

Mateusz CHLEBICKI, Zbigniew BUDNIAK

MODELOWANIE FORMY WTRYSKOWEJ DO FORMOWANIA OSŁONY SILNIKA SAMOCHODOWEGO

Streszczenie

W artykule przedstawiono metodykę tworzenia formy wtryskowej, przeznaczonej do formowania górnej osłony silnika samochodu osobowego, na podstawie analizy formowania tworzywa. Model wypraski wykonano zgodnie z przyjętymi założeniami konstrukcyjnymi w środowisku modelowania przestrzennego CAD.

Słowa kluczowe: forma wtryskowa, CAD/CAE, matryca, stempel, wypraska.

WSTĘP

Oczekiwania producentów wyrobów wtryskiwanych, odnośnie gwarancji jakości oraz terminowości wykonania form, wymuszają na konstruktorach nieustanne poszukiwanie nowych rozwiązań, rozwijanie oraz unowocześnianie technologii produkcji, narzędzi wykorzystywanych do przetwórstwa tworzyw sztucznych. W latach ubiegłych, tradycyjny sposób konstruowania opierał się na stosowaniu pewnych wyuczonych zasad, kreowanych na podstawie doświadczeń, jednak bez znajomości charakterystycznych dla form wtryskowych przemian fizycznych zachodzących w jej wnętrzu. Jako podstawowe źródło przekazu informacji, służących do wytworzenia formy traktowany był rysunek techniczny. Dokumentacja dwuwymiarowa nie oddawała jednak pełnego odzwierciedlenia geometrii wyrobu, a budowa form wtryskowych na podstawie powyższej metody sprawiała niejednokrotnie wiele trudności z uwagi na brak możliwości odwzorowania obiektu trójwymiarowego za pośrednictwem rysunku technicznego.

Zagadnienie komputerowego projektowania form wtryskowych w obecnych czasach nabiera coraz szerszego znaczenia. Dzieje się tak dzięki stale rosnącemu popytowi na produkty powtarzalne, charakteryzujące się wysoką jakością, wytwarzane w jak najkrótszym czasie i możliwie najtańszym sposobem. Rozwój technik analitycznych, bazujących na skomplikowanych równaniach matematycznych pozwolił na przeprowadzanie zaawansowanych analiz projektowych nie tylko na poziomie centrów badawczych, dysponujących kosztownymi narzędziami i wysoko wykwalifikowaną kadrą, w biurach konstrukcyjnych, gdzie dany wyrób jest produkowany. Dzięki temu zostały zatarte podziały specjalizacyjne, zajmujące się produkcją form wtryskowych, na danym etapie realizacji procesu (projektowanie, obliczenia, produkcja wyrobu i oprzyrządowania), dając konstruktorowi narzędzie niezbędne do prawi-

dłowego projektowania wyrobu z uwzględnieniem wszystkich zjawisk towarzyszących produkcji a następnie pracy narzędzia.

W przedstawionym artykule, jako przykład wykorzystania systemu CAD do projektowania form wtryskowych, posłużono się opracowanym modelem wypraski osłony silnika samochodu osobowego [1].

1. MODEL PARAMETRYCZNY WYPRASKI

Model wypraski utworzono w zintegrowanym systemie komputerowym CAD/CAE. Do modelowania wypraski wykorzystano program SolidWorks. Do analiz numerycznych wybrano aplikację Autodesk Moldflow, pozwalającą ocenić prawidłowość wykonania części na bazie przyjętej technologii wtryskiwania tworzyw sztucznych. Unikalne, bazujące na funkcjach matematycznych możliwości modelowania części, pozwoliły na zaprojektowanie modelu bryłowego charakteryzującego się skomplikowanym kształtem [2].

Na rysunku 1 pokazano model wypraski, którym jest osłona silnika spalinowego samochodu osobowego, charakteryzująca się niepowtarzalnym designem oraz założoną funkcjonalnością użytkownika.



Rys. 1. Model parametryczny osłony silnika samochodowego

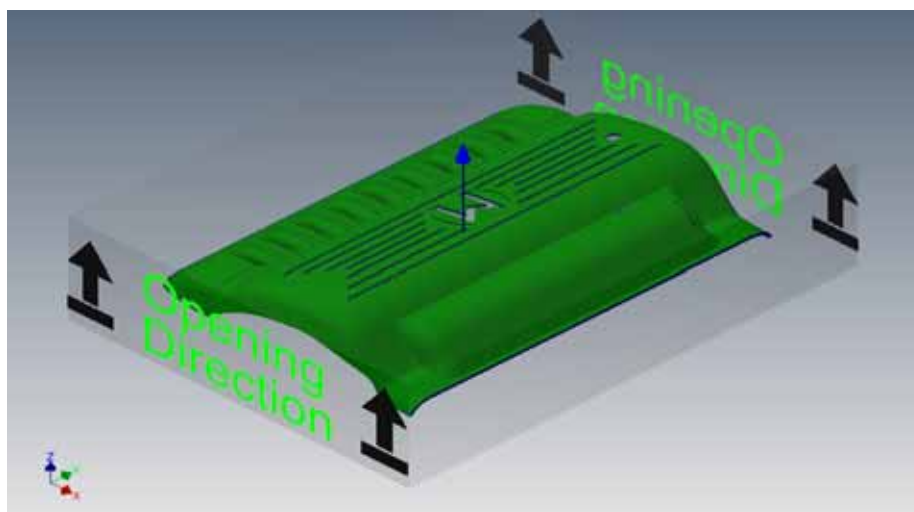
Źródło: Opracowanie własne.

Po wykonaniu bryły bazowej, przeprowadzono dalsze modelowanie części. Za pomocą narzędzi SolidWorks, bazujących na operacjach Boolowskich, oraz operacji uzupełniających modelowania powierzchniowego, projektowanej wypraski został nadany finalny kształt.

2. PROJEKT FORMY WTRYSKOWEJ

Projektowanie form wtryskowych jest bardzo czasochłonne w przypadku korzystania z tradycyjnych narzędzi CAD. Wykorzystując możliwości wyspecjalizowanych aplikacji Autodesk Inventor Tooling, czas tworzenia konstrukcji wyrobu zostaje znacznie zredukowany. Wczytanie modelu wypraski, przygotowanej lub zaimportowanej do Autodesk Inventor, staje się podstawą dalszych prac projektowych.

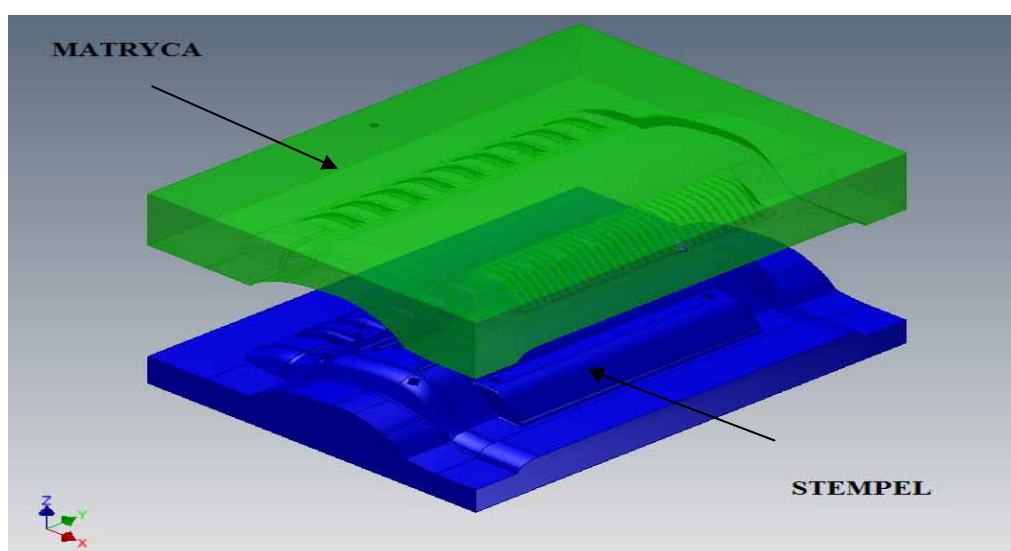
Projektowanie formy wtryskowej rozpoczyna się od modelowania gniazda formującego. Zaimportowany model należy odpowiednio zorientować w układzie współrzędnych i ustalić kierunek otwierania formy. Na rysunku 2 przedstawiono orientację wypraski z oznaczonym kierunkiem otwierania formy.



Rys. 2. Orientacja wypraski z oznaczonym kierunkiem otwierania formy

Źródło: Opracowanie własne.

Właściwa orientacja wypraski, wzdłuż osi X, umożliwia późniejsze generowanie powierzchni podziału formy wtryskowej, na podstawie której wkładka gniazda formującego zostaje podzielona na część stempłową oraz matrycową (rys. 3).

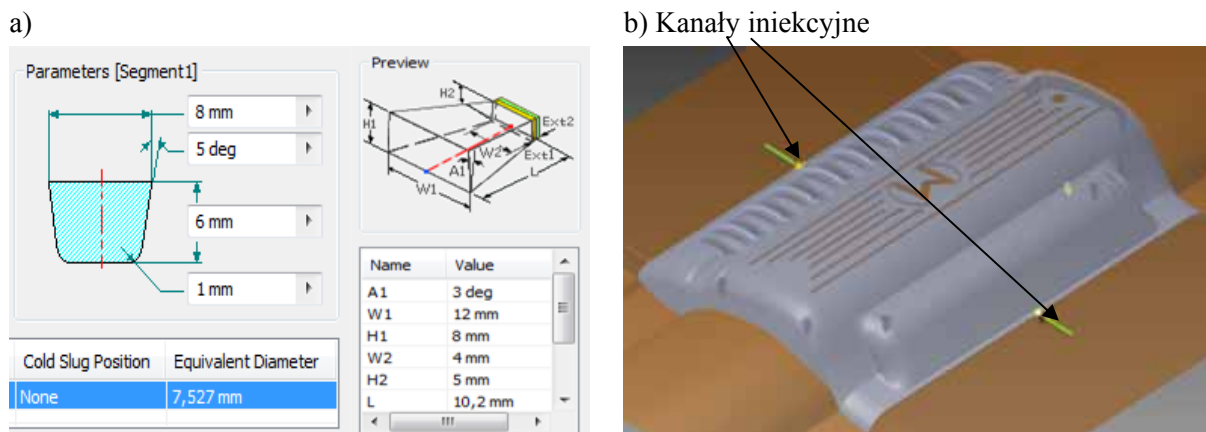


Rys. 3. Podział wkładki formującej na część stempłową oraz matrycową

Źródło: Opracowanie własne.

Układ wlewowy jest jednym z najważniejszych układów funkcjonalnych formy wtryskowej. Składa się on systemu kanałów, którymi uplastycznione tworzywo, pokonuje drogę pomiędzy dyszą wtryskarki i gniazdem formy. Kanały wlewowe składają się z następujących części składowych: kanału wlewowego współosiowego z wtryskarką, kanałów doprowadzających oraz przewężki (zwężone ujęcie kanału do gniazda formy).

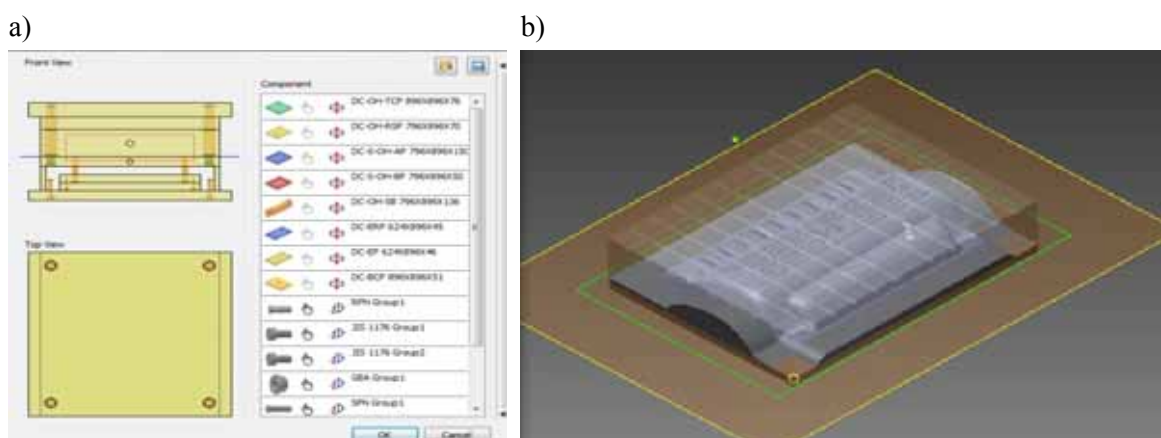
Na początku modelowania układu wlewowego, należy określić położenie kanałów doprowadzających tworzywo, oraz miejsce ich styku z powierzchnią wytwarzanego detalu. Następnie konstruktor określa geometrię układu wlewowego w zależności od specyfiki procesu formowania wypraski. Na rysunku 4a pokazano okno Create Runner oraz Create Gate w którym użytkownik programu Inventor definiuje parametry układu wlewowego. Widok usytuowania kanałów iniekcyjnych przedstawiono na rysunku 4b.



Rys. 4. Modelowanie układu wlewowego tworzywa, gdzie: a) definiowanie parametrów kanałów doprowadzających tworzywo, b) widok usytuowania kanałów iniekcyjnych

Źródło: Opracowanie własne.

Obudowa formy wtryskowej służy do połączenia wszystkich elementów i układów funkcjonalnych w jedną całość. Korpus formy składa się z szeregu komponentów, z których wymienić można: zespoły płyt, elementy dystansowe, centrujące oraz złączne. Tworzenie zabudowy formy wtryskowej w programie Inventor Tooling odbywa się przez dobranie komponentów korpusu formy wtryskowej (rysunek 5a). Proces projektowania przebiega intuicyjnie, konstruktor oprzyrządowania, ma jednak możliwość edycji doboru, geometrii oraz położenia poszczególnych części składowych korpusu. Widok korpusu formy wtryskowej pokazano na rysunku 5b.

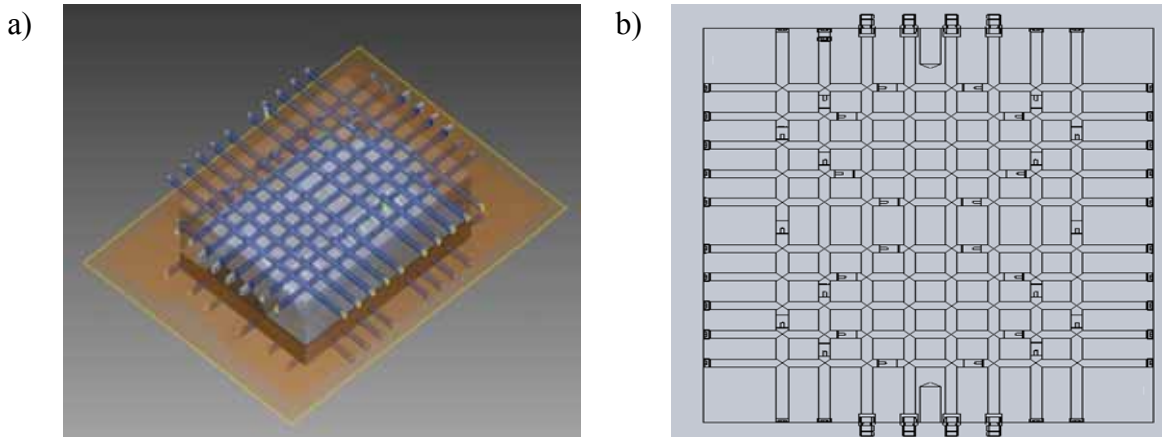


Rys. 5. Dobór korpusu formy wtryskowej, gdzie: a) narzędzia edycyjne, b) widok korpusu

Źródło: Opracowanie własne.

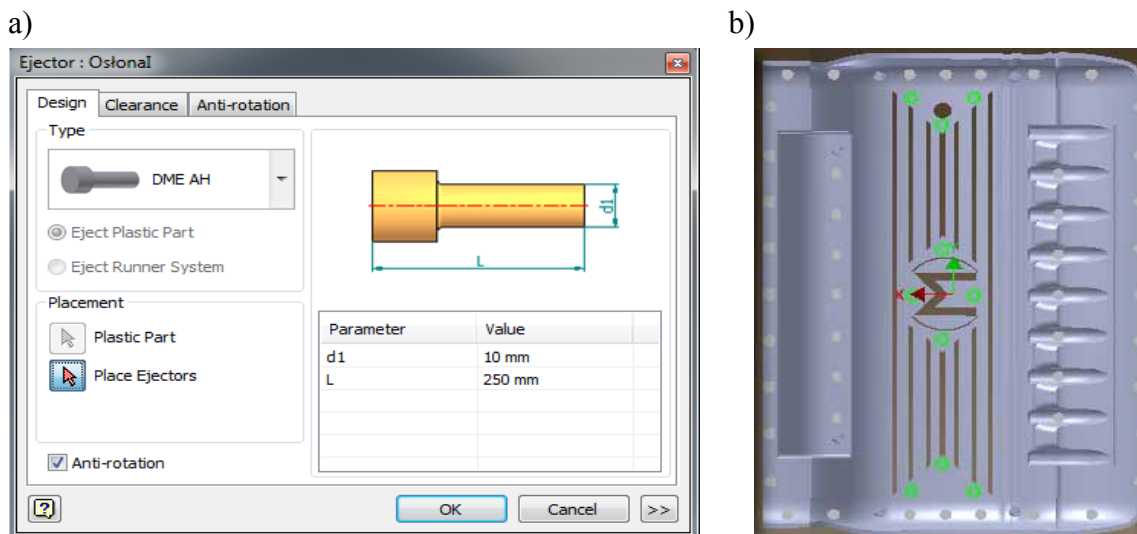
Zadaniem układu regulacji temperatury formy wtryskowej, jest odprowadzenie ciepła z gniazda formującego, wypełnionego uplastycznionym tworzywem, a następnie wytworzenie równomiernego rozkładu temperatur wewnątrz formy. Przy projektowaniu układu regulacji temperatury należy pamiętać, że w trakcie realizacji cyklu przetwórczego, od momentu iniekcji tworzywa, aż do usunięcia gotowego wyrobu zachodzi szereg zjawisk fizycznych, a sama forma wtryskowa stanowi zamknięty układ termodynamiczny [2]. Model układu chłodzenia formy wtryskowej pokazano na rysunku 6.

Bilans cieplny formy wykazał, że kanały o przekroju 20 mm, umożliwią wystarczające odprowadzenie ciepła, z gniazda kształtującego formy wtryskowej. Dla zwiększenia ciśnienia przepływu medium chłodzącego, wewnątrz systemu chłodzącego zastosowano przegrody, powodujące równomierny rozkład temperatury na całej powierzchni płyty stemplowej.



Rys. 6. Układ chłodzenia formy wtryskowej, gdzie: a) widok formy, b) schemat układu
 Źródło: Opracowanie własne.

Wypychanie wypraski jest etapem cyklu, następującego podczas ruchu otwierania formy, w wyniku czego wypraska zostaje wypchnięta z gniazda formującego. W formach, wyposażonych w mechaniczny system wypychania, proces usuwania wypraski następuje w wyniku względnego ruchu wypychaczy, w stosunku do połówki formy, do których przylega wypraska. Ruch ten realizowany jest najczęściej w wyniku popchnięciu zderzaka formy, wyrzutnikiem maszyny podczas ruchu otwierania, z siłą umożliwiającą usunięcie wypraski, lecz zapobiegającą uszkodzeniu jej powierzchni. Okno doboru parametrów wypychaczy Ejector wraz z ich usytuowaniem pokazano na rysunku 7.

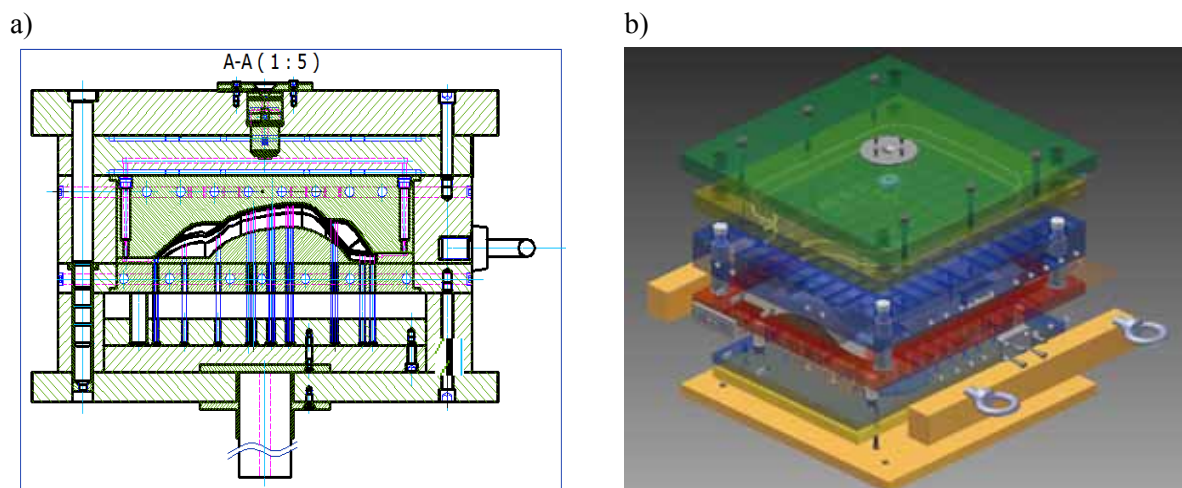


Rys. 7. System wypychania wypraski, gdzie: a) dobór parametrów wypychaczy, b) usytuowanie wypychaczy

Źródło: Opracowanie własne.

Do projektowania układu wypychania wypraski wykorzystano bibliotekę komponentów znormalizowanych firmy HASCO. Miejsce osadzenia wypychaczy oraz ich oddziaływanie na strukturę powierzchni wytwarzanego detalu, zostało dobrane z uwzględnieniem badań symulacyjnych, specyfikujących kierunek płynięcia tworzywa, oraz charakter chłodzenia wypraski.

Na podstawie modelu bryłowego projektowanej formy wtryskowej, opracowano dokumentację techniczną 2D wypraski (rys. 8a) oraz formy wtryskowej wraz z widokiem „rozstrzelenia” jej komponentów (rys. 8b).



Rys. 8. Wizualizacja projektu formy wtryskowej, gdzie: a) dokumentacja techniczna 2D – przekrój złożenia, b) widok „rozstrzelony”

Źródło: Opracowanie własne.

PODSUMOWANIE

Wyspecjalizowane programy do komputerowego wspomagania CAD umożliwiają zamodelowanie przestrzennego modelu wypraski oraz formy wtryskowej.

Rezultatem przedstawionych w artykule zadań projektowych jest w pełni prawidłowe, pod kątem technologii przetwórczej, rozwiązanie konstrukcyjne formy wtryskowej, umożliwiające produkcję elementów charakteryzujących się określoną funkcjonalnością oraz jakością wykonania.

BIBLIOGRAFIA

1. Chlebicki M., Budniak Z., *Symulacja komputerowa wtryskiwania tworzywa w procesie formowania osłony silnika samochodowego*. Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe 2012, nr 5.
2. Nowak A., *Projektowanie form wtryskowych w Inventor Tooling 2010*. Projektowanie, Konstrukcje Inżynierskie 2009, nr 12.

MODELING OF INJECTION MOLDS FOR AUTOMOTIVE ENGINE SPRAY FORMING

Abstract

This article presents a methodology to create the mold tool, intended to form the upper motor cover, manufactured on the basis of the plastics processing. The three-dimensional model cover, was performed according to construction plan in spatial CAD environment.

Key words: injection mold, CAD/CAE, matrix, stamp, molded part.

Autorzy:

mgr inż. **Mateusz Chlebicki** – Politechnika Koszalińska

doc. dr inż. **Zbigniew Budniak** – Politechnika Koszalińska