



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV MECHANIKY TĚLES, MECHATRONIKY A
BIOMECHANIKY

PRŮMYSLOVÝ PROJEKT

AUTOR:

Jan Hudeček

OBSAH

Obsah.....	2
1. Úvod.....	3
2. Základní informace o firmě SeabornePlastics Limited.....	4
3. Výrobní proces společnosti SeabornePlastics Limited.....	5
3.1 Návrh a design.....	5
3.2 Tváření.....	5
3.3 CNC ořez.....	8
3.4 Konečná montáž a balení.....	9
4. Certifikace.....	9
5. Galerie výrobků.....	9
6. Závěr.....	10
7. Seznam použité literatury.....	11

1. Úvod

Tato práce se zabývá výrobou plastových komponent ve výrobním závodě společnosti SeabornePlastics Limited v Brně Slatině, kde jsem byl v létě 2016 na brigádě.

V práci bude krátce řečeno něco o společnosti SeabornePlastics Limited, dále o výrobním procesu plastového výrobku (od návrhu až po distribuci), zařízeních užitých při výrobě, kontrole kvality a dodržovaných normách, nakládání s odpadem a v závěru bude galerie samotných výrobků.

2. Základní informace o firmě SeabornePlastics Limited

SeabornePlastics Limited je britská firma, založená roku 1979. Specializující se na vakuové tepelné tváření plastů. Původní sídlo společnosti je v hrabství Surrey v Anglii, nicméně společnost prošla od roku 1979 určitým vývojem a dnes je v původním závodě v hrabství Surrey jenom hlavní ředitelství společnosti. Výrobní závod společnosti se nachází v brněnské městské části Brno-Slatina. Na obrázku 1 je zobrazen již zmíněný slatinský závod, obrázek 2 zobrazuje logo společnosti.



Obrázek 1 výrobní závod společnosti SeabornePlastics Limited [1]



Obrázek 2 logo společnosti SeabornePlastics Limited [1]

V brněnském výrobním závodě probíhá kompletní proces výroby od prvotního návrhu až po konečnou distribuci zákazníkovi. Kapacity závodu jsou schopny zajistit výrobu i pro několik zákazníků najednou a to jak pomocí nepřetržité sériové výroby, tak kusové výroby. Co se týká velikosti výrobků, společnost je schopná zajistit výrobu jak součástek s řadovými rozměry několik centimetrů (například součástky pro automobilový průmysl), tak i výrobky s řadovými rozměry několik metrů (například těla radarů, stropní část kapot nákladních vozidel). Více o výrobcích v kapitole 4.

3. Výrobní proces společnosti SeabornePlastics Limited

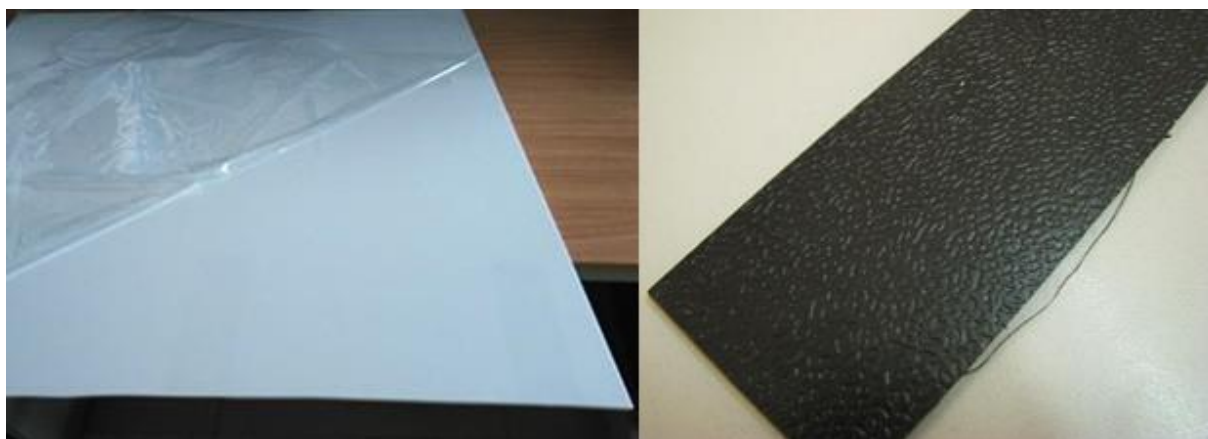
Výrobní proces samotný se skládá z několika kroků, jak již bylo řečeno výše, slatinská pobočka společnosti je schopná zajistit všechny kroky.

3.1 Návrh a design

Zákazník musí poskytnout CAD model požadovaného výrobku. Model je analyzován týmem konstruktérů, kteří navrhnu proces výroby (včetně časových odhadů jednotlivých částí), sestaví programy pro tvářecí a CNC stroje a navrhnu materiál výrobku. Výsledkem tohoto kroku jsou programy ovládající tvářecí a CNC stroje a dvě formy, jedna pro tváření a druhá pro CNC ořez. Materiál a typ forem je různý. Materiál formy může být tvořen kombinací dřeva a pryskyřice (zejména pro CNC ořez), nebo může být z kovu (hlavně pro tváření). Forma může mít zabudovanou termoregulaci.

3.2 Tváření

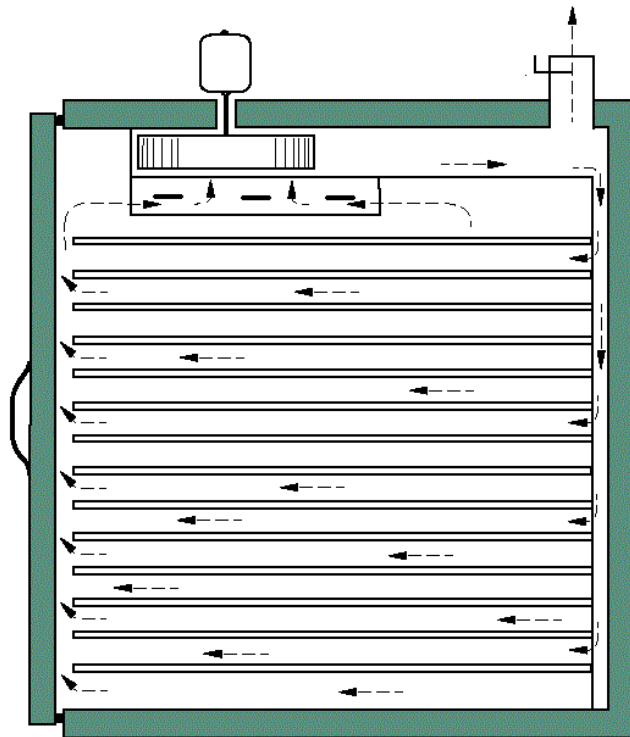
Výchozím polotovarem pro tváření jsou plastové, čtvercové, nebo obdélníkové desky. Desky si společnost sama nevyrábí, ale kupuje je. Tloušťka desek je v řádech milimetrů ostatní rozměry v řádech metrů. Desky používané v Seaborne byly nejčastěji typu ABS, o tom zda byly desky hladké, nebo měly jednu stranu se vzorem, rozhodoval zákazník. Na přání zákazníka mohla mít deska na vnější části fólii zabraňující poškrábání. Obrázek 3 ukazuje příklady ABS desek.



Obrázek 3 příklad ABS desky s ochrannou fólií (vlevo) [2] a se vzorem (vpravo) [3]

Před samotným tvářením byly desky vysušené v peci. Proces sušení trval řádově desítky hodin. Teplota sušení byla nejčastěji 90°C. Jednotlivé desky musí být narovnány tak, aby byly navzájem rovnoběžné a je žádoucí, aby svíraly s podlahou pece přibližně pravý úhel, jinak může dojít k boulení desek.

Schéma rovnání desek a cirkulace vzduchu v peci je zobrazeno na obrázku 4.



Obrázek 4 schéma rovnání desek a cirkulace vzduchu v peci [4]

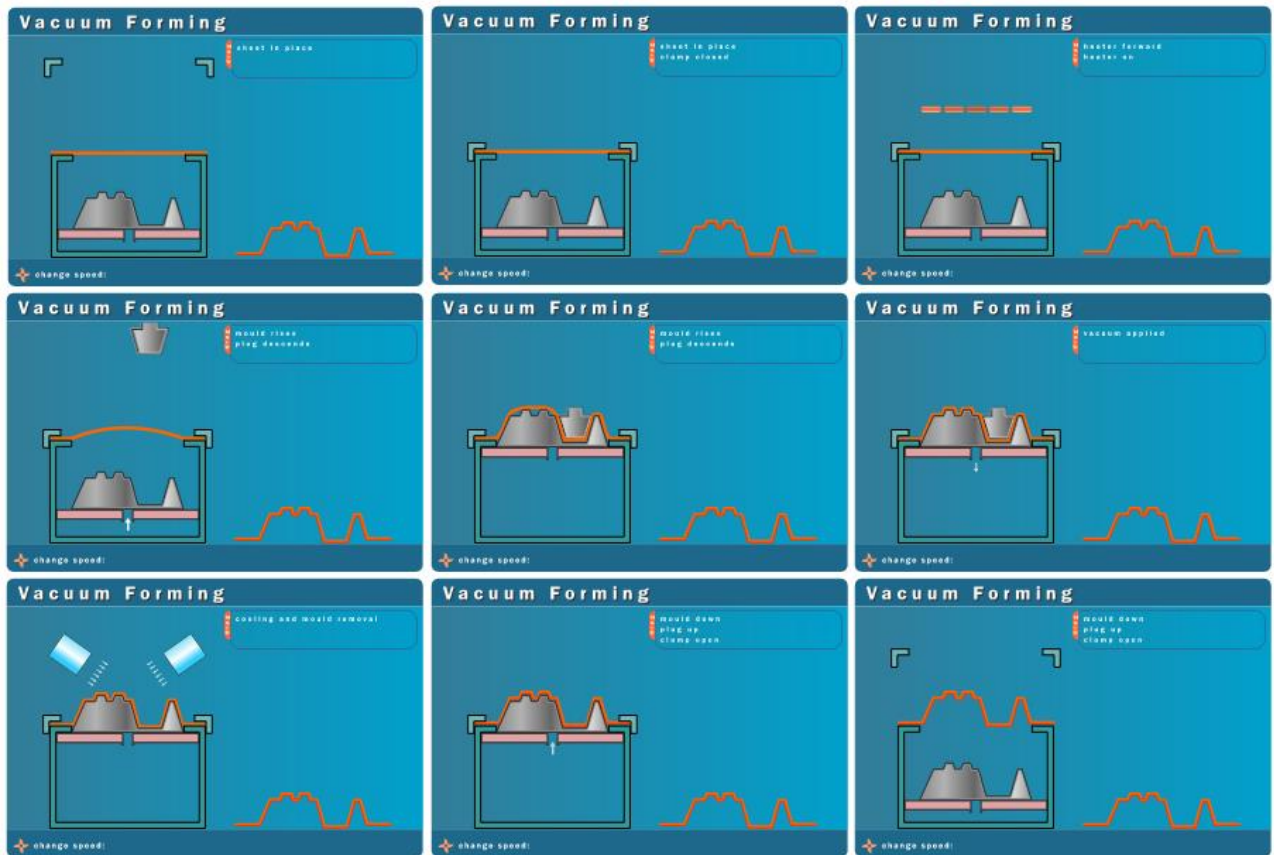
Sušením desek je snížena možnost vzniku povrchových vad při tváření. Častou vadou může být tvorba „teček“ po tváření, nebo různé jiné defekty povrchu.

Po vysušení desek následuje samotné tváření. K tváření je použito tvářecích strojů typu Geiss třídy T (typy T7, T8) a třídy U (typ U8). Obrázek 5 ukazuje tvářecí stroj U8.



Obrázek 5 tvářecí zařízení Geiss U8 [5]

Před samotným tvářením je nutné vložit do stroje odpovídající formu, připojit ji k vakuové pumpě a k chladicímu zařízení a nahrát příslušný program tváření. Tváření samotné prezentuje obrázek 6.



Obrázek 6 proces vakuového tváření plastů [6]

Nejprve je nutné vložit desku do přístroje (obrázek 6 vlevo – nahoře) a spustit program tváření. Desku i formu je nutné očistit proudem stlačeného vzduchu. Případné nečistoty utkvělé na formě by se otiskly do výrobku, což je nežádoucí. Tvářící zařízení uchopí a přitiskne desku na pracovní plochu (obrázek 6 uprostřed – nahoře). Je žádoucí, aby deska měla větší rozměr, než je otvor pro formu v pracovní ploše, kvůli vzniku vakua. Deska je zahřívána (obrázek 6 vpravo – nahoře). Desky, které jsem tvářel, byly zahřívány přibližně na teplotu 200°C. Poté dochází k vytváření přetlaku mezi formou a deskou. Tím dojde k vytvoření „bubliny“ na desce (obrázek 6 vlevo – uprostřed). Následně dojde k pohybu formy směrem k desce, k odčerpávání vzduchu a vytvoření podtlaku (vakua), aby deska přilnula k formě (obrázek 6 ve středu a obrázek 6 vpravo – uprostřed). Po přilnutí desky k formě je deska shora chlazena proudem vzduchu (obrázek 6 vlevo – dole). Chlazení trvá tak dlouho až je možné odstranit formu, aniž by tím došlo k deformaci nového tvaru desky, tedy k deformaci součásti. Poté je odstraněn podtlak mezi součástí a formou (obrázek 6 uprostřed – dole). Nakonec se přístroj vrátí do výchozí pozice (obrázek 6 vpravo – dole).

Kvůli ochraně operátora je do místa vkládání desky instalována světelná clona. Při porušení světelné clony dojde k okamžitému zastavení stroje.

Kromě vložení desky do přístroje a odebrání výrobku je celý proces automatický. Nicméně při sériové výrobě se proces bez „manuálních“ zásahů do programu neobejde. Typickým příkladem nutného zásahu je „manuální změna teploty“. Pokud dochází ke startu nového procesu sériové výroby, je

nutné manuálně nastavit teplotu o několik stupňů větší, než je uvedeno v programu. Po několika hodinách výroby je nutné kvůli ohřevu formy a ohřevu vzduchu uvnitř stroje teplotu snížit o několik stupňů pod hranici uvedenou v programu. Manuální snižování teploty může být provedeno i vícekrát. Dalším zásahem do automatického chodu programu může být dodatečné vstřikování a odsávání vzduchu kvůli úplnému přilnutí desky k formě.

Jak vkládaná deska, tak hotový výlisek musí být vizuálně kontrolován operátorem. Každý operátor má k dispozici sborník typů vad, podle kterého může operátor vadu identifikovat. Mezi nejčastější vady patří již zmíněná tvorba „černých teček“ na povrchu, také zmíněné ulpění nečistot na formě nebo na polotovaru, dále poškození povrchu polotovaru vrypy či rýhami a také tvorba staženin. Ke tvorbě staženin dochází v případě, že je polotovar ohřátý na příliš vysokou teplotu. Příklad staženin je na obrázku 7.



Obrázek 7 příklad staženin na výlisku [7]

V případě že se vada výlisku nachází v oblasti, která bude po CNC ořezu odstraněna, takovýto vadný kus samozřejmě odstraněn není.

Po vizuální kontrole výlisku jsou odstraněny rohy a ostré hrany na gilotině a výlisek je uskladněn pro CNC ořez.

3.3 CNC ořez

CNC ořez dává produktu finální podobu. Společnost SeabornePlastics Limited disponuje osmi CNC stroji nejčastěji typu Geiss. Obrázek 8 ukazuje příklad jednoho takového CNC zařízení.



Obrázek 8 příklad CNC stroje typu Geiss [8]

Před samotným ořezem je do lavice CNC zařízení instalována příslušná forma. Forma obsahuje otvory pro odčerpání vzduchu, po přiložení vylisku na formu je odčerpáním vzduchu vytvořen podtlak, čímž dojde k bezpečnému upevnění vylisku.

Kvůli bezpečnosti operátora, je podobně jako u tvářecích strojů, prostor kolem CNC stroje obehnán světelnými clonami.

Po skončení ořezu je výrobek vyjmut a jsou mu sraženy veškeré hrany kvůli bezpečné manipulaci. Poté je výrobek uskladněn pro konečnou montáž a balení. Obrázek 9 zobrazuje nůž na sražení hran.



Obrázek 9 nůž pro sražení hran [9]

3.4 Konečná montáž a balení

Výrobek po CNC ořezu prochází konečnou fází výroby. Pokud se skládá z více částí vyráběných v Seaborne (například kapoty bagrů, sedačky letadel apod.) je zde výrobek sestaven. Poté je výrobek naposledy prohlédnut a zabalen. Následuje přeprava k zákazníkovi.

4. Certifikace

Společnost je držitelem certifikace řízení kvality ISO 9001 a certifikace kontroly životního prostředí ISO 14001 [10].

5. Galerie výrobků

Obrázek 10 prezentuje vybrané vzorky výrobků společnosti Seaborne.



Obrázek 10 příklady výrobků společnosti Seaborne [11]

6. Závěr

Ve společnosti SeabornePlastics Limited jsem pracoval čtyři měsíce během léta roku 2016. V průběhu této doby jsem pracoval buď jako operátor tvářecích strojů, popřípadě jako operátor CNC strojů. Jsem rád, že jsem nahlédl do prostředí strojírenské firmy z dělnického pohledu a vyzkoušel jsem tří směnný provoz. Myslím, že podobnou „dělnickou“ praxi by si měl vyzkoušet každý vysokoškolský absolvent.

7. Seznam použité literatury

- [1] *O společnosti* [online]. Brno, Česká Republika: SeabornePlastics, 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://seaborne.co.uk/cs/o-nas/>
- [2] *ABS plasticsheet* [online]. Jiangsu, China: ChangzhouBoshuangPlasticCo.Ltd, 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: http://www.boshuang.com.cn/product_category/%E2%80%8BREFRIGERATOR-SHEETS.htm
- [3] *ABS plasticsheet* [online]. GuangDong - China: DIYSite.com Limited, 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: http://www.diytrade.com/china/pd/7906871/Skin_texture_ABS_sheet.html
- [4] *Industryoven* [online]. RoundLake, Illinois, USA: TheGrieveCorporation, 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.grievcorp.com/catalog/Batch-Ovens/Bench-Ovens/Large-Capacity-Bench-Ovens/Large-Capacity-Bench-Oven.html>
- [5] *Vakuumformmaschine GEISS U8* [online]. Berlin, Germany: BERG Engineering GmbH - Berlin, 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: http://www.berg-berlin.de/vfm_geiss_u8.htm
- [6] *VacuumForming* [online]. London, UK: BritishPlasticsFederation, 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: http://www.bpf.co.uk/plastipedia/processes/vacuum_forming.aspx
- [7] *VacuumForming* [online]. USA: Michael Davis, 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://mdpub.com/vacuumformer/>
- [8] *CNC Geiss* [online]. Sydney, Australia: Plasquip, 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://plasquip.com.au/geiss-thermoforming-amp-cnc-trimming-machines-2423>
- [9] *Tužkový škrabák NOGA RB1000* [online]. Praha, Česká Republika: TechniTrade, 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://plasquip.com.au/geiss-thermoforming-amp-cnc-trimming-machines-2423>
- [10] *Certifikace* [online]. Brno, Česká Republika: SeabornePlastics, 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://seaborne.co.uk/cs/certifikace/>
- [11] *Galerie* [online]. Brno, Česká Republika: SeabornePlastics, 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://seaborne.co.uk/cs/galerie/>