

KLASIFIKÁCIA CHÝB PRI ULTRAZVUKOVOM ZVÁRANÍ

doc. Ing. Lýdia Sobotová, PhD.
Ing. Eudmila Dulebová, PhD.
 Technická univerzita v Košiciach
 Strojnícka fakulta
 Katedra technológií a materiálov
 Mäsiarska 74, 040 01 Košice
 e-mail: Lydia.Sobotova@tuke.sk
 e-mail: Ludmila.Dulebova@tuke.sk

Abstract

The ultrasonic welding is one of the progressive application areas, where the ultrasonic energy started to utilize in the industry. This technology is widespread mainly its applications in the joining areas of plastics.

The contribution deals with the joining quality of materials. Presented new materials and their combination in the industry with cooperation with firm LINAK Slovakia s.r.o.

Key words: Ultrasonic welding, material, quality

ÚVOD

Ultrazvukové zváranie je jedna z progresívnych aplikačných technológií, kde sa začala priemyselne využívať ultrazvuková energia vyšších výkonov. Zváranie ultrazvukom v priemyselnej praxi zvýraznilo vynikajúce vlastnosti termoplastov, ktoré sú dnes už jedným z najviac využívaných materiálov najmä v automobilovom priemysle. Zváranie ultrazvukom konkuruje používaným technológiám ako spájanie nitovaním alebo lepenie.

Príspevok sa zaoberá kvalitou technológie ultrazvukového zvárania. Prezentuje využitie nových materiálov a ich kombinácií v priemysle v firmou LINAK Slovakia s.r.o.

ZVÁRANIE PLASTICKÝCH HMÔT

Plastické hmoty, ktoré možno spájať ultrazvukovým zváraním sú látky vyrobené na báze termoplastov ako polystyrény, polyvinylchloridy a polyvinylacetáty a patrí tu aj skupina celulóзовých živíc. Zváranie plastických hmôt je v podstate napodobenie zvárania kovov a ich zliatin, pri ktorom tepelným zdrojom zmäkčíme spájané zvarové plochy [1].

Najpoužívanejšie technológie zvárania plastov :

- zváranie horúcim plynom s použitím prídavného materiálu,
- zváranie pomocou horúceho plynu a prídavného materiálu s použitím rýchlozváracej dýzy,

- zváranie pomocou zváracieho zrkadla, respektíve zváracej lišty – tzv. zváranie na tupo,
- zváranie ohraňovaním,
- zváranie nataveným profilom,
- zváranie polyfúziou,
- zváranie elektrofúziou,
- extrúderové zváranie,
- vysokofrekvenčné zváranie,
- zváranie ultrazvukom,
- naváranie tepelným impulzom,
- zváranie trením,
- kombinované zváranie.

Podstata všetkých spôsobov zvárania plastov je rovnaká a je daná požiadavkou dosiahnuť v mieste spojenia, voľbou vhodnej teploty a technológie, kvalitný zvarový spoj. Odlišnosť je len v spôsobe privádzania tepla. [2]

ULTRAZVUKOVÁ ENERGIA

Ultrazvuk možno zadeliť do oblasti akustiky a patrí mu celý frekvenčný rozsah kmitov nad počuteľnosťou ľudského ucha.

Účinky ultrazvukovej energie pri jej šírení v sledovanom prostredí závisia od :

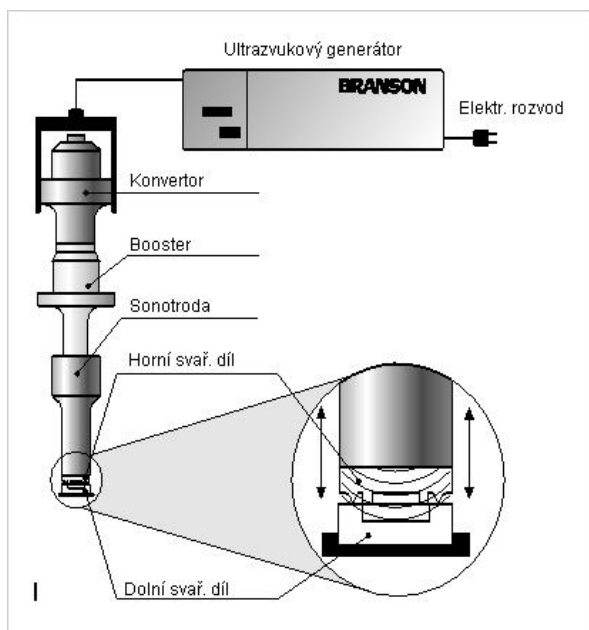
- intenzity, resp. amplitúdy výchylky,
- frekvencie kmitov,
- vlastností tohto prostredia.

Na základe ich konkrétnych hodnôt, ktorými sa vyjadruje veľkosť intenzity ultrazvuku, delíme ultrazvukovú energiu na:

- pasívnu (ultrazvuk malých amplitúd),
- aktívnu (ultrazvuk veľkých amplitúd) [3].

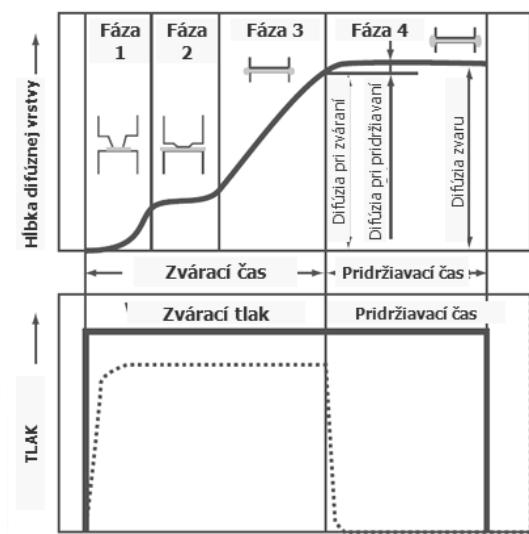
ZVÁRANIE PLASTOV ULTRAZVUKOM

Zváranie plastov ultrazvukom možno zaradiť k progresívnym technológiám spájania plastických látok vytvorením nerozoberateľného spoja. Podstatou ultrazvukového zvárania je prenos ultrazvukových kmitov nástrojom nazývaným sonotróda na jednu zo zváraných súčiastok. Tu sa energia kmitov rýchle mení na teplo, polymér sa nataví a pod malým tlakom sonotródy (0,2 až 0,3 MPa) sa obidve súčiastky zvaria, obr.1. Zváracia doba býva kratšia ako 2 sekundy. Štandardný systém ultrazvukového zvárania firmy Herrmann Ultrasonics je na obr.1.



Obr.1 Schéma ultrazvukového zvarovania [4]

Priebeh ultrazvukového zvarovania a fázy vzniku nerozoberateľného spoja je znázornený na obr. 2.



Obr.2 Priebeh ultrazvukového zvarovania [1]

Pre výrobu ultrazvukových nástrojov môžu byť použité len materiály s vysokou medzou únavy pri vysokofrekvenčnom striedavom namáhaní a malou charakteristickou impedanciou.

Najväčší kvalitatívny a kvantitatívny vplyv na proces zvarovania majú výstupky (niekedy nazývané aj koncentrátoory energie), ktorých objem musí byť natoľko veľký, aby po roztavení pokryli čo najväčšiu styčnú plochu zvarovaných dielcov, pričom však hmota nesmie vytečť mimo spoj. Pevnosť zvaru závisí na jeho umiestnení. Lôžko

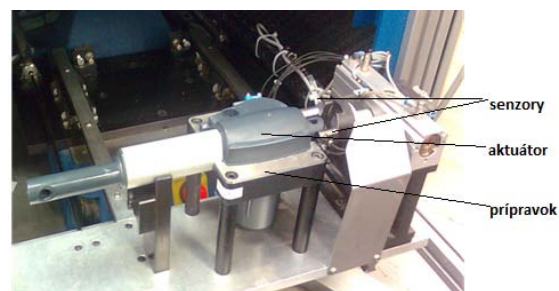
zvaru sa preto upravuje tak, aby sa energia koncentrovala na malé plochy [7].

Pracovisko ultrazvukového zvarovania plastov je na obr.3.



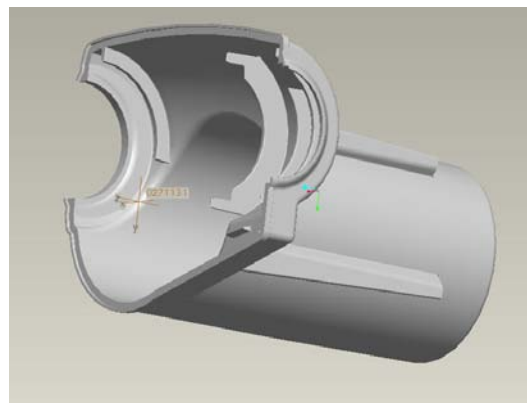
Obr.3 Ultrazvukové pracovisko

Detailný pohľad na prípravok a lôžko zvarovaných plastových dielov sú uvedené na obr.4.

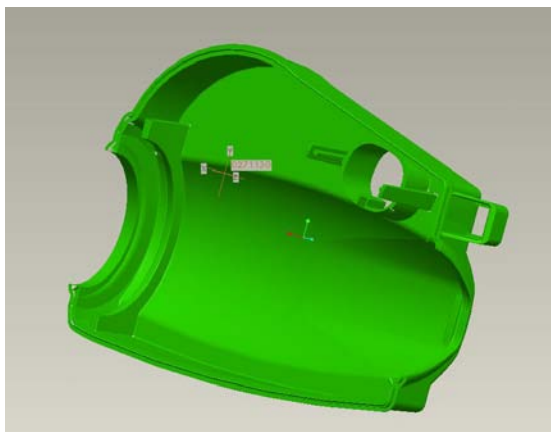


Obr.4 Zvárací prípravok s plastovými dielmi

Posudzovaný plastový zvarenec – lineárny aktuátor v celku je zobrazený na obr.5 a obr.6.



Obr.5 Obal lineárneho aktuátora



Obr.6 Zváraný diel

CHYBY ZVAROV PRI ULTRAZVUKOVOM ZVÁRANÍ PLASTOV

V technologických operáciách sa vyskytujú aj nepodarky, preto je potrebné skúmať aj tieto prípady. Na základe spolupráce s praxou bolo možné spracovať príklady chýb pri ultrazvukovom spájaní plastov.

Vizuálne vyhodnotenie zvarov bolo realizované pozorovaním pomocou USB Mikroskopu MM 200 pri 200-násobnom zväčšení. Chyby zvarov sú označené červenou farbou.

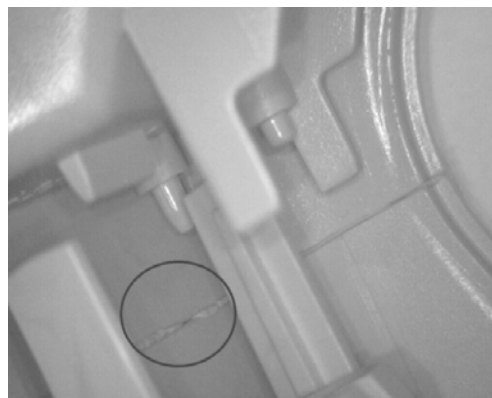
Najčastejšie sa vyskytujúce typy chýb zvarov:

1. **Vytečený zvarový spoj na povrchu výrobku**, príčina: veľká prítlačná sila, veľká energia, veľká amplitúda, obr.7.



Obr.7 Vytečený zvarový spoj na povrchu výrobku

2. **Vytečený zvarový spoj vo vnútri výrobku**, príčina: veľká prítlačná sila, veľká energia, veľká zvaracia sila, obr.8.



Obr.8 Vytečený zvarový spoj vo vnútri výrobku

3. **Nezvárená časť spoja na rovnej ploche výrobku**, príčina: malá prítlačná sila, malý zvarací čas, chybná konštrukcia zváraných častí, obr.9.



Obr. 9 Nezvárená časť spoja na rovnej ploche výrobku

4. **Nezvárená časť spoja na zaoblenej ploche výrobku**, príčiny: malá prítlačná sila, chybná konštrukcia zváraných častí, znečistené dosadacie plochy zvaracieho prípravku, obr.10.



Obr.10 Nezvárená časť spoja na zaoblenej ploche výrobku

5. **Spálenina na povrchu výrobku**, príčiny: chyba materiálu zváraných častí, znečistená alebo opotrebovaná sonotróda, veľká teplota, obr.11.



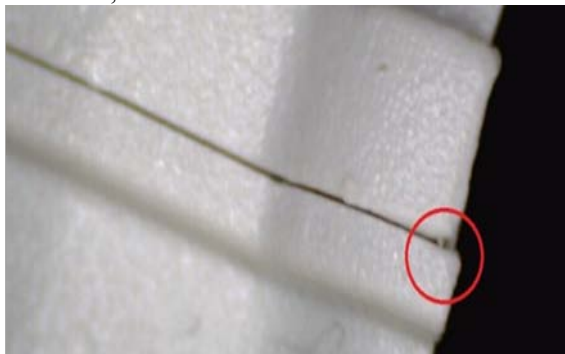
Obr.11 Spálenina na povrchu výrobku

6. **Poškodenie zváraných častí v mieste zvaru**, príčiny: veľká zväracia sila, veľký zvärací čas, nevhodné ukotvenie v prípravku, veľká energia, obr.11.



Obr.11 Poškodenie zváraných častí v mieste zvaru

7. **Presadenie zváraných častí v mieste zvaru**, príčiny: nepresná montáž výrobku, nevhodné ukotvenie v prípravku, veľká rýchlosť posuvu zväracej hlavy, chybná konštrukcia zváraných častí, obr.12.



Obr. 12 Presadenie zváraných častí v mieste zvaru

POĎAKOVANIE

Tento článok bol vytvorený realizáciou projektu „Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov v strojárstve“ (ITMS : 26220120060), na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja a VEGA č. 1/0396/11 a spoluprácou s firmou LINAK Slovakia s.r.o.

ZÁVER

Cieľom príspevku bolo poukázať na možnosti využívania plastov spájaných ultrazvukovým zváraním.

Vďaka technológii ultrazvukového zvárania, ktoré sa neustále zdokonaľuje, vznikajú nové postupy a možnosti spájania kombinácií rôznych materiálov, ktoré vytvárajú pevný , nerozoberateľný spoj.

Prednosti využitia ultrazvuku môžeme záverom zhrnúť a popísať pri výrobe nerozoberateľných plastových spojoch :

- extrémne krátke procesné časy,
- bez teplotného ovplyvnenia náplne,
- prípadné znečistenie produktom nenarušuje kvalitu utesnenia ,
- nie sú potrebné prídavné materiály - príspevok k ochrane životného prostredia,
- stabilná kvalita zvaru vďaka plne digitalizovaným generátorom ,
- systémové riadenie bez omeškania,
- užívateľsky orientovaná podpora programového vybavenia,
- prispôsobenie sa najrôznejším zväracím úkonom prostredníctvom programového vybavenia,
- možnosť zvárania veľmi tenkých fólií s hrubými, platňami,
- zvarové plochy si nevyžadujú úpravy,
- v priebehu zvárania sa zväraný materiál nezohrieva,
- možnosť zvárania častí kovových materiálov s nekovovými,
- potreba malého výkonu,
- nenáročnosť na čistotu zvarových plôch,
- zlepšenie hygieny a bezpečnosti práce,
- zvýšená kvalita spájaných dielcov a dokonalý estetický vzhľad spojov,
- možnosť mechanizácie a automatizácie práce.

Oblasti použitia ultrazvukovej technológie sú veľmi široké, avšak môžeme konštatovať, že najrozsiahljšia oblasť je v priemysle:

- automobilový priemysel – pri výrobe plastových plavákov, koncových skupinových svetiel, odraziek a rôznych ďalších dielov automobilov,
- elektropriemysel – pri výrobe zástrčiek, krytov elektroprístrojov, audio a videokaziet,
- spotrebný priemysel – pri výrobe hračiek, kuchynských potrieb atď.,
- potravinársky priemysel – zváranie potravinárskych a kozmetických obalov hygienicky nezávadným spôsobom,
- plastikársky priemysel – spojovanie rôznych dielcov.

LITERATÚRA

[1] NEMCOVÁ, A., KHANDL, F.: Spájanie plastov. 2. vyd. Bratislava: WELDTECH, 1996, ISBN 80-88734-18-5.

[2] ŠVEHLA, Š., FIGURA, Z.: Ultrazvuk v technológií. 1. vyd. Bratislava: ALFA/SNTL, 1984

[3] <http://www.bransoneurope.de>

[4] <http://www.belson-sk>

[5] HERMAN, A.: Zváranie plastických látok. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, 1982.

[6] <http://www.herrmannultraschall.com/fundamentals-plastics.html>

[7] Katalógový materiál a podklady firmy LINAK Slovakia, s.r.o.