiot, zapewniając wymaganą sztywność układu przyrząd–przedmiot–narzędzie [8]. Można wyróżnić kilka typów elementów mocujących, np.: łapy dociskowe, łapy dociskowe obrotowe, dźwigniowe zespoły mocujące czy zespoły z tuleją zaciskową.



Rys. 5. Przykładowe elementy mocujące UPS

Dodatkowo należy wyróżnić szeroko pojęty asortyment śrub, podkładek i nakrętek. Nie powinno się używać śrub mniejszych niż z gwintem M12 ze względu na duże siły obciążenia mocowań przedmiotu obrabianego. Najczęściej wykorzystuje się śruby z gwintem M12 oraz M16. Występują również śruby dwustronne, hakowe, oczkowe, z gniazdem oraz śruby z rękojeścią.



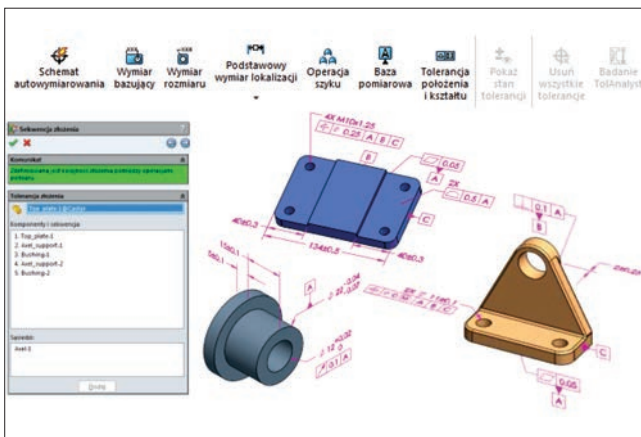
Rys. 6. Przykładowe elementy złączne UPS

Modele wymienionych elementów biblioteki należy wyposażać w informacje dodatkowe – np. o materiale, masie, opisie, nazwie, normie – zapisywane we właściwościach dostosowanych lub specyficznych dla konfiguracji. Te pobierane są podczas generowania zestawienia użytych elementów UPS ze zmontowanego wirtualnie uchwytu.

Ponadto w trakcie budowania biblioteki należy wykorzystać potencjał samego oprogramowania – tu SOLIDWORKS – który wspomże konstruktora w zautomatyzowaniu powtarzalnych czynności. Omawiane

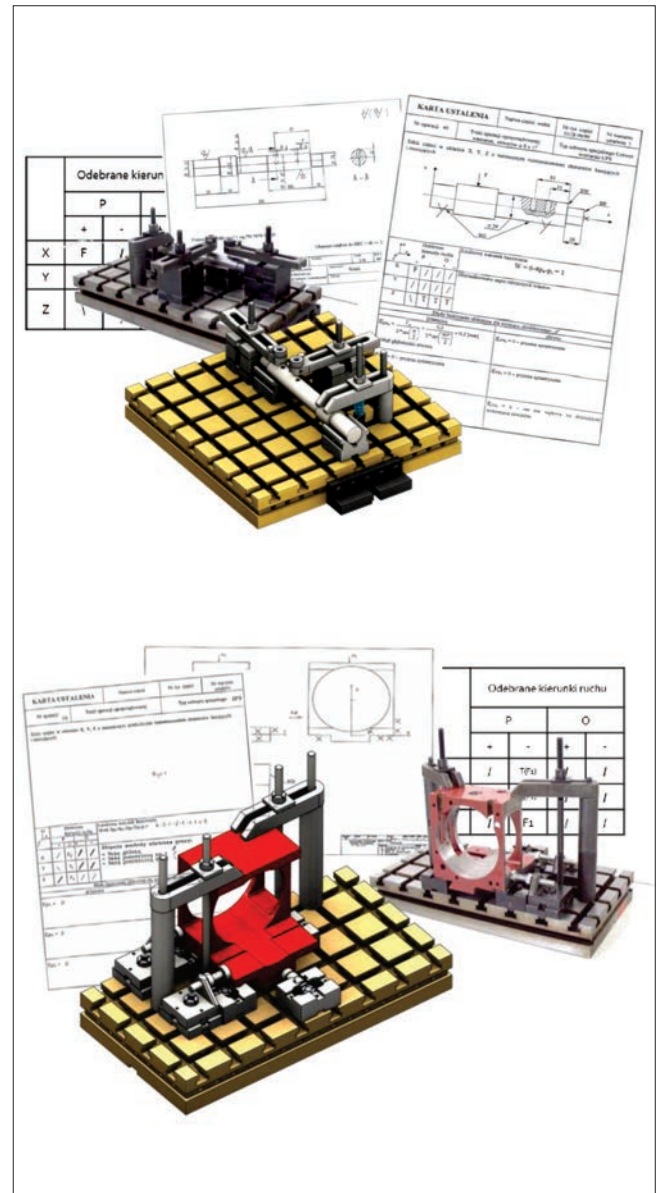
oprogramowanie pozwala na budowanie „inteligentnych komponentów”. Dzięki tej funkcjonalności możliwe jest dodanie do modelu złożenia uchwytu „inteligentnego komponentu” wraz z modelami wcześniej skojarzonymi oraz operacjami modyfikującymi geometrię brył w modelach projektu. Po przeciągnięciu takiego pliku na obszar 3D oprogramowanie automatycznie wybiera jego konfigurację poprzez dopasowanie wymiaru sterującego, pobranego z elementu geometrii modelu, na którym konstruktor zatrzyma kursor myszy. Dodatkowo „inteligentny komponent” może zostać wyposażony w tzw. odniesienia wiązań, które umożliwią dodanie wiązań w modelu złożenia docelowego w podobny sposób, jak w przypadku wyboru konfiguracji, tj. poprzez zatrzymanie kursora myszy na elemencie, z którym ma nastąpić powiązanie.

Podczas projektowania uchwytów nieodzowna jest analiza błędów mających wpływ na dokładność wymiarów i położenia obrabianych przedmiotów. Błąd ustalenia – który wynika z niedokładności wykonania i działania elementów mających wpływ na położenie i wymiary obrabianych powierzchni – można analizować w zintegrowanym z SOLIDWORKS dodatku TolAnalyst. Ta funkcjonalność wymaga wprowadzenia do modeli 3D CAD adnotacji wymiarowania i tolerowania geometrycznego poprzez dedykowane narzędzie DimXpert. Modele biblioteki elementów UPS powinny zatem zostać jednoznacznie i jawnie opisane w systemie GD&T.



Rys. 7. Narzędzia DimXpert i TolAnalyst [9]

Tak przygotowane modele biblioteki uniwersalnych przyrządów mają usprawnić pracę konstruktorów uchwytów, co zostało sprawdzone na przykładach – zaprojektowanych uchwytach UPS do wyznaczonych operacji w procesie technologicznym obróbki (rys. 8). W środowisku 3D CAD SOLIDWORKS przeprowadzono podstawowy etap projektowania – analizę ustalenia przedmiotu. Określono bazy główne przedmiotu, umieszczono przedmiot w układzie odniesienia, a następnie odebrano mu swobodne ruchy przez zetknięcie baz głównych z elementami podporowymi dobranymi z biblioteki. W następnym kroku odbierano kolejne stopnie swobodny przez zetknięcie baz pomocniczych z dalszymi modelami zespołów stanowiących elementy podporowe. Na końcu określono kierunki działania składowych sił mociujących, dobrano z biblioteki modele zespołów mociujących i przeanalizowano błędy ustalenia. Wygenerowano również dokumentację techniczną, zestawienia oraz instrukcje montażowe.



Rys. 8. Uchwyt obróbkowe UPS

Reasumując, biblioteki zaprojektowane do konkretnego systemu CAD oferują konstruktorowi większą elastyczność oraz znacząco przyspieszają projektowanie, np. uchwytów obróbkowych, w porównaniu z użytkowaniem i implementowaniem modeli z bibliotek producenckich.

#### LITERATURA

1. Ansjerow M. „Uchwyt i przyrządy do tokarek i szlifierek”. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Techniczne, 1951.
2. Dobrzański T. „Przyrządy i uchwyt obróbkowe”. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 1956.
3. Feld M. „Uchwyt obróbkowe”. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2002.
4. Jackiewicz T. „Uniwersalne przyrządy składane”. *Wiadomości Warsztatowe*. Warszawa 1992.
5. Jasica A., Samek A., Szybalski K. „Zasady bazowania przedmiotów w uchwytach obróbkowych”. Mielec: 1975.
6. Kęska P. „SolidWorks 2013. Konstrukcje spawane. Arkusze blach. Projektowanie w kontekście złożenia”. Warszawa: CADvantage, 2013.
7. Samek A. „Projektowanie oprzyrządowania technologicznego”. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1976.
8. Wiśniewski J., Miracki W. „Uniwersalne przyrządy składane”. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 1964.
9. www.solidworks.com.