

Svařování plastů

Bc. Buchta Radek

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Radek BUCHTA**
Studijní program: **N 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Řízení jakosti**

Téma práce: **Svařování fólií**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární řešení na dané téma.
2. Navrhněte vhodné svařovací podmínky.
3. Otestujte navržené svařovací podmínky.
4. Vyhodnoťte zjištěné výsledky.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Štěpán Šanda**
Ústav výrobního inženýrství

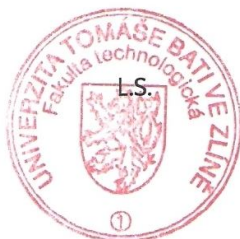
Datum zadání diplomové práce: **19. února 2010**

Termín odevzdání diplomové práce: **19. května 2010**

Ve Zlíně dne 21. ledna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
vedoucí katedry

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem

vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíádne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Náplní této diplomové práce je zjistit základní vlastnosti a parametry svařování polyetylékových fólií používaných při balení kávy.

V první části, teoretické, jsou popsány základní vlastnosti a rozdělení plastů, principy svařování fólií, stručný popis používaných materiálů pro balení, hygiena potravin a požadavky na optimální svar.

V druhé, praktické části, jsou vlastní měření, zjišťování a vyhodnocování zvolených hodnot při svařování polyetylékových sáčků v průběhu balení kávy na výrobní lince.

Klíčová slova: fólie, svařování, svar, výrobní linka, káva.

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is to identify basic features and parameters of welding polyethylene wraps which are used for packaging coffee.

The first theoretical part describes fundamental features and classification of plastic, welding principles, a short description of generally used packaging materials, food hygiene and optimum welding requirements.

The second practical part of the thesis includes the measurements themselves, identification and evaluation of selected criteria for welding polyethylene bags in the process of coffee packaging in the production line.

Keywords: wrap, welding, weld, production line, and coffee.

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové Ing. Štěpánovi Šandovi za rady, poznámky a odborné vedení při tvorbě diplomové práce, dále doc. Dr. Ing. Vladimírovi Patovi za výpomoc při statistickém vyhodnocení a odborným poradcům z firmy KRAFT FOODS s.r.o.

Děkuji také rodině za morální, psychickou i finanční podporu.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PLASTY A JEJICH VLASTNOSTI	13
1.1 PŘÍPRAVA PLASTŮ	13
1.2 ROZDĚLENÍ PLASTŮ	13
1.2.1 Použití plastů	14
1.2.2 Obecná charakteristika plastů	14
1.2.3 Původ plastů	14
1.3 PŘÍSADY PLASTŮ	15
1.4 MOLEKULÁRNÍ STRUKTURA PLASTŮ	15
1.5 NADMOLEKULÁRNÍ STRUKTURA PLASTŮ (MORFOLOGIE)	17
2 BALENÍ POTRAVIN	18
2.1 EKONOMIKA BALENÍ POTRAVIN	18
2.2 OBALOVÉ PROSTŘEDKY PRO BALENÍ POTRAVIN A JEJICH ROZDĚLENÍ	18
2.2.1 Obaly ze dřeva	19
2.2.2 Obalové prostředky z papíru, kartonu a lepenky	20
2.2.3 Obaly z tkanin	21
2.2.4 Kovové obaly	22
2.2.5 Skleněné obaly	23
2.2.6 Plastové obaly	23
2.3 PROPUSTNOST OBALOVÝCH MATERIÁLŮ NA BÁZI POLYMERŮ	24
2.4 PLNĚNÍ SYPKÝCH MATERIÁLŮ	25
3 OCHRANNÉ FUNKCE BALENÍ POTRAVIN	26
3.1 MECHANICKÉ VLIVY A OCHRANA BALENÍM	26
3.2 KLIMATICKÉ VLIVY A OCHRANA BALENÍM	26
3.2.1 Vliv vlhkosti	26
3.2.2 Vliv kyslíku	27
3.2.3 Ochrana před senzorickými vlastnostmi	27
3.2.4 Ochrana před zářením	27
3.2.5 Ochrana před změnou teplot	28
3.3 BIOLOGICKÉ VLIVY A OCHRANA BALENÍM	28
4 SVAŘOVÁNÍ PLASTŮ	29
4.1 KONTAKTNÍ SVAŘOVÁNÍ	29
4.1.1 Svařování fólií a desek	30
4.1.2 Svařování trubek	31
4.1.3 Svařování profilů	32
4.2 SVAŘOVÁNÍ HORKÝM PLYNEM S PŘÍDAVNÝM MATERIÁLEM	32
4.2.1 Extruzní svařování	32

4.3	VYSOKOFREKVENČNÍ SVAŘOVÁNÍ	33
4.4	SVAŘOVÁNÍ ULTRAZVUKEM	34
4.5	SVAŘOVÁNÍ TŘENÍM	35
4.5.1	Rotační svařování.....	35
4.5.2	Vibrační svařování	36
4.6	SVAŘOVÁNÍ ZÁŘENÍM	36
4.6.1	Radiační svařování	36
4.6.2	Svařování laserem.....	36
5	POŽADAVKY NA OBAL A JEHO KONTROLA.....	37
5.1	POŽADAVKY VYPLÝVAJÍCÍ Z PŘEDPISŮ A DOHOD.....	37
5.2	POŽADAVKY SPOTŘEBITELŮ NA OBAL	37
5.3	POŽADAVKY OBCHODU NA OBAL	37
5.4	POŽADAVKY NA OBAL Z HLEDISKA LOGISTIKY A SKLADOVÁNÍ.....	38
5.5	KONTROLA OBALŮ	38
5.5.1	Zkoušení dřevěných obalů	38
5.5.2	Zkoušení papírových obalů.....	38
5.5.3	Zkoušení kovových obalů.....	38
5.5.4	Zkoušení skleněných obalů.....	39
5.5.5	Zkoušení plastových obalů	39
5.6	METODY ZKOUŠENÍ HOTOVÝCH VÝROBKŮ V KRAFT FOODS S. R. O.	39
5.6.1	Hodnocení obalů hotových výrobků	39
5.6.2	Kontroly těsnosti balení.....	40
5.6.3	Stanovení obsahu zbytkového kyslíku	40
5.6.4	Stanovení kofeinu v pražené & mleté a rozpustné kávě pomocí přístroje NIR.....	40
6	OBECNÁ HYGIENA POTRAVIN	41
6.1	FYZIKÁLNÍ NEBEZPEČÍ ŠÍŘÍCÍ SE POTRAVINAMI.....	41
6.2	CHEMICKÁ NEBEZPEČÍ.....	41
6.2.1	Látky přirozeně se vyskytující	41
6.2.2	Látky kontaminující.....	41
6.2.3	Látky určené k aromatizaci, látky přídatné a pomocné.....	42
6.3	BIOLOGICKÁ NEBEZPEČÍ	42
6.4	ZVLÁDNUTÍ RIZIK ONEMOCNĚNÍ	43
6.5	SYSTÉM HACCP	43
6.6	SYSTÉM HACCP V KRAFT FOODS S. R. O.....	44
6.6.1	Vývojový diagram procesu.....	44
6.6.2	Analýza nebezpečí vstupních surovin.....	44
6.6.3	Situační plán provozovny	45
6.7	SANITACE PŘI VÝROBĚ A ZPRACOVÁNÍ POTRAVIN	46
7	ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI.....	47

II	PRAKTICKÁ ČÁST	48
8	CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	49
9	KRAFT FOODS S. R. O.	50
10	POPIS VÝROBY A VÝROBKŮ	51
10.1	BALICÍ STROJ LEOPARD KRAFT.....	51
10.2	SVAŘOVACÍ KLEŠTĚ	52
10.3	FÓLIE.....	52
10.4	POPIS VÝROBY	53
10.5	HOTOVÝ VÝROBEK A HODNOCENÍ KVALITY VÝROBKU.....	54
11	DISKUZE VÝSLEDKŮ	56
11.1	VLASTNOSTI FÓLÍÍ	56
11.1.1	Tloušťka.....	56
11.1.2	Prodloužení a síla přetržení	56
11.2	CYKLUS SVAŘOVACÍCH KLEŠTÍ	58
11.2.1	Teplota	58
11.2.2	Tlak a délka svařování.....	60
11.3	ZHODNOCENÍ ZJIŠTĚNÉHO STAVU.....	60
11.4	NÁVRH ŘEŠENÍ.....	60
11.4.1	Digitální měřidlo	61
11.4.2	Kalibrace měřidel	61
11.4.3	Kvalita fólie	62
11.4.4	Návrh laboratorních podmínek svařování.....	62
12	ZÁVĚR	63
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	64
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	66
	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
	SEZNAM TABULEK	70
	SEZNAM PŘÍLOH	71

ÚVOD

V posledních letech se zvyšuje trend využívání materiálů z plastů a vzrůstají požadavky na jejich vlastnosti, použití, kvalitu, ekonomickou výhodnost a další. Polymery v poslední době nahrazují klasické materiály jako dřevo, kov, kůži, sklo, papír, protože jsou lehčí, pevnější, odolné proti korozi, trvanlivé, snadněji zpracovatelné, mají lepší izolační vlastnosti, převedení do požadovaného tvaru, relativně snadnou dostupnost a nízkou cenu běžně používaných polymerů. Z těchto důvodů je použití plastů ve srovnání s klasickými materiály ekonomicky výhodnější. Jsou používány v průmyslu, domácnostech, obchodech, školách, nemocnicích, ovlivňují módu i náš život. Plasty jsou běžně známé pod různými jmény, například nylon, polyester, polyetylén, polvinylchlorid a další.

Na jedné straně průmyslu jsou firmy, které zařazují polymerní materiály do své výroby a neustále pracují na tom, aby jejich produkty byly co nejkvalitnější, měly minimální výrobní náklady, ztráty, maximální úspornost a aby zároveň splnily očekávání nás, zákazníků. Na druhé straně jsme my, zákazníci, mnohdy obyčejní lidé, kteří s růstem cen očekáváme od veškerých produktů určitou kvalitu, stabilitu, zdravotní nezávadnost, spolehlivost a další. Skloubit tyto dva pohledy na výrobu produktů je často složité a ne vždy řešitelné.

Podle odborníků na marketing, prodává výrobek jeho obal. Zákazník se totiž rozhoduje až v obchodě.

V této diplomové práci půjde o technologický proces svařování polyetylenové folie do sáčku, do kterého je následně na výrobní lince vsypávána káva a sáček svařen. Je zde ale problém s kvalitou sváru na sáčku. Je obtížné před každou směnou zjišťovat optimální nastavení výrobní linky, aby svár byl ideální a prošel výstupní kontrolou. Zjišťování těchto optimálních podmínek na začátku každé směny je časově náročné a ztráty jsou časové i finanční.

Cílem práce bude zkoumat tyto optimální podmínky, vyhodnocovat a zjišťovat, jakých úspor lze dosáhnout. K jednotlivým vlastnostem folií budeme přiřazovat zjištěné hodnoty při výrobě a snažit se co nejvíce zkrátit čas zjišťování optimálních podmínek na začátku každé směny, zavést případná opatření a co nejvíce minimalizovat ztráty.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PLASTY A JEJICH VLASTNOSTI

V současné době existuje na trhu plastů několik tisíc různých druhů plastů. V technické praxi však výrazné uplatnění má jen několik desítek druhů plastů. Z celkového objemu světové produkce plastů představuje skoro 80 % jen šest druhů plastů a 70 % výroby jen tři druhy, a to polyolefiny, styrénové hmoty a polyvinylchlorid. Sortiment termoplastů se neustále zvětšuje, a to v podstatě dvěma směry, kdy jednou cestou je výroba stále nových polymerů a druhou cestou je modifikace dosavadních polymerů. Toto zvyšování počtu materiálů má své výhody pro konstrukci a výrobu dílů z plastů, aniž by došlo k výrazné změně ceny, na druhé straně to klade zvýšené nároky na znalosti konstruktérů i technologů. [12, 2]

Při volbě materiálu je třeba vedle vlastností a ceny vzít v úvahu i jeho zpracovatelnost, která výrazně ovlivňuje mechanické a fyzikální vlastnosti konečného výrobku, ale i technologické podmínky, konstrukční řešení nástroje a volbu stroje. Vlastnosti a odolnost polymerů jsou v podstatě dány jejich chemickou a fyzikální strukturou, ale mohou být do značné míry ovlivněny i zpracovatelským procesem. [2, 12]

Výhody a nevýhody plastů lze shrnout do následujících bodů. Mezi výhody patří nízká měrná hmotnost, výborné zpracovatelské vlastnosti, plasty jsou elektrické izolanty, mají výbornou korozní odolnost, tlumí rázy a chvění, atd. Nevýhodou jsou nízké mechanické a časově závislé vlastnosti, ekologická zatížitelnost, teplotní použitelnost, apod. [2, 12, 7]

1.1 Příprava plastů

Synteticky připravované makromolekulární látky vznikají polyreakcí (polymerace, polykondenzace, polyadice). Jedná se v podstatě o velmi jednoduché chemické reakce, které se mnohokrát opakují, takže původní nízkomolekulární sloučenina monomér přechází ve vysokomolekulární látku zvanou polymer. Plastem se polymer stává poté, co ho smícháme a smísíme s nezbytnými přísadami (plniva, změkčovadla, nadouvadla, barviva, pigmenty atd.) a převedeme do formy vhodné k dalšímu technologickému zpracování, např. do formy granulí, prášků, tablet, apod., neboli: obecný termín polymer představuje chemickou látku, zatímco plast je technický materiál, který musí mít vhodné užitné vlastnosti. [2, 12, 6]

1.2 Rozdělení plastů

Plasty je možno klasifikovat podle různých hledisek popsanych v následujících kapitolách.

1.2.1 Použití plastů

Plasty lze podle použití rozdělit na [12, 14, 15]:

- plasty pro široké použití, mezi které patří polyolefiny (PE, PP), polystyrénové hmoty (PS), polyvinylchlorid (PVC), fenolformaldehydové (PF),
- plasty pro inženýrské aplikace, kam lze zařadit polyamidy (PA), polykarbonáty (PC), polyoximetylén (POM), polymetylmetakrylát (PMMA), terpolymer ABS, polyuretan (PU), epoxidové (EP) a polyesterové (UP) pryskyřice,
- plasty pro špičkové aplikace, do kterých lze zařadit polysulfon (PSU), polyfenylén-sulfid (PPS), tetrafluoretylén (PTFE), polyimidy (PI) a další.

1.2.2 Obecná charakteristika plastů

Termoplasty jsou polymerní materiály, které při zahřívání přecházejí do plastického stavu, kde je lze snadno tvářet a zpracovávat různými technologiemi. Do tuhého stavu přejdou ochlazením pod teplotu tání T_m (semikrystalické plasty), resp. teplotu viskózního toku T_f (amorfní plasty). Protože při zahřívání nedochází ke změnám chemické struktury, lze proces měknutí a následného tuhnutí opakovat teoreticky bez omezení. K termoplastům patří většina zpracovávaných hmot, jako je polyethylen (PE), polypropylen (PP), polystyren (PS), polyvinylchlorid (PVC), polyamid (PA), atd. [12, 14, 15]

Reaktoplasty jsou polymerní materiály, dříve nazývané termosety, které rovněž v první fázi zahřívání měknou a lze je tvářet, avšak jen omezenou dobu. Během dalšího zahřívání dochází k chemické reakci - prostorovému zesíťování struktury, k tzv. vytvrzování. Ochlazování reaktoplastů probíhá mimo nástroj. Tento děj je nevratný a vytvrzené plasty nelze roz-tavit ani rozpustit, dalším zahříváním dojde k rozkladu hmoty (degradaci). Patří zde fenol-formaldehydové hmoty, epoxidové pryskyřice, polyesterové hmoty, apod. [12, 14, 15]

1.2.3 Původ plastů

Plasty je podle původu možné rozdělit na [12]:

- přírodní - jsou založeny na přírodních makromolekulárních látkách, např. na bázi celulózy, latexu, kaseinu, atd.,
- syntetické - k výrobě je použita chemická cesta.

1.3 Přísady plastů

Plasty mohou být [12]:

- neplněné - neplněný plast je takový plast, u kterého množství přísad neovlivňuje vlastnosti polymerní matrice,
- plněné - plnivo ovlivňuje fyzikální a mechanické vlastnosti plastu. Přísadou mohou být plniva, stabilizátory, maziva, barviva, změkčovadla, iniciátory, nadouvadla, tvrdidla, retardéry hoření, apod.

Plniva zlepšují buď mechanické vlastnosti materiálu, nebo chemickou odolnost či tvarovou stálost při zvýšené teplotě, jiné prostě jen hmotu zlevňují. Rozeznáváme vyztužující (skleněná, uhlíková, kovová) a nevyztužující plniva ve formě prášku, které se většinou přidávají z důvodu snížení ceny materiálu (kaolinu, křídly a dalších levných materiálů). Jiná plniva (např. grafit) zlepšují kluzné vlastnosti, práškové kovy zlepšují tepelnou vodivost. Přídavkem sazí (zejména u polyolefinů) se zvyšuje odolnost proti UV záření, atd. [12, 14]

1.4 Molekulární struktura plastů

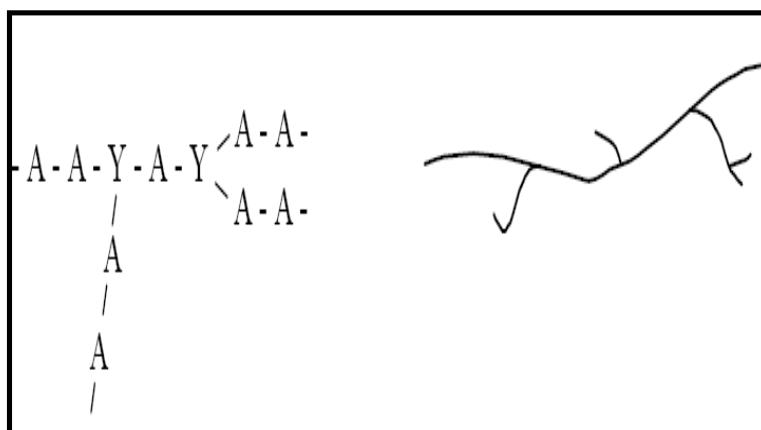
Podstatou polymerů je makromolekulární látka přírodního nebo syntetického původu, která je tvářitelná za působení teploty T a tlaku p , v jejichž makromolekule se jako články řetězu mnohokrát opakuje základní monomerní jednotka. Základním prvkem řetězce je atom uhlíku. Uhlíkové atomy mají schopnost vzájemně se vázat a vytvářet dlouhé řetězce. V zásadě existují tři druhy polymerních makromolekul [12, 14, 15]:

- lineární (viz. obr.1) makromolekuly vznikají tak, že se monomerní molekuly řadí jedna vedle druhé. Lineární makromolekuly se mohou z prostorových důvodů více přiblížit jedna ke druhé a vyplnit tak kompaktnější prostor. Polymery potom mají vyšší hustotu. Plasty s lineárními makromolekulami jsou obvykle dobře tavitelné, v tuhém stavu se vyznačují houževnatostí a ve formě tavenin dobrou zpracovatelností,



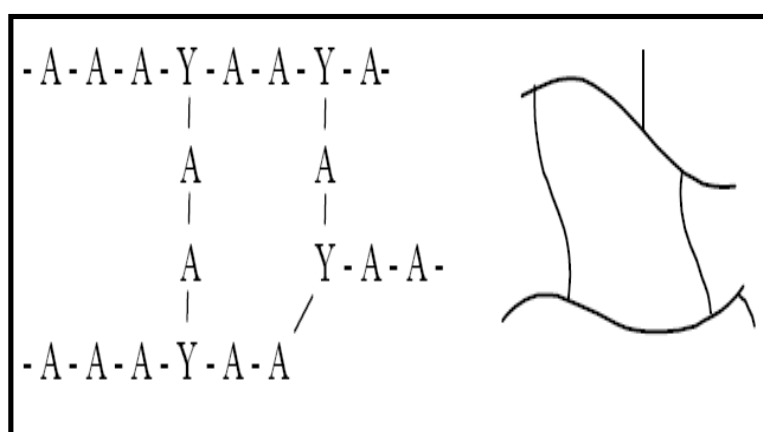
Obr. 1. Lineární uspořádání makromolekul [14]

- rozvětvené (viz. obr.2) makromolekuly se vyznačují tím, že mají na základním řetězci boční větve. Rozvětvené makromolekuly se na rozdíl od lineárních makromolekul nemohou v důsledku bočních větví jedna ke druhé dostatečně přiblížit. Proto se vyznačují nižší hodnotou hustoty. Rozvětvení zhoršuje pohyblivost makromolekul a tedy i tekutost v roztaveném stavu,



Obr. 2. Rozvětvené uspořádání makromolekul [14]

- zesítěvané (viz. obr.3) makromolekuly jsou uspořádány tak, že je několik přímých nebo rozvětvených makromolekulárních řetězců mezi sebou propojeno vazbami, takže vytvářejí jednu takřka nekonečnou makromolekulu - síť. Tato síť vede ke ztrátě tavitelnosti a rozpustnosti polymeru. Polymery vykazují vysokou tvrdost, tuhost a odolnost proti zvýšené teplotě, avšak nízkou odolnost proti rázovému namáhání.

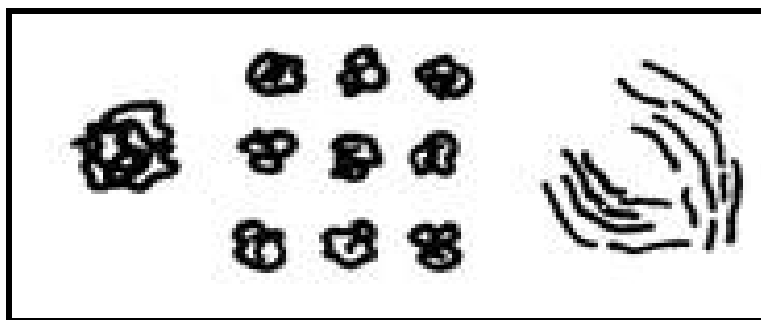


Obr. 3. Zesítěvané uspořádání makromolekul [14]

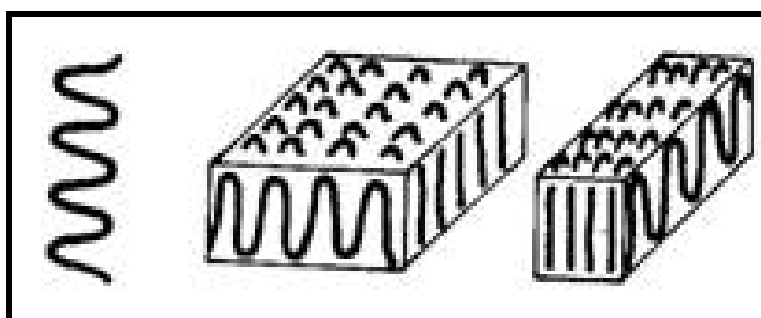
1.5 Nadmolekulární struktura plastů (morfologie)

Nadmolekulární struktura (stupeň uspořádanosti makromolekul) může být popsána jednak jako amorfní a jednak jako krystalická. Termoplasty mohou mít amorfní nebo semikrystalickou nadmolekulární strukturu, zatímco reaktoplasty pouze strukturu amorfní [12]:

- amorfní (viz. obr.4) jsou látky, ve kterých makromolekuly zaujímají zcela nahodilou pozici. Patří sem např. PS, PMMA, PC, apod. Jsou charakteristické tvrdostí, křehkostí, vysokou pevností, modulem pružnosti, mají nízký index lomu (1,4 až 1,6) a jsou průhledné. Součinitel teplotní roztažnosti α je menší, než u semikrystalických polymerů. Použitelnost amorfních polymerů je do teploty zeskenění T_g ,
- krystalické (viz. obr.5) jsou látky, které vykazují určitý stupeň uspořádanosti. Ten se označuje jako stupeň krystalinity (pohybuje se od 40 do 90 %) a vyjadřuje relativní podíl uspořádaných oblastí, uložených mezi oblastmi amorfními. Nemůže nikdy dosáhnout 100 %, proto se krystalické plasty označují jako semikrystalické. Patří sem PE, PP, PA, PTFE, POM, atd. Jsou mléčně zakalené, index lomu je větší a jsou charakterizovány houževnatostí materiálu, pevnost a modul pružnosti roste se stupněm krystalinity. Použitelnost semikrystalických plastů je do teploty tání T_m .



Obr. 4. Nadmolekulární struktura amorfních plastů [9, 12]



Obr. 5. Nadmolekulární struktura krystalických plastů [9, 12]

2 BALENÍ POTRAVIN

Účelem balení je především ochrana zboží před znehodnocením chemickým, fyzikálně chemickým a biologickým, a to při skladování, přepravě a distribuci. U potravin zajišťuje tato ochranná funkce obalu zároveň většinu hygienických nároků při cestě výrobku z místa výroby ke spotřebiteli. Od obalu se v podstatě očekává splnění tří úkolů [1, 3]:

- chránit výrobek před znehodnocením,
- vytvořit manipulační jednotku přizpůsobenou hmotností, tvarem i konstrukcí požadavkům přepravy, obchodu a spotřebitele,
- být prostředkem vizuální komunikace mezi výrobcem a zákazníkem.

2.1 Ekonomika balení potravin

Pod pojmem balení zahrnujeme všechny operace, při kterých se výrobek dávkuje a plní do obalů, dále všechny operace související s přípravou a použitím obalů. Ve většině případů se zde zahrnují i operace související s další manipulací s obaly (manipulace ve skladech). Podíl těchto operací v celkovém výrobním procesu je v mnoha potravinářských firmách v průměru asi kolem 50 %, často však (u některých druhů výroby pití) až okolo 80 %. Obecně ve vyspělých zemích náklady na obal představují 5 až 15 % ceny z celkové ceny výrobku, v potravinářském průmyslu je to 10 až 20 % z důvodů zvýšených požadavků na obal. Existuje však několik možností, jak ovlivnit náklady na balení, např.: zvyšovat automatizaci a mechanizaci výrobních linek, vratnost obalů nebo volbou materiálu. [1, 3]

2.2 Obalové prostředky pro balení potravin a jejich rozdělení

Pod pojmem obalové prostředky rozumíme obalové materiály, obaly z nich vyrobené, ale patří sem i pomocné obalové prostředky, které doplňují funkci samotných obalů. Největší podíl, až 50 %, tvoří obaly z papíru a lepenky. Pro vyspělou obalovou techniku je charakteristická poměrně velká spotřeba papírů a lepenek, kovů a plastů, zatímco se výrazně snižuje spotřeba dřeva, snižuje se i spotřeba skla a tkanin. [1, 3, 15]

Obaly je možno třídit podle látkového složení, základních vlastností, mechanických vlastností apod. Avšak obecné dělení obalů je na [1, 3]:

- přepravní,

- skupinové,
- spotřebitelské.

Významné je členění obalového materiálu a obalů z hlediska mechanických vlastností [1, 3]:

- měkké (papíry, fólie z plastů a kovů, jejich kombinace, popřípadě tkaniny),
- polotuhé (kartóny, lepenky, tuhé fólie z plastů a kovů),
- tuhé (sklo, kov, sklenice, plechovky, láhve).

Další dělení může být dle typu obalu [1, 3]:

- sklenice, sáčky, krabice, plechovky, tuby, misky, atd. - typické spotřebitelské obaly,
- bedny, sudy, pytle, konve, demižony, žoky, atd. - typické přepravní obaly.

V potravinářství je nejčastější dělení dle látkového složení [1, 3]:

- obal může přijít do bezprostředního kontaktu s potravinou,
- je potřeba další vrstvy, která může přijít do kontaktu s potravinou.

2.2.1 Obaly ze dřeva

Pro svou dostupnost a snadnou zpracovatelnost patří dřevo k nejstarším obalovým materiálům. Omezená produkce dřeva a jeho stále stoupající spotřeba v hospodářství způsobuje, že dřevo se začíná všude, kde je to možné, nahrazovat dostupnějším materiálem. Vedle již zmíněné dobré opracovatelnosti má dřevo ještě dobrou mechanickou pevnost při malé měrné hmotnosti, pružnost a tlumiví účinek při vibraci, dobré tepelně izolační vlastnosti a nízký koeficient tepelné roztažnosti. Z nevýhod dřeva je nutno uvést velkou nasákavost, objemovou nestálost při změně vlhkosti. Nejčastěji používané obaly ze dřeva jsou [3, 10, 15]:

- Bedny: dělíme je na sbíjené, nerozebíratelné konstrukce a skládací. Ze sbíjených beden se v potravinářství používají jemnořezné bedny pro zboží do 15 kg, dále těžší přepravní bedny pro větší hmotnostní obsah a speciální bedny, jako jsou klece na ovoce a zeleninu, nosiče láhví atd. V dnešní době jsou už téměř všude vytlačeny polyetylenovými přepravkami.

- Sudy, kádě: sudy patřily v minulosti mezi základní přepravní obaly pro většinu tekutin (pivo, víno). I dnes se výhody dřeva oceňují pro určité speciální výrobky, zvláště lihovin, ale hromadné použití převzaly obaly z jiných materiálů, např. hliník.

2.2.2 Obalové prostředky z papíru, kartonu a lepenky

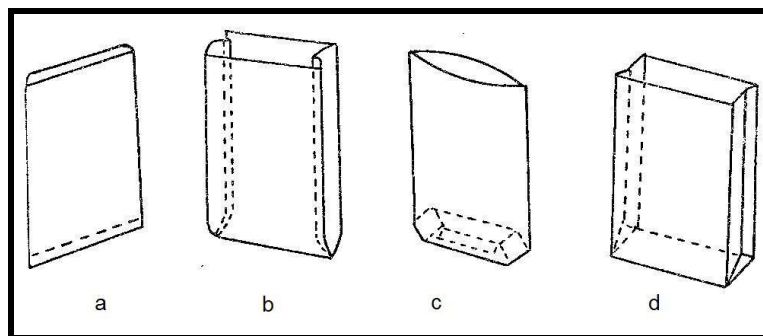
Papír, karton a lepenka mají v obalové technice nejdůležitější místo. Jejich podíl v celosvětovém měřítku se pohybuje kolem 50 %. Papírové obalové prostředky jsou poměrně levné, protože se vyrábí z přírodních surovin. Výroba kartonu a lepenky prochází všemi operacemi jako výroba papíru jen s tím rozdílem, že několik vrstev papíru se lisuje do požadované hloubky nebo počtu vrstev. Výhody jsou: dobrá pevnost v tahu, tuhost, elasticita, lehkost zpracování, spojování atd. Oproti tomu vysoká propustnost vody a páry, nízká odolnost vůči plísním omezují jeho použití [3, 10, 15].

Ve fóliové formě se na balení potravin používají [3, 10, 15]:

- nepromastitelné papíry - pergamenový papír je nepropustný pro tuky,
- imitace nepromastitelných papírů - obdobné použití, nazývají se *havany*,
- sulfitové papíry, ty jsou buď alba (vhodné pro úpravu plasty nebo k parafinování) nebo albino (dobře potiskovatelné a snášejí i větší povoskování).

Z většiny uvedených papírů se vyrábějí sáčky obvykle přímo v papírnách. Hlavní typy sáčků (viz obr. 6) jsou [3, 10, 15]:

- špičkové (trojúhelníkové) - pro balení váženého zboží při volném prodeji,
- ploché - lepí se nebo svařují na dvou nebo třech stranách,
- s postranním záhybem a plochým dnem - pro ruční balení kusových výrobků,
- s křížovým dnem - prodej sypkých a drobně kusových potravinářských výrobků,
- s obdélníkovým dnem s postranním záhybem (hranolové) - pro ruční i strojové balení sypkých potravinářských výrobků.

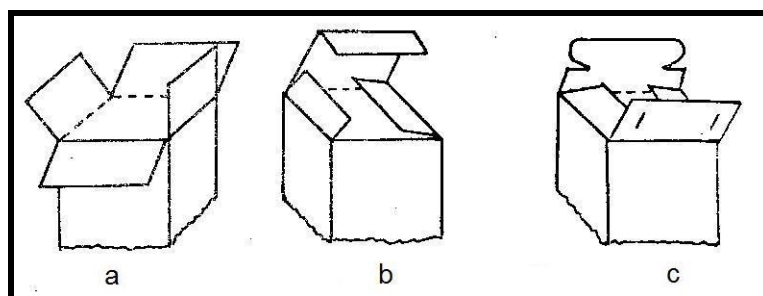


Obr. 6. Sáčky a) ploché, b) ploché s bočním záhybem, c) křížové, d) hranolové [3]

Obdobou sáčků jsou papírové pytle. Jednou z hlavních výhod je jejich malá hmotnost vzhledem k hmotnosti možné náplně a malý objem prázdného obalu. Pro zlepšení pevnosti se pytle sešívají nebo slepují z několika vrstev papíru. [3, 10, 15]

Mezi tuhé, respektive polotuhé obaly z papírenských výrobků, patří především tzv. skládačky (viz obr. 7). Při balení na automatických linkách se kladou při stoupajících výkonech stále větší nároky na přiměřenou tuhost. Skládačky je možno dělit na [3, 10, 15]:

- jednodílné skládačky - získávají se složením jednoho přířezu a liší se hlavně způsobem uzávěru,
- dvoudílné skládačky - jsou řešeny jako zasouvací nebo přiklápěcí,
- hermeticky uzavíratelné - pro sypké, tekuté i kašovitě náplně. Příkladem jsou obaly na mléko Tetra Pack, nebo Eko, které se používají v mražení.



Obr. 7. Skládačky a) lepicí, b) zasouvací, c) ouškové [3]

2.2.3 Obaly z tkanin

Také textilní průmysl je dodavatelem obalových prostředků. Pytle a žoky z tkanin patří k osvědčeným stále používaným přepravním obalům. Oceňuje se u nich jejich velká pev-

nost, ohebnost, poddajnost a nízká hmotnost. Surovinou pro výrobu je především juta, koudel a bavlna. V poslední době se používají i pytle tkané z proužků plastických fólií, především z PE a PP, které mají oproti klasickým jutovým tkaninám nižší hmotnost, větší pevnost a samozřejmě dokonalou odolnost vůči vlhkosti a mikrobům. [3, 10]

Rozeznáváme tyto typy [3, 10]:

- Tkané pytle: jsou určeny pro náplně do 100 kg.
- Žoky: jsou přepravním obalem, určeným hlavně pro balení lisovaných materiálů (bavlny, sena, slámy, peří, tabáku apod.). Používá se na ně jutová, popřípadě polypropylenová tkanina, někdy však i papír.
- Síťky: pro spotřebitelské obaly se velmi dobře uplatňují u ovoce a zeleniny, kde se vyžaduje dobrý styk s vnější atmosférou. Vyrábějí se buď ve formě přiměřených sáčků nebo pro moderní balicí stroje ve formě síťových hadic, které se po naplnění zbožím v příslušných vzdálenostech odřezávají.

2.2.4 Kovové obaly

Kovy jsou významným obalovým materiálem pro výrobu rozmanitých spotřebitelských a přepravních obalů různé velikosti, počínají kovovými fóliemi, tubami přes plechovky z jemného plechu, konve, sudy až ke kontejnerům. Z velké řady kovů přichází pro výrobu potravinářských obalů v úvahu především ocel a hliník. [1, 3, 10]

Rozeznáváme tyto typy [1, 3, 10]:

- Ocelové konzervové plechovky: jsou vyráběny z tenkých plechů. Převážná většina ocelového plechu pro výrobu konzervových plechovek se cínuje po celé ploše z obou stran. U některých konzerv sardinkového typu jsou víka na plechovky naletoována. Mnohem lepší je víčko tzv. „easy open cans“ (snadno otevíratelné plechovky).
- Hliníkové obaly: pro potravinářské účely se používá hliník o čistotě 99,5 %, jelikož má nejvyšší korozivní odolnost. Závěry u hliníkových plechovek jsou vytvořeny stejným způsobem jako u plechovek ocelových, lehce otevíratelné. Fólie z hliníku se vyrábějí s menším obsahem nečistot křemíku, železa nebo mědi.

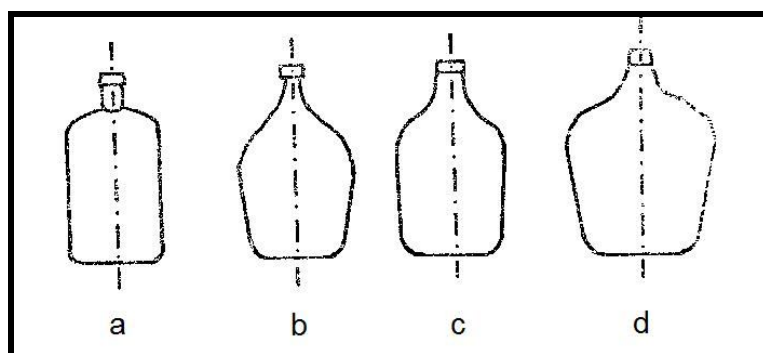
2.2.5 Skleněné obaly

Základní vlastností skla je vysoká chemická odolnost, dobrá omyvatelnost, možnost recyklace, nevýhodou je křehkost a hmotnost. Častým nedostatkem jsou bubliny nebo drobné trhlinky a poruchy geometrie. V normách jsou stanovené kvalitativní hodnoty, kterým musí sklo vyhovět. Je to především odolnost vůči tepelnému rázu. U skla na sterilizaci je to 40° C. Potravinářské skleněné obaly se rozdělují obvykle na dvě hlavní skupiny [1, 3, 10]:

- obalové sklo nápojové - zahrnuje obaly na mléko, pivo, víno, lihoviny, oleje atd.,
- obalové sklo konzervové - především širokohrdlové obaly.

Z obalů ze skla je také nutno připomenout „velké typy“ (viz obr. 8.) [1, 3, 10]:

- zásobní láhve - skleněný obal válcovitého tvaru , objemu 2 až 25 litrů,
- demižón - spotřebitelský nebo přepravní obal kapkovitého tvaru s plochým dnem,
- dupližón - oproti demižónu se liší mírně kónickým tvarem směrem ke dnu,
- balón - je skleněný přepravní obal kapkovitého tvaru o objemu až 50 litrů.



Obr. 8. Tvary velkého obalového skla: a) zásobní láhev, b) demižón, c) dupližón, d) balón [3]

2.2.6 Plastové obaly

Tyto látky mají v obalové technice široké uplatnění jednak přímo jako obaly, jednak jako ochranné povlaky, lepidla, výplňový materiál atd. Nejvíce se v obalové technice uplatňují termoplasty. Plasty používané v obalové technice jsou [3, 10, 15]:

- Kaučuk - především plní funkci těsnění, nátěrových hmot. Často se používá na těsnění u skleněných obalů, na řadu lepidel, nátěrových hmot.

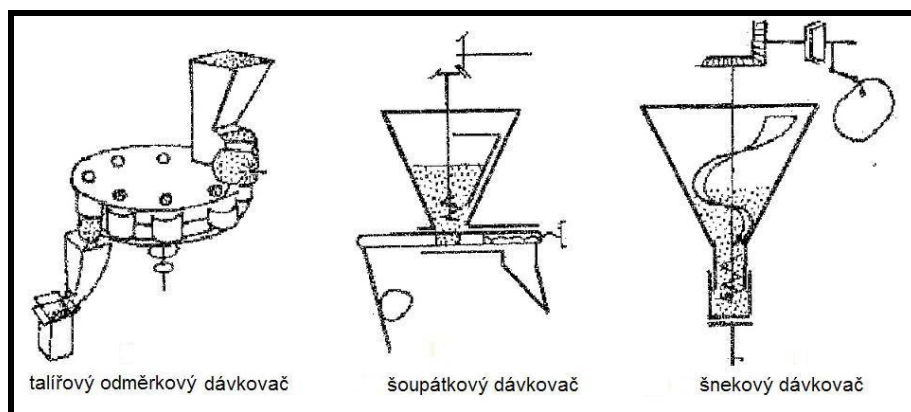
- Polyetylén - PE o vysoké hustotě se pro svou vynikající mechanickou pevnost, rázuvzdornost, tepelnou odolnost používá jak v oblasti spotřebitelských obalů, tak v oblasti obalů přepravních. Jako spotřebitelské obaly slouží PE ve formě jemných tenkých fólií, silnějších fólií pro obaly typu misek a kelímků i tuhých dutých obalů nejrůznějších tvarů. PE o nízké hustotě se uplatňuje ve spotřebitelských obalech fóliových, ať ve formě jednoduchých sáček na potraviny, sušené potraviny, a další.
- Polypropylén - PP je některými vlastnostmi podobný PE. V obalové technice se používá nejen jako fólie ale i ve formě misek (např. pro hotové pokrmy), popřípadě kelímků, nebo na vázací pásy, přepravky, lamináty.
- Polyvinylchlorid - z fólií PVC je možno tvarovat nejrůznější kelímky, obaly, proložky mezi vejce, ovoce atd. Rozšířená je také výroba láhví.
- Polystyren - PS všech typů má poměrně velkou propustnost pro vodní páru a velmi silnou propustnost pro kyslík, což určuje jeho použitelnost především pro potraviny. Z fólií z houževnatého polystyrénu se dobře vakuově tvarují kelímky, různě tvarované misky a podložky. Pěnový polystyren našel dobré uplatnění ve formě tvarovaných přepravek pro ovoce a zeleninu.
- Polyamid PA - jeho velká pevnost je oceňována u velkých nádrží na tekutiny nebo sypké materiály. U polyamidových fólií pro balení se oceňuje dobrá odolnost vůči tukům i olejům a malá propustnost pro aromatické látky a plyny.
- Polyethylentereftalát PET - z tohoto materiálu se vyrábí především fólie, jasně průhledné s dobrou tepelnou i chemickou odolností. Nejčastěji se PET používá jako obal většiny nápojů, tzv. PET láhve. Nevýhodou je, že patří k těm cenově dražším.

2.3 Propustnost obalových materiálů na bázi polymerů

Tyto materiály jsou na rozdíl od ostatních materiálů charakterizovány částečným odporem proti transportu hmoty z jednoho povrchu na druhý. Tím se liší od skla či kovů. Transport hmoty vrstvou polymeru se uskutečňuje procesem, tzv. aktivovaná difuze, kdy se pronikající látka nejprve sorbuje a rozpustí v polymerní matici, pak difunduje k druhému povrchu a v třetí fázi dochází k její desorpci. [4]

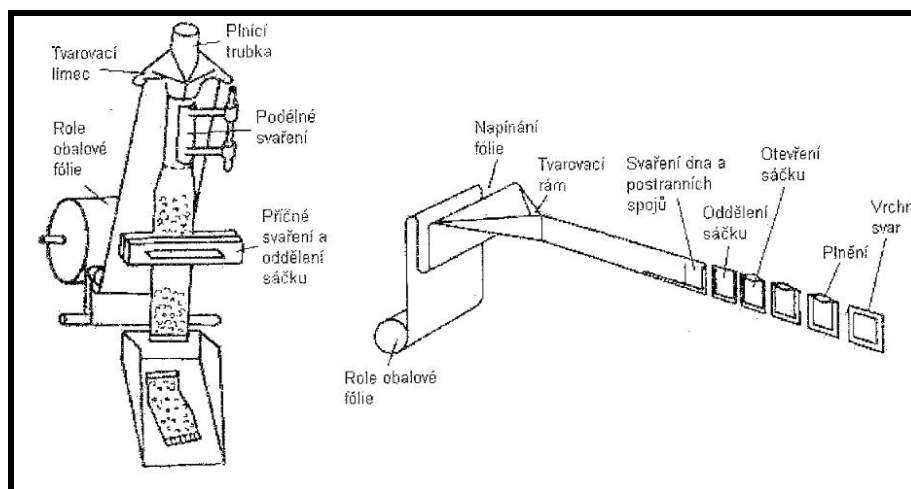
2.4 Plnění sypkých materiálů

Stabilita a prodejnost potravinářských výrobků je do značné míry ovlivněna konstrukcí obalu. Z tohoto hlediska je významný zejména způsob plnění a systém uzavírání. Zhruba lze říci, že způsob plnění, resp. dávkování, závisí především na konzistenci baleného produktu, systém uzavírání je ovlivněn zejména typem obalu (viz obr. 10). [4, 6]



Obr. 9. Příklady principů objemových dávkovačů sypkých materiálů [4]

Sypkým materiálem rozumíme obvykle zboží v pevném stavu s velmi nízkým obsahem vody, které se dávkuje hmotnostně nebo objemově. Mnohé sypké materiály se snadno přemísťují vlivem gravitace (přesypáváním), jiné ale působí při plnění problémy (jemně práškovité, vločkové materiály). Pro ně je typické použití šnekových dopravníků. Příkladem vhodných objemových plnicích zařízení jsou na obr. 9. Hmotnostní dávkovače pracují na principu sklonných vah. [4, 6]



Obr. 10. Systémy tvarování a plnění plastových sáčků [4]

3 OCHRANNÉ FUNKCE BALENÍ POTRAVIN

Většina výrobků, které ztrácejí časem svou kvalitu a znehodnocují se stykem s okolním prostředím, je možné chránit volbou vhodného obalu. Chceme-li se vyhnout problémům, je třeba analyzovat také jejich vlastnosti, které mají přímý vztah k ochranným schopnostem obalů a jejich kvalitě. [3, 13]

3.1 Mechanické vlivy a ochrana balením

Mechanickému namáhání jsou vystavené balené výrobky při dopravě a s ní spojenými operacemi. Nejdůležitější při skladování je tlak vyšších vrstev na níže položené. Při manipulaci je výrobek často vystaven rázům a vibracím. Má-li obal chránit výrobek před těmito vlivy, je potřeba jej tzv. fixovat, to je zvolit správný způsob uložení výrobku do obalu, nebo jej vhodně upevnit. [3, 13]

3.2 Klimatické vlivy a ochrana balením

Klimatické vlivy patří mezi ty, co ovlivňují výrobek i obal ve všech fázích výroby. Mezi základní změny, způsobené klimatickými vlivy jsou [3, 13]:

- změna skupenství, konzistence, tvarů, rozměrů,
- nežádoucí sorpci nebo desorpci vodní páry (vlhnutí, vysychání),
- koroze způsobená kyslíkem, vodou, tepla,
- změna barev, vzhledu, rozměrů.

3.2.1 Vliv vlhkosti

Změna vlhkosti patří k nejdůležitějším faktorům ovlivňující kvalitu potravin. Tento problém se týká všech druhů potravin kromě těch, které jsou sterilizované v kovových a skleněných obalech. Podle vztahu k vlhkosti vzduchu nebo vodě a jejich působení, se výrobky rozdělují zhruba do čtyř skupin [1, 3]:

- výrobky, které v konečné úpravě obsahují určité množství vody, která má schopnost se trvale měnit dle vlhkosti (potraviny, léčiva, papír, dřevo atd.),
- výrobky, které mohou obsahovat vodu, na vlhkost reagují ihned (chemikálie),

- výrobky, které neobsahují vodu a nejsou schopné ji přijímat, ale působením vlhkosti korodují (kovy, optika, tabulové sklo),
- výrobky, které neobsahují vodu nebo jen v malém množství a působením vlhkosti nepůsobí podstatné změny (skleněné výrobky, kovy, plasty, keramika).

3.2.2 Vliv kyslíku

Oxidačně - redukční procesy patří k nejdůležitějším změnám v potravinách. Vzhledem k tomu, že kyslík přispívá k většině oxidačních pochodům je možno těmto změnám předejít vhodným obalem, který zamezí přístupu kyslíku k potravíně. Tato ochranná činnost se často zvyšuje odstraňováním kyslíku z obalu buď vakuací nebo vytlačení plynem. [1, 3]

3.2.3 Ochrana před senzorickými vlastnostmi

Ovlivnění senzorických vlastností, kterými je chuť a vůně, patří k velmi závažným změnám potravin. Ve vztahu k obalu můžou nastat tři základní druhy změn chuti a vůně [1, 3]:

- prchání aktivních složek z potraviny do okolní atmosféry, nebo naopak, určitý pach nebo vůně je sorbována potravínou,
- chemické změny příslušných složek nejčastěji oxidací, která může často převýšit změny způsobené jen prcháním vonných látek, v tomto případě je potřeba obalu nepropustného pro kyslík,
- uvolnění rozpustných nebo prchavých látek z obalu do náplně, nutná vhodná volba kombinace obal a potravina.

Nebezpečí přijímání cizích pachů buď od společně uskladněných potravin nebo z čistících prostředků je zvlášť výrazné u potravin s vyšším obsahem tuku (máslo, čokoláda), protože většina prchavých látek je v tuku rozpustná. Zvlášť intenzivně působí na tuky vůně koření, parfému, kávy, ryb, mýdla, barev a dalších. [1, 3]

3.2.4 Ochrana před zářením

V potravinářské technologii se může bezprostředně uplatnit záření různé vlnové délky, především gama záření, ultrazvukové, viditelné, infračervené. Příznivé, technologicky využitelné, jsou v možnosti sterilizačních účinků (gama záření) a dalších (omezení klíčivosti bram-

bor a cibule, tvorba vitamínu D). Nepříznivé účinky skoro všech druhů záření jsou v oxidačně-redukčních změnách nebo v jejich vyvolání. [1, 3]

3.2.5 Ochrana před změnou teplot

Přestup tepla z vnějšího prostředí stěnou obalu do potraviny nebo naopak je velmi častý proces (sterilizace, zmrazení, samovolné vyrovnání teplot mezi teplotou výrobku a okolním prostředím). Ve všech těchto případech je možno považovat obal za tepelný odpor, jehož hodnota je dána tepelnou vodivostí a tloušťkou použitého materiálu. U kovových obalů není z tohoto hlediska žádný problém, u skleněných je nutno respektovat tepelný ráz. Problematiké je působení vysokých a nízkých teplot u plastových obalů a jejich odolnost se stává jednoznačným omezujícím faktorem. [1, 3]

3.3 Biologické vlivy a ochrana balením

Když se hovoří o poškození nebo ochraně výrobků před biologickými činiteli, myslí se zpravidla poškození účinkem mikroorganismů, hmyzů a hlodavců. Kontaminace mikroorganismy bývá hlavní příčinou poškození různých výrobků, především potravin a projevuje se plísní, kvašením nebo hnilobou, tímto se stávají potraviny většinou nepoužitelné. [3]

Mimořádné nároky na mikrobiologickou čistotu klade technika aseptického balení potravin. Podstatou je plnění bezzárodkové potraviny do sterilních obalů tak, aby před uzavřením nemohla nastat kontaminace náplně. Metody aseptického balení dle použitého obalového materiálu. Nejběžnější způsob aseptického balení u nás je asi systém Tetra Pak u výroby a plnění mléka. [3]

Proti hmyzu a hlodavcům jsou bezpečné pouze skleněné, kovové a některé plastové obaly, jinak je vše na hygienických podmínkách ve výrobě, skladě, domácnosti. [3]

4 SVAŘOVÁNÍ PLASTŮ

Svařováním se rozumí pochod, při kterém vzniká nerozebíratelný spoj dvou nebo více dílů za úplného nebo částečného zaniknutí povrchového rozhraní. Spoj se vytváří při styku teplem aktivovaných povrchů za pomoci tlaku. Po vytvoření pevného spoje je rozhodující těsný kontakt povrchů, kdy se makromolekuly musí přiblížit na takovou vzdálenost, aby se mohly projevit mezimolekulové síly. Pro rychlý nárůst pevnosti svaru je důležité vzájemné mísení mikroobjemů povrchových vrstev. Proto je svařování podmíněno schopností materiálu přejít do tekutého stavu; tato tavitelnost společně s reologickými vlastnostmi vzniklé taveniny (označována jako svařitelnost) určuje snadnost vzniku a kvalitu svaru. [6, 7, 9, 16]

Teplo potřebné k ohřátí spojovaných povrchů může být předáno buď přímo nosiči tepla, např. kontaktem s ohřátým povrchem (kondukční svařování), horkým plynem či roztaveným přídavným materiálem (extruzní svařování), anebo přeměnou jiných druhů energie na teplo, např. přeměnou mechanické energie (svařování třením, ultrazvukem), elektrické energie (vysokofrekvenční svařování). Vlastní provedení se může lišit sledem operací: při jednom postupu jsou svařované povrchy nejprve uvedeny v úplný kontakt a teprve potom zahřívány, jindy jsou povrchy nejprve ohřáty a potom spojeny. Je možná i třetí varianta, kdy kontakt a ohřev probíhají současně (svařování třením). [6, 7, 9, 16]

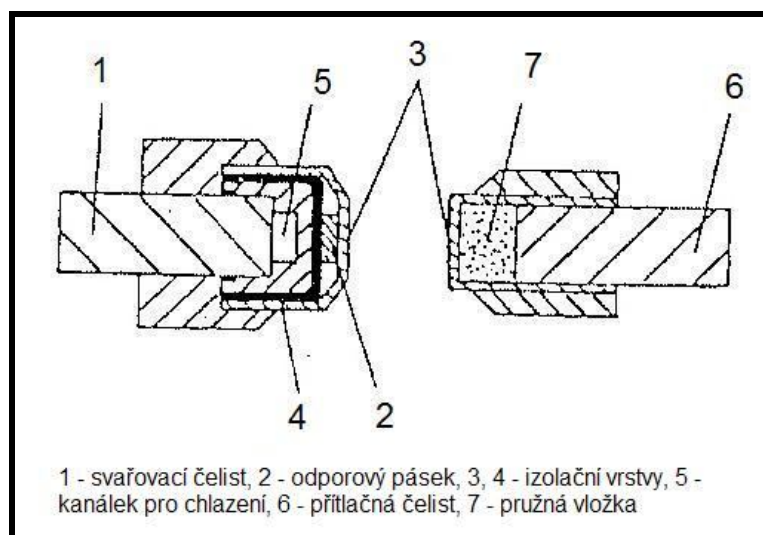
4.1 Kontaktní svařování

Při kontaktním svařování, které je rovněž označováno jako kondukční, se spojované povrchy ohřívají stykem s vyhříváním (svařovacím) nástrojem. Podle režimu ohřevu se rozlišuje svařování v ustáleném (statickém) režimu, kdy svařovací nástroj je vyhříván na konstantní teplotu, a svařování tepelným impulsem, kdy nástroj během kontaktu se svařovaným povrchem se rychle ohřeje a vzápětí ochladí. Vyhřívání svařovací nástroj bývá většinou opatřen tenkým ochranným povlakem (např. polytetrafluorethylenem), aby se zabránilo přilepování ohřívajícího materiálu na kovový povrch nástroje. Kondukční svařování je jednoduchý a univerzální způsob, kterým mohou být principiálně svařeny všechny typy termoplastů. Tento způsob svařování se používá pro spojování polotovarů, jako jsou fólie, desky, trubky a různé profily. Hlavní aplikační oblastí je konstrukce chemických zařízení, stavebnictví a obalová technika. [6, 12]

4.1.1 Svařování fólií a desek

Tenké fólie lze výhodně svařovat tepelným impulsem, který trvá 0,1 až 1 s. Do odporového pásku, jenž je součástí svařovací čelisti, se přivede dostatečně velký elektrický proudový impuls. Vzniklým tepelným impulsem jsou fólie zahřáty na svařovací teplotu a tlakem svařovací čelisti spojeny. [6, 12]

Čelisti (viz obr. 11) mohou tvořit svařovací kleště nebo mohou být součástí svařovacích strojů, kde jsou ovládány pákovým mechanismem nožně nebo motoricky. Při jednostranném ohřevu lze svařovat např. polyethylenové fólie do tloušťky 0,08 mm, při dvoustranném ohřevu do tloušťky 0,12 mm. U výkonnějších strojů může být svařovací čelist chlazena vodou. Pružná vložka v přítlačné čelisti zajišťuje rovnoměrné rozložení tlaku po celé délce čelisti a dokonalý kontakt mezi svařovanými vrstvami. [6, 12]



Obr. 11. Svařovací a přítlačná čelist [6]

Ke svařování tenkých fólií (při výrobě polyethylenových sáčků) se používá postup někdy nazývaný jako svařování tlakovým impulsem. Tlakový a tepelný impuls je dáván trvale vyhřívaným nožem, který se na krátkou dobu přitiskne na svařovaný rukáv z polyethylenové fólie. Fólie je nesena otáčejícím se bubnem s pružným povrchem (pryž), svařovací nůž se během impulsu posouvá shodně s povrchem bubnu. Rukáv je v sousedství příčného svaru stříhán a vzniklé sáčky jsou stohovány. [6, 12]

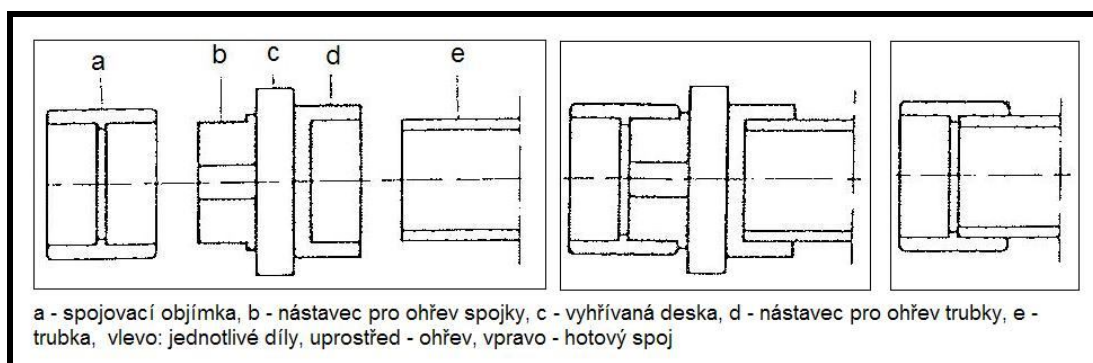
Tlustší fólie a desky se při kontaktním svařování ohřívají nástrojem vyhřívaným na konstantní teplotu a spojují se buď překrytím, nebo natupo. Svařovacím nástrojem pro ruční svařování může být i páječka s regulací teploty apod. Ruční svařovací zařízení jsou vhodná

pro menší rozsah prací, neboť nezabezpečují dostatečnou stálost parametrů (teploty, tlaku), a tím i kvalitu svarů. Proto, pokud je to možné, se přednostně používají poloautomatická a automatická zařízení zaručující reprodukovatelnost svařovacích podmínek. Standardní konstrukce umožňují pracovat s fóliemi širší až 4 m a tloušťky 1 až 12 mm, speciální typy s tloušťkou až 70 mm. [6, 12]

4.1.2 Svařování trubek

Trubky se nejčastěji spojují kontaktním svařováním [6, 12]:

- Svařování natupo: používá se pro trubky z polypropylenu a z polyethylenu o vysoké hustotě. Topné elementy jsou převážně kruhového průřezu vyhříváné elektrickým proudem o nízkém napětí. Po uplynutí předepsané doby je vyhřívána destička (zrcadlo) odstraněna a trubky dostatečným tlakem spojeny. Síla nutná k přitlačování trubek na svařovací nástroj a potom i k vlastnímu spojení se vyvozuje mechanicky šroubovým mechanismem. Běžná zařízení mohou svařovat trubky s průměry od 25 do 400 mm, speciální nástroje až do 1500 mm.
- Svařování spojovacími objímkami: používá se hlavně pro trubky (viz obr. 12) z PVC, PP, a to při konstrukcích chemických zařízení, rozvodu plynu a při spojování topných trubek pro vytápění podlah. Postup při svařování je analogický jako u předchozího způsobu (uprostřed je fáze ohřevu trubky a objímky a napravo konečný spoj). Topné elementy musí mít takový tvar, aby zajišťovaly ohřátí spojovací objímky zevnitř a trubky na vnějším povrchu. Z tohoto důvodu je pro každý rozměr trubky nutný jiný pár nástavců na topnou desku. Běžná zařízení jsou určena pro svařování trubek o průměru 16 až 110 mm.



Obr. 12. Princip kontaktního svařování trubek pomocí spojovací objímky [6]

4.1.3 Svařování profilů

Zařízení tohoto typu slouží především ke svařování okenních a dveřních rámu z dutých PVC profilů. Princip je obdobný svařování trubek natupo, ale stroj je navíc vybaven upínacím zařízením na výrobu koutových svarů, T-kusů apod. Některé typy zařízení jsou vybaveny čtyřmi svařovacími ústrojími, takže umožňují vyrobit celý rám najednou. [6, 12]

4.2 Svařování horkým plynem s přídavným materiálem

Tento způsob svařování termoplastů spočívá v ohřátí spojovaných povrchů a přídavného materiálu na teplotu svařování pomocí proudu horkého plynu. Plynným médiem může být vzduch, dusík nebo oxid uhličitý. Princip se značně podobá svařování oceli plynem. Při svařování plastů se uplatňují stejné druhy svarů jako při svařování kovů, např. pro spojování silnějších materiálů svary V a X. [6, 12]

Svařování horkým plynem je téměř univerzální postup, výhodný především pro tlustostěnné materiály. Umožňuje svařovat různě tlusté díly, vést svary složitých tvarů libovolně umístěné v prostoru. Použití nachází zejména při sestavování konstrukcí chemických zařízení, kladení podlahovin z PVC a dále tam, kde není rozhodující relativně malá produktivita a nedostatečná pevnost spoje především při zatížení v ohybu a rázem. [6, 12]

4.2.1 Extrúzní svařování

Pro svařování tenkostěnných polotovarů z HDPE a PP byl vyvinut postup označovaný jako svařování vytlačovaným přídavným materiálem (tzv. extrúzní svařování). Metoda spočívá ve vytlačení taveniny spojovacího materiálu mezi spojované povrchy, které ohřeje na svařovací teplotu a spojí se s nimi za vzniku svaru. [6]

Stroje pro extrúzní svařování mohou být konstruovány buď s oddělenou plastikační jednotkou, nebo jako ruční s malým extrudérem přímo ve svařovací hlavě. Stroje mohou být zásobovány práškem, granulátem nebo páskem polymeru. [6]

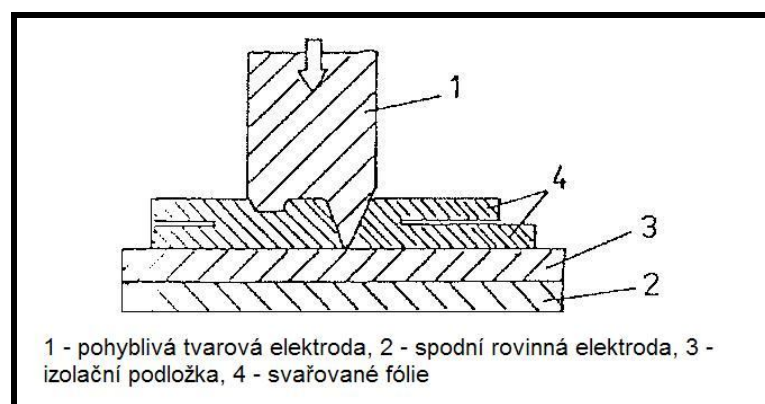
Extrúzní svařování je relativně nová metoda, která získává stále větší uplatnění díky jednoduchosti, velké produktivitě, širokým technologickým možnostem a velmi dobré kvalitě svarů. Používá se především pro svařování polyolefinů, vhodná je však i pro svařování PVC a dalších plastů. [6]

4.3 Vysokofrekvenční svařování

Vysokofrekvenční svařování spočívá v umístění tenkých svařovacích dílů mezi desky pracovního kondenzátoru - tzv. elektrody, z nichž jedna nebo dvě vytvářejí svarový šev. Po přivedení elektrického napětí je materiál rychle zahřát na svařovací teplotu a tlakem elektrod je spojen. Poněvadž se teplo vytváří přímo ve hmotě, je nejvyšší teplota v místech styku svařovaných fólií a nejnižší na jejich povrchu ve styku s chladnými elektrodami. To je výhodné pro tvorbu spoje a navíc se materiál nelepí na elektrody. [6]

Spodní elektroda bývá nejčastěji rovinná (viz obr. 13), horní má tvar požadovaného svaru (tlaková elektroda). Má-li elektroda břit, může kromě svařování i oddělovat přebytečný materiál. U výkonných svařovacích zařízení mohou být elektrody chlazeny vodním kanálkovým systémem. [6]

Svařovací zařízení může být řešeno jako přenosné skládající se z vysokofrekvenčního generátoru v kufříkovém provedení a z ručních kleští, jejichž čelisti jsou svařovacími elektrodami. Pro průmyslové účely se užívají výkonnější zařízení - tzv. svařovací lisy, u kterých je přímočarý vratný pohyb horní elektrody vyvozován pákovým nebo hydraulickým mechanismem. Vysokofrekvenčně se svařují tenké materiály (fólie, koženky, textilie) z polárních polymerů, především z měkčeného i neměkčeného PVC. Vysokofrekvenční svařování v řadě případů nahrazuje šití, a dosahuje se tak při menší pracnosti větších pevností spojení. Další výhodou je velká produktivita práce (krátké pracovní cykly, malá spotřeba energie, možnost dokončovacích operací při užití elektrod s břitem atd.), lepší pracovní podmínky a zmenšení znečišťování okolí proti spojování např. lepením. [6]



Obr. 13. Vysokofrekvenční svařovací elektrody [6]

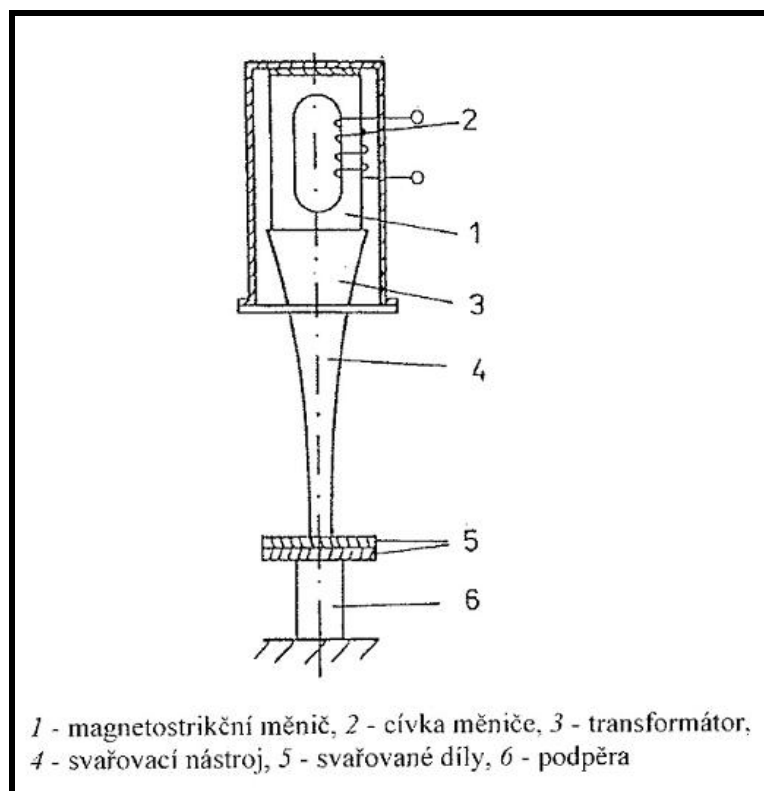
4.4 Svařování ultrazvukem

Ke svařování ultrazvukem (viz obr. 14) se používají mechanické kmity o frekvenci 20 až 50 kHz vyvozované generátorem ultrazvuku. Ohřev materiálu při svařování ultrazvukem je podmíněn pohlcováním energie mechanických vibrací. K nejintenzivnějšímu pohlcování energie dochází v nehomogenitách materiálu, jež jsou nejvíce akumulovány na rozhraní spojovaných dílů. Proto i vzrůst teploty je na tomto rozhraní větší než v objemu materiálu. Působením ultrazvukových vln se mění i reologické vlastnosti vzniklé taveniny, což vše dohromady urychluje vytvoření svarového spoje a umožňuje ultrazvukem kvalitně svařovat při nižších teplotách, než dovolují ostatní svařovací metody. [6, 12]

Ultrazvukové svařování se vyznačuje některými zvláštnostmi danými způsobem ohřevu [6, 12]:

- k ohřevu materiálu na svařovací teplotu dochází velmi rychle - ohřev trvá řádově sekundy až zlomky sekund, u většiny materiálů lze zajistit přednostně ohřev v místech spojovaných povrchů bez nutnosti roztavení celého objemu,
- působení ultrazvukových vln na ohřátý materiál urychluje tvorbu spoje, zkracuje celý cyklus a umožňuje svařovat i při nízkých teplotách,
- mnohé materiály lze svařovat v místech značně vzdálených od povrchu, na který je přiváděna energie,
- svařitelnost polymerních materiálů ultrazvukem závisí na jejich fyzikálně-mechanických vlastnostech,
- není nutné předchozí očištění spojovaných povrchů od nečistot.

Svařování může probíhat v blízkém poli (kontaktní svařování) nebo v poli vzdáleném od sonotrody (distanční neboli přenosové svařování). Kontaktní svařování se používá ke spojení měkkých materiálů (PE apod.) malé tloušťky (do 5 mm). Přenosové svařování se doporučuje při svařování objemných dílů z tvrdých termoplastů (PS, PMMA, PC apod.). Vlastní pracovní cyklus je v mnohém podobný vysokofrekvenčnímu svařování. Svařovaný materiál se klade mezi svařovací nástroj (sonotrodu) a opěrnou desku (oporu).



Obr. 14. Princip svařování ultrazvukem [6]

4.5 Svařování třením

K ohřevu spojovaných dílů na svařovací teplotu se v tomto případě využívá přeměny mechanické energie v energii tepelnou při tření povrchů. Intenzita uvolňování tepla je dána přitlačnou silou, koeficientem tření a vzájemnou rychlostí třených ploch. Množství tepla se dávkuje dobou tření za předepsaných podmínek (tlaku, rychlosti). Podle vlastního provedení lze třecí svařování rozdělit na rotační a vibrační. Třecím lze svařovat všechny termoplasty, rotační je investičně i provozně méně náročné, je však omezeno na rotační tvary. Lze konstatovat, že obě metody se navzájem výhodně doplňují. [6, 12]

4.5.1 Rotační svařování

Při rotačním svařování třením se tření povrchů dosahuje přitlačováním jednoho otáčejícího se dílu na díl druhý, který je upevněn a neotáčí se. Po roztavení povrchových styčných vrstev se tření přeruší buď uvolněním upevněného dílu, který se začne též otáčet, nebo zastavením rotace poháněného otáčejícího se dílu. Předměty jsou drženy stále pod předepsaným tlakem, než dojde k požadovanému spojení a ochlazení spoje. Rotačním svařováním se mo-

hou svařovat pouze rotačně symetrické díly (koule, válce, trubky, kužele, apod.) nebo lze tyto díly přivařit na rovné plochy. Rotačním způsobem lze plasty svařovat pomocí soustruhu nebo na zařízeních určených k rotačnímu svařování plastů, popř. kovů. Ve speciálních případech je možné rotační svařování kombinovat s dalšími operacemi např. s odstraňováním přetoků, vrtáním otvorů. [6, 12]

4.5.2 Vibrační svařování

K vytvoření tepla se při vibračním svařování využívá vzájemného tření spojovaných povrchů oscilacemi o frekvenci 100 až 250 Hz a amplitudě 1 až 4 mm. Lineární vibrace se užívají pro svařování úzkých a dlouhých dílů. Vibrace se vedou ve směru největšího rozměru, kde má díl nejvyšší tuhost, čímž se dosahuje velké účinnosti. Tlak na spojované plochy při tření se pohybuje v rozmezí 10 až 20 kPa. Aby se dosáhlo maximální relativní rychlosti třecích ploch, pohybují se často oba díly navzájem opačně. Rovněž je možné pohybovat pouze jedním dílem, což se využívá v případech, kdy se navařuje malý díl na velký. Po skončení ohřevu jsou díly fixovány v přesné poloze tlakem, čímž dojde k jejich spojení. [6, 12]

4.6 Svařování zářením

Materiál se před spojením může ohřívát také působením infračerveného záření nebo koncentrovanými světelnými paprsky (laser). [6, 12]

4.6.1 Radiální svařování

Množství tepla předaného při radiálním svařování závisí na množství pohlceného infračerveného záření. Různé polymery pohlcují jednotlivé frekvence infračerveného záření různě intenzivně. Postup při svařování je analogický postupům při kontaktním svařování. Infračervené záření lze využít k ohřevu při svařování trubek, profilů, fólií, atd. [6, 12]

4.6.2 Svařování laserem

Při svařování paprskem laseru se ohřevu spojovaných povrchů dosahuje přeměnou zářivé energie na teplo. Zvláštností je koncentrace značného množství energie v tenkém paprsku, jehož průměr dosahuje pouze desetin milimetru. Tento typ svařování dosahuje největší efektivity při spojování tenkých fólií, kdy se dosahuje vysokých pracovních rychlostí (např. při svařování PE folie o tloušťce 0,05 až 0,15 mm lze dosáhnout rychlosti až 4 m/s). [6, 12]

5 POŽADAVKY NA OBAL A JEHO KONTROLA

Při rozboru možností, jak zefektivnit balení je potřeba mít na paměti všechny složky, jichž se problematika balení týká. Především jsou to způsob výroby obalů, přeprava, skladování, obchod, spotřebitelé a další. Každý z těchto článků má na obal určité požadavky. [3, 10]

5.1 Požadavky vyplývající z předpisů a dohod

Požadavky na obaly a balení musí být v souladu s platnými předpisy, ke kterým patří zákony, vyhlášky, hygienické předpisy, předpisy o bezpečnosti, ochraně zdraví, normy. [3, 10]

5.2 Požadavky spotřebitelů na obal

Už samotná volba optimální velikosti obalu a jeho tvar se zřetelem na dobrou skladovatelnost patří k opatřením, které zlepšují manipulační funkci. Patří sem také požadavek snadného otevření, popřípadě opětovného uzavření. Dnes je to například nevýhoda plechových konzerv s potravinami. Mimořádné nároky jsou kladeny na obaly určené pro děti, které musí být snadno otevíratelné, neměly by mít ostré hrany a kraje. Další požadavek je na snadné vyprazdňování z obalu. To je problém u viskózních potravin s úzkým hrdlem (zubní pasta, kečup). V souvislosti s vyprazdňováním obalů bývá pro spotřebitele výhodné, umožňuje-li obal odměřovat dávky příslušné potraviny. U kusových výrobků jež má pravidelný tvar, bývají určité dávky naznačeny na obalu (kostka másla). U tekutých a práškovitých náplní je vhodné zapojit průhlednou stupnici nebo odměrku. S otevíráním a vyprazdňováním souvisí i tzv. nešťastivé balení. [3, 10]

5.3 Požadavky obchodu na obal

Obchodní složky, které mají úzký kontakt na jedné straně se spotřebiteli a na druhé straně s výrobou potravin, mají na řešení problematiky balení bezprostřední zájem. Jde především o rozsáhlou síť vnitřního obchodu, kterou denně prochází řada výrobků. U některých potravin nastává otázka, zda balit v místě výroby nebo až v obchodním závodě. Aktuální je tento problém u ovoce a zeleniny. Rozhodující je obvykle otázka, zda je výhodnější přepravovat zabalené potraviny nebo nebalené. Upoutat zákaznickovu pozornost (hlavně dětí) a informovat je o výrobku, to je základ obalu, který je v samoobsluze. Za podmínek silné konkurence

není složité vyrobit kvalitní výrobek za výhodnou cenu, ale prodat jej. Takže jsou kladeny požadavky na obal, aby upoutal zákazníka (reklama na obalu, barvy, design apod.). [3, 10]

5.4 Požadavky na obal z hlediska logistiky a skladování

Přepravní obaly musí mít dostatečnou pevnost, stabilitu, soudržnost, aby odolávaly riziku přepravy. Jejich tvar, uzávěry, zpevňovací a spojovací součásti nesmí být příčinou poškození výrobků ani zaměstnance ve skladech. Jelikož v potravinářství pracuje mnoho žen, doporučuje se balit max. po 15 kg dle zákona. Ekonomické přemístování nákladu řeší v současnosti osvědčená paletizace. Při paletizaci jde o uložení předmětů na paletu tak, aby byla využita její maximální plocha. Palety jsou většinou dle EU norem stejné velikosti (1200 x 800 x 150 mm) a na potravinářské výrobky se používají tzv. fumigované palety. [3, 10]

5.5 Kontrola obalů

5.5.1 Zkoušení dřevěných obalů

Zahrnuje zkoušky tvarů a rozměrů běžnými měřidly a většinou též vizuální kontrolu provedení a povrchové úpravy. Funkční zkoušky jsou předepisovány pouze pro některé druhy obalů, např. u sudů na pivo se zkouší vodotěsnost studenou vodou. Mimo tyto zkoušky jsou ještě zkoušky mechanické, které slouží k simulování dopravy, mezi které patří zkouška volným pádem, zkoušky v rotačním bubnu, tlakové a vibrační zkoušky. [3, 10]

5.5.2 Zkoušení papírových obalů

U měkkých spotřebních obalů, tj. sáčků pro strojní a ruční plnění, se zkouší hlavně jakost samotného obalového materiálu, protože ta v první řadě rozhoduje o jakosti hotového obalu. Nejrozsáhlejší jsou zkoušky mechanických vlastností (tržné zatížení, pevnost v přehýbání, tuhost apod.). V souvislosti se zpracováním některých obalů na balicích linkách má význam i stanovení klouzavosti a svařitelnosti, propustnosti vody, plynů, páry. [3, 10]

5.5.3 Zkoušení kovových obalů

U těchto materiálů se zkouší hlavně odolnost vůči korozi. Dále vhodnost příslušného kovového materiálu pro technologické zpracování, tj. zkouška tvrdosti, pevnosti, popřípadě i

zkoušku rozměrů a pravoúhlosti pro výrobu konzervových plechovek. Pro obaly sterilovaných výrobků a obalů namáhaných v tlaku jsou důležité zkoušky těsnosti. [3, 10]

5.5.4 Zkoušení skleněných obalů

Tyto zkoušky lze rozdělit do tří skupin. Do první patří všechny zkoušky týkající se jakosti (velikost bublin a kamínků, odolnost vůči vodě, vychlazení, klouzavosti povrchu, odolnost proti poškrábání a vhodnost obalu pro zpracování na rychloběžných balicích linkách. Druhá skupina zahrnuje všechny zkoušky, jimiž se kontroluje tvar a rozměry. Do třetí skupiny se řadí zkoušky odolnosti vnitřního přetlaku a tepelného nárazu. [3, 10]

5.5.5 Zkoušení plastových obalů

Pro fóliové plastické materiály přicházejí v úvahu zkoušky jako pro jiné fóliové materiály (tloušťka, plošná hmotnost, pevnost v tahu a tažnost). Specifičtější pro plasty je zkouška svařitelnosti a klouzavosti. U laminátových vrstev se zjišťuje soudržnost a u smrštitelných fólií teplota smrštění. Další kontrola je zaměřena na propustnost vodní páry a plynů. U hotových obalů je kladen důraz na vzpěrovou a pádovou odolnost. [3, 10]

5.6 Metody zkoušení hotových výrobků v KRAFT FOODS s. r. o.

Vzorkování hotových výrobků - vzorky jsou odebírány dle plánu - každá směna, každá výrobní linka, každý výrobek - vždy po 2 ks, vzorky jsou označeny číslem výrobku a číslem sila, ze kterého jsou baleny. [18]

Pojmem PODs se rozumí marketingový název druhu vyráběné kávy.

5.6.1 Hodnocení obalů hotových výrobků

Hodnocení probíhá podle následujících bodů [18]:

- Kontrola obalu jednotlivých výrobků - vzhled obalu, výrobní vady obalového materiálu, poškození obalového materiálu během balení, vzhled svárů, záložka, etiketa.
- U balení PODs - sáček nesmí být promáčknutý dovnitř, vzhled obalu, pravidelnost tvaru (kruh), rovnoměrnost sváru, pevnost sváru (tahem za protější strany PODs zjistit pevnost sváru), tloušťka POD, vzhled PODs v hotovém balení.

- Správnost značení - správnost data (datum výroby a datum spotřeby, kódu), správnost a čitelnost, rozměry (správnost překontrolovat měřením).
- Kontrola skupinového balení - kontrola kartonů (správnost potisku, čistota, vzhled), kontrola foliového balení (rozměr folie, čistota, vzhled).
- Kontrola etiket – kontrola etiket skupinového balení a kontrola etiket na palety (správnost názvu výrobku, kódů, data a pomocných údajů).

5.6.2 Kontroly těsnosti balení

Balení se na těsnost kontroluje takto [18]:

- Měkká balení - na sáčku odklopit podélný svár, sáček ponořit do vodní lázně a stlačit, sledovat celý povrch obalu včetně vyraženého data, zda neunikají bubliny.
- Vakuová balení - na viditelném místě kostku propíchnout, do vzniklého otvoru vpustit stlačený vzduch a po nafouknutí sáčku zatlačit otvor prstem, ponořit do vodní lázně a sledovat, zda neunikají vzduchové bubliny.
- Kontrola těsnosti vakuových balení hmatovou zkouškou - při odběru balíků od baličí linky zkontrolovat každý balík tlakem ruky. Je kontrolováno, zda je kostka tvrdá.
- Kontrola těsnosti balení heliem - Pomocí tlakové pistole ukončené jehlou se vstříkne helium do balení. Po skončení měření se horní víko měřicí komory automaticky zvedá a na obrazovce se objeví hodnota netěsnosti.

5.6.3 Stanovení obsahu zbytkového kyslíku

Zbytkový kyslík se stanovuje pomocí [18]:

- Měření obsahu zbytkového kyslíku v měkkých baleních a baleních PODs - Na odběrovou sondu se musí nalepit pryžové těsnění, sondu i s těsněním přilepit na sáček s kávou, vysunout jehlu z odběrové sondy a vyčkat ustálení hodnoty.

5.6.4 Stanovení kofeinu v pražené & mleté a rozpustné kávě pomocí přístroje NIR

Zapnout NIR nejméně 30 minut před vlastní analýzou. Naplnit obsah zásobníku kávou, zkontrolovat homogenitu vzorku a přiklopit papírovým víčkem. Po analýze se automaticky zobrazí výsledek obsahu kofeinu. [18]

6 OBECNÁ HYGIENA POTRAVIN

Produkce potravin má, zjednodušeně řečeno, tři základní aspekty: kvalitativní, kvantitativní a ekonomický. V hospodářsky vyspělých zemích není problém dostatečný objem produkce. O to větší důraz je zde kladen na jakost a především na zdravotní nezávadnost vyráběných potravin. [5]

6.1 Fyzikální nebezpečí šířící se potravinami

Mezi málo běžná fyzikální nebezpečí v potravinách patří např. úlomky skla nebo jiných materiálů. V současné době je mnohem větší pozornost věnována ionizujícímu záření, což je svou podstatou fyzikální jev, i když původcem jsou chemické látky. Ionizující záření vzniká v potravinách rozpadem radionuklidů, které tuto potravinu kontaminují. Největší význam z hlediska hygieny mají radionuklidy jodu a stroncia. [5, 8]

6.2 Chemická nebezpečí

Mezi nejběžnější nebezpečí chemického původu patří [5, 8]:

6.2.1 Látky přirozeně se vyskytující

U mnoha látek patřící do této skupiny byla sice zjištěna jejich toxicita, ale je nutno říci, že musíme uvažovat o velikosti dávky, dle kterých byly zjištěny výsledky. Kromě toho je mnoho látek do této skupiny zařazeno jen z bezpečnostního hlediska a jsou neustále hlídány. Mezi toxické látky této skupiny patří např.: inhibitory enzymů, sloučeniny vázící minerální látky, kyselina šťavelová, alergeny a toxiny (saponiny, kyanogeny, lektiny, fenoly). Riziko toxinů mořských živočichů je ve střední Evropě zatím minimální, ale vzhledem ke globalizaci obchodu je nutno uvést alespoň zástupce těchto toxinů: saxitoxin, kyselina okadová, kyselina dominová. [5, 8]

6.2.2 Látky kontaminující

Za kontaminanty potravin jsou označovány takové nežádoucí chemické látky s jejichž přítomností je nutno v potravinách počítat, ale do potravin se dostávají neúmyslně. Mezi látky nedobrovolně vstupující do potravin z životního prostředí jsou dusitany a dusičnany. V průběhu technologického procesu výroby a zpracování vznikají tzv. polyaromatické uhlovodíky

(PAH). Mezi nejdůležitější toxické prvky, které se mohou vyskytovat v potravinách je olovo, kadmium, rtuť a arzen, v menší míře hliník, měď, cín. K látkám, které mohou migrovat z obalů do potravin patří: příslušné monomery, složky plastových obalů jako stabilizátory, oxidanty. Migrační limit pro celkovou migraci v rámci EU je 60mg na 1 kg potravin. Nepříjemnými látkami jsou nitrosloučeniny, které jsou karcinogeny žaludku, tlustého střeva, jater a žlučových cest. [5, 8]

6.2.3 Látky určené k aromatizaci, látky přídatné a pomocné

Jako aditivní (přidatné) se označují látky, které se do potravin přidávají záměrně nejen při výrobě, ale i při balení, skladování, přepravě. Látky určené k aromatizaci dodávají potravině chuť a vůni. Do této kategorie se řadí již zmíněné dusitany a dusičnany, dále v menší míře konzervanty, kyseliny a regulátory kyselosti, tavicí soli, kypřící látky, emulgátory a další. [5, 8]

6.3 Biologická nebezpečí

Mezi přenosná prionová onemocnění patří dnes nejznámějším onemocnění BSE (bovinní spongiformní encefalopatie), „nemoc šílených krav“. Původcem těchto onemocnění je infekční patogenní agens, neboli řečeno, glykoproteid. [5, 8]

U onemocnění virového původu je nutno říci, že žádné viry se v potravině nemnoží a tedy ji nekazí. Potravina je pro virus jen funkcí přenosu, stejně jako voda nebo hmyz. V případě předpokládané kontaminace je možno přítomný virus inaktivovat důkladným tepelným ošetřením. [5, 8]

Infekční virová hepatitida je původcem virů z čeledi Picornaviridae. Nejběžněji se jedná o virus (a následně o hepatitidu) typu A. Odolnost viru je docela velká, běžnými metodami se neničí. Jediným zdrojem je člověk. [5, 8]

Posledním nebezpečím jsou bakterie. Přenosná bakteriální onemocnění je možno rozdělit na infekce a intoxikace. Infekce je důsledkem konzumace potravin infikované bakterií. Nejznámějšími toxiny vylučovanými bakteriemi jsou: botulotoxin, hemolyziny, kvasinky, plísně. Nejvýznamnější bakteriální infekce jsou: salmonelóza, kampylobakteriíza, listeriíza, onemocnění kmeny bakterie *Escherichia coli*, infekce vyvolané clostridií, shigelóza, botulismus, toxoplazmóza a další. [5, 8]

6.4 Zvládnutí rizik onemocnění

Je dobré si uvědomit, že velká část onemocnění nemá svůj původ v rámci průmyslové výroby a zpracování potravin, ale při manipulaci s potravinami v domácnosti spotřebitele. Chceme-li my sami předcházet možným rizikům, měli bychom dodržovat základní pravidla: při nákupu vybírat nezávadné potraviny, dokonalá tepelná úprava, konzumace potravin ihned po tepelné úpravě, uchovávat potraviny v doporučených teplotách, zabránit styku mezi tepelně upravenou a neupravenou potravinou (křížová kontaminace), mýt si důkladně ruce, udržovat čistotu, chránit potraviny před hmyzem, používat pitnou vodu. [5, 11]

Pravdou je, že zejména v poslední době se čím dál více objevují zprávy o potravinách s prošlou dobou trvanlivosti nebo že v potravinách jsou různě nebezpečné předměty. To vše může být vinou lidského faktoru. [5, 11]

6.5 Systém HACCP

Tento systém je jedním z nejúčinnějších nástrojů pro zabezpečení zdravotní nezávadnosti potravin. V současné době je možno pozorovat dva směry v aplikaci HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point). V původním klasickém pojetí je aplikován pouze při výrobě potravin a zaměřuje se striktně na zajištění zdravotní nezávadnosti. V širším pojetí je HACCP používán i mimo rámec vlastní výroby potravin (výroba zemědělských produktů, veřejné stravování). Při zajištění jakosti dané potraviny je důležitá iniciace výrobce (správná výrobní i laboratorní praxe, sanitace, interní a externí audit, zavedení systému řízení jakosti, zavedení norem ISO 9000). [5]

Celý systém HACCP je možno popsat pomocí sedmi základních principů [5]:

- analýza nebezpečí,
- identifikace kritických ochranných bodů,
- zavedení kritérií pro zvládnutí situace,
- monitoring zavedených kritérií,
- stanovení nápravných opatření,
- verifikace správné funkce systému HACCP,
- dokumentace.

Aplikace uvedených sedmi principů je ovšem jednou ze čtyř fází tvorby a realizace plánu HACCP [5]:

- fáze 1: příprava a plánování,
- fáze 2: aplikace sedmi zásad HACCP,
- fáze 3: realizace připraveného plánu HACCP,
- fáze 4: trvalé udržování funkčnosti systému.

6.6 Systém HACCP v KRAFT FOODS s. r. o.

Pro všechny vyráběné typy produktů musí být vytvořen dokument “Popis kategorie výrobku“, který musí obsahovat následující údaje: druh výrobku, popis výrobního procesu, charakteristiku bezpečnosti výrobku, tržní cílovou skupinu (pro koho je výrobek určen), použití výrobku spotřebitelem, informace pro spotřebitele, typ balení, dobu trvanlivosti, podmínky skladování a distribuce. [17]

6.6.1 Vývojový diagram procesu

Vývojový diagram procesu poskytuje obrazovou prezentaci celého výrobního procesu a slouží jako pomůcka vizualizace potenciálních zdrojů bezpečnostních nebezpečí. Pokud jsou ve výrobním procesu zjištěny kritické kontrolní body CCP (dle Kraft Foods Global HACCP Standard) musí být tyto zakresleny pod přidělenými čísly ve vývojovém diagramu. [17]

6.6.2 Analýza nebezpečí vstupních surovin

U všech surovin, které vstupují do výrobního procesu je provedena „Analýza nebezpečí vstupních surovin“. Analýzu nebezpečí vstupních surovin předkládá specialista oddělení kontroly a jakosti týmu bezpečnosti potravin ke schválení. [17]

Analýze nebezpečí obalových materiálů jsou podrobeny primární obalové materiály. Analýzu nebezpečí obalových materiálů předkládá projektový manager týmu bezpečnosti potravin ke schválení. [17]

Analýze nebezpečí v provozu výroby jsou podrobeny všechny procesní kroky výroby, včetně vstupujících pomocných materiálů (voda, vzduch, plynný dusík), možné nebezpečí (bio-

logické, chemické, fyzikální). Analýzu nebezpečí v procesu výroby předkládá procesní inženýr týmu bezpečnosti potravin ke schválení. [17]

Analýza nebezpečí alergenů je prováděna v souladu s Kraft Foods HACCP Standardem. Analýzu alergenů předkládá specialista oddělení kontroly a jakosti týmu bezpečnosti potravin ke schválení. [17]

Kritický kontrolní bod CCP je takový bod, kde je zavedena kontrola, která zabrání, eliminuje nebo sníží nebezpečí u výrobků na únosnou úroveň. Je to kontrolní a monitorovací bod. Pro kontrolní kritický bod musí být vytvořena dokumentace, která obsahuje [17]:

- číslo CCP - pouze pro kontrolní kritický bod, ve kterém procesním kroku je kontrolní kritický bod,
- potenciální nebezpečí,
- limity pro kontrolní kritický bod,
- kontrolní mechanismy a četnosti kontrol - jaká kontrola, jak často provádět kontrolu, kdo provádí kontrolu, záznamy, nápravná opatření v případě překročení limitů, odpovědnosti za kontrolu a nápravné opatření.

6.6.3 Situační plán provozovny

Situační plán provozovny je vytvářen pro potřebu zjištění možných křížových kontaminací surovin, polotovarů a hotových výrobků biologickým nebezpečím a nebo křížovou kontaminací alergenů. [17]

V plánech HACCP musí být uvedeny tyto dokumenty [17]:

- popis kategorie výrobku,
- vývojový diagram procesu,
- analýza nebezpečí vstupních surovin,
- analýza nebezpečí obalových materiálů,
- analýza nebezpečí výrobního procesu,
- analýza nebezpečí - alergenů,
- situační plán provozovny,

- seznam výrobků a propojení s HACCP plány,
- definované kritické kontrolní body.

Přezkoumání HACCP plánů musí být provedeno vždy, když dojde ke změně ve zdroji primárních obalových materiálů, surovin, při změně receptur nebo technologického procesu. [17]

Uchovávání záznamů (záznamy, atesty, vyplněné formuláře o kontrolách v místech kritických kontrolních bodů) je řízeno dle procedury „Řízení záznamů o jakosti“. [17]

6.7 Sanitace při výrobě a zpracování potravin

Efektivní sanitace, tj. především čištění a dezinfekce strojů, zařízení a dalších pomůcek v potravinářských provozech, je jedním z nejdůležitějších nástrojů při zabezpečení hygienické a zdravotní nezávadnosti potravin. Každá pracovník si musí být vědom všech důvodů pro pravidelné provádění sanitace. [5]

Principem čištění je odstranění nánosů nečistot z povrchu pomůcek, strojů a zařízení. Nečistoty je možno rozdělit na: látky tukové povahy, sacharidy a škroby, vodní kámen, korozivní povlaky, lepidla, inkoust, barvy, řasy, houby, plísňe a další. Podle možnosti odstranění lze nečistoty rozdělit na rozpustné a nerozpustné ve vodě. [5]

Jednou z negativních vlastností nečistot je, že slouží k uchycení, výživě a ochraně mikroorganismů. Z těchto důvodů je nutno nečistoty odstranit co nejdůkladněji. Správně provedeným čištěním dojde v průměru ke snížení celkového počtu mikroorganismů o 3 až 4 řády v přepočtu na cm^2 . Účinnost dezinfekčních prostředků závisí na mnoha faktorech: doba působení prostředků, citlivost mikroorganismů, teplota, koncentrace, efektivnost. [5]

Čištění a dezinfekce musí tvořit logickou souslednost následujících kroků: hrubé očištění povrchu, oplach vodou, dezinfekce, závěrečný oplach. [5]

7 ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část diplomové práce je tvořena šesti kapitolami a závěrem.

V první kapitole je obecné seznámení s plasty a jeho vlastnostmi. Nalezneme zde popis přípravy plastů, rozdělení dle použití, původu nebo obecné charakteristiky. Dozvěděli jsme se o přísadách, které nám zlepšují vlastnosti polymerů, a seznámili jsme se s molekulární strukturou a tzv. morfologií.

Druhá kapitola je věnována balení potravin. Jsou zde popsány hlavní cíle, které od balení očekáváme, ekonomika balení potravin a stručný popis běžně používaných obalových materiálů a prostředků. Je zde zmíněn i problém plnění sypkého materiálu.

Ochranné funkce balení potravin je název třetí kapitoly, kde jsou popsány vazby mezi balením potravin a mechanickými, senzorickými, biologickými a klimatickými vlivy, a že obal chrání před vlhkostí, kyslíkem, teplotou a zářením.

Čtvrtá kapitola je věnována problematice svařování plastů. Nalezneme zde popis kontaktního způsobu svařování vhodný pro svařování fólií, trubek, desek a profilů. Další zmíněný způsob je svařování horkým plynem s přídavným materiálem, vysokofrekvenční svařování, ultrazvukem, třením a zářením.

Požadavky na obal a jeho kontrola je tématem páté kapitoly. Požadavky jsou kladeny ze strany spotřebitelů, obchodů, logistiky, skladování a předpisů. Dále jsou v této kapitole zmíněny základní zkoušky materiálů z kapitoly druhé a základní zkoušky probíhající v KRAFT FOODS s.r.o.

V poslední, šesté kapitole, je popis obecné hygieny potravin. Nebezpečí hygieny je fyzikální, chemické nebo biologické. V této kapitole je taky popis systému HACCP, HACCP v KRAFT FOODS s.r.o. a sanitace ve výrobě potravin.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Měření praktické části diplomové práce probíhalo ve firmě KRAFT FOODS s.r.o. ve Valašském Meziříčí. Po konzultaci byly firmou stanoveny tyto požadavky a cíle:

- provést měření tloušťky jednotlivých fólií,
- otestovat fólie na trhacím stroji a zjistit hodnoty prodloužení a síly přetržení,
- na výrobních linkách sledovat optimální teploty kleští v souvislosti na kvalitu svárů testovaných fólií,
- k jednotlivým fóliím přiřadit optimální teploty, časy svařování a tlaky svařovacích „kleští“, které zaručují kvalitní svar.

Stanovené cíle souvisí s kvalitou svařovaného sáčku s kávou. Cílem tedy je zjistit vlastnosti fólií a k nim přiřadit optimální svařovací teploty tak, aby svary byly kvalitní. Tím by se snížily i obalové ztráty a zvýšila se kvalita výrobních linek.

Všechny hodnoty byly měřeny ve zkušebních laboratořích a ve výrobních halách firmy KRAFT FOODS s.r.o. ve Valašském Meziříčí. Na fotodokumentaci byl vyhrazen jeden den po schválení vedení firmy (viz PŘÍLOHA P I).

9 KRAFT FOODS S. R. O.

Kraft Foods je jedna z největších světových společností na výrobu jídla a nápojů. Má přibližně 140 000 zaměstnanců v 168 výrobních a zpracovatelských zařízeních ve 47 zemích světa.

Zakladatelé z Kraft Foods byli jedni z největších světových potravinových průkopníků a zlepšovatelů. Lidé znají James L. Krafta, otce světoznámého sýru, Philippe Sucharda, nejznámějšího producenta čokolády ve Švýcarsku, Johanna Jacobse, průkopníka kvalitní kávy a Theodora Toblera, vynálezce Toblerone čokolády.

Kraft Foods se v Evropě soustředí na cukroví, čokoládu, kávu, sýr a mléčné výrobky. Maxwell House kávy, Oscar Mayer, Milka, Cote d'Or, Lacta a Toblerone jsou nejznámější značky této mezinárodně působící společnosti.

Jedna z provozoven KRAFT FOODS s.r.o. je ve Valašském Meziříčí. Zde se specializují na výrobu kávy. Do roku 1997 zde byla vyráběna jen klasická káva s kofeinem. V roce 1997 proběhla rekonstrukce a výroba byla rozšířena o výrobu kávových specialit. Nyní se ve Valašském Meziříčí vyrábí klasická káva s kofeinem (sáčková, vakuovaná), rozpustné kávy, cappuccino, latté a PODs.

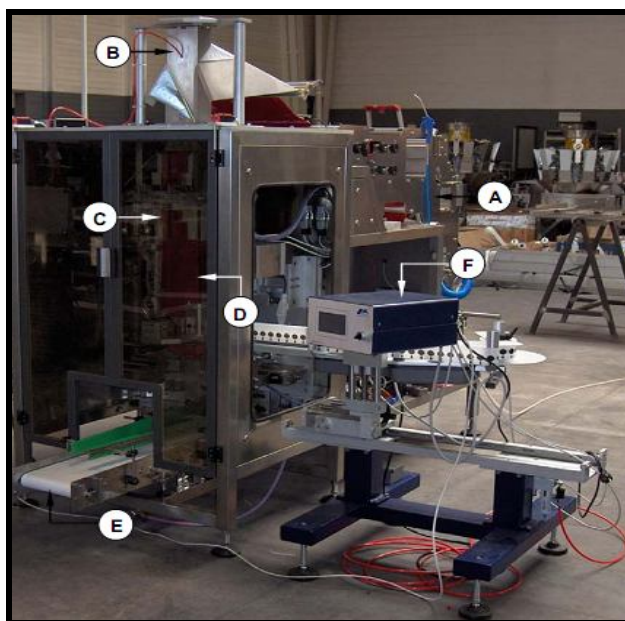
10 POPIS VÝROBY A VÝROBKŮ

10.1 Balicí stroj Leopard Kraft

Balící linka model LEOPARD KRAFT společnosti SABALPACK se skládá z následujících pracovních jednotek (viz obr. 15):

- jednotka na odvinování fólie: odvinuje fólii, z níž se vytvoří balení výrobku,
- jednotka tvarovacího tunelu: skrze ni se přepravuje výrobek, který má být zabalen,
- tažná jednotka: umožňuje odvinování fólie směrem k pracujícím prvkům,
- zatavovací jednotka: umožňuje vytvořit uzávěr ze čtyř podélných tavených proužků, vodorovná zatavovací tyčka sáček hermeticky uzavře. Poté se fólie odřízne řezací čepelí vloženou do mezery vodorovného zatavování.

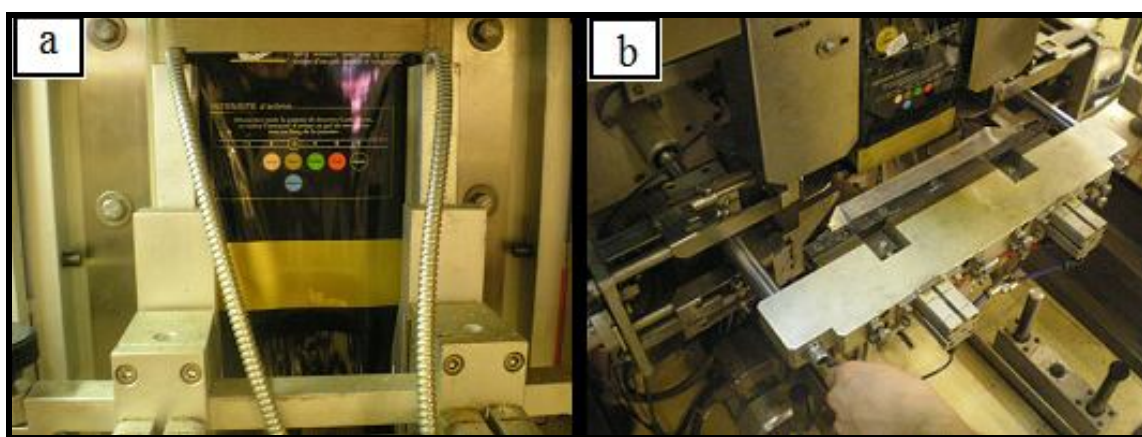
Linka je vybavena nastavovacím dotykovým displejem, etiketovacím zařízením umístěným mezi svislou a vodorovnou zatavovací částí.



Obr. 15. Jednotky balicí linky: A - jednotka na odvinování fólie, B- jednotka tvarovacího tunelu, C - tažná jednotka, D - zatavovací jednotka, E - odebrací pás, F - etiketovací zařízení

10.2 Svařovací kleště

Svařovaná fólie jde z tvarovacího tunelu směrem dolů a prochází postupně podélnými svařovacími kleštěmi a následně příčnými kleštěmi (viz obr. 16), kde dostává výsledný tvar a plní se zároveň kávou. Při příčném svařování se zároveň jednotlivé sáčky stříhají nožem, který je umístěn mezi horními a dolními příčnými kleštěmi. Podélné kleště jsou čtyři: pravá přední, pravá zadní, levá přední a levá zadní. Příčné jsou také čtyři: horní přední, horní zadní, dolní přední a dolní zadní. Po svaření a odstříhnutí padá sáček na pásový dopravník a směřuje k balení do krabic.



Obr. 16. Svařovací kleště a – podélné, b - příčné

10.3 Fólie

Zkoušené fólie jsou laminátové, třívrstvé. Níže jsou popsány některé ze základních parametrů vybraných z technických listů jedné z fólií:

- vrstvy - PET - 12 μm +/- 10 %,
 - adhesivum - 4 μm +/- 0,5 %,
 - Al - 7 μm +/- 10 %,
 - adhesivum - 3 μm +/- 0,5 %,
 - PE peel - 60 μm +/- 10 %,
 - celkem - 86 μm +/- 8 %,
- odolnost pronikání kyslíku - méně jak 0,1 $\text{cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}$,
- prodloužení - 64 % +/- 20 %,

- pevnost v tahu - 50 N/ 15 mm +/- 10 %,
- hmotnost návinu - 60 kg,
- doprava - ve dvou řadách na paletě EURO,
- skladování - 10 až 30 °C,
- doba skladování maximálně - 6 měsíců.

Fólie se od sebe liší hlavně délkou i šířkou. Pro zkoušku byly vybrány různé gramáže výrobků, některý sáček měl 36 PODs, některý 48 PODs. Z tohoto důvodu byly některé fólie delší a některé širší. Dále se fólie dle technických listů lišily tloušťkou a měly jiné barevné provedení. Ukázka dvou druhů fólií je na obr. 17.

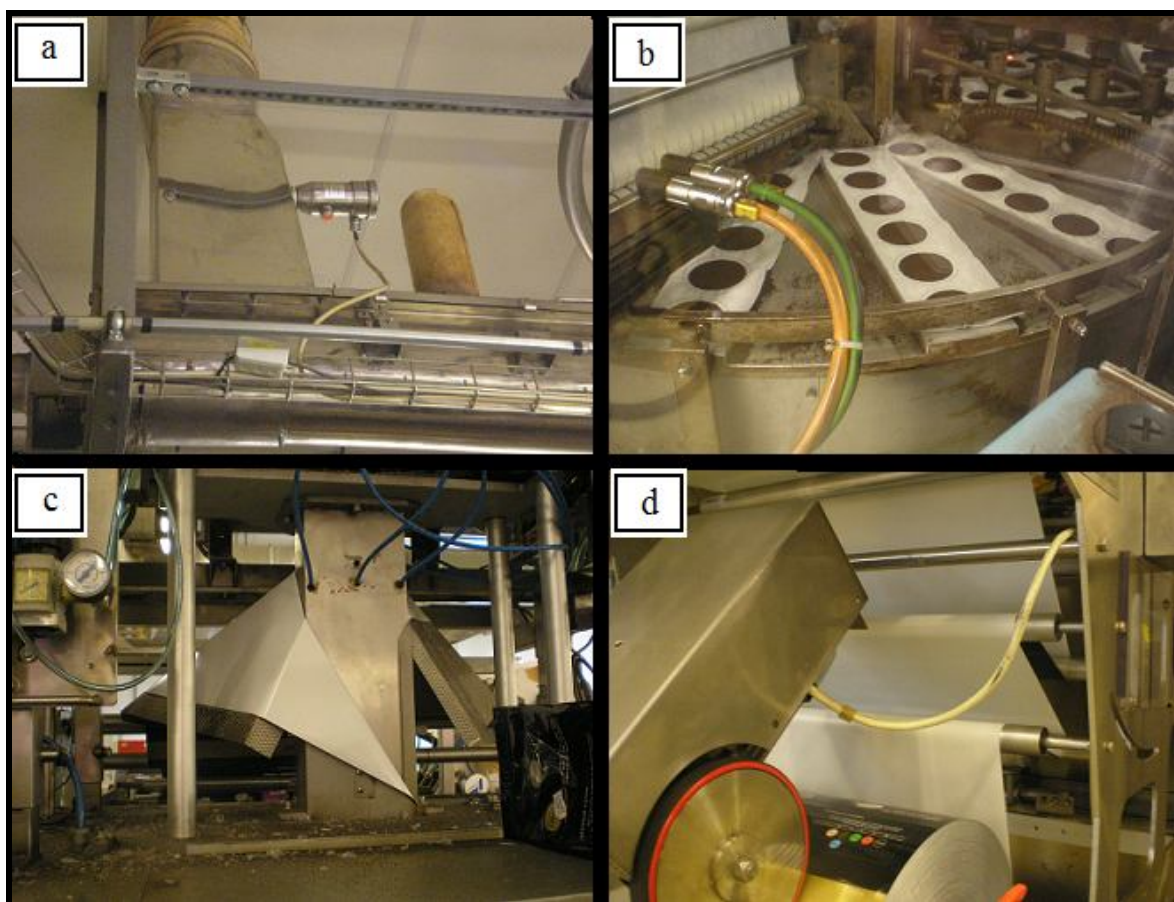


Obr. 17. Ukázka dvou druhů zkoušených fólií

10.4 Popis výroby

Výroba kávy začíná v tzv. síle a v pražírně. Odtud je káva dopravována šnekovým dopravníkem (viz obr. 18 a) do výrobního stroje Open Paktikal FC 258, kde se káva dávkuje mezi dvě vrstvy bambusového papíru (viz obr. 18 b), lisuje a vznikají PODs. Jednotlivé PODs prochází přes kontrolní váhu (nevhodné PODs jsou tlakovým vzduchem odděleny) a jsou dle počtu dávkovány do malých dóz (dle toho, jaká je gramáž výsledného sáčku). Dózy jsou pomocí dopravníků a výtahů dopravovány do balicího stroje do budoucích sáčků, kam jsou vsypávány. Prázdné dózy se vrací zpět a cyklus se opakuje. Fólie z návinu směřuje přes na-

váděcí válce a zásobníkové válce (viz obr. 18 d) do tvarového tunelu (viz obr. 18 c), do kterého jsou vsypávány dózy s PODs. Po svaření sáčků a jejich odstříhnutí, putují pásovým dopravníkem na kontrolní váhu (nevhodné sáčky jsou tlakovým vzduchem odděleny) a následně na sběrné kolo, odkud jsou obsluhou opticky kontrolovány hlavně sváry, zda je na sáčku vytištěno datum minimální trvanlivosti, zda je celkový tvar sáčku v pořádku a jestli není sáček měkký. Dobré sáčky ukládá obsluha do papírových krabic a další obsluha skládá krabice na palety EURO.

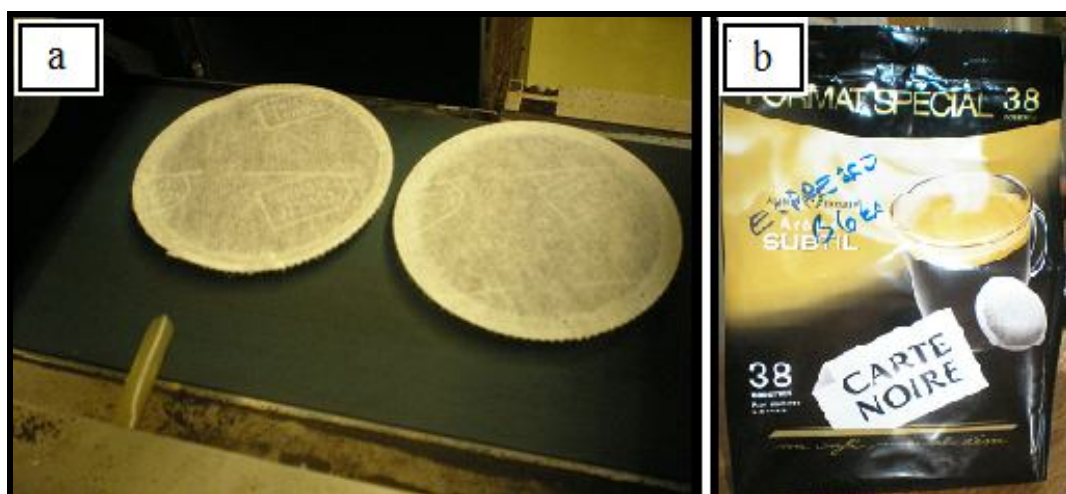


Obr. 18. Části výrobní linky: a - šnekový dopravník, b - bambusová fólie s kávou, c - tvarovací tunel, d - zásobník fólie

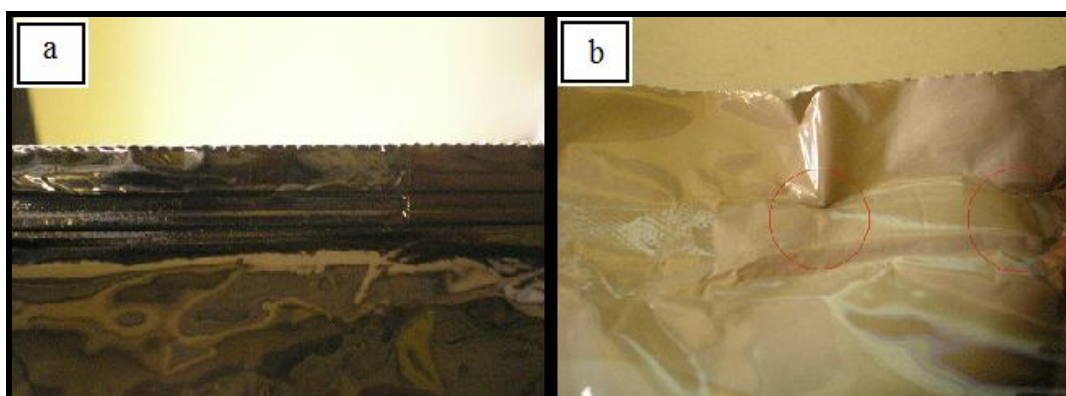
10.5 Hotový výrobek a hodnocení kvality výrobku

Bylo zkoušeno 8 druhů fólií určených pro několik druhů káv dle gramáže, názvu, původu kávy a množství kofeinu. V sáčku (viz obr. 19 b) je balen určitý počet PODs. PODs (viz obr. 19 a) jsou malé sáčky s kávou vážící přibližně 7,2 gramů, které jsou určeny pro výrobu expressa.

Hotový výrobek prochází přísnou kontrolou vedoucího balicí linky (strojníkem), obsluhou, která skládá sáčky do krabice a kontrolorem těsnosti. Vše o kontrolování výrobku je popsáno v kapitolách 5.5 a 5.6. Vedoucí linky kontroluje v různých časových intervalech sáčky, které opouští balicí linku a kontroluje především svary. Při zjištění nekvalitního sváru se snaží změnit parametry linky. Nekvalitní svar obsahuje přehyby, spálená místa, nespojené fólie nebo netěsnosti. Ukázka kvalitního a nekvalitního sváru je na obrázku (viz obr. 20). Vzhled sváru kontroluje jak strojník, tak obsluha, která balí sáčky do krabice. Další kontroly těsnosti a množství zbytkové kyslíku kontroluje laboratoř.



Obr. 19. A – PODs, B – ukázka sáčku s PODs



Obr. 20. Svar a – kvalitní, b - nekvalitní

11 DISKUZE VÝSLEDKŮ

11.1 Vlastnosti fólií

Dle výrobního plánu bylo vybráno osm různých vzorků fólií. Z každého návinu byly odstříhány kusy přibližně metrové délky. Tyto vzorky byly označeny (převážně dle čárového kódu), zastaveny pro výrobu a byly laboratoří schváleny k testování. V laboratoři byla testována jejich tloušťka a mechanické vlastnosti (prodloužení a síla přetržení). Tyto naměřené hodnoty byly podrobeny statistickému vyhodnocení programem Microsoft Excel 2003.

11.1.1 Tloušťka

Na každé z fólií byla padesátkrát změřena její tloušťka dílenským mikrometrem Mitutoyo, s rozsahem 0 - 25 mm a přesností 0,01 mm. Tloušťky byly měřena v různých místech fólie a na různých barvách, aby bylo měření co nejpřesnější po celé šířce fólie. Všechny naměřené hodnoty jsou v PŘÍLOZE P II.

Tab. 1. Statistické vyhodnocení tloušťky fólií

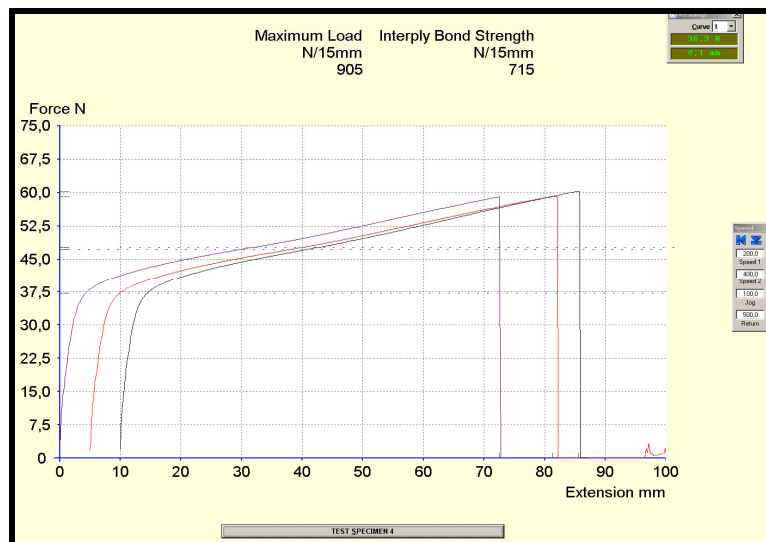
tloušťka	fólie							
	145-1	145-2	274-1	274-2	295-1	295-2	296-1	296-2
Sř. hodnota	0,081	0,082	0,081	0,080	0,084	0,082	0,081	0,082
Medián	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Modus	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Směr. odchylka	0,0035	0,0042	0,0031	0,0020	0,0050	0,0037	0,0033	0,0037
Rozptyl výběru	1,229E-05	1,751E-05	9,354E-06	3,918E-06	2,486E-05	1,371E-05	1,078E-05	1,371E-05
Rozdíl max-min	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Minimum	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Maximum	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090

Dle statistického vyhodnocení (viz tab. 1) je zřejmé, že měření mikrometrem nesplňuje svůj efekt a pro řešení daného problému není ideální. Střední hodnota (bez ohledu na to, o jaké statistické rozdělení hodnot jde) se mění až na třetím desetinném místě, modus a medián 0,08 je stejný pro všechny fólie, rozptyl výběru se pohybuje přibližně mezi 0,00001 a 0,00002, což je také skoro stejné. Znamená to tedy, že jednotlivé fólie nelze dle tloušťky nijak rozdělit a naměřené hodnoty nejsou použitelné pro další práci a vyhodnocení.

11.1.2 Prodloužení a síla přetržení

Z každé fólie z různých míst bylo vystřiženo deset vzorků šířky 15 mm, které se osadily do kleští trhacího stroje Tinius Olsen 996 E. Zjišťovaly se hodnoty prodloužení [mm] a velikost

síly potřebné k přetržení [N]. Výstupem byly grafy (ukázka viz obr. 21) a číselné tabulky, ty byly exportovány do programu Microsoft Excel 2003. Všechny naměřené hodnoty jsou v PŘÍLOZE P III.



Obr. 21. Ukázka grafu

Ze statistického hlediska (viz tab. 2) je patrné, že na hodnotách prodloužení jsou poměrně velké rozptyly skoro u poloviny fólií. Také lze sledovat velké rozdíly max - min. To znamená, že hodnoty prodloužení dosahovaly velkého rozmezí. Výsledkem je tedy nepoužitelnost naměřených hodnot, protože od sebe nelze dostatečně rozlišit jednotlivé fólie a tedy k nim přiřadit optimální svařovací teploty. Je to způsobené velkými rozptyly nebo systematickými či náhodnými chybami měření. Systematická chyba je dána metodou měření (chyby metody), kvalitou přístrojů (přístrojová chyba) nebo kvalitou prováděných měření (tzv. osobní chyba). Náhodná chyba je dána nekontrolovanými vnějšími (tlak, teplota, vlhkost, vibrace) nebo vnitřními (materiálové charakteristiky) jevy.

Tab. 2. Statistické vyhodnocení prodloužení fólií

prodloužení	fólie							
	145-1	145-2	274-1	274-2	295-1	295-2	296-1	296-2
Stř. hodnota	57,33	75,60	54,71	70,72	78,46	60,99	64,51	67,37
Medián	59,00	75,60	54,30	71,00	79,05	61,25	63,30	68,60
Směr. odchylka	4,82	0,89	2,04	1,72	1,98	2,87	5,16	5,79
Rozptyl výběru	23,2	0,8	4,1	3,0	3,9	8,3	26,6	33,6
Rozdíl max-min	14,8	2,8	6,3	5,1	5,3	8,9	15,4	15,3
Minimum	48,1	74,1	51,9	68,0	75,3	56,6	56,7	58,7
Maximum	62,9	76,9	58,2	73,1	80,6	65,5	72,1	74,0

Dle technických listů by se měly hodnoty sil pohybovat v rozmezí přibližně 45 až 55 N, ale výsledné hodnoty jsou všechny nad 55 N (viz tab. 3). Také jsou patrné velké rozptyly a rozdíly max - min, hlavně u fólií 295 a 296. Opět jsou hodnoty ve velkém rozmezí a výsledkem je opět nepoužitelnost naměřených hodnot, protože od sebe nelze dostatečně rozlišit jednotlivé fólie a tedy k nim přiřadit optimální svařovací teploty. Je to způsobeno velkými rozptyly nebo systematickými či náhodnými chybami měření. Systematická chyba je dána metodou měření (chyby metody), kvalitou přístrojů (přístrojová chyba) nebo kvalitou prováděných měření (tzv. osobní chyba). Náhodná chyba je dána nekontrolovanými vnějšími (tlak, teplota, vlhkost, vibrace) nebo vnitřními (materiálové charakteristiky) jevy.

Tab. 3. Statistické vyhodnocení síly k přetržení

síla	fólie							
	145-1	145-2	274-1	274-2	295-1	295-2	296-1	296-2
Stř. hodnota	58,35	59,40	54,71	55,86	56,43	59,75	55,24	61,69
Medián	57,80	59,25	54,30	56,20	56,45	60,75	56,05	62,50
Směr. odchylka	1,68	0,48	2,04	1,41	1,86	4,24	3,99	5,11
Rozptyl výběru	2,8	0,2	4,1	2,0	3,4	18,0	15,9	26,1
Rozdíl max-min	5,0	1,4	6,3	4,5	5,5	10,7	13,3	13,9
Minimum	56,5	58,9	51,9	53,0	53,2	53,2	45,9	53,2
Maximum	61,5	60,3	58,2	57,5	58,7	63,9	59,2	67,1

11.2 Cyklus svařovacích kleští

11.2.1 Teplota

Po otestování fólií v laboratořích byly fólie zahrnuty do plánu výroby a úkolem bylo zjistit optimální teploty svařovacích kleští pro jednotlivé fólie. Hodnoty teplot byly odečítány z displeje balicího stroje Leopard Kraft přibližně každou minutu po dobu jedné hodiny. Na začátku balení vedoucí linky nastavil určitou teplotu a sledoval se optický vzhled podélných i příčných svárů. Jednotlivé teploty na kleštích se dle posouzení vedoucího linky měnily dokud nebyl svar optimální. Jakmile byl svar optimální, zkontroloval se sáček na těsnost a zbytkový kyslík a vzorek se poslal do laboratoře na kontrolu. U podélného svařování bylo možné odečítat teploty čtyř kleští: přední levé a pravé, zadní levé a pravé. U příčného svařování bylo možné odečítat také teploty čtyř kleští: přední horní a dolní, zadní horní a dolní. Všechny naměřené hodnoty jsou v PŘÍLOZE P IV až P XI. Zde jsou hodnoty pouze po 30 minut odečítání, protože poté už byly teploty ustálené a nedocházelo ke změnám

v nastavení teplot. V přílohách je také barevně vyznačena ustálená teplota (**ukázka**), která byla pro danou fólii optimální.

Z tabulky 4. lze odečíst, při kterých teplotách a za jak dlouho se ustálily teploty svařování na jednotlivých kleštích tak, aby svar byl ideální vzhledově a funkčně. Teploty se výjimečně odchýlily maximálně o 1 °C. To bylo způsobeno například otevřením dvířek balicího stroje. Ukázky některých grafů náběhů teplot jsou v PŘÍLOZE P XII.

Tab. 4. Hodnoty ustálení teplot svařovacích kleští a doba ustálení na linkách

teplota		podélné				příčné			
		přední		zadní		přední		zadní	
		levá	pravá	levá	pravá	horní	dolní	horní	dolní
145-1	ustálená teplota [°C]	215	215	170	170	220	210	220	210
	doba ustálení [min]	11	6	9	10	7	8	8	8
145-2	ustálená teplota [°C]	210	210	180	180	220	215	220	215
	doba ustálení [min]	5	5	10	11	9	5	11	5
274-1	ustálená teplota [°C]	210	210	180	180	215	205	215	205
	doba ustálení [min]	6	6	10	9	4	8	4	8
274-2	ustálená teplota [°C]	210	210	200	200	215	205	215	205
	doba ustálení [min]	8	8	7	8	6	7	11	12
295-1	ustálená teplota [°C]	210	210	200	200	210	215	210	215
	doba ustálení [min]	15	15	15	16	17	10	14	11
295-2	ustálená teplota [°C]	210	210	205	205	220	215	220	215
	doba ustálení [min]	9	10	14	15	9	10	10	9
296-1	ustálená teplota [°C]	230	230	170	170	210	205	210	205
	doba ustálení [min]	11	11	5	5	9	8	8	8
296-2	ustálená teplota [°C]	225	225	180	180	210	205	210	205
	doba ustálení [min]	11	11	9	9	10	10	10	11

Tab. 5. Ustálené hodnoty tlaků a doby svařování

		kleště	
		podélné	příčné
145-1	doba svařování [s]	1,1	1,2
	tlak [%]	95	95
145-2	doba svařování [s]	1,1	1,2
	tlak [%]	100	95
274-1	doba svařování [s]	1,0	1,1
	tlak [%]	100	100
274-2	doba svařování [s]	1,0	1,1
	tlak [%]	100	100
295-1	doba svařování [s]	1,0	1,2
	tlak [%]	100	100
295-2	doba svařování [s]	1,0	1,0
	tlak [%]	100	100
296-1	doba svařování [s]	1,1	1,2
	tlak [%]	100	100
296-2	doba svařování [s]	1,1	1,2
	tlak [%]	100	100

11.2.2 Tlak a délka svařování

Při odečítání teplot z displeje jsme zároveň odečítali délku svařování a tlak kleští. Tyto hodnoty jsme odečítali přibližně 20 minut, protože už byly delší dobu ustáleny. U délky svařování i tlaků bylo možno odečítat dvě hodnoty, jednu pro podélné a druhou po příčné svařování. Tlak je závislý na proudové zátěži, proto je v procentech. Všechny hodnoty délky svařování jsou v PŘÍLOZE P XIII, hodnoty tlaků v PŘÍLOZE P XIV.

Hodnoty tlaků a doby svařování (viz tab. 5) byly ustálené dříve než teploty svařování a jejich kolísání nebylo tak velké. Ukázka grafů v PŘÍLOZE P XV.

11.3 Zhodnocení zjištěného stavu

V rámci zkvalitnění výroby bylo cílem zjistit optimální svařovací teploty jednotlivých fólií. Vzorky fólií byly podrobeny laboratorním zkouškám, při kterých byla zjišťována tloušťka a mechanické vlastnosti. Dle výsledků laboratorních zkoušek a statistického vyhodnocení naměřených hodnot měly být k fóliím přiřazeny ideální svařovací teploty kleští tak, aby splňovaly požadavky kontroly (esteticky v pořádku a těsnost).

Statistické vyhodnocení ale ukázalo, že naměřené hodnoty nelze nějak vyhodnotit. Naměřené hodnoty vykazují především velké rozptyly, rozdíly maximální a minimální hodnoty (rozpětí), a nelze ani posoudit, zda se řídit průměrem, mediánem nebo modusem.

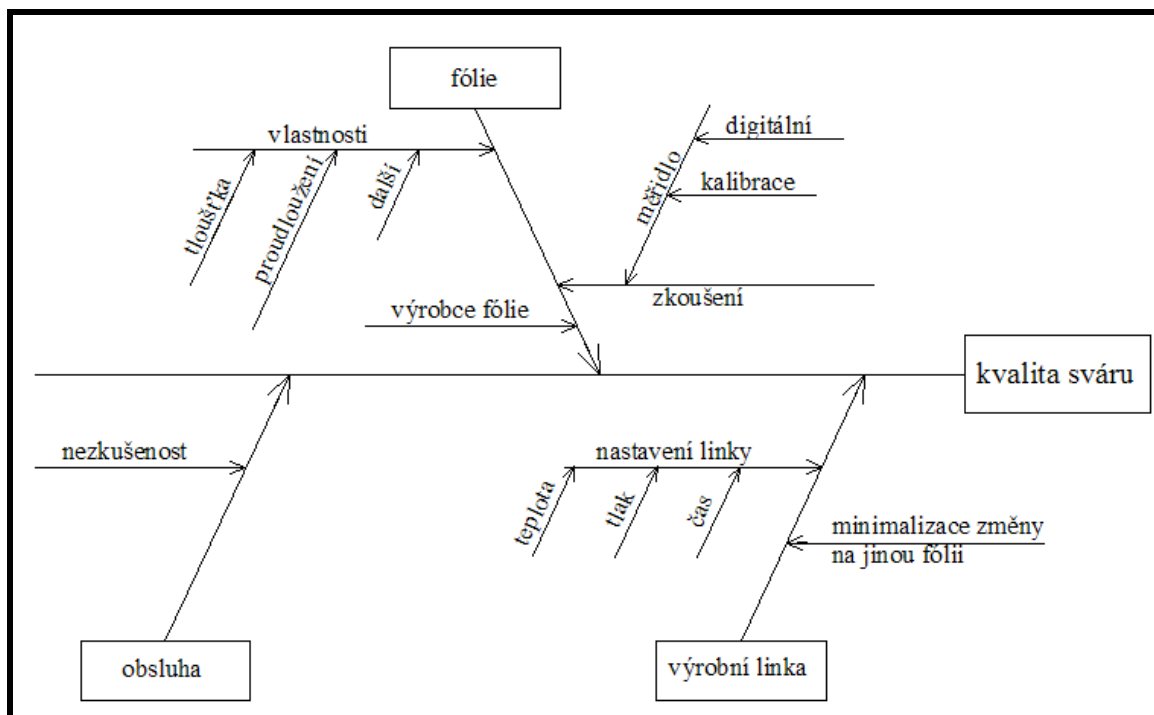
I přesto byly fólie testovány na výrobních linkách a byly zjištěny teploty, při kterých jsou sváry ideální. I když nelze statisticky fólie od sebe odlišit, teploty jsou různé skoro u každé z fólií a lze tedy k našim vybraným fóliím přiřadit teploty svařování.

11.4 Návrh řešení

K návrhu řešení, krom jiných, jsme použili především diagram příčin a následků (viz obr. 22). Tento diagram je výsledkem brainstormingu, kdy je generováno lidmi co nejvíce myšlenek k řešení daného problému. Základem je zapisovat každý názor, myšlenku, která by mohla vést k řešení a hledání příčin k vyřešení problému. Možné příčiny negativního výsledku se mohou skrývat ve:

- fólie - vlastnosti, výrobce, zkoušení,
- obsluha - nezkušenost,

- výrobní linka - nastavení linky.



Obr. 22. Diagram příčin a následků

11.4.1 Digitální měřidlo

Tloušťka byla měřena laboratorním mikrometrem, se kterým bylo možno měřit na setiny milimetru. Dle technických listů jsou průměry fólií kolem 0,086 mm, ale tak přesných hodnot nelze s analogovým mikrometrem dosáhnout. Místo měření analogovým mikrometrem, který má měřicí krok po 0,01 mm, navrhuji digitální mikrometr s krokem 0,001 a tím a výsledek přesnějšího měření tloušťky. Díky přesnějším hodnotám tloušťky by se mohly naměřené hodnoty statisticky vyhodnotit.

11.4.2 Kalibrace měřidel

Dle informací z laboratoří, byly měřicí přístroje, včetně trhačích stroje, naposled kalibrovány v měsíci lednu nebo únoru roku 2008, v době, kdy laboratoř zahájila provoz. Z tohoto důvodu je toto možnou příčinou „zavádějících“ hodnot, hlavně velkým rozpětím hodnot, kvůli kterým není možné statistické vyhodnocení.

11.4.3 Kvalita fólie

Z technických listů (viz kapitola 10.2) jsou výrobcem udávány parametry, které při našem měření byly odlišné (především síla přetržení). Je tedy možné, že chybou může být i špatná výroba fólie (například „utahování“ fólie při výrobě a tím i menší tloušťka), skladování před dopravou (nevhodná teplota nebo jiné parametry) nebo přeprava (poškození hran fólie při manipulaci nebo skladování). Samozřejmě s ohledem na to, že dodavatel vlastní certifikát na výrobu fólie.

11.4.4 Návrh laboratorních podmínek svařování

Asi nejvhodnějším řešením, které přichází v úvahu, je návrh zkušebních laboratorních kleští, pomocí kterých by bylo simulováno samotné svařování. V laboratořích by se s každou dodávkou fólií zjišťovalo optimální nastavení svařovacích kleští. Došlo by k úsporám energií, fólií, kávy a dalšího materiálu. Dále by byl odstraněn zbytečně dlouhý čas náběhu přímo na výrobní lince. To je doba, po kterou by mohla probíhat skutečná výroba, nejen nákladné zkoušení. Pro tyto laboratorní kleště by mohla být káva nahrazena podobným sypkým materiálem nebo vodou, aby mohlo být simulováno reálné balení. Při zjištění optimálních hodnot nastavení by mohla být prováděna i kontrola těsnosti, zbytkového kyslíku a dalších parametrů stejně, jak při výrobě. Výstupem z laboratoří, po měření na popsanych kleštích, by byl protokol, který by dané dodávce fólií přiřadil konkrétní nastavení. Teprve poté by byly fólie puštěny do výroby. Vedoucí linky by při spouštění výroby přibližně věděl, jaké hodnoty má nastavit, aby nedocházelo k opětovnému zjišťování nastavení a ztrátám.

12 ZÁVĚR

Tato diplomová práce je zaměřena na problematiku svařování plastů, konkrétně na svařování plastových fólií.

V teoretické části jsou popsány plasty obecně. Je uvedena jejich příprava, možné přísady při výrobě a základní rozdělení. V popisech o molekulární struktuře je objasnění pojmů lineárních, rozvětvených a zesíťovaných polymerů. V kapitole o plastech se nalézá objasnění pojmů amorfní a krystalické látky. Další kapitola je věnována balení potravin. Jsou zde popsány obaly a obalové prostředky ze dřeva, papíru, kartónu, lepenky, tkanin, kovů, skla a plastů. V kapitole o ochranných funkcích balení potravin je popis ochrany před mechanickými, klimatickými a biologickými vlastnostmi. Svařování plastu je název následující kapitoly, ve které je obsažen popis běžných typů svařování. V následující kapitole jsou popsány požadavky na obaly a jejich kontrolování. Je zde popsána i kontrola ve firmě KRAFT FOODS s.r.o. Poslední kapitola teoretické části je věnována obecné hygieně potravin a sanitaci a zmíněno je i HACCP, neboli hledání hlavních kritických bodů.

V praktické části je popis a výsledky vlastního měření z výrobních prostor KRAFT FOODS s.r.o. Hned na začátku jsou stanoveny předpokládané cíle, následuje krátké představení společnosti. Další kapitola obsahuje popis výroby a výrobků. Je zde detailnější popis balicí linky Leopard. Detailněji jsou popsány fólie a svařovací kleště, ty jsou podélné a příčné. Následuje popis výroby, kde je popsána cesta a operace suroviny (kávy) od pražírny až po hotový výrobek.

Hlavní měření probíhalo v laboratořích a na výrobních linkách. Úkolem bylo vybrat různé fólie, v laboratořích změřit jejich mechanické vlastnosti a statisticky vyhodnotit. K otestovaným a vyhodnoceným fóliím poté na výrobních linkách přiřadit optimální svařovací teploty, délky svařování a tlaky s ohledem na kvalitu svařování. Byla změřena tloušťka všech fólií a na trhacím stroji byly zjištěny hodnoty prodloužení a síly přetržení. Dle naměřených hodnot se ale nedaly jednotlivé fólie od sebe odlišit, protože naměřená data nebyla vhodná na statistické vyhodnocení. Popisná statistika byla skoro u všech fólií stejná. Poté byly fólie testovány na výrobních linkách. V minutových intervalech byly zjišťovány teploty, tlaky a časy svařování, dokud svar nebyl ideální. Podařilo se teploty ustálit a k jednotlivým fóliím přiřadit dané teploty, tlaky a časy. Dle diagramu příčin a následků bylo stanoveno několik možných řešení, jako například jinou volbu mikrometru, kalibraci nebo návrh laboratorních kleští.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

MONOGRAFIE

- [1] ČURDA, Dušan. *Balení potravin*. 1. vyd. Praha 1: Nakladatelství technické literatury, 1982. 428 s. ISBN 04-832-82.
- [2] LAPČÍK, L'ubomír, RAAB, Miroslav. *Nauka o materiálech II*. 2. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2004. 132 s. ISBN 80-7318-229-7.
- [3] KAČEŇÁK, Igor. *Obaly a obalová technika*. 1. vyd. Bratislava: Slovenská vysoká škola technická v Bratislavě, 1990. 179 s. ISBN 80-227-0301-X.
- [4] KADLEC, Karel, et. al. *Procesy potravinářských a biochemických výrob*. 1. vyd. Praha 1: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. 308 s. ISBN 80-7080-527-7.
- [5] KOMPRDA, Tomáš. *Obecná hygiena potravin*. 1. vyd. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004. 146 s. ISBN 80-7157-757-X.
- [6] KUTA, Antonín. *Technologie a zařízení pro zpracovávání kaučuků a plastů*. 1. vyd. Praha : VŠCHT, 1999. 203 s. ISBN ISBN 80-7080-367-3.
- [7] MAŇAS, Miroslav, MAŇAS, David, STANĚK, Michal. *Výrobní stroje a zařízení I. Stroje gumárenské a plastikářské I* . 1. vyd. Zlín : UTB, 2007. 264 s. ISBN ISBN 978-80-7318-1.
- [8] PODSTÁTOVÁ, Hana. *Základy epidemiologie a hygieny* . 1. vyd. Praha : Karolinum, 2009. 158 s. ISBN ISBN 978-80-246-1.
- [9] ŠTĚPEK , Jiří. *Technologie zpracování a vlastnosti plastů* . 1. vyd. Praha : SNTL , 1989. 637 s.

INTERNETOVÉ ZDROJE

- [10] DOBIÁŠ, Jaroslav, ČURDA, Dušan. *Balení potravin* [online]. Praha : 2004 , 2004 [cit. 2010-02-15]. Dostupný z WWW: <http://www.vscht.cz/ktk/www_324/>.
- [11] *Přehled změn probíhající v potravinářských surovinách a potravinách během zpracování a skladování* [online]. 2004 [cit. 2010-02-15]. Dostupný z WWW: <http://www.vscht.cz/ktk/www_324/>.

[12]LENFELD, Petr.

[Http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/obsah_plasty.htm](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/obsah_plasty.htm) [online]. 2005 [cit. 2010-02-15]. Dostupný z WWW:

<http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/uvod.htm>.

AKADEMICKÉ PUBLIKACE

[13]DĚDEK, Stanislav. Bariérové vlastnosti obalů využívaných pro balení . [s.l.], 2009. 57 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Hrábě, Ph.D.

[14]LAMBOROVÁ, Romana. Recyklace ozářených polymerů. [s.l.], 2009. 95 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Zdeněk Holík.

[15]TKADLECOVÁ , Eva. Místo, význam a možnosti balení . [s.l.], 2009. 53 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Miroslav Musil, Ph.D.

[16]ŠMERDA, Jan. Svařitelnost bariérových fólií . [s.l.], 2007. 50 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Dagmar Měřínská.

FIREMNÍ LITERATURA

[17]*Řízení bezpečnosti potravin*. Valašské Meziříčí: KRAFT FOODS s.r.o. (Taras D.), 2009. 11 s.

[18]*Metody zkoušení hotových výrobků - káva*. Valašské Meziříčí: KRAFT FOODS s.r.o. (Taras D.), 2009. 11 s.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

α	součinitel teplotní roztažnosti
ABS	akrylobutadienstyren
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
BSE	bovinní spongiformní encefalopatie
Ca	vápník
CCP	kontrolní kritický bod
EP	epoxidový plast
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point (rozbor nebezpečí v kritických bodech řízení)
HDPE	vysokohustotní polyethylen
Hz	herz
IČ záření	infračervené záření
kHz	kiloherz
kPa	kilopascal
kg	kilogram
ks	kus
LDPE	nízkohustotní polyethylen
m	metr
max.	maximálně
m/s	metr za sekundu
cm	centimetr
mm	milimetr
např.	například

NIR	(typ přístroje)
obr.	obrázek
p	tlak
PA	polyamid
PAH	polyaromatický uhlovodík
PAN	polyakrylonitril
PC	polykarbonát
PE	polyethylen
PET	polyetylentereftalát
PF	fenolformaldehydový plast
PI	polyimid
PMMA	polymetylmetakrylát
PODs	marketingový název druhu vyráběné kávy
POM	polyoximetylén
PP	polypropylen
PPS	polyfenylénsulfid
PS	polystyren
PSU	polysulfon
PU	polyuretan
PUR	polyurenat
PTFE	tetrafluoretylén
PVAC	polyvinylacetat
PVAL	polyvinylalkohol
PVC	polyvinylchlorid
PVF	polyvinylfluorid

resp.	respektive
s.	strana
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
T	teplota
T_f	teplota viskózního toku
T_g	teplota zeskenění
tj.	to je
T_m	teplota tání
tzv.	takzvaně
UP	polyesterové plasty
vyd.	vydání
x	krát
Zn	zinek
%	procento
+	plus

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Lineární uspořádání makromolekul [14]	15
Obr. 2. Rozvětvené uspořádání makromolekul [14].....	16
Obr. 3. Zesíťované uspořádání makromolekul [14].....	16
Obr. 4. Nadmolekulární struktura amorfních plastů [9, 12].....	17
Obr. 5. Nadmolekulární struktura krystalických plastů	17
Obr. 6. Sáčky a) ploché, b) ploché s bočním záhybem, c) křížové, d) hranolové [3].....	21
Obr. 7. Skládačky a)lepící, b) zasouvací, c)ouškové [3].....	21
Obr. 8. Tvary velkého obalového skla: a) zásobní láhev, b) demižón, c) dupližón, d) balón [3].....	23
Obr. 9. Příklady principů objemových dávkovačů sypkých materiálů [4].....	25
Obr. 10. Systémy tvarování a plnění plastových sáčků [4]	25
Obr. 11. Svařovací a přitlačná čelist [6].....	30
Obr. 12. Princip kontaktního svařování trubek pomocí spojovací objímky [6].....	31
Obr. 13. Vysokofrekvenční svařovací elektrody [6].....	33
Obr. 14. Princip svařování ultrazvukem [6]	35
Obr. 15. Jednotky balící linky: A - jednotka na odvinování fólie, B- jednotka tvarovacího tunelu, C - tažná jednotka, D - zatavovací jednotka, E - odebírací pás, F - etiketovací zařízení.....	51
Obr. 16. Svařovací kleště a – podélné, b - příčné.....	52
Obr. 17. Ukázka dvou druhů zkoušených fólií.....	53
Obr. 18. Části výrobní linky: a - šnekový dopravník, b - bambusová fólie s kávou, c - tvarovací tunel, d - zásobník fólie.....	54
Obr. 19. A – PODs, B – ukázka sáčku s PODs.....	55
Obr. 20. Svar a – kvalitní, b - nekvalitní	55
Obr. 21. Ukázka grafu	57
Obr. 22. Diagram příčin a následků	61


SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Statistické vyhodnocení tloušťky fólií.....	56
Tab. 2. Statistické vyhodnocení prodloužení fólií	57
Tab. 3. Statistické vyhodnocení síly k přetržení.....	58
Tab. 4. Hodnoty ustálení teplot svařovacích kleští a doba ustálení na linkách.....	59
Tab. 5. Ustálené hodnoty tlaků a doby svařování.....	59

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: POVOLENÍ K FOTOGRAFOVÁNÍ	72
PŘÍLOHA P II: HODNOTY TLOUŠTĚK FÓLIÍ.....	73
PŘÍLOHA P III: HODNOTY PRODLOUŽENÍ A SÍLY PŘETRŽENÍ	74
PŘÍLOHA P IV: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 145-1	75
PŘÍLOHA P V: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 145-2	76
PŘÍLOHA P VI: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 274-1	77
PŘÍLOHA P VII: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 274-2	78
PŘÍLOHA P VIII: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 295-1	79
PŘÍLOHA P IX: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 295-2	80
PŘÍLOHA P X: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 296-1	81
PŘÍLOHA P XI: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 296-2	82
PŘÍLOHA P XII: UKÁZKA GRAFŮ NÁBĚHŮ TEPLoty.....	83
PŘÍLOHA P XIII: DÉLKA SVAŘOVÁNÍ.....	84
PŘÍLOHA P XIV: TLAKY KLEŠTÍ.....	85
PŘÍLOHA P XV: UKÁZKA GRAFŮ TLAKŮ A DOBY SVAŘOVÁNÍ.....	86

PŘÍLOHA P I: POVOLENÍ K FOTOGRAFOVÁNÍ

 KRAFT FOODS CR s.r.o., provozovna VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ	Kód: S09.39f01	Vydání: R01/090907
	DOKUMENT: FORMULÁŘ	
POVOLENÍ K FOTOGRAFOVÁNÍ	Proces: Sec	Nahrazuje: O/080424
	Strana: 1/1	

Povoluji fotografování v areálu provozovny Kraft Foods CR s. r.o., Sokolská 582, 757 01 Valašské Meziříčí firmě:

p. Buchta Radek

Účel:

Zpracování diplomové práce.

Datum: 24.03.2010

Ve Valašském Meziříčí dne: 24.03.2010



Ing. Jarmila Mekinová
výrobní ředitelka

PŘÍLOHA P II: HODNOTY TLOUŠŤEK FÓLIÍ

		Typ fólie							
		145-1	145-2	274-1	274-2	295-1	295-2	296-1	296-2
		tloušťka [mm]							
počet měření	1	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	2	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09
	3	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09
	4	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,08
	5	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09
	6	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09
	7	0,09	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09
	8	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09
	9	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	11	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	12	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,09
	13	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	14	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08
	15	0,08	0,10	0,09	0,08	0,09	0,09	0,10	0,09
	16	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09
	17	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09
	18	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
	19	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09
	20	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	21	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09
	22	0,09	0,10	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09
	23	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	24	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08
	25	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	26	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08
	27	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	28	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	29	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	30	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09
	31	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09
	32	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	33	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08
	34	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	35	0,08	0,10	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08
	36	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08
	37	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	38	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	39	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
	40	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	41	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09
	42	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08
	43	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	44	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08
	45	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	46	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09
	47	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08
	48	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	49	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	50	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09

PŘÍLOHA P III: HODNOTY PRODLOUŽENÍ A SÍLY PŘETRŽENÍ

Fólie 145-1			
		prodloužení	síla
		[mm]	[N]
měření	1	48,1	56,5
	2	60,9	57,4
	3	62,9	61,5
	4	53,8	56,8
	5	57,1	57,9
	6	51,2	56,8
	7	59,9	57,7
	8	60,1	59,3
	9	61,2	60,4
	10	58,1	59,2

Fólie 145-2			
		prodloužení	síla
		[mm]	[N]
měření	1	76,5	59,1
	2	76,9	59,1
	3	75,7	60,3
	4	74,1	59,3
	5	75,3	59,4
	6	74,6	58,9
	7	76,2	60,2
	8	75,5	59,5
	9	76,3	59,0
	10	74,9	59,2

Fólie 274-1			
		prodloužení	síla
		[mm]	[N]
měření	1	68,9	57,0
	2	52,8	51,9
	3	72,0	54,6
	4	77,5	58,2
	5	71,2	54,0
	6	69,8	53,8
	7	71,5	55,0
	8	63,6	52,5
	9	68,4	53,4
	10	70,2	56,7

Fólie 274-2			
		prodloužení	síla
		[mm]	[N]
měření	1	48,1	56,5
	2	60,9	57,4
	3	62,9	61,5
	4	53,8	56,8
	5	57,1	57,9
	6	51,2	56,8
	7	59,9	57,7
	8	60,1	59,3
	9	61,2	60,4
	10	58,1	59,2

Fólie 295-1			
		prodloužení	síla
		[mm]	[N]
měření	1	75,6	54,8
	2	80,2	58,0
	3	79,2	55,1
	4	79,5	56,7
	5	80,6	58,2
	6	76,6	55,1
	7	75,3	53,2
	8	80,5	58,7
	9	78,9	56,2
	10	78,2	58,3

Fólie 295-2			
		prodloužení	síla
		[mm]	[N]
měření	1	57,1	53,2
	2	60,7	60,2
	3	63,4	62,7
	4	58,7	55,4
	5	61,8	60,9
	6	56,6	53,3
	7	62,1	63,8
	8	63,5	63,9
	9	60,5	60,6
	10	65,5	63,5

Fólie 296-1			
		prodloužení	síla
		[mm]	[N]
měření	1	56,7	53,3
	2	60,0	54,5
	3	72,1	58,8
	4	63,2	55,5
	5	68,8	58,7
	6	62,2	52,8
	7	71,0	57,1
	8	59,9	45,9
	9	67,8	59,2
	10	63,4	56,6

Fólie 296-2			
		prodloužení	síla
		[mm]	[N]
měření	1	74,0	66,7
	2	65,7	62,2
	3	61,4	55,4
	4	59,8	53,2
	5	66,7	62,8
	6	73,8	67,1
	7	71,0	65,8
	8	58,7	55,9
	9	72,1	65,8
	10	70,5	62,0

PŘÍLOHA P IV: TEPLOTY SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 145-1

		podélné				příčné			
		přední		zadní		přední		zadní	
		levá	pravá	levá	pravá	horní	dolní	horní	dolní
		t_{1L} [°C]	t_{1P} [°C]	t_{2L} [°C]	t_{2P} [°C]	t_3 [°C]	t_4 [°C]	t_5 [°C]	t_6 [°C]
minuta	1	210	210	180	180	210	205	210	205
	2	210	210	178	178	212	205	212	205
	3	212	212	178	178	215	205	215	205
	4	212	212	175	175	215	207	215	207
	5	212	212	175	176	217	207	217	207
	6	215	215	175	175	217	212	219	211
	7	215	215	173	173	220	212	219	211
	8	215	215	173	173	220	210	220	210
	9	213	214	170	171	220	210	220	210
	10	213	214	170	170	220	209	220	210
	11	215	215	170	170	222	210	221	210
	12	215	215	170	170	221	210	221	210
	13	215	215	171	171	221	210	221	210
	14	215	215	170	170	220	211	220	211
	15	214	214	170	170	220	210	220	210
	16	215	215	171	170	220	211	221	211
	17	215	215	171	171	221	210	221	210
	18	215	215	170	170	220	210	220	210
	19	214	214	170	170	220	210	220	210
	20	214	214	170	170	220	210	220	210
	21	215	215	170	171	220	209	220	210
	22	215	215	171	171	220	210	220	210
	23	215	215	170	170	221	210	219	210
	24	215	215	170	170	220	210	220	210
	25	214	214	170	170	220	209	220	209
	26	215	215	170	170	220	210	220	210
	27	215	215	171	170	220	210	220	210
	28	215	215	170	171	221	210	221	210
	29	215	215	170	170	220	210	220	210
	30	215	214	170	170	220	210	220	210

PŘÍLOHA P V: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 145-2

		podélné				příčné			
		přední		zadní		přední		zadní	
		levá	pravá	levá	pravá	horní	dolní	horní	dolní
		t _{1L} [°C]	t _{1P} [°C]	t _{2L} [°C]	t _{2P} [°C]	t ₃ [°C]	t ₄ [°C]	t ₅ [°C]	t ₆ [°C]
minuta	1	215	215	170	170	220	210	220	210
	2	212	212	170	170	224	213	224	213
	3	212	212	173	173	225	213	225	213
	4	212	212	173	173	220	213	220	214
	5	210	210	175	175	220	215	221	215
	6	210	210	175	175	216	215	216	215
	7	210	210	178	178	215	215	215	215
	8	210	210	178	179	215	216	216	215
	9	209	209	178	178	220	215	216	215
	10	210	210	180	181	220	215	218	216
	11	210	210	180	180	220	215	220	215
	12	210	210	180	180	220	215	220	215
	13	209	210	180	180	221	216	220	215
	14	210	211	180	180	221	215	221	215
	15	210	210	180	180	220	215	221	215
	16	210	210	179	179	220	215	220	215
	17	210	210	180	180	220	215	220	215
	18	210	210	179	180	220	216	220	215
	19	210	210	180	180	221	215	221	215
	20	210	210	180	180	220	215	220	216
	21	209	210	180	180	220	215	220	215
	22	210	210	180	180	220	215	220	216
	23	210	210	179	179	220	216	220	216
	24	210	209	180	180	221	215	221	215
	25	210	210	180	180	221	215	221	215
	26	209	211	180	180	220	215	220	215
	27	210	210	180	180	220	215	220	215
	28	210	210	179	180	221	215	221	215
	29	209	209	179	179	220	216	220	216
	30	210	210	180	180	221	215	221	215

PŘÍLOHA P VI: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 274-1

		podélné				příčné			
		přední		zadní		přední		zadní	
		levá	pravá	levá	pravá	horní	dolní	horní	dolní
		t_{1L} [°C]	t_{1P} [°C]	t_{2L} [°C]	t_{2P} [°C]	t_3 [°C]	t_4 [°C]	t_5 [°C]	t_6 [°C]
minuta	1	215	215	170	170	210	210	210	210
	2	215	215	170	170	212	210	212	210
	3	212	212	175	175	212	212	212	212
	4	212	212	175	175	215	212	215	215
	5	212	212	175	175	215	210	215	210
	6	210	210	175	175	215	210	215	210
	7	210	210	178	178	215	210	215	210
	8	210	210	178	178	216	205	216	205
	9	210	210	178	180	215	205	215	205
	10	210	210	180	180	215	205	215	205
	11	209	209	180	180	215	205	215	206
	12	210	210	180	180	215	205	215	205
	13	210	210	180	180	215	205	215	205
	14	210	210	180	180	215	206	215	205
	15	210	210	180	179	215	205	215	205
	16	210	210	180	180	215	205	215	205
	17	210	210	180	180	215	205	215	204
	18	210	210	179	179	215	205	215	205
	19	211	210	180	180	215	205	215	205
	20	210	209	180	180	216	205	216	204
	21	209	210	180	180	215	205	215	205
	22	210	210	180	179	215	205	215	205
	23	210	210	180	180	215	205	215	205
	24	210	210	180	180	215	205	215	205
	25	210	210	180	180	215	204	215	205
	26	210	210	179	180	216	204	216	205
	27	210	210	180	180	216	205	216	205
	28	210	210	180	180	215	205	215	205
	29	210	210	179	179	215	205	215	205
	30	210	210	180	180	215	205	215	204

PŘÍLOHA P VII: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 274-2

		podélné				příčné			
		přední		zadní		přední		zadní	
		levá	pravá	levá	pravá	horní	dolní	horní	dolní
		t_{1L} [°C]	t_{1P} [°C]	t_{2L} [°C]	t_{2P} [°C]	t_3 [°C]	t_4 [°C]	t_5 [°C]	t_6 [°C]
minuta	1	215	215	210	210	215	215	215	215
	2	215	215	210	210	215	215	215	215
	3	210	210	205	205	210	212	210	215
	4	210	210	205	205	210	212	211	215
	5	210	210	205	205	210	212	210	210
	6	212	212	203	203	215	210	214	210
	7	212	211	200	199	215	210	215	210
	8	210	210	200	200	214	208	215	205
	9	210	210	200	200	214	208	215	210
	10	210	209	199	199	215	208	214	208
	11	210	210	199	200	215	205	215	208
	12	210	210	200	200	215	203	214	205
	13	209	210	200	200	215	203	215	205
	14	210	210	201	199	215	205	216	204
	15	209	210	200	200	215	205	215	205
	16	210	210	200	200	215	205	215	205
	17	210	210	200	200	214	205	215	206
	18	210	210	200	200	215	206	215	205
	19	210	209	199	200	215	205	216	205
	20	210	210	200	200	216	205	216	206
	21	210	210	199	201	215	205	216	205
	22	210	209	200	200	216	206	215	205
	23	210	210	200	200	215	205	215	205
	24	209	210	200	200	215	205	215	205
	25	210	210	200	200	215	205	215	206
	26	210	209	200	201	215	204	216	205
	27	210	210	200	200	215	205	215	205
	28	210	210	200	200	215	205	215	205
	29	209	210	200	200	215	205	216	206
	30	210	210	199	200	215	205	215	205

PŘÍLOHA P VIII: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 295-1

		podélné				příčné			
		přední		zadní		přední		zadní	
		levá	pravá	levá	pravá	horní	dolní	horní	dolní
		t_{1L} [°C]	t_{1P} [°C]	t_{2L} [°C]	t_{2P} [°C]	t_3 [°C]	t_4 [°C]	t_5 [°C]	t_6 [°C]
minuta	1	220	220	210	210	220	215	220	215
	2	220	220	210	210	218	215	219	215
	3	215	215	205	205	218	215	218	215
	4	215	215	205	205	215	214	216	214
	5	215	215	205	205	215	211	216	212
	6	215	215	205	205	215	210	215	211
	7	212	212	205	205	215	210	215	210
	8	212	212	205	204	214	212	215	212
	9	212	212	203	203	210	212	215	212
	10	210	210	203	203	210	215	210	214
	11	210	210	200	201	210	215	210	215
	12	208	208	200	200	208	215	210	215
	13	208	208	195	196	208	215	208	215
	14	208	208	195	195	209	215	210	215
	15	210	210	200	198	209	214	210	215
	16	210	210	200	200	209	215	210	215
	17	210	210	200	200	210	215	209	214
	18	210	210	200	200	210	215	210	215
	19	210	210	200	199	210	215	209	215
	20	210	209	200	200	210	215	210	215
	21	209	209	200	199	210	215	210	214
	22	210	210	199	200	210	215	210	215
	23	210	210	200	200	210	215	210	215
	24	210	209	200	200	210	215	210	215
	25	210	210	199	200	210	214	209	215
	26	210	210	200	200	210	215	210	215
	27	209	210	200	200	210	215	210	215
	28	210	210	200	200	210	214	210	215
	29	209	210	199	200	210	215	210	215
	30	210	209	200	199	209	215	210	215

PŘÍLOHA P IX: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 295-2

		podélné				příčné			
		přední		zadní		přední		zadní	
		levá	pravá	levá	pravá	horní	dolní	horní	dolní
		t_{1L} [°C]	t_{1P} [°C]	t_{2L} [°C]	t_{2P} [°C]	t_3 [°C]	t_4 [°C]	t_5 [°C]	t_6 [°C]
minuta	1	220	220	220	220	220	220	220	220
	2	220	220	220	220	220	220	220	220
	3	215	216	218	218	218	218	218	218
	4	215	215	216	216	218	218	218	218
	5	215	215	215	214	215	218	216	216
	6	215	215	215	214	215	215	215	215
	7	215	214	213	212	218	215	219	214
	8	213	212	213	212	218	213	219	214
	9	210	212	210	209	220	213	221	215
	10	210	210	210	210	220	215	220	215
	11	210	210	210	210	220	215	219	215
	12	209	210	208	210	219	215	220	215
	13	210	210	208	208	220	215	220	214
	14	210	209	205	206	220	215	220	215
	15	210	210	205	205	220	215	219	214
	16	210	210	205	205	220	215	220	215
	17	210	210	205	205	220	215	220	215
	18	210	210	205	205	219	215	220	215
	19	210	210	205	205	220	215	220	215
	20	209	210	205	205	220	215	220	214
	21	209	210	205	204	220	214	220	215
	22	210	209	205	205	220	215	219	215
	23	210	209	205	205	219	215	220	215
	24	210	210	205	205	220	215	220	215
	25	210	210	205	205	220	215	220	215
	26	210	210	205	205	220	215	220	215
	27	210	210	205	205	220	215	220	215
	28	210	210	204	205	220	215	220	215
	29	209	210	205	205	220	215	220	214
	30	210	209	205	205	220	215	220	215

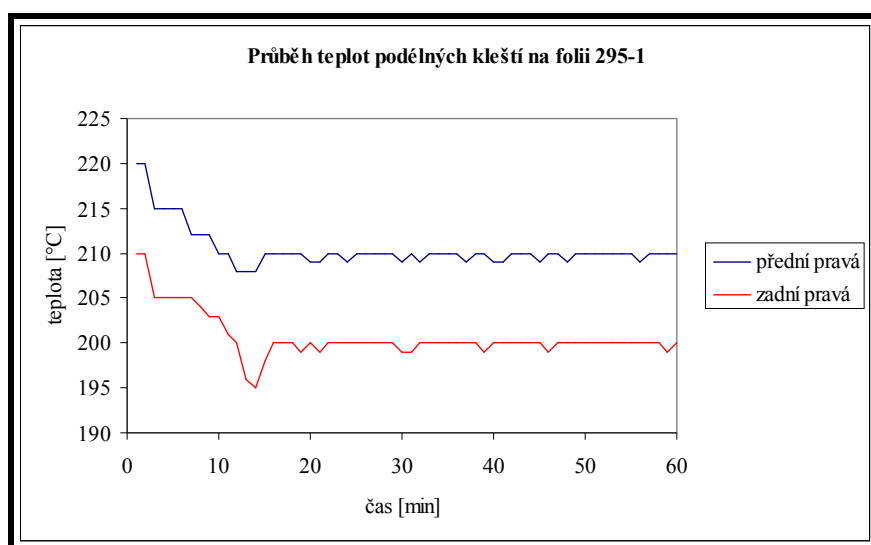
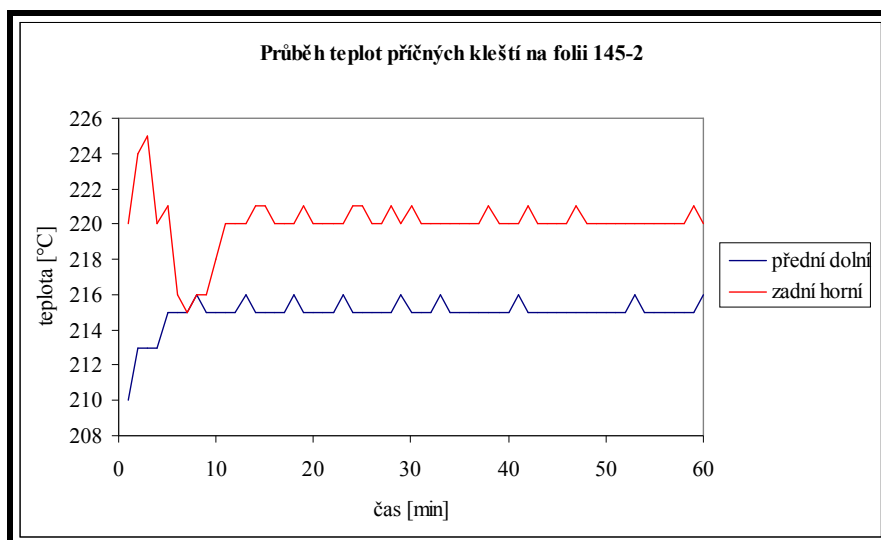
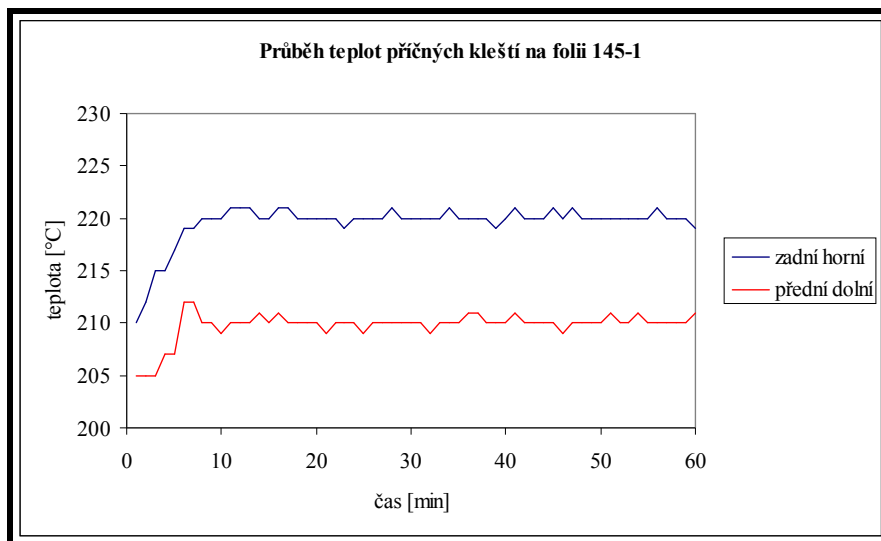
PŘÍLOHA P X: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 296-1

		podélné				příčné			
		přední		zadní		přední		zadní	
		levá	pravá	levá	pravá	horní	dolní	horní	dolní
		t _{1L} [°C]	t _{1P} [°C]	t _{2L} [°C]	t _{2P} [°C]	t ₃ [°C]	t ₄ [°C]	t ₅ [°C]	t ₆ [°C]
minuta	1	210	210	180	180	215	210	215	210
	2	210	215	180	180	215	210	215	210
	3	215	215	175	175	213	212	213	212
	4	215	215	173	173	205	212	205	212
	5	220	220	170	170	205	208	210	208
	6	220	225	170	170	205	208	212	208
	7	225	225	170	170	208	208	212	208
	8	225	225	170	170	208	205	210	205
	9	228	228	170	170	210	205	210	205
	10	228	230	170	170	209	206	209	206
	11	230	230	170	170	209	206	209	206
	12	230	230	170	170	210	205	210	205
	13	231	231	169	169	210	205	210	205
	14	231	231	169	169	210	206	210	206
	15	230	230	170	170	209	206	210	206
	16	230	230	170	170	209	206	209	206
	17	231	231	170	170	209	205	209	205
	18	231	231	171	171	210	205	209	205
	19	232	232	171	171	210	205	210	205
	20	232	232	171	171	210	205	210	205
	21	231	231	170	170	210	205	210	205
	22	231	231	170	170	210	205	210	205
	23	230	230	170	170	210	205	210	205
	24	230	230	170	170	210	205	210	205
	25	230	230	170	170	210	204	210	204
	26	229	229	170	170	210	204	210	204
	27	229	229	170	170	210	205	210	205
	28	230	230	169	169	210	205	210	205
	29	230	230	169	169	210	205	210	205
	30	231	230	170	170	210	205	210	205

PŘÍLOHA P XI: TEPLoty SVAŘOVÁNÍ NA FÓLII 296-2

		podélné				příčné			
		přední		zadní		přední		zadní	
		levá	pravá	levá	pravá	horní	dolní	horní	dolní
		t_{1L} [°C]	t_{1P} [°C]	t_{2L} [°C]	t_{2P} [°C]	t_3 [°C]	t_4 [°C]	t_5 [°C]	t_6 [°C]
minuta	1	230	230	170	170	210	205	210	205
	2	230	230	173	173	210	205	210	205
	3	227	227	173	173	213	207	213	207
	4	227	227	173	173	213	207	213	207
	5	227	227	175	175	210	205	210	205
	6	225	225	175	175	210	205	210	205
	7	225	225	178	178	210	205	210	205
	8	227	227	178	178	208	204	208	204
	9	227	226	180	180	208	204	208	204
	10	226	226	180	180	210	205	210	204
	11	225	225	180	180	210	205	210	205
	12	225	226	180	180	210	207	210	207
	13	225	225	180	180	210	207	210	207
	14	225	225	179	179	210	207	210	207
	15	226	225	179	179	211	207	211	207
	16	226	226	179	179	210	205	210	205
	17	225	225	179	179	211	205	211	205
	18	225	225	180	180	210	205	210	205
	19	225	225	180	180	210	205	210	205
	20	226	226	180	180	210	206	210	206
	21	225	225	180	180	210	205	210	205
	22	225	225	180	180	210	205	210	205
	23	225	225	181	181	210	205	210	205
	24	225	225	180	180	210	205	210	205
	25	225	225	180	180	210	205	210	205
	26	225	225	180	180	210	205	210	205
	27	226	225	180	180	210	205	210	205
	28	226	226	181	181	211	205	211	205
	29	225	225	180	180	211	205	211	205
	30	225	225	180	180	210	206	210	206

PŘÍLOHA P XII: UKÁZKA GRAFŮ NÁBĚHŮ TEPLOT



PŘÍLOHA P XIII: DÉLKA SVAŘOVÁNÍ

		145-1		145-2		274-1		274-2	
		podélné	příčné	podélné	příčné	podélné	příčné	podélné	příčné
		T _{PO} [s]	T _{PR} [s]	T _{PO} [s]	T _{PR} [s]	T _{PO} [s]	T _{PR} [s]	T _{PO} [s]	T _{PR} [s]
minuta	1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0
	2	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0
	3	1,1	1,1	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,0
	4	1,0	1,1	1,1	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1
	5	1,0	1,1	1,1	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1
	6	1,1	1,1	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1
	7	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1
	8	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1
	9	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1
	10	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1
	11	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1
	12	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1
	13	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1
	14	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1
	15	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1
	16	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1
	17	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1
	18	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1
	19	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1
	20	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1

		295-1		295-2		296-1		296-2	
		podélné	příčné	podélné	příčné	podélné	příčné	podélné	příčné
		T _{PO} [s]	T _{PR} [s]	T _{PO} [s]	T _{PR} [s]	T _{PO} [s]	T _{PR} [s]	T _{PO} [s]	T _{PR} [s]
minuta	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	2	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	1,0
	3	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1
	4	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,0	1,1
	5	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2	1,0	1,1
	6	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,1
	7	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2	1,0	1,2
	8	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2
	9	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2
	10	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2
	11	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2
	12	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2
	13	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2
	14	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2
	15	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2
	16	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2
	17	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2
	18	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2
	19	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2
	20	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2

PŘÍLOHA P XV: UKÁZKA GRAFŮ TLAKŮ A DOBY SVAŘOVÁNÍ

