

ZESZYTY STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

Analiza naprężeń występujących w pokrowcu na smartfon wykonanym z ABS

S. Kudłacik ^a, M. Sroka ^b, W. Sitek ^b, A. Śliwa ^b

^a Student Politechniki Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych

^b Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych
email: marek.sroka@polsl.pl

Streszczenie: Analiza ma na celu przedstawienie projektu pokrowca lifeproof na smartfon, wraz z przeprowadzeniem symulacji komputerowej w celu określenia naprężeń, przemieszczeń i odkształceń. Poruszono zagadnienia dotyczące tworzyw sztucznych oraz sposobu ich obróbki, a także tematykę komputerowego wspomaganie projektowania i metody elementów skończonych. Do realizacji symulacji wykorzystano program SolidWorks.

Abstract: Project of smarphone lifeproof case with computer simulation in order to identify stresses, displacements and strains. In theoretical part of this study, were raised things like plastic materials and ways of plastic working. There are also raised topic of computer aided desing and finite element metod. It's been realised with use of SolidWorks programme.

Słowa kluczowe: pokrowiec, smartfon, naprężenia, odkształcenia

1. WPROWADZENIE

Rozwijające się możliwości technologiczne i potrzeby społeczeństwa rodzą co raz to bardziej skomplikowane problemy, z których rozwiązaniem współczesny inżynier musi się mierzyć. Badania i eksperymenty spowodowały konieczność rozwoju metod komputerowego wspomaganie projektowania, w skład czego zalicza się metody elementów skończonych, bez których ciężko wyobrazić sobie dzisiaj jakkolwiek projekt. Wynika to z faktu, że nie ma innej metody która zapewniałaby na raz szybkość, precyzję i ekonomię podczas fazy projektowej dowolnego produktu lub konstrukcji, dodatkowymi atutami niewątpliwie są czystość pracy i dostępność metody. Szybkość i precyzja wynika z tego, że doświadczony inżynier nie ma problemów z zaprojektowaniem dowolnego elementu według założonych wymiarów. Natomiast oszczędności wynikają z braku potrzeby budowania fizycznego modelu w etapach pośrednich projektowania. Komputerowe wspomaganie projektowe, czyli

CAD, pomaga przeanalizować zarówno jak zachowa się badany obiekt, jak i otoczenie z którym ma kontakt.

Celem pracy było zaprojektowanie wytrzymałego i ergonomicznego pokrowca na przykładowy smartfon Apple Iphone 5, 5s, SE (rys. 1). Są to modele, które wyszły kolejno w 2012, 2013 i 2016, a ich geometria pozostała niezmienną, przez co akcesoria, wciąż mają popyt. Pomysł zrodził się racji tego, że w dzisiejszych czasach, w których smartfony są bardzo popularne, a ich ceny za dobrej jakości produkt przekraczają kwoty kilku tysięcy polskich złotych. Niestety zazwyczaj, w rozumieniu producentów, wysoka jakość nie jest utożsamiana z wytrzymałością mechaniczną, co powoduje, że wynika z tego potrzeba zabezpieczenia smukłych i delikatnych urządzeń przed uszkodzeniami spowodowanymi często upadkiem. Naprzeciw takim wypadkom wychodzą właśnie producenci ochronnych akcesoriów, takich jak pokrowiec. Charakter pokrowca można określić z angielskiego jako „lifeproof”, czyli przedłużające życie urządzenia, w warunkach trudniejszych niż codzienne użytkowanie. Ze względu na to projekt nie zakłada istnienia otworu na aparat, ponieważ osłabiłoby to konstrukcję i naraziło urządzenie na dodatkowe uszkodzenia w nieprzewidzianych sytuacjach.



Rysunek 1. Model smartfonu firmy Apple. Iphone 5, 5s oraz SE wyglądają tak samo
Figure 1. Model of smartphone made by Apple. Iphone 5, 5s and SE looks the same

2. ABS

Tworzywo składające się z trzech składników: styren, akrylonitryl, butadien, którego najpowszechniejsza mieszanka stanowi zwykle z 70 części kopolimeru styren-akrylonitryli w stosunku 70:30 oraz 30 części kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego w stosunku 65:35. Każda zmiana jaka zostanie wprowadzona w składzie będzie miała swój skutek w postaci zmiany własności przetwórczych i użytkowych otrzymanego tworzywa.

Najważniejszymi sposobami wytwarzania ABS są:

- mieszanie mechaniczne polibutadienu (lub zamiennie kopolimeru butadien-styren) z kopolimerem styren-akrylonitryl,
- dwuetapowy proces, w który pierwsze polimeryzuje się butadien, a następnie przeprowadza się kopolimeryzację pozostałych składników.

Szczegóły dotyczące produkcji ABS i realizacji poszczególnych procesów są, w zależności od tego jaką przyjęto metodykę podczas polimeryzacji oraz sposobów kopolimeryzacji, bardzo zróżnicowane, a szczegóły technologiczne stanowią w większości tajemnicę zakładów, w których wytwarza się tworzywo[1].

Tworzywa ABS znajdują zastosowanie w wielu branżach, przeważnie jako materiały konstrukcyjne (przykładowo w motoryzacji i lotnictwie), a także jako składnik wielu kompozytów wykonywanych z polimerów.

Tworzywo to należy do grupy tworzyw termoplastycznych i amorficznych oraz wyróżnia się bardzo cennymi właściwościami:

- duża sztywność,
- duża udarność z karbem,
- duża gęstość,
- duża odporność chemiczna i termiczna,
- odporność na działanie światła,
- bardzo dobre właściwości powierzchni uformowanych wyrobów, odporność na korozję naprężeniową [2,4].

3. CAD

Komputerowe wspomaganie projektowania (CAD) polega na tworzeniu dwuwymiarowych (2D) i trójwymiarowych (3D) graficznych prezentacji obiektów fizycznych przy użyciu oprogramowania komputerowego. Oprogramowanie to może być ukierunkowane dla konkretnych zastosowań. Dzięki takiemu oprogramowaniu przyspiesza się obliczenia niezbędne do uzyskania optymalnego kształtu i rozmiaru dla różnych wyrobów i systemów przemysłowych. CAD znajduje zastosowanie głównie do opracowywania modeli bryłowych, powierzchniowych fizycznych komponentów i wektorowych rysunków 3D. Wszystkie te zastosowania charakteryzują się dużą szczegółowością wykonania.

Z komputerowego wspomaganie projektowania płyną konkretne korzyści dla przedsiębiorstw korzystających z tego typu produktów, a są nimi:

- niższe koszty rozwoju produktu,
- zwiększenie wydajności zespołu,
- zwiększona jakość wyrobów,
- zwiększona częstotliwość wypuszczania nowych produktów na rynek.

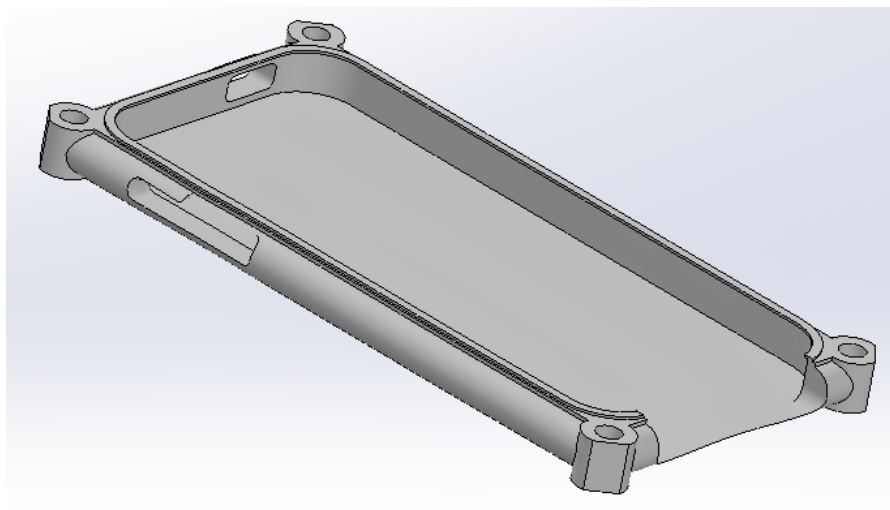
Korzyści na rzecz użytkownika płynące z oprogramowania CAD:

- lepsza wizualizacja produktu finalnego, a także jego podzespołów,
- bardzo duża dokładność, często przekraczająca realne możliwości produkcyjne,
- możliwość stworzenia szczegółowej dokumentacji technicznej, w której mogą znaleźć się dokładne informacje wymiarowe i materiałowe,
- możliwość przeprowadzenia doświadczeń, bez konieczności generowania kosztów, związanych z produkcją prototypów.

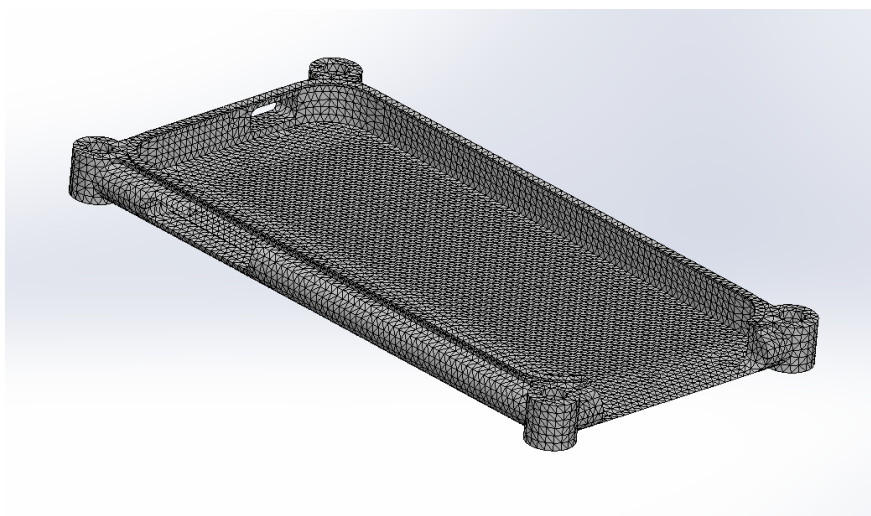
4. MODEL POKROWCA

Obiektem, na którym skupiają się badania w tej pracy jest trójwymiarowy model akcesorium przeznaczonego do ochrony smartfonu przed uszkodzeniami, zmodelowanego na przykładzie Iphone 5s marki Apple. Model został w całości zaprojektowany i wykonany w programie SolidWorks. Za pomocą metody elementów skończonych został poddany próbie, z jaką najczęściej mógłby spotkać się w rzeczywistości czyli testowi upuszczenia. Test został przeprowadzony za pomocą dodatku Simulation wchodzącym w skład programu SolidWorks. Badania obejmują analizę naprężeń według skali von Misesa. Materiał wybrany do badań, to ABS, którego parametry znajdują się w tabeli 1.

Dla zwiększenia widoczności działających naprężeń na potrzeby testu sztywność docelowa została ustawiona jako stała. Powoduje to, że element nie zachowuje się dokładnie tak jakby zachował się po upadku, czyli cała siła która sprawiłaby, że odbiłby się od podłoża, zostaje kumulowana przez obiekt badania.



Rysunek 2. Wizualizacja elementu, zaprojektowana w programie SolidWorks
Figure 2. Visualisation of product, projected in SolidWorks

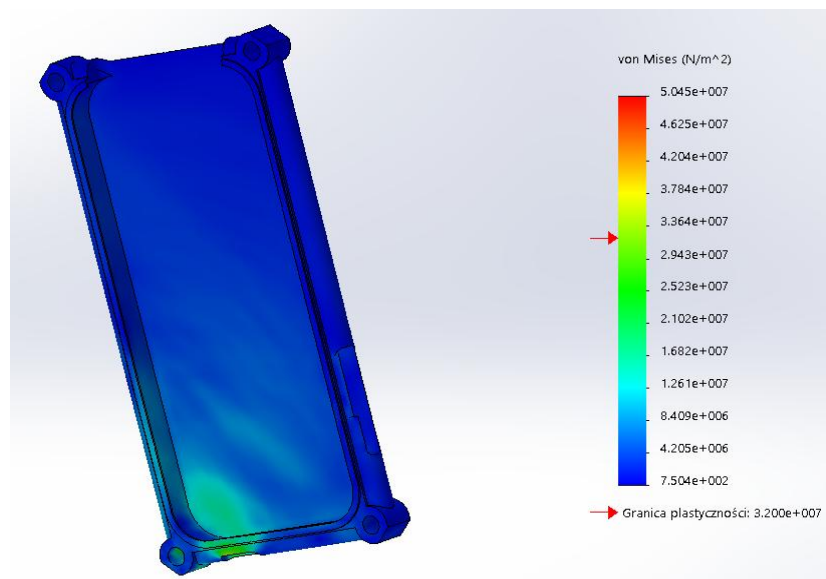


Rysunek 3. Wizualizacja elementu, z nałożoną siatką MES przy pomocy SolidWorks
Figure 3. Visualisation of product with MES made in Solidworks

Projekt na narożach zawiera elementy, które mają wzmocnić pokrowiec i zminimalizować straty w wytrzymałości jakie generują konieczne do użytkowania zgodnie z przeznaczeniem otwory, które zostały w nim wykonane.

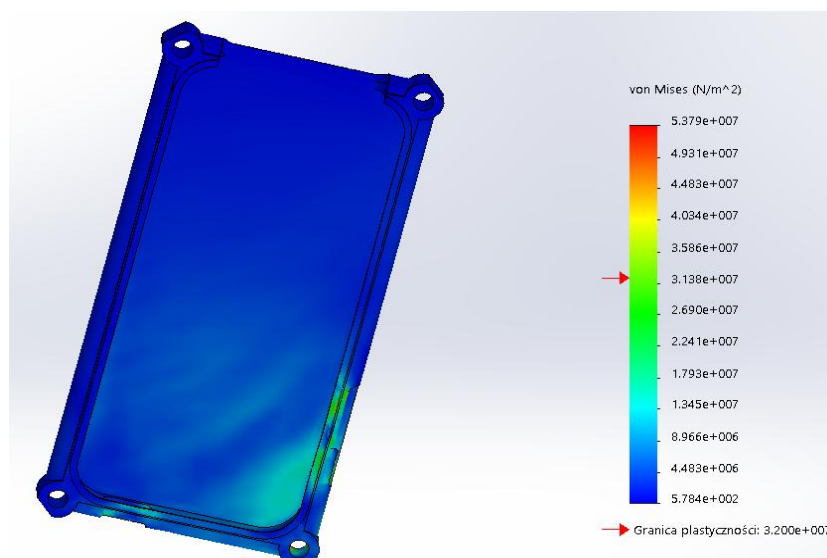
5. ANALIZA ROZKŁADU NAPRĘŻEŃ

Symulacja komputerowa, którą wykonano w dodatku Simulation do programu SolidWorks oraz analiza naprężeń umożliwiła nam przebadanie pokrowca na smartfon Apple Iphone 5, 5s, SE. Miała ona na celu odwzorowania warunków i zachowania pokrowca pod wpływem występujących naprężeń. Analiza i dowiodła, że dobór ABS jako materiału, z którego wykonany był cały projekt, był trafnym wyborem. Materiał ma bardzo dobre własności jak na zastosowanie do jakiego został zaprojektowany przedmiot, dlatego wyniki również są korzystne. Uzyskanie odkształceń maksymalnie wynoszących 0,15‰ długości i 0,3‰ szerokości przedmiotu o wadze 25,01g upuszczonego z wysokości 1 metra jest dobrym wynikiem i zachęca do dalszych prac w tym kierunku. Przykładowo zamiast produkcji seryjnej przy pomocy wtryskarki, można zastosować przyszłościową metodę druku 3D z przeznaczeniem na potrzeby indywidualnego użytkownika.



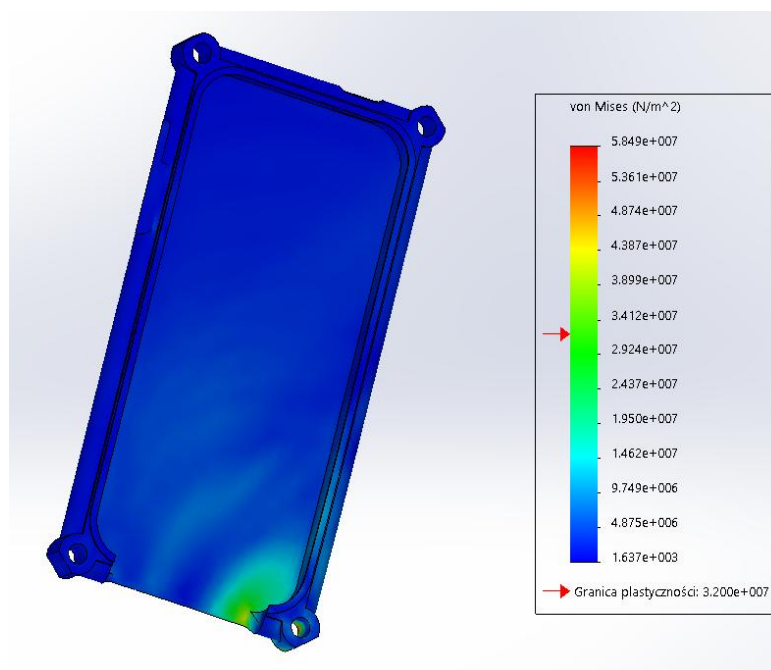
Rysunek 4. Graficzna prezentacja naprężeń występujących w prawym górnym rogu podczas upadku

Figure 4. Graphic presentation of stresses emerged in right-top corner during drop



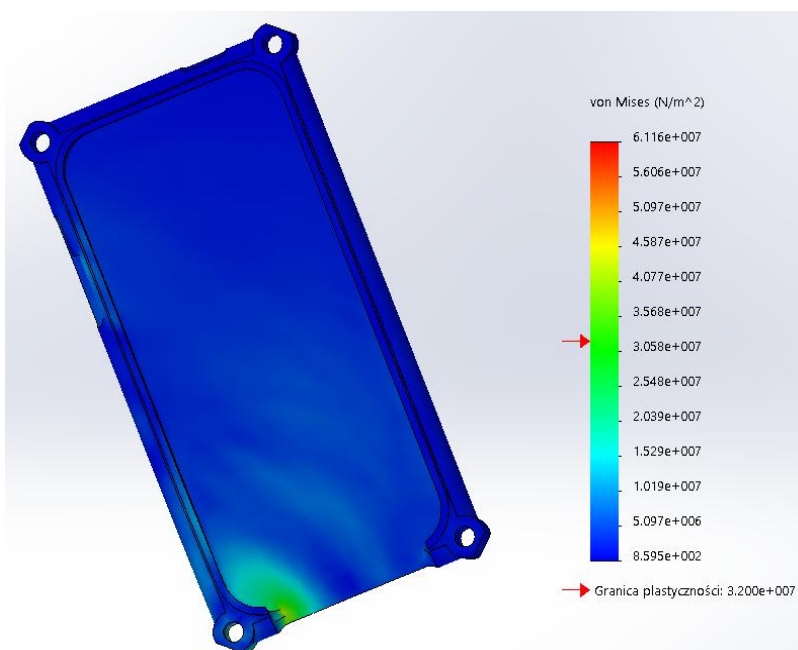
Rysunek 5. Graficzna prezentacja naprężeń występujących w lewym górnym rogu podczas upadku

Figure 5. Graphic presentation of stresses emerged in left-top corner during drop



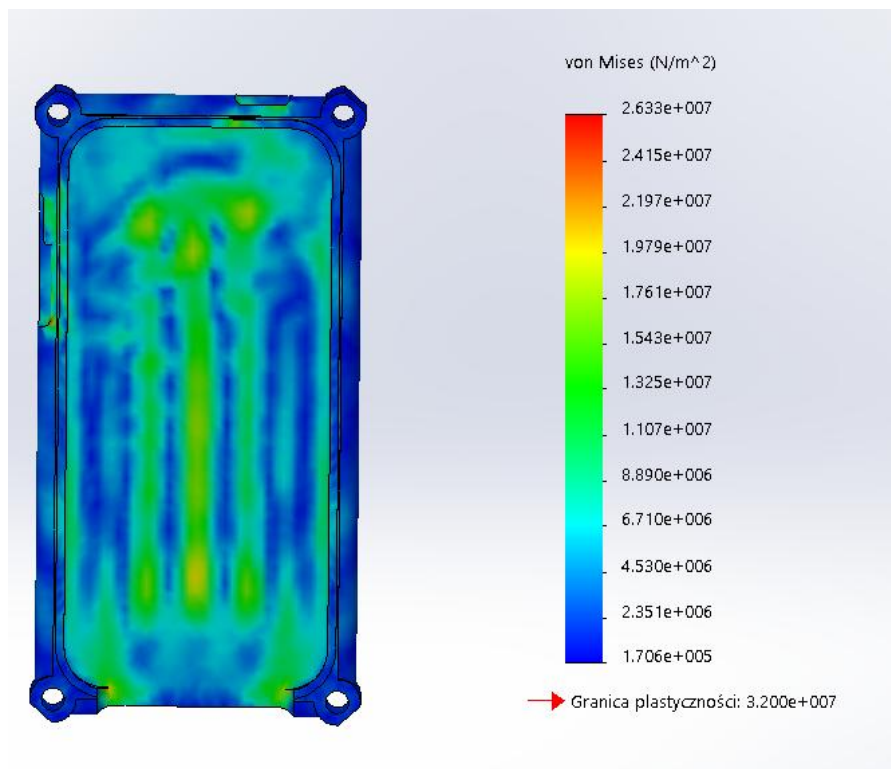
Rysunek 6. Graficzna prezentacja naprężeń występujących w prawym dolnym rogu podczas upadku.

Figure 6. Graphic presentation of stresses emerged in right-bottom corner during drop.



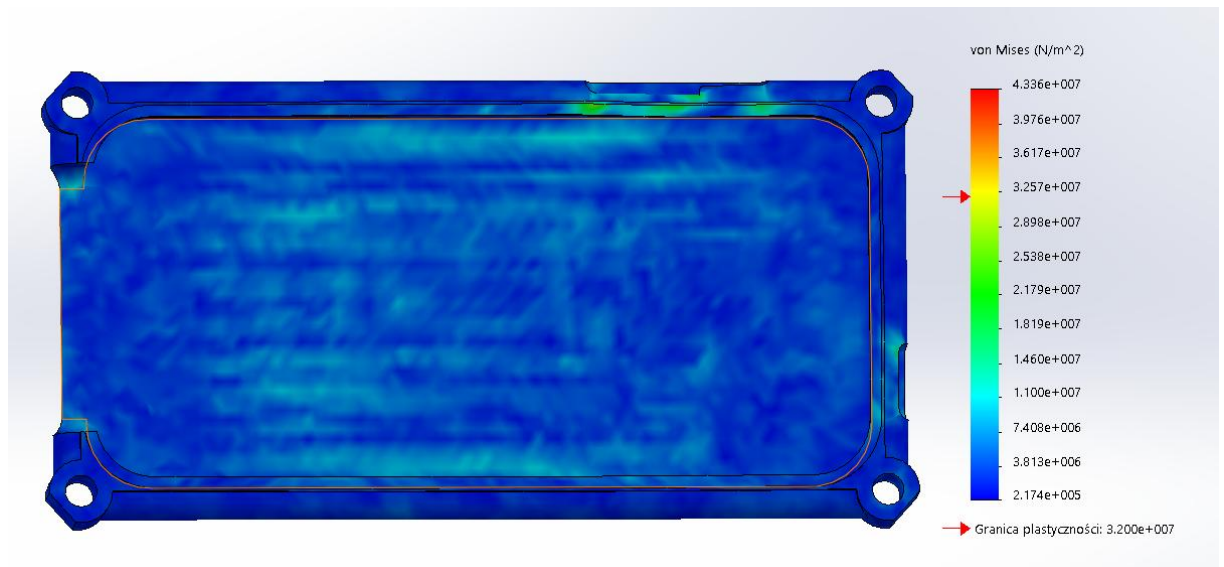
Rysunek 6. Graficzna prezentacja naprężeń występujących w lewym dolnym rogu podczas upadku.

Figure 6. Graphic presentation of stresses emerged in left-bottom corner during drop.



Rysunek 6. Graficzna prezentacja naprężeń występujących w przedniej płaszczyźnie podczas upadku.

Figure 6. Graphic presentation of stresses emerged in front plane during drop.



Rysunek 6. Graficzna prezentacja naprężeń występujących w tylnej płaszczyźnie podczas upadku

Figure 6. Graphic presentation of stresses emerged in back plane during drop

6. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone symulacje doskonale akcentują, jak ogromne znaczenie w produkcji na jego niekorzyść mają otwory w nim wykonane. Przenosi się to bezpośrednio na jego wytrzymałość na ich, co w skrajnych przypadkach może doprowadzać nawet do wybożenia produktu, w miejscu gdzie jest osłabiony, podczas działania na niego siły. Sposobem na zmniejszenie odkształceń jest ograniczenie do minimum wielkości otworów (opcjonalnie usunięcie tych zbędnych jak to zrobiono w przypadku otworu na aparat) oraz dodanie pogrubień ścianek w ramach wzmocnienia, tak jak to zrobiono w badanym pokrowcu.

Przed przystąpieniem do produkcji konieczne byłoby przeprowadzenie badań na obiekcie rzeczywistym, przykładowo prototypie wydrukowanym przy użyciu druku 3D.

LITERATURA

1. Hyla I., Tworzywa sztuczne, Własności Przetwórstwo Zastosowanie, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2000.
2. Szlezynger W., Brzozowski Z. K., Tworzywa sztuczne – tworzywa ogólnego zastosowania, Tom I, Wydawnictwo Oświatowe FOSZE, 2012.
3. Chudzyński S., Puternicki J., Surowiak W., 1000 słów o tworzywach sztucznych, Wyd. drugie popr., Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa, 1981.
4. Łaczyński Bogdan, Tworzywa sztuczne i ich przetwórstwo, Wyd. drugie, Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa, 1980.
5. Rakowski G., Kacprzyk Z., Metoda Elementów Skończonych w mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2016.
6. Wilczyński K., Komputerowe wspomaganie projektowania w przetwórstwie tworzyw sztucznych, Praca zbiorowa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2014.
7. Chlebus E., Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2000.
8. https://www.ifixit.com/Device/iPhone_5s

