

Dimenzování dvouvrstvého běhounu na vytlačovací lince Triplex

Karel Holý

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Karel HOLÝ**
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Dimenzování dvouvrstvého běhounu na VL Triplex**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracování literární studie na dané téma
2. Návrh nástroje pro vytlačování běhounu
3. Otestování navrženého řešení v praxi
4. Vyhodnocení výsledků

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle zadání vedoucího BP

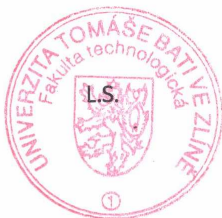
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Mañas, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **19. února 2008**

Termín odevzdání bakalářské práce: **6. června 2008**

Ve Zlíně dne 30. ledna 2008

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




doc. Ing. Miroslav Mañas, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá technologií vytlačování dvouvrstevných profilů z kaučukových směsí na vytlačovací lince Triplex. V práci je popsán vliv teploty, otáček šneku, odtahové rychlosti a tvaru vytlačovací šablony na narůstání profilu za vytlačovací hlavou. V závěru práce je popsán návrh vytlačovací šablony pro jeden konkrétní běhoun s následným vyhodnocením navrženého profilu.

Klíčová slova:

Kaučuková směs, běhoun, narůstání, smrštění, šablona

ABSTRACT

This bachelor thesis is concerned with the extrusion technology of two-layer treads from rubber compounds at extrusion line Triplex.

There is described the influence of temperature, rotation speed, speed of conveyor-belt and shape of extruding die on accretion of treads behind the extruder head. At the conclusion of this study is described the suggestion of extruding die for the concrete tread with consequential evaluation of designed profile.

Keywords:

rubber compound, tread, accretion, shrinkage, extruding die

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat Ing. Davidovi Maňasovi, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce, za metodické vedení, za cenné rady a připomínky, které mi pomohly v řešení dané problematiky. Dále děkuji zaměstnancům firmy Mitas za ochotu a spolupráci při řešení daného tématu.

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

Ve Zlíně, 23.5.2008

.....

Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	1
I. TEORETICKÁ ČÁST	2
1 VYTLAČOVÁNÍ.....	3
1.1 VYTLAČOVACÍ STROJE	3
1.2 ŠNEKOVÉ VYTLAČOVACÍ STROJE.....	3
1.2.1 Šnek	6
1.2.2 Komora (pracovní válec)	8
1.2.3 Plnicí otvor, násypka a zásobník	10
1.2.4 Pohon šneku.....	10
1.2.5 Vytlačovací hlavy	11
1.3 OVLÁDÁNÍ A OBSLUHA VYTLAČOVACÍCH STROJŮ	14
1.4 SOUSTROJÍ K VYTLAČOVÁNÍ BĚHOUNŮ NA PLÁŠTĚ PNEUMATIK	15
1.4.1 Zásobování vytlačovacích strojů za studena.....	16
1.4.2 Sdružený vytlačovací stroj.....	17
1.4.3 Tažný stroj	17
1.4.4 Tříválec	17
1.4.5 Dopravníky a chladicí stroj.....	18
1.4.6 Řezací stroj	18
1.4.7 Postřikovací zařízení.....	19
1.4.8 Odvádění běhounů	19
1.4.9 Pohon strojů.....	19
1.5 VŠEOBECNÉ PŘIPOMÍNKY K VYTLAČOVÁNÍ.....	20
1.6 PŘIPOMÍNKY K VYTLAČOVÁNÍ RŮZNÝCH KAUCUKŮ	23
II. PRAKTICKÁ ČÁST	25
2 EXPERIMENTÁLNÁ ČÁST	26
2.1 PLÁŠŤ 7,50-16 TS-08 HORSCH	26
2.2 VYTLAČOVACÍ LINKA PRO ZADANÝ ROZMĚR.....	28
2.3 PARAMETRY LINKY	28
2.4 POTŘEBNÉ ZDROJE ENERGIE.....	29
2.5 PARAMETRY VYTLAČOVACÍ HLAVY, VYTLAČOVACÍCH STROJŮ	29
2.5.1 Vytlačovací hlava Triplex 120/200/150	29
2.5.2 Vytlačovací stroj 120	29
2.5.3 Vytlačovací stroj 200	30
2.5.4 Vytlačovací stroj 150	30
2.5.5 Ovládání vytlačovacích strojů 120, 200, 150	30
2.6 NÁVRH BĚHOUNU	31
2.7 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH KAUCUKOVÝCH SMĚSÍ PŘI NAVRHOVÁNÍ BĚHOUNU	32
2.8 EKONOMICKÉ HLEDISKO	33
2.9 AKČNÍ MEZE PRO ZADANÝ BĚHOUN	33

2.10	SLEDOVÁNÍ KRITICKÝCH ZNAKŮ BĚHOUNU	34
2.11	NEJVÝZNAMNĚJŠÍ VLIVY PŘI NAVRHOVÁNÍ BĚHOUNU.....	35
2.11.1	Vliv náběhů na šabloně pro běhoun.....	35
2.11.2	Vliv otáček šneku a odtahové rychlosti dopravníku za hlavou	37
2.11.3	Vliv teploty při vytlačování	40
2.11.4	Vliv uniformity kaučukových směsí.....	42
2.11.5	Vliv smrštění profilu.....	43
2.12	ŠABLONA PRO BĚHOUN 7,50 – 16 T-08 HORSCH	44
2.12.1	Stanovení podmínek vytlačování.....	44
2.12.2	Vytlačovací šablona a přešablona.....	45
2.12.3	Návrh šablony.....	47
2.12.4	Návrh náběhů.....	48
2.12.5	Návrh šablony a průběh následného navrhování	49
2.13	ODZKOUŠENÍ VÝROBKU	51
2.14	VYHODNOCENÍ KRITICKÝCH ZNAKŮ VYDIMENZOVANÉHO BĚHOUNU	53
2.15	DISKUSE VÝSLEDKŮ	54
	ZÁVĚR	55
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:.....	56
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	57
	SEZNAM OBRÁZKŮ	58
	SEZNAM TABULEK	60

ÚVOD

Pneumatika je souborný název pro plášť, popř. duši a ochrannou vložku namontovanou na ráfek kola. Plášť (u bezdušové pneumatiky) popř. duše (u dušové pneumatiky) jsou naplněny tlakovým médiem. Nejběžnějším materiálem pro výrobu pneumatik je vulkanizovaná pryž.

Plášť je pružná vnější část pneumatiky, která přichází do styku s vozovkou a svou patní částí dosedá na ráfek. Skládá se z polotovarů, které mají pro funkci pneumatiky svou specifickou důležitost

Běhoun je vrstva pryže na vnějším obvodu pláště, opatřená zpravidla vzorkem (dezénem), která přichází do styku s vozovkou (terénem). Hlavní funkcí běhounu je přenášet hnací sílu vozidla na vozovku, dále zlepšovat záběrový moment pneumatiky a její adhezi k vozovce a zvyšovat účinnost brzdového systému.

Pneumatiky větších rozměrů mají běhoun ze dvou vrstev. Spodní vrstva je z materiálu s velmi dobrými hysterezními vlastnostmi a vrchní z materiálu mimořádně odolného proti oděru.

Dvouvrstvý běhoun se velmi dobře osvědčil u některých druhů pneumatik, např. silničních, pro nákladní automobily a autobusy.[1]

Úkolem praktické části bakalářské práce je úspěšně navrhnout dvouvrstvý běhoun dle zadání pro plášť 7,50 – 16 T-08 HORSCH. Dodavatelem tohoto pláště je firma Mitas Zlín.

Tento plášť je určen pro zemědělský secí stroj HORSCH Pronto DC, který slouží k zpracování půdy a následnému setí osiva.

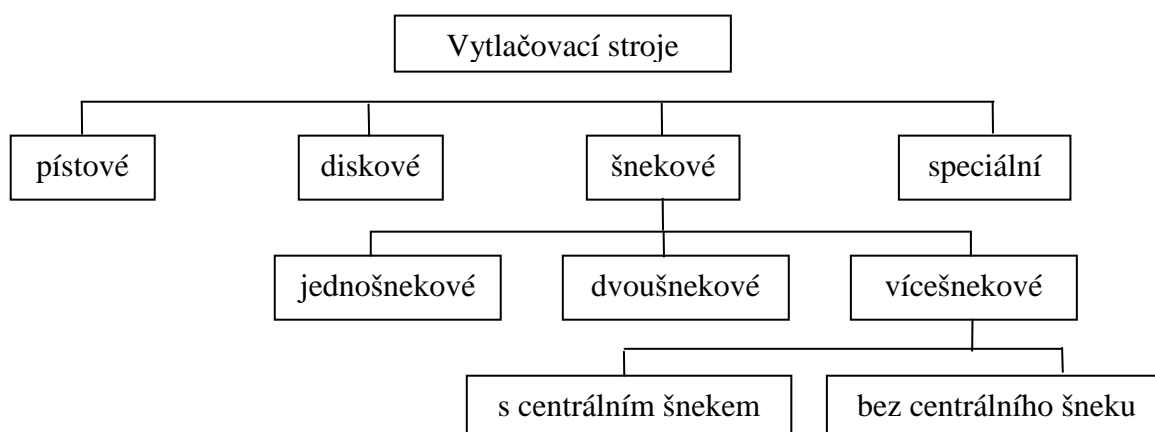
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VYTLAČOVÁNÍ

Vytlačování je tváření kaučukových směsí, při čemž plastický materiál procházející hubicí vytváří profil určitého průřezu a libovolné délky. Tlak lze přerušovaně vyvozovat pístem nebo kontinuálně šnekem. Vytlačování se používá buď přímo k výrobě profilovaného zboží, jako jsou hadičky, šňůry, těsnění atd., nebo k vytlačení profilů např. pro duše jízdních kol a automobilů, běhouny pláště pneumatik, obuv, zboží vyráběné rukodělnou prací, nebo se profilů používá při přípravě součástí pro lisování. Vytlačováním se opatřují obalem nebo pláštěm vodiče nebo hadice. [2]

1.1 Vytlačovací stroje

Vytlačovací stroje jsou určeny ke kontinuální nebo diskontinuální výrobě desek, folií, tyčí, profilů, trubek a jiných výrobků z plastů nebo kaučukových směsí. Princip vytlačování spočívá v převedení materiálu do plastického stavu a vytlačení taveniny profilovaným otvorem do volného prostoru. Po vytlačení následují další operace jako fixace tvaru a rozměru (kalibrace), chlazení ev. vulkanizace a chlazení. Vytlačovací stroje se dělí podle hlavní pracovní části:

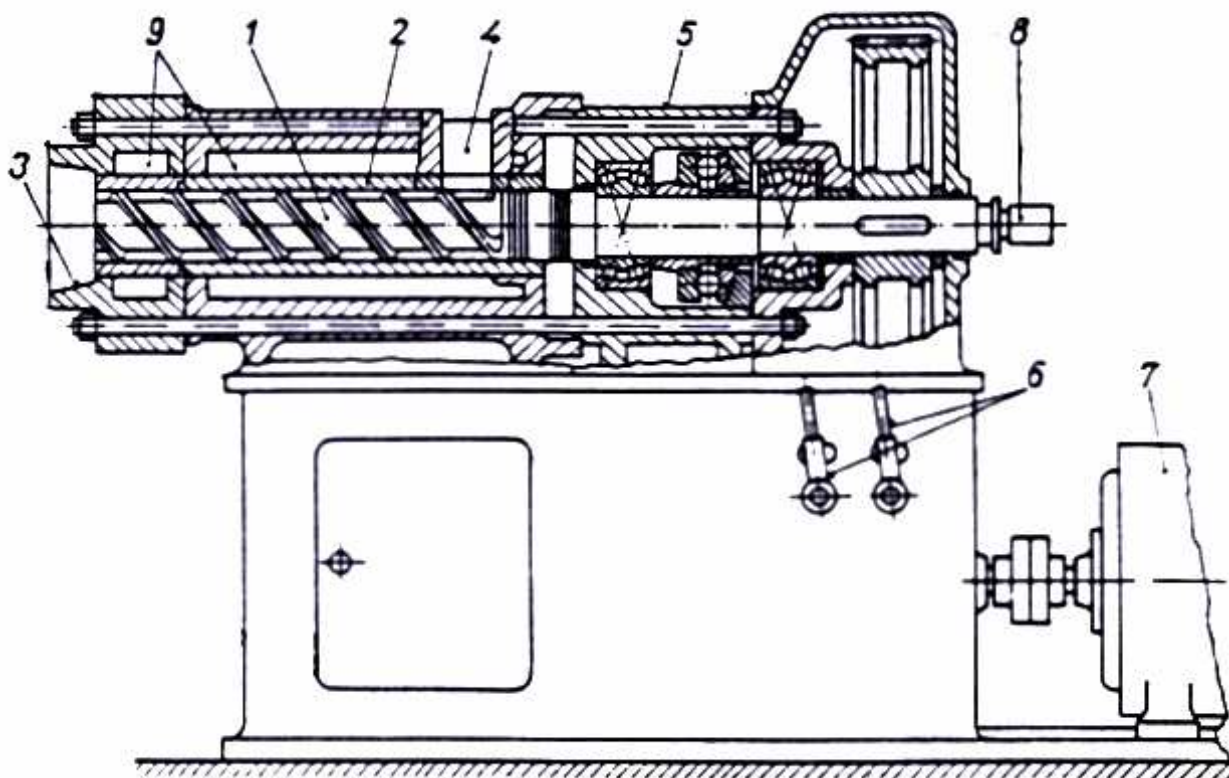


1.2 Šnekové vytlačovací stroje

Vytlačovací stroje zpracovávají kaučuk, kaučukové směsi a téměř všechny druhy plastických hmot. Hmota se při průchodu vytlačovacím strojem intenzívně hřeje a jako plastikát se protlačuje hubicí do volného prostoru. Na těchto strojích se zhotovují tyče a pásy různých průřezů, běhouny na pláště pneumatik, fólie, desky a trubky. Dále se na

nich oplášťovávají vodiče a jiné výrobky, čistí se (pasírují) kaučukové směsi, připravují granuláty atd.

Vytlačovací stroje jsou výhodné tam, kde stačí menší hladkost povrchu produktu, kde jsou přípustné větší tolerance a kde lze jejich kontinuální činnosti výhodně využít v plně mechanizovaném i automatizovaném provozu (výrobních linkách).



Obr. 1. Vytlačovací stroj na kaučukové směsi

1 – šnek, 2 – komora, 3 – kužel pro upevnění hlavy, 4 – plnicí otvor, 5 – ložisková skříň, 6 – řadicí páky čtyřrychlostní převodovky, 7 – hnací motor, 8 – vstupní hlava, 9 – komůrky chladicího systému

Vytlačovací stroj nemusí být hlavním strojem soustrojí, může např. připravovat polotovary pro jiné zařízení apod.

Vytlačovací stroje jsou šnekové a pístové. Převládají stroje šnekové, které pracují kontinuálně. Hmotu se v komoře stroje zpracovává i dopravuje otáčením šneku, který se podobá velkému šroubu (Obr. 1). Šnek dopravuje hmotu do násypného (plnicího) otvoru směrem k ústí v hlavě stroje. Přitom ji hněte, mísí, stlačuje, homogenizuje a přivádí do plastického stavu. Šnekové stroje mohou mít dva nebo tři šneky. Nejrozšířenější jsou stroje s jedním šnekem. [3]

Celkem omezené použití mají pístové vytlačovací stroje, ve kterých píst přímočarým pohybem tlačí hmotu komorou až do hubice. Pracují diskontinuálně a používá se jich jen na některé hmoty, jako např. na vytlačování polytetrafluóretylénu.

Šnekové vytlačovací stroje se vyrábějí v mnoha rozmanitých typech, které se však v principu příliš neliší. Pouze různou konstrukcí komory a hlavně šneku jsou přizpůsobeny vlastnostem materiálu, který mají zpracovávat.

Hmota zpracovávaná ve vytlačovacím stroji se ohřívá dvojitým způsobem: jednak přeměnou mechanické práce šneku v teplo, jednak teplem, které přestupuje do hmoty ze stěny vyhřívané komory nebo šneku. Kaučukové směsi se mohou zpracovávat obvykle jen při teplotách kolem 100 až 130°C, a poněvadž mají menší plasticitu, ohřívají se intenzívně teplem vznikajícím přeměnou mechanické práce šneku. Komora stroje se musí chladit, aby se teplota udržela v předepsaných mezích.

Plastické hmoty potřebují ke zpracování vyšší teplotu, obvykle 120 až 250°C, která se v běžných vytlačovacích strojích, tj. strojích s obvodovou rychlostí šneku $< 0,3$ m/s, nezíská jen přeměnou mechanické práce šneku.

Komora a popřípadě i šnek se musí vyhřívat. Uplatňují se tzv. rychloběžné vytlačovací stroje s obvodovou rychlostí šneku 0,5 až 0,7 m/s.

Hmota se v nich zahřívá jen intenzívním hnětením, a teprve po dosažení určité viskozity se teplota ustálí na odpovídající výši. Tyto stroje nepotřebují nákladné topné systémy s regulátory a mají až dvakrát větší výkonnost než stejně velké stroje pomaluběžné. Jsou to však většinou stroje jednoúčelové, vhodné pro plastické hmoty s malou viskozitou taveniny, jako např. polyamidy, polykarbonáty, polyetylen aj. Musí mít plnicí otvor opatřen přesným dávkovacím ústrojím. Jejich jednoduchý topný systém se uplatňuje jen při uvádění stroje do chodu.

Velikost vytlačovacího stroje bývá charakterizována průměrem šneku, někdy též jeho délkou. Výkonnost stroje se udává hmotností vytlačené hmoty v kg za hodiny. Výkonnost menších strojů činí obvykle desítky kg/h. Běžné vytlačovací stroje mají výkonnost řádově stovky kg vytlačené hmoty za hodinu. Největší stroje, používané ve spojení s hnětacími stroji, dosahují výkonností ještě o řád větších. [3]

1.2.1 Šnek

Šnek bývá nejčastěji válcový, může však být také kuželový. V gumárnách jsou nejvíce rozšířeny stroje se šneky průměru 120 až 200 mm a s rozvojem těžkých strojů přicházejí i průměry až 500 mm. V plastikářských závodech převládají stroje s průměrem šneku 30 až 125 mm. Objevují se i stroje se šneky průměru až 200 mm.

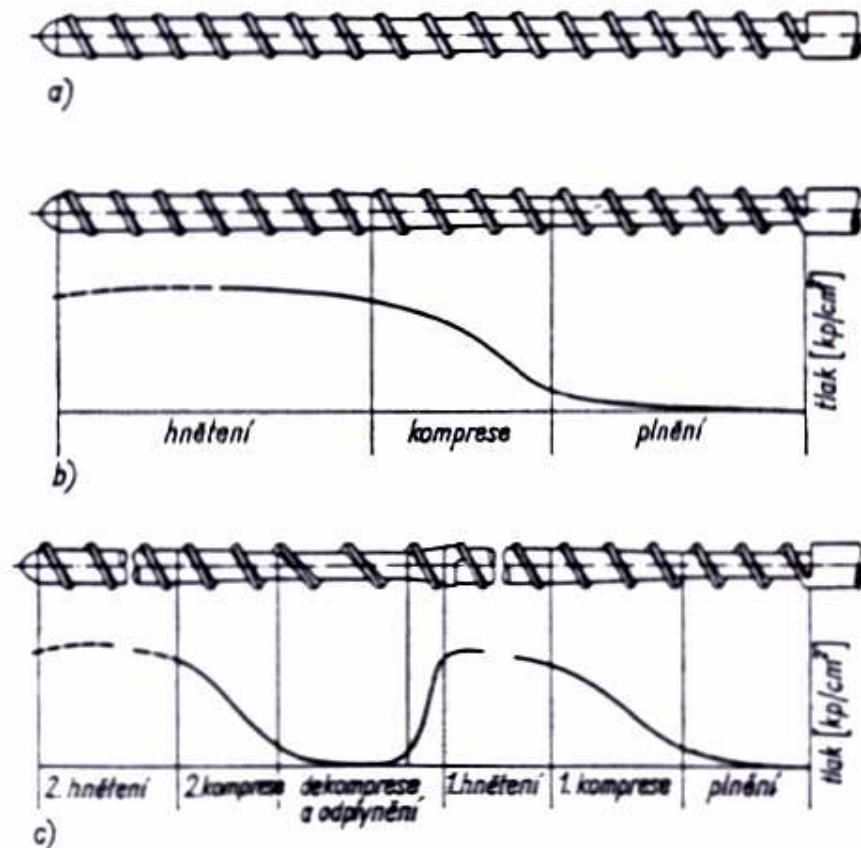
Základní pojmy, které se vztahují k závitů na šroubu, lze aplikovat též u šneku. Šnek může mít závit jednochodý nebo dvouchodý, se stejným nebo proměnlivým stoupáním. Závitová drážka může mít stejnou nebo proměnlivou hloubku. Takové šneky, u nichž se mění stoupání nebo hloubka závitové drážky, se nazývají diferenciální a udává se u nich kompresní poměr. Kompresní poměr je poměr objemů závitové drážky na vstupu a výstupu šneku. Bývá 2 až 4, výjimečně i větší. Snadněji se vyrábějí šneky se stejným stoupáním a komprese se dosahuje proměnlivou hloubkou závitové drážky. Některé šneky mají i několik různých sekcí (pásem) odlišných provedení. Jsou to např. šneky s opakovanou kompresí, u nichž po prvním stlačení pracované hmoty nastává uvolnění tlaku (dekomprese) a tím i plyných složek. Plyny se z komory odsávají vývěvou. Stroje s takovými šneky jsou vhodné ke zpracování polyamidů, polypropylénu, polyethylentereftalátu a polykarbonátů. Vedle těchto základních typů šneků se vyrábějí též stroje se zvláštními šneky, které mají vzhledem ke svému odlišnému provedení buď zvláštní jednoúčelové použití, nebo zase umožňují univerzálnější přizpůsobení stroje vlastnostem různých hmot.

Na zpracování kaučukových směsí se uplatňují šneky s hlubší a užší závitovou drážkou (Obr. 2), pracující s menší frekvencí otáčení, a to 0,3 až 0,5 ot/s. [3]



Obr. 2. Šneky na zpracování kaučukových směsí
a – dvouchodý, b – jednochodý, diferenciální

Plastomery vyžadují šnek se závitěm mělkým a širokým (Obr. 3), který má frekvenci otáčení u běžných strojů 0,5 až 2,5 ot/s.



Obr. 3. Šneky na zpracování plastických hmot

a – diferenciální šnek s nevýraznou kompresní částí (vhodný např. na polyvinylchlorid, houževnatý polystyren), b – diferenciální šnek s výraznou kompresní částí (vhodný např. na polyetylén, polyamidy), c – diferenciální šnek s dekompresní částí (vhodný např. na polyamidy, polypropylén, polyetyléntereftalát, polykarbonáty)

Pro vlastní zpracování hmoty je důležitá délka šneku, která se vyjadřuje násobkem průměr D . Stroje na zpracování kaučukových směsí mají šnek o délce 5 až 6 D . Tyto stroje, kromě nejmenších typů, musí být zásobovány předem ohřátou směsí. Nové typy, které mohou zpracovávat studenou kaučukovou směs, mají šnek dlouhý 8 až 15 D . ke zpracování plastomerů se musí použít stroje s velmi dlouhými šneky, jejichž délka je 15 až 30 D . [3]

Velikost vlačovacího stroje je dána průměrem D a délkou šneku L , vztahovanou k průměru (L/D). Tyto rozměry tvoří tzv. rozměrovou řadu:

D	20	25	32	45	63	90	125	160	200	250	320	400
L/D	8	10	12	15	(18)	20	(24)	25	30	35		

[4]

Teplota šneku je rovněž důležitým činitelem a musí být nižší než teplota komory stroje. Má-li zpracování hmoty probíhat za optimálních podmínek, je nutné šnek temperovat, tj. udržovat na stálé, ale nižší teplotě. To je však možné jen u vrtaných šneků. Z výrobních a pevnostních důvodů lze vrtat šneky jen větších průměrů, zpravidla od průměru 60 mm výše. Takové šneky se udržují na vhodné teplotě cirkulací kapalného média, jako vody nebo oleje. Přívod i odpad média je proveden jako otevřeným hrdlem nebo vstupní hlavou. [3]

Šnek se vyrábí z ušlechtilých velmi pevných ocelí a je hladce obrobený a leštěný. Mnohé stroje mají šnek nitridovaný nebo tvrdě chromovaný, aby měl velkou povrchovou tvrdost. Někteří výrobci navařují nejvíce exponované hrany šneku tvrdokovem (stelitem).

Čep šneku je uložen ve dvou radiálních a v jednom axiálním ložisku, které u větších strojů dosahuje značných rozměrů. U největších strojů v gumárnách jsou osové síly šneku tak veliké, že k jejich zachycení jsou nutná zvláštní segmentová ložiska. Ložisková skříň šneku vyžaduje dokonalé mazání, obstarávané u mnoha strojů i samostatným mazacím agregátem, a dokonalé těsnění proti unikání maziva do pracovního prostoru.

Pro každou hmotu vyhovuje jiný druh šneku, s méně nebo více výraznou kompresní částí apod. Proto výrobci upravují stroje tak, aby byly snadnou výměnou šneku způsobilé zpracovávat co nejvíce druhů hmot. Na takových stojích je čep šneku krátký a zasouvá se do dutého vřetena stroje. Vřeteno je trvalou částí stroje, je uloženo v ložiskách a tvoří výstupní člen hnací jednotky.

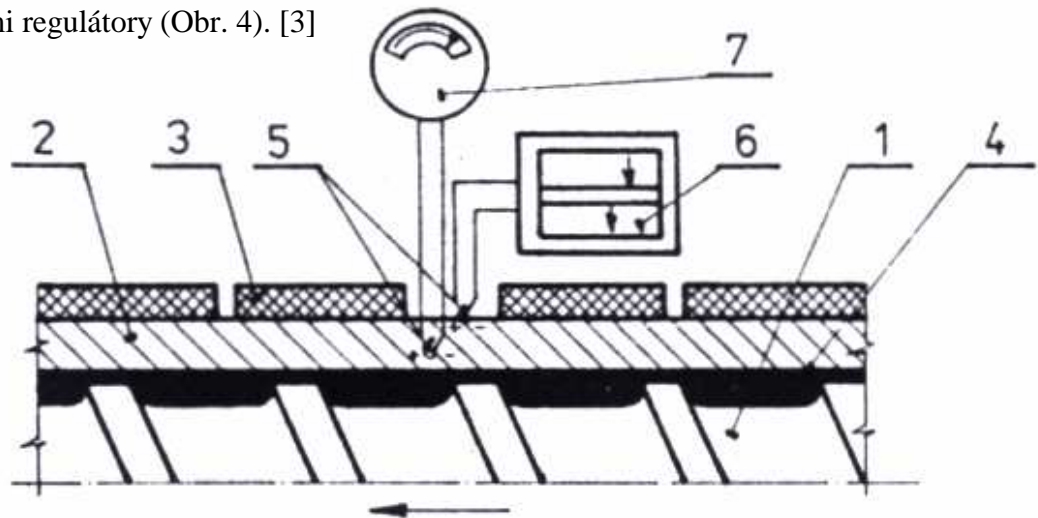
Šnek se otáčí v komoře stroje, která je vyložena pouzdrem s nitridovaným a přesně obrobeným vnitřním povrchem. Delším používáním stroje se pouzdro vydírá, vůle mezi šnekem a pouzdrem se zvětšuje, výkon stroje se zmenšuje, namáhání šneku v důsledku jeho špatného vedení vzrůstá. Čím má zpracovávaná hmota v tavenině menší viskozitu, tím menší vůle musí mít šnek uložený v komoře. [3]

1.2.2 Komora (pracovní válec)

Komora má u ložisek šneku plnicí otvor (násypku) a na druhém konci je k ní připevněna vytlačovací hlava, kterou lze vyměňovat podle použití stroje. Zvnějšku bývá komora

opatřena různými systémy jsou často složitá zařízení. Některá jsou jen k chlazení, jiná jen pro ohřev. Chlazení komory se děje tak, že kanálky nebo komůrkami kolem pouzdra protéká voda. Nové stroje mají zavedeno chlazení vzduchem, dodávaným i několika ventilátory. Ohřev se děje párou, horkou vodou nebo olejem. Tato média opět procházejí kanálky nebo komůrkami kolem pouzdra. Výhodou kapalných médií je, že při překročení žádané teploty se obrátí tepelný tok a médium působí jako chladicí. Velmi je rozšířen pro svou jednoduchost ohřev elektrickými odporovými tělesy. Je prováděn také indukční ohřev normální nebo zvýšenou frekvencí střídavého proudu. Kolem komory stroje je primární vinutí, které indukuje ve stěně komory vířivé proudy značné intenzity, jimiž se komora zahřívá.

Teplota komory se musí udržovat na určité, poměrně úzce vymezené teplotě, zejména při zpracování některých plastických hmot. Teplota v oblasti násypky je nejnižší, aby se granulát neslepoval a nevznikaly poruchy v zásobování stroje. Proto se část komory s násypkou dokonce chladí. Směrem k vytačovací hlavě se teplota zvyšuje až do maxima. Z toho důvodu je zařízení, které temperuje komoru, rozděleno na pásma (sektory), z nichž každé má samostatnou regulaci teploty, provedenou obvykle elektrickými regulátory (Obr. 4). [3]



Obr. 4. Měření teploty

1 – šnek, 2 – pracovní válec, 3 – teplotní zdroj (topné těleso), 4 – zpracovávaný materiál, 5 – měřící termočlánky, 6 – regulační teploměr, 7 – snímací teploměr

Pracovní válec je velmi namáhanou funkční částí stroje. Pokud poměr vnějšího a vnitřního průměru nepřekročí hodnotu 1,5, je možno pracovní válec dimenzovat jako tenkostěnnou nádobu.

Pracovní válce se běžně zhotovují z nitridačních ocelí. Materiál válců musí být snadno obrobitelný, přitom však vysoce pevný a odolný proti opotřebení i vůči chemickému působení zpracovávaného materiálu. Ke zvýšení odolnosti proti opotřebení se aktivní povrch opatřuje různými povlaky. [4]

1.2.3 Plnicí otvor, násypka a zásobník

Ve vstupní části vytlačovacího stroje je v komoře otvor směřující obvykle ve směru tečny ke šneku. Na úpravě tohoto otvoru hodně závisí plynulá činnost stroje. Otvor je zkonstruován podle toho, v jaké formě přichází hmota do stroje. Přichází-li v podobě pásku, studeného nebo teplého, postačí prostý otvor nebo otvor s volnoběžným či poháněným válečkem (Obr. 5).



Obr. 5. Provedení plnicího otvoru

Velké stroje zpracovávající směs přímo z hnětacího stroje nebo kusový kaučuk mají plnicí otvor velkých rozměrů s mohutnou násypkou. V násypce se pohybuje pneumatický beran, který vtlačuje hmotu do komory stroje. Stroje zásobované granulovanou nebo práškovou hmotou mají plnicí otvor s násypkou nebo zásobníkem, někdy značně objemným a opatřeným vibrátorem nebo míchadlem. Některé stroje mívají dávkovací ústrojí, umístěné mezi zásobníkem a plnicím otvorem. Dávkování práškové hmoty nebo granulátu je váhové a je nutné u rychloběžných vytlačovacích strojů. [3]

1.2.4 Pohon šneku

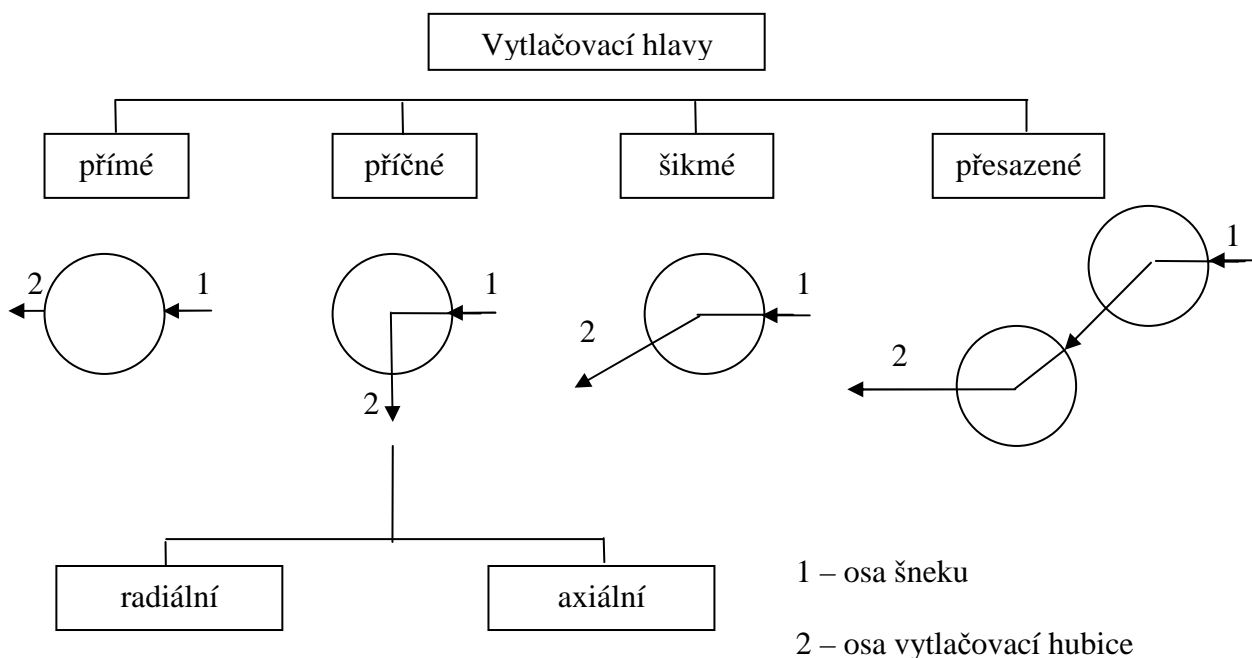
Hnací jednotka vytlačovacího stroje je umístěna u menších strojů přímo v podstavci stroje. Velké stroje s příkonem nad 50 kW mají hnací jednotku jako samostatnou část stroje.

Většina vytlačovacích strojů má hnací jednotku způsobilou pohánět šnek různými rychlostmi. Frekvence otáčení šneku ovlivňuje zpracování hmoty a určuje množství hmoty dodávané do vytlačovací hlavy. Volba rychlosti šneku je mimo jiné podmíněna kvalitou vytlačovaného produktu, vlastnostmi hmoty a hlavně výkonem hnací jednotky, neboť s frekvencí otáčení šneku roste příkon motoru.

Frekvence otáčení šneku menších strojů se reguluje převážně variátorem. Středně velké stroje mívají dnes již jen ojediněle mechanickou několikarychlostní převodovkou, jejíž nevýhodou je stupňovitá změna rychlosti. Častěji se zato objevuje v hnací jednotce převodovka hydraulická, která umožňuje plynulé měnění rychlosti ve velkém rozsahu. Nejčastěji jsou střední a velké vytlačovací stroje poháněny regulačním elektromotorem, tj. motorem třífázovým komutátorovým nebo motorem stejnosměrným. Někteří výrobci vybavují vytlačovací stroje pro univerzálnější použití hnací jednotkou, ve které lze dosáhnout regulace frekvence otáčení šneku v širokém rozsahu jednak změnou mechanických převodů, jednak regulací frekvence otáčení motoru. [3]

1.2.5 Vytlačovací hlavy

Vytlačovací hlavy se dělí podle polohy osy šneku a osy vytlačovací hubice



Hlava s hubicí je upevněna k výstupnímu konci komory stroje a formuje vytlačovanou termoplastickou hmotu na požadovaný tvar. Musí být konstruována tak, aby se dala snadno od stroje odpojit, když se má stroj čistit nebo když se mění druh výrobku.

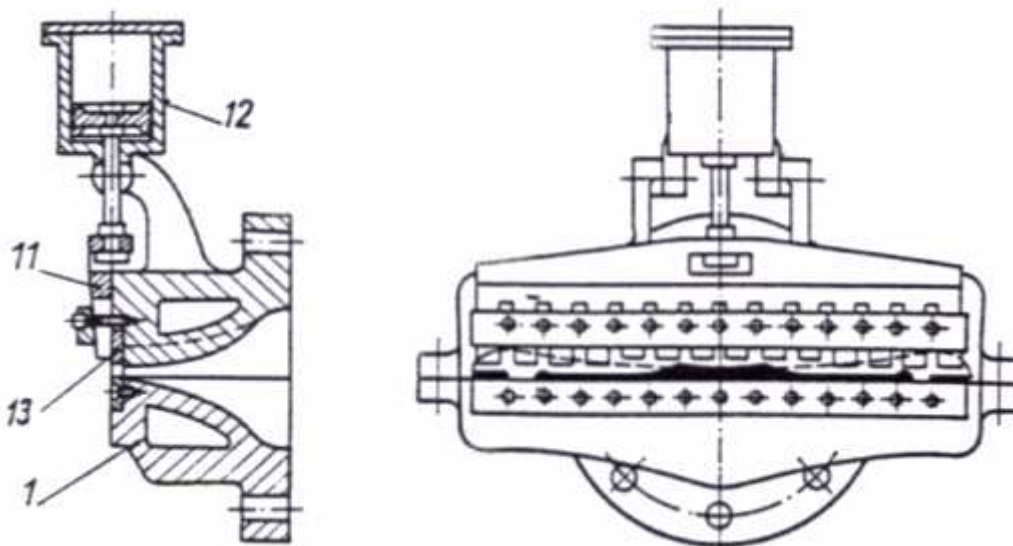
S komorou je spojena závitovou, prstencovou nebo bajonetovou objímkou, otočnými šrouby apod. Tento spoj tvoří pevnostně nejméně dimenzovanou část stroje, která chrání stroj před vážnějším poškozením při ucpání hlavy. Vytlačovací hlava a některé její části jsou vyhřívány odporovými pásy (prstenci) nebo indukčně. Topné systémy mají automatickou regulaci teploty.

Hlavy na vytlačování složitých nebo dutých průřezů, na vytlačování fólií, hlavy na oplášt'ování a hlavy na granulování jsou složitá zařízení, která vyžadují dokonalé konstrukční řešení, mají-li zajistit splnění funkce stroje. Záměnou některých prvků hlavy nebo úpravou jejich vzájemné polohy se mění rozměry a tvar průřezu vytlačovaného produktu. Při zpracovávání plastických hmot, zejména hmot málo viskózních, je ve vstupu do hlavy lamač (kruhová deska s otvory) a sada sít. Lamač a síta přispívají k homogenizaci hmoty, zachycují nezplastikované a neroztavené částice, popř. i nečistoty. Dále udržují v komoře stálý tlak nezávisle na odporech hlavy.

Naposled uvedenou funkci plní lépe tzv. říditelný ventil, umístěný mezi komorou a hlavou, neboť se jím dá zvnějšku nastavit optimální tlak pro zpracování hmoty v drážce šneku. Říditelný ventil je buď samostatný orgán, nebo jeho funkci plní např. kuželový konec šneku, zasahující do kuželové dutiny v hlavě. Velkost štěrbiny se nastavuje v tomto případě posuvem celého tělesa komory nebo naopak posuvem šneku. Posuv válce nebo šneku se děje mechanicky – např. šroubem, nebo hydraulicky. Píst hydraulického válce je potom zároveň axiálním ložiskem šneku. Vytlačovací hlavy, zvláště hlavy s říditelným ventilem, jsou vybaveny měřičem tlaku. Podle toho, jaká je vzájemná poloha osy šneku a osy ústí hlavy, označují se hlavy jako hlavy přímé, příčné a šikmé. Některé hlavy jsou určeny pro oplášt'ování jiných polotovarů (vodičů, kabelů, hadic apod.). Příčné a šikmé hlavy jsou výrobně složitější a obtížněji se u nich dosahuje stejnoměrného tlaku vytlačované hmoty v celém průřezu. Všude, kde je to možné, se dává přednost přímým hlavám. Přímých hlav se též může použít k oplášt'ování tenčích vodičů, jestliže se vodič přivádí vrtáním v ose šneku.

Stejný tlak hmoty v celém průřezu vytlačovaného produktu je základním požadavkem na vlastnosti z každé hlavy. Proto musí být vnitřek hlavy hladký, proudnicově řešený, bez koutů, v nichž by vytlačovaná hmota setrvala, navulkanizovala nebo se tepelně rozkládala. Rovnoměrné rozložení tlaku po celém průřezu štěrbinového ústí široké hlavy je tím obtížnější, čím je štěrbina užší a delší a čím je hmota viskóznější. Rozdělení tlaku

u hlavy na běhouny se dosahuje tím, že válcová dutina hlavy přechází směrem k ústí v táhlou ležatou osmičku (Obr. 6). [3]



Obr. 6. Přímá hlava na běhouny plášťů pneumatik

1 – hlava, 11 – hřebenový klín, 12 – pneumatický válec, 13 – šablona

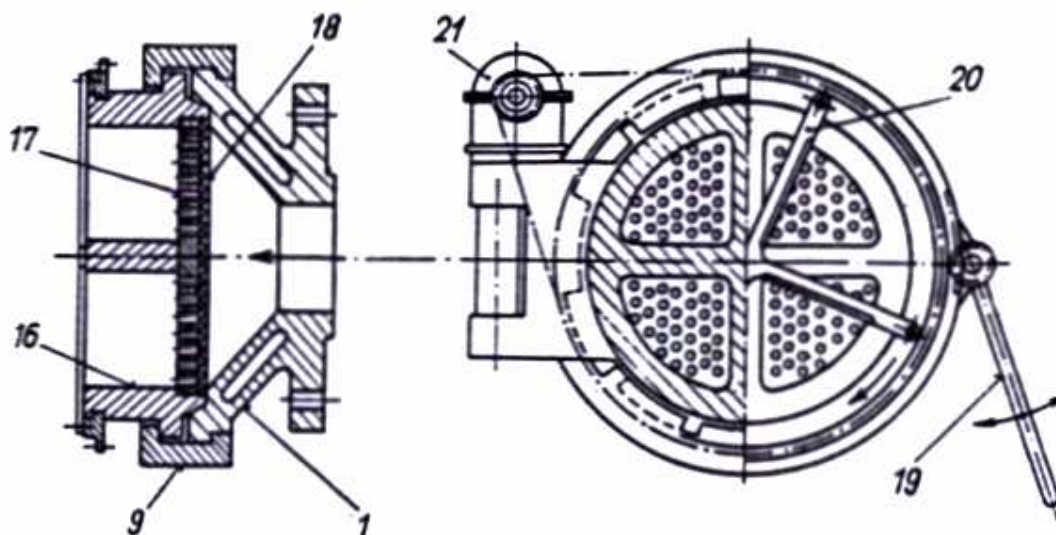
U přímé hlavy na běhouny je průřez běhounu určován výměnnou šablonou 13, jež se upevňuje v hlavě pneumaticky ovládaným hřebenovým klínem 11.

Přímé hlavy na vytlačování hadic, trubek a jiných dutých výrobků mají v hlavě trn nesený rozdělovačem. Trn určuje vnitřní a hubice vnější tvar a rozměru dutého produktu. Kanálkem vrtaným v trnu se přivádí stlačený vzduch nutný při přetlakovém kalibrování trubky nebo se jím přivádí rozptýlený klouzek, zabraňující slepení měkké a lepkavé hadice. Stejnou funkci má příčná hlava, určená k vytlačování a vyfukování fólií. Kruhová šterbina v ústí této hlavy má šířku jen 0,8 až 2 mm. Trnem se přivádí vzduch na rozšiřování hadicové fólie. Chladicí prstenec chladí vzduchem fólii hned po jejím výstupu z hlavy.

Příčné a šikmé hlavy pro opláštění hadic, kabelů, i vodičů (drátů) mají dutý trn, končící ještě uvnitř hlavy. Tímto trnem se přivádí k opláštění určený polotovar. Tangenciální rozdělovač rozděluje přiváděnou po obvodu trnu. [3]

Čistící hlavy, používané k čištění některých kaučukových směsí. Kuželovitě se rozšiřují, aby účinná plocha sít 18, vložených v ústí hlavy, byla co největší (Obr. 7). O děrovanou desku 17 a síto s velkými oky se opírá vlastní síto s malými oky, které je vloženo do

hlavy, nejbližší šneku. Síta se musí často měnit, proto je výhodný bajonetový uzávěr a otočný závěs víka hlavy. Obojí usnadňuje tuto výměnu. Některé čisticí hlavy mají řezací ústrojí, které krájí vycházející směs. Ústrojí je poháněno pneumaticky nebo elektromotorem.



Obr. 7. Čisticí hlava

1 – hlava, 9 – bajonetová objímka, 16 – víko, 17 – děrovaná deska, 18 – síta, 19 – páka s pastorkem, 20 – nůž, 21 – hnací jednotka nože

Čisticím hlavám se podobají granulovací hlavy. V hlavě je děrovaná deska s otvory průměru 4 až 8 mm a těsně podle desky krouží ramena nožů. Hmotu vycházející z otvorů desky krájí nože na krátké válečky – granule, jejichž délka závisí na vzájemné rychlosti vytlačování a rychlosti nožů. Rychlost otáčení nožů se dá zpravidla plynule regulovat. Granule se chladí a odvádějí proudem vzduchu nebo vody. Granule z kaučukových směsí se chladí vodou se suspenzí práškova. Zařízení na chlazení a dopravu granulí je samostatné strojní zařízení, navazující na vytlačovací stroj. [3]

Vyobrazené a popsané hlavy jsou jen příklady různých typů vlačovacích hlav. V praxi se používá ještě dalších složitějších typů, jako jsou hlavy na dvouvrstvé produkty apod. Konečný tvar a rozměr průřezu je také ovlivňován smršťováním chladnoucí hmoty, rychlostí odtahu produktu, kalibrovacími přípravky atd. [3]

1.3 Ovládání a obsluha vytlačovacích strojů

Činnost vytlačovacího stroje se posuzuje podle údajů otáčkoměru, ampérmetru nebo wattmetru a podle údajů teploměrů. Kontrolní přístroje, regulátory teploty a často i

ovládací prvky bývají umístěny na panelu stroje nebo na panelu samostatné rozvodné skříně, kde tolik netrpí vibracemi stroje a jsou snadno přístupné při údržbě a opravě.

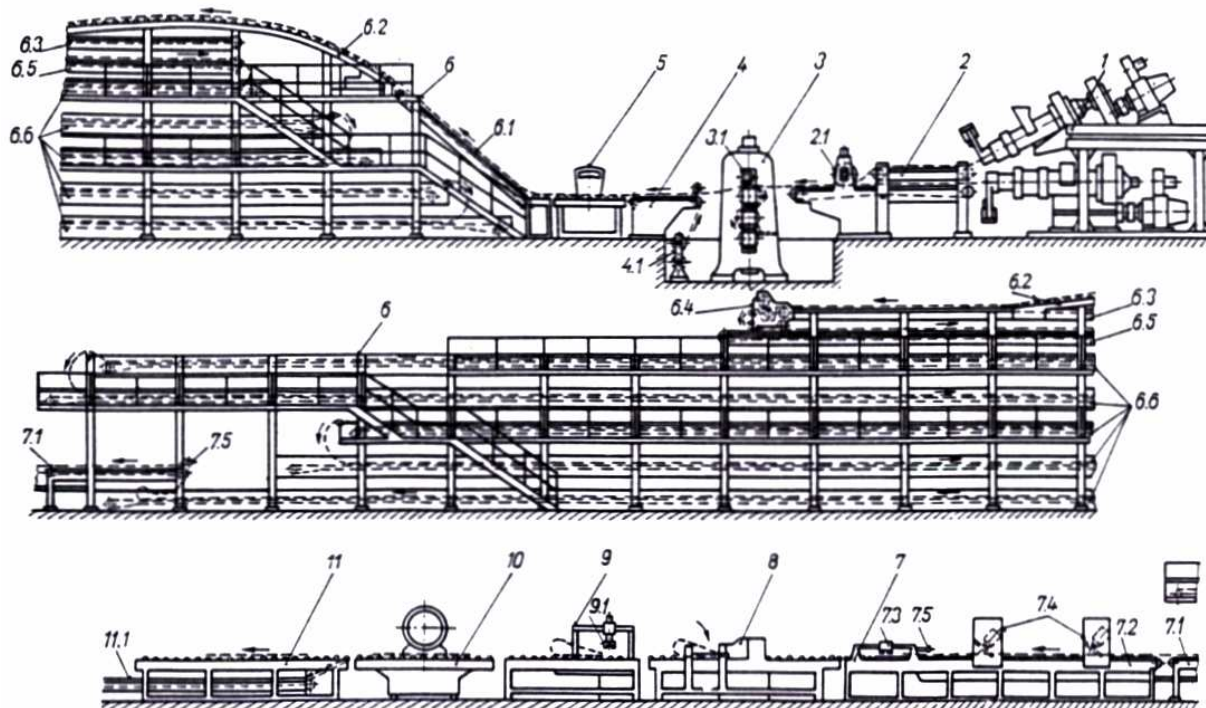
Před uvedením stroje do chodu se jednotlivá pásma komory, hlavy i hubice ohřejí na předepsanou provozní teplotu. Jakmile se tepelný stav ustálí, spustí se stroj a přivede se do něho hmota. Zajíždí se zpravidla při nižší frekvenci otáčení šneku a pomoc orgánů v hlavě se upraví tvar a rozměr průřezu vytlačovaného produktu. Když je povrch vytlačovaného produktu hladký a lesklý, zvyšuje se rychlost stroje na takovou hodnotu, při které je vytlačovaný produkt stále lesklý, hmota zůstává neporušena rozkladem a stroj není přetížený. Rychlost vytlačování může být také směrem vzhůru omezována jinými okolnostmi, např. možnostmi dalšího zpracování v celém soustrojí apod.

Šnek nemá nikdy běžet naprázdno, bez hmoty, neboť se odírá pouzdro i šnek. Po skončení práce se nechá hmota vyběhnout. V některých případech se musí zcela vyčistit od zbytků hmoty nejen stroj, ale především hlava. [3]

1.4 Soustrojí k vytlačování běhounů na pláště pneumatik

Zvýšené nároky na vlastnosti pneumatik si vynutily podstatné změny v příprav jejich jednotlivých dílů, tedy i běhounů. V moderních pneumatikárnách se vyrábějí běhouny několikvrstvé, zhotoven ze dvou nebo tří kaučukových směsí různého složení a různých vlastností. Také konečné rozměry hotového běhounu musí vyhovovat poměrně úzkým tolerancím, aby se při konfekci plášťů mohla uplatnit v plném rozsahu mechanizace nalepování běhounu na kostru pláště. Na Obr. 8 je znázorněno soustrojí, které může vyrábět běhouny až ze tří vrstev. Běhoun vzniká ze širokého spodního pásu, který tvoří střed běhounu i oba boční pásy. Na něj se za tepla nalepuje užší pás jako koruna běhounu. Oba pásy se vytlačují sdruženým vtláčovacím strojem 1. Pro zlepšení adheze ke kostře pláště se na spodní stranu běhounu přilepuje fólie z lepidla. Ta se válcuje na tříválci 3. Takto vrstvený běhoun prochází chladicím strojem 6, v němž se nejen chladí, ale také smrští (umrtví), a je odváděn k řezacímu stroji 7. Tam se rozřezává na jednotlivé běhouny podle potřeby konfekční dílny. Kontrolní váhou 10 se ověřuje hmotnost běhounu před uložením do pojízdného zásobníku. Kromě toho jsou v soustrojí ještě pásové nebo válečkové dopravníky pro dopravu běhounů mezi jednotlivými stroji. K vytlačovacím strojům a k tříválci přísluší zásobovací dvouválc. [3]

Soustrojí je vhodné jen pro velkovýrobu, neboť jeho zajištění a seřízení na jiný rozměr a jinou směs je obtížné. Je v něm rozpracováno přes 170 m běhounu a teprve na výstupu je možno spolehlivě posoudit správnost rozměrů běhounu. [3]



Obr. 8. Soustrojí na vytlačování běhounů na pláště pneumatik

1 – sdužený vytlačovací stroj, 2 – tažný stroj, 2.1 – přitlačná pneumatika, 3 – tříválec, 3.1 – lamelový válec, 4 – dopravník, 4.1 – odvíjecí ústrojí, 5 – kontrolní úseková váha, 6 – chladič stroj, 6.1, 6.3 a 6.5 – pásové dopravníky, 6.2 – smršťovací válečková dráha, 6.4 – nanášecí ústrojí, 6.6 – chladič vany, 7 – řezací stroj, 7.1 a 7.2 – pásové dopravníky, 7.3 – fotorelé, 7.4 – řezací ústrojí, 7.5 – ofukovací trysky, 8 – přehýbací stroj, 9 – natírací stroj, 9.1 – štětec, 10 – kontrolní můstková váha, 11 – odváděcí válečková dráha, 11.1 – pásový dopravník

Maximální šířka běhounů zhotovitelných soustrojím je 740 mm. Pracovní rychlost se může regulovat v rozmezí 33 až 330 mm/s. Větší rychlosti se uplatní při výrobě běhounů s menším průřezem. [3]

1.4.1 Zásobování vytlačovacích strojů za studena

U běžných vytlačovacích strojů je třeba směs zahřát a rozpracovat na potřebnou plasticitu; to vyžaduje příslušná zařízení, zdroj energie a obsluhu. To je jeden z důvodů, proč se v mnoha případech přechází na plnění za studena. Zamíchaná směs se ochladí na bezpečnou teplotu a pak buď nakrájí na pásy a navine se na cívky nebo se granuluje.

V této podobě se materiál plní do stroje, který má délku šneku 7,10D a mělký závit. Ušetří se tak ohřívání (zařízení, obsluha, energie), zlepší se možnost kontroly rozměru profilu a viskozita je pravidelnější. Směsi lze více urychlit, protože se nezvyšuje tepelná historie na ohřívacím dvouválci. Tento způsob je vhodný zejména pro průběžnou beztlakovou vulkanizaci. [2]

1.4.2 Sdružený vytlačovací stroj

Tento stroj je vytvořen ze dvou strojů o průměrech šneků 250 a 200 mm. Plošina s horním strojem se dá šroubovým mechanismem naklánět v rozmezí několika stupňů. Buď má každý stroj samostatnou hlavu s výměnnou šablonou, nebo oba stroje mohou pracovat do společné hlavy. Druhý způsob je vhodný jen tehdy, jestliže se sortiment průřezů často nemění, neboť každá podstatnější změna rozměru průřezu vyžaduje výměnu celé hlavy. První způsob umožní snazší přizpůsobení hlav změněnému průřezu běhounu, a to pouhou výměnou šablon. Oba vytlačovací stroje jsou zásobovány nepřetržitě pásovými dopravníky od dvouválců. [3]

1.4.3 Tažný stroj

Tažný stroj 2 má dva samostatné pásové dopravníky, které odebírají pásy vytlačované jednotlivými vytlačovacími stroji. Nad spodním, delším dopravníkem je umístěna široká válcová pneumatika 2.1, která stlačuje obě vrstvy k sobě. [3]

1.4.4 Tříválec

Tříválec 3 má rozměry válců 350 x 900 mm. Válcuje fólii o tloušťce 0,4 mm a za tepla ji přilepuje na spodní stranu běhounu. Přídavným lamelovým válcem 3.1 stlačuje (slepuje) všechny vrstvy běhounu dohromady. Tříválec je zásobován ohřátou směsí ručně. Za tříválcem může být umístěno odvíjecí ústrojí 4.1 s balíkem tenké fólie z polyetylenu, která se přilepuje jako ochranná vrstva na lepivou spodní stranu běhounu. Tato fólie zůstává na běhounu až do konfekce, aby se lepivá strana běhounu neznečišťovala a neztrácela lepivost. [3]

1.4.5 Dopravníky a chladicí stroj

Dopravníky 4 a 6.1 převádějí horký běhoun přes kontrolní úsekovou váhu 5 do chladicího stroje 6. Chladicí stroj je nejrozměrnějším konstrukčním celkem celého soustrojí. Vedle pěti chladicích van má smršťovací válečkovou dráhu 6.2 a nanášecí ústrojí 6.4. Všechny válečky smršťovací dráhy jsou poháněny jedním řetězem stejně rychle, ale jejich průměry se postupně zmenšují, takže jejich obvodová rychlost směrem ke konci dráhy klesá. Tímto zpomalováním dopravy se běhoun nutí ke smršťení. Na konci dopravníku 6.3 může být umístěno nanášecí ústrojí 6.4, které v nutném případě nanáší na spodní stranu běhounu kaučukové lepidlo. V nanášecím ústrojí je přítlačný a nanášecí válec, jenž se otáčí ve vaně s lepidlem. Další kartáčový válec nános lepidla roztírá. Při nanášení lepidla funguje dopravník 6.5 jako sušící dopravník a je nad ním instalováno odsávací zařízení. Nanášecí ústrojí je zásobováno lepidlem z přetlakového zásobníku.

Jednotlivé vany 6.6 jsou 20 až 30 m dlouhé. Protéká jimi chladicí voda. V každé vaně je příčně žebrovaný pásový dopravník a dopravovaný běhoun je udržován pod hladinou pomocnými válečky. Každý dopravník ve vaně má vlastní hnací jednotku, jejíž rychlost je řízena velikostí smyčky na přechodu z vany do vany (smyčky ovládají řídicí kontakty). [3]

1.4.6 Řezací stroj

Stroj 7 řeže běhouny na požadovanou délku zcela automaticky. Tvoří ho dva pásové dopravníky 7.1 a 7.2, které běhoun přerušovaně posunují. Když se vytvoří na výstupu z poslední chladicí vany dostatečně velká smyčka, začnou dopravníky běhoun odebírat a běží tak dlouho, až fotorelé 7.3, reagující na přísun konce běhounu z předchozího řezu, pohon dopravníku zastaví. Zároveň vyšle impuls ke spuštění činnosti řezacího ústrojí 7.4. Pracuje-li celé soustrojí rychleji a řezou-li se běhouny kratší než 1500 mm, řezou obě ústrojí současně a najednou vznikají dva běhouny. Pro větší běhouny se vystačí s činností jediného řezacího ústrojí. Ústrojí jsou posuvná po loži stroje a jejich polohou je dána délka běhounů. V každém řezacím ústrojí je příčně pojíždějící vozík s motorem a kotoučovým nožem. Kotoučový nůž se chladí a maže vodou. Přebytečná voda se z produktu sfukuje šterbinovou tryskou 7.5. Vzájemná součinnost dopravníků a řezacích ústrojí je zajišťována elektricky. [3]

1.4.7 Postřikovací zařízení

Toto zařízení dokončuje běhoun nástřikem řezů polotovaru kaučukovým lepidlem. Dopravníky odebírají zrychleným posuvem nařezané běhouny, které vjíždějí do vstřikovací kabiny, kde přes optický systém dochází k nástřiku konců polotovaru. [3]

1.4.8 Odvádění běhounů

Kontrola běhounů vážením na sklonné můstkové váze 10, odebírání běhounů z válečkové dráhy 11 a jejich ukládání do pojízdných zásobníků vyžaduje součinnost pracovníků. Vadné běhouny se převádějí na spodní dopravník 11.1. Při maximální rychlosti soustrojí je ruční překládání běhounů fyzicky namáhavé a je k němu zapotřebí několika dělníků. Uskladnění běhounů lze řešit také pomocí navíjecího stroje, který navíjí běhouny na velkou cívku do zábalu (fólie z polyetylénu o tloušťce asi 1 mm). Dvojice cívek, tj. cívka se zábalem a cívka pro navíjení běhounů, jsou uloženy v závěsu, který se převáží visutou dráhou do skladu a potom ke konfekčním strojům. Na cívku lze navinout podle druhu 3 až 30 běhounů (užší běhouny se navinují vždy dva vedle sebe). Navíjením běhounů je podstatně zmechanizováno jejich odvádění. [3]

1.4.9 Pohon strojů

Všechny hnací jednotky, kterými jsou poháněny vytlačovací stroje, tříválec, tažný stroj a všechny dopravníky chladicího stroje, mají stejnosměrné motory ve Wardově – Leopardově zapojení. Frekvence otáčení šneků vtlačovacích strojů se nastavuje individuálně tak, aby se využilo alespoň u jednoho stroje maximálního výkonu. Frekvence otáčení druhého stroje se potom nastaví tak, aby vytlačovací rychlosti byly u obou strojů stejné. Základní nastavení rychlosti ostatních strojů probíhá souběžně a samočinně s nastavením rychlosti tažného stroje 2, která se seřizuje podle rychlosti vytlačování. Tato základní rychlost se potom v jednotlivých úsecích samočinně koriguje podle smršťování produktu.

Ostatní stroje následující za chladicím strojem mají již synchronní střídavé motory. Tyto stroje pracují přerušovaně a jejich pracovní rytmus je určován rychlostí přísunu produktu z chladicího stroje. [3]

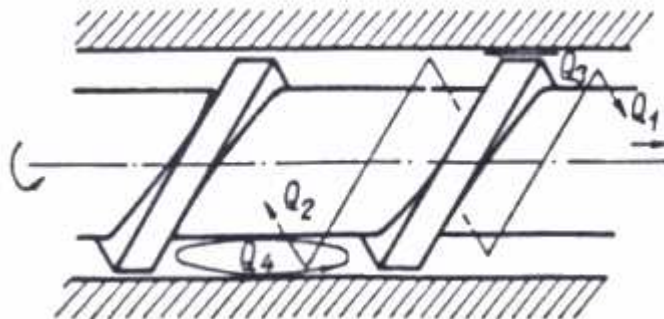
1.5 Všeobecné připomínky k vytlačování

Kaučukové směsi jsou výrazně neneutronovské materiály, tj. jejich koeficient viskozity je závislý na tečném napětí, průběh deformace ve stříhu není v poměru k namáhání ve stříhu, s rychlostí namáhání rychle stoupá odpor. Při daném zatížení rychlost deformace s teplotou stoupá (faktor zhruba 1,3 pro 10°C). Tok závisí na čase, kaučuk jeví thixotropii, což se zvláště projevuje u směsí se ztužujícími plnivými. [2]

Pohyb materiálu ve vytlačovacím stroji je výslednicí čtyř tokových pochodů (Obr. 9).

Jsou to:

- příčný tok, probíhající v rovině kolmé k ose šneku; neovlivňuje postupný tok v plášti, ale způsobuje cirkulační vratný pohyb důležitý pro promíchávání a vyrovnávání Q_4 ,
- posuvný výtlačný tok způsobený dopravou materiálu směrem k hlavě Q_1
- zpětný tlakový tok způsobený odporem v hlavě, působící proti výtlačnému toku Q_2
- zpětný tok způsobený vůlí mezi šnekem a povrchem pláště Q_3 ; u nových strojů je tento tok malý; když se vůle opotřebením zvětší, je pro stejný výkon třeba zrychlit otáčení šneku (nebezpečí navulkanizování)



Obr. 9. Tlaky v šnekovém vytlačovacím stroji

Q_1 – výtlačný tok, Q_2 – zpětný tlakový tok, Q_3 – zpětný tok vůlí, Q_4 – příčný tok

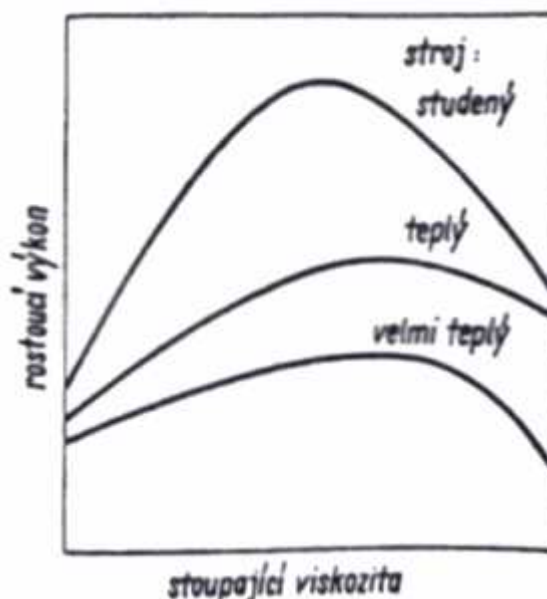
Každou kaučukovou směs nelze vytlačovat, již její složení musí být k tomu zaměřeno. Za předpokladu, že elastomer byl pro daný účel vhodně zvolen, bude rozhodující: viskozita směsi, sklon k deformaci, elastický podíl, navulkanizování a průběh vulkanizace. Při vytlačování se směs poměrně usilovně mechanicky zpracovává, přičemž vzniká přeměnou teplo; čím tužší bude směs, tím větší bude vznikající teplo; příliš plastická směs klade vytlačování malý odpor, výkon je malý a profil se po opuštění hubice bude deformovat. Jak souvisí výkon stroje s viskozitou a teplotou, ukazuje Obr. 10; se stoupající teplotou klesá výkon, různým teplotám odpovídá optimální viskozita.

Plasticita kaučuku se pro vytlačování upravuje buď plastikací, nebo přidavkem změkčovadel do směsi; směs nesmí být však přeměkčena, musí si zachovat nerv.

K vytlačování je jako změkčovadlo nejvhodnější kyselina stearová nebo parafin, tedy změkčovadla s omezenou rozpustností v elastomeru, nazývaná maziva. Dobrým přidavkem pro vytlačování je faktis a jemný regenerát, SP – rubber (super processing rubber) nebo syntetický kaučuk předsítovaný divinylbenzenem. Účinek těchto přísad je založen na principu: regenerát, SP-rubber jako materiály nerozpustné, ale dobře mísitelné s kaučuky, zvětšují anizotropii směsí; nejsou to materiály zesítované v celé hmotě, ale drobné fragmenty zesítovaných podílů v plastickém médiu; navíc při volné vulkanizace zmenšují deformaci teplem, protože jsou méně termoplastické než kaučuky.

Z plniv jsou nejvhodnější ta, která podporují anizotropii, tedy např. saze s vyšší sekundární strukturou, magnésia karbonika, apod.; termické saze bez sekundární struktury nejsou vhodné; směsi mají velké narůstání, povrch není hladký; s větším objemem plnění se ovšem jejich vliv zlepšuje. Volba správných plniv není tak důležitá u přírodního kaučuku jako u některých kaučuků syntetických, kde je rozhodujícím faktorem.

Při hodnocení směsí pro vytlačování se posuzuje výkon (objem nebo délka profilu za stanovených podmínek), povrch, hrany, narůstání, sklon k deformaci a odolnost proti navulkanizování. Používá se k tomu převážně empirických metod, např. vytlačování Garveyovou hubicí, na vytlačeném profilu se hodnotí povrch a hrany pomocí empiricky připravené stupnice a narůstání skutečným povrchem plochy. [2]



Obr. 10. Vztah mezi teplotou, viskozitou a výkonem stroje

Zvláště velkou pozornost nutno věnovat urychlení směsi. Teplota při vytlačování je značně vysoká a může dojít k navulkanizování v hubici nebo dokonce již ve šneku. K navulkanizování může dojít také tehdy, jestliže směs dlouho setrvává ve stroji, např. při velkých dávkách a malém odběru hubicí; materiál se v hlavě dlouho hněte, nastává zpětný tok vůli mezi šnekem a pláštěm a popř. navulkanizování; malé profily vytlačovat je vhodnější na malém stroji. Proto se k urychlení směsí s oblibou používá urychlovačů se zpožděným účinkem.

Navulkanizování a nepravidelnosti při vytlačování může také zavinit nesprávná manipulace s odpadem. Vratný odpad je třeba vždy převálcovat na plásty, ochladit a pak rovnoměrně přidávat do nové směsi; malé množství navulkanizovaného odpadu stačí jako násada (zárodek) způsobit navulkanizování celého množství.

Plynulé vytlačování předpokládá dostatečný pravidelný tlak v hlavě (tlak dosahuje hodnot kolem 200 atm). To souvisí s teplotou jednotlivých částí stroje a s teplotou směsi (za předpokladu, že stroj je v pořádku a že šnek nemá opotřebením příliš velkou vůli). Plášť se udržuje jen mírně teplý a jeho teplotou lze do jisté míry kontrolovat výkon stroje. Je-li plášť příliš teplý, snižuje se viskozita směsi, klesne tlak v hlavě a tím se zhorší výkon i kvalita. [2]

Důležitá je teplota hubice; studená hubice brzdí průchod směsi, způsobuje velký tlak v hlavě, zvětšuje zpětný tok, profil má špatný povrch; průchodem příliš teplou hlavou a

hubicí materiál změkne, výkon klesá a profil se za hubicí deformuje. Vyšší teplota hubice je nutná pro málo plněné směsi s vysokým nermem. Šnek se u větších strojů chladí, aby se zmírnilo tření a snížilo nebezpečí navulkanizování. Vytlačovací stroj lépe pracuje, využívá-li se ho v blízkosti jeho výrobní kapacity (dané šnekem); tok stačí vyplňovat přímo hubici a materiál nezůstává ve stroji déle, než je třeba, a nenastává navulkanizování. Při začátku práce se najíždí menší rychlostí a pak se počet otáček šneku zvyšuje tak dlouho, dokud je kvalita profilu vyhovující. Jsou-li rozměry poněkud větší, než je předepsáno, lze je v určitých mezích upravit tím, že se materiál nebo stroj více ohřeje, zvýší se plasticita a materiál méně narůstá; rozměry lze v malých mezích korigovat také zrychlením odběru. [2]

1.6 Připomínky k vytlačování různých kaučuků

Směsi z přírodního kaučuku se vytlačují dobře; narůstání lze v rozumných mezích upravovat měkčením, přičemž mechanické měkčení snižuje elastický podíl více než měkčení tepelné. Se stoupajícím obsahem ztužujících přísad stoupá thixotropie směsi. Urychlení musí být pečlivě voleno tak, aby nedocházelo k navulkanizování (zvláště při plnění retorovými sazemi). Volba plniv není tak rozhodující jak u některých kaučuků syntetických. Výbornou přísadou pro tenkostěnné nebo složité tvarované profily, které se volně vulkanizují, je faktis.

Butadienstyrenový kaučuk je třeba plnit správnými plnivými; nejvhodnější jsou saze s vysokou sekundární strukturou. Vytlačování lze zlepšit náhradou části základního kaučuku (asi 20%) kaučukem předsíťovaným nebo kaučukem s větším obsahem styrenu. Butadienstyrenové směsi jsou bezpečnější při zpracování a jejich malá lepivost dovoluje v některých případech vulkanizaci bez klouzku. Mění-li se ve směsi druhy (SBR 1000, 1500, 1700), je třeba upravovat hubici.

Směsi z butadienakrylonitrilového kaučuku je třeba před vytlačováním dobře rozpracovat; se zřetelem na jeho menší bezpečnost je nutno pracovat opatrně. Teplota pláště má být 35 – 65°C, hlavy 95°C a hubice 120°C.

Směsi z chloroprenového kaučuku se mají zpracovávat nejdříve za 8 hodin po zamíchání (během této doby se změkčovadla dobře absorbují). Kysličník zinečnatý a urychlovače je výhodné přidávat až při ohřívání a pak ihned vytlačovat. Výchozí teplota stroje: plášť a

šnek 50-60°C, hlava 70°C, hubice 95°C. Přechod na plnění za studena vyžaduje stroj se šnekem 7-10D, nejlépe diferenčním. Provádí-li se vulkanizace průběžně, postupuje se tak, že se do zamíchané směsi, která musí mít větší viskozitu, přidají urychlovače (včetně kysličníku zinečnatého), směs se nařeže na pásy, navine na cívky a nechá odležet přes noc. Druhý den se plní studená směs z cívek přímo do stroje; k plnění možno též použít granulí. Výchozí teplota: plášť 25°C, hlava 50°C a hubice 65°C. Profil se přímo průběžně vulkanizuje v taveninové nebo fluidní lázni při teplotě kolem 220°C. Lze tak bez obtíží vyrábět profily plné i mechové.

Směsi z butylkaučuku se vytlačují nejlépe na strojích s délkou šneku 14D a mělkým závitem; doporučuje se plnění za studena. Pokud se používá ohřívání, jsou vhodnější stejnoběžné válce (70-80°C teplé), aby se nezachycoval ve směsi vzduch; šnek musí být v dobrém stavu a s malou vůlí a hubice leštěné. Teplota pláště 60-70°C, hlavy 100-110°C a hubice 125°C. Ke snížení nervu se musí směs plnit nejméně 20dsk plniv; vhodnými plnivy jsou saze FEF, jemně mletý kysličník křemičitý nebo kaolín; křída je nevhodná. Po tepelném zpracování směsi má stroj větší výkon (směs je tužší), povrch je však horší.

Směsi ze silikonového kaučuku lze zpracovávat na běžných vytlačovacích strojích. Kde je to však možné (hlavně pro plynulou vulkanizaci), je vhodné použít delšího šneku (10D) s mělkým závitem. Za šnek se doporučuje zařadit lámač, který nejen zachycuje nečistoty, ale zlepšuje i vytlačování. Celý vytlačovací stroj se udržuje chladný.

Stereoregulované kaučuky: polyizopren dává lepší výsledky při zpracování, byl-li plastikován za přítomnosti peptizačních činidel: stroj má větší výkon a povrch profilů je kvalitnější. Zpracovává-li se za stejných podmínek jako přírodní nebo butadienstyrenový kaučuk, je teplota při zpracování vždy o 10-20°C nižší, protože směsi se při hnětení méně zahřívají; veškeré obtíže se řeší úpravou teploty. Polybutadien se dosud zpracovává jen ve směsích s přírodním nebo butadienstyrenovým kaučukem, které udávají základní podmínky. Etylénpropylénový kaučuk se vytlačuje dobře, povrch i hrany jsou vyhovující; doporučuje se šnek dlouhý 10-14D. [2]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

2 EXPERIMENTÁLNÁ ČÁST

Cílem bakalářské práce je:

1. Vypracování literární studie na dané téma
2. Návrh nástroje pro vytlačování běhounu
3. Otestování navrženého řešení v praxi
4. Vyhodnocení výsledků

2.1 Plášť 7,50-16 TS-08 HORSCH

Úkolem praktické části bakalářské práce je úspěšně navrhnout běhoun dle zadání pro plášť 7,50 – 16 T-08 HORSCH. Dodavatelem tohoto pláště je fa Mitas Zlín.

Tento plášť je určen pro zemědělský secí stroj HORSCH Pronto DC (Obr. 11), který slouží k zpracování půdy a následnému setí osiva. Pracovní rychlost stroje je 10 - 20 km/hod. Stroj nejdříve automaticky rovná a utužuje půdu a potom do připravené zeminy seje osivo. Stroj pracuje s vysokými přitlaky stroje při vytváření seťového lůžka v zemině a samotného pokládání osiva. Hmotnost stroje dle výbavy a velikosti zásobníku na osivo může dosáhnout až 5350 kg.



Obr. 11. Secí stroj Horsch Pronto DC

Stroj je vybaven pneumatikovým pěchem se šípovým dezénem. Ten půdu přitlačuje v pásech do kompaktního profilu. Pěch současně urovnává povrch půdy, drobí a zamačkává hroudy. Tak připravuje ideální podmínky pro jednotlivé secí úseky.

Výsledkem je vyrovnaná a trvalá kvalita ukládání osiva. Pro zvýšení životnosti pláště je každý plášť plněn PUR pěnou zákazníkem Obr. 12. Pneumatikový pěch slouží současně i jako přepravní podvozek. Dle typu stroje má toto zařízení až 30 pneumatik v řadě vedle sebe (Obr. 13). [5]



Obr. 12. Naplněný plášť PUR pěnou



Obr. 13. Umístění pneumatik na secím stroji

Popis funkčnosti pneu - plášť pro tento stroj musí být odolný velkým zátěžím (min. 560 kg na plášť), průrazům kameny v zemině, oděruvzdorný při transportu stroje po silnici (min. 40 km/hod). Jeho dezén je šípový (záběrový – Obr. 14), aby splňoval plynulost chodu stroje při práci za různých podmínek počasí. [5]

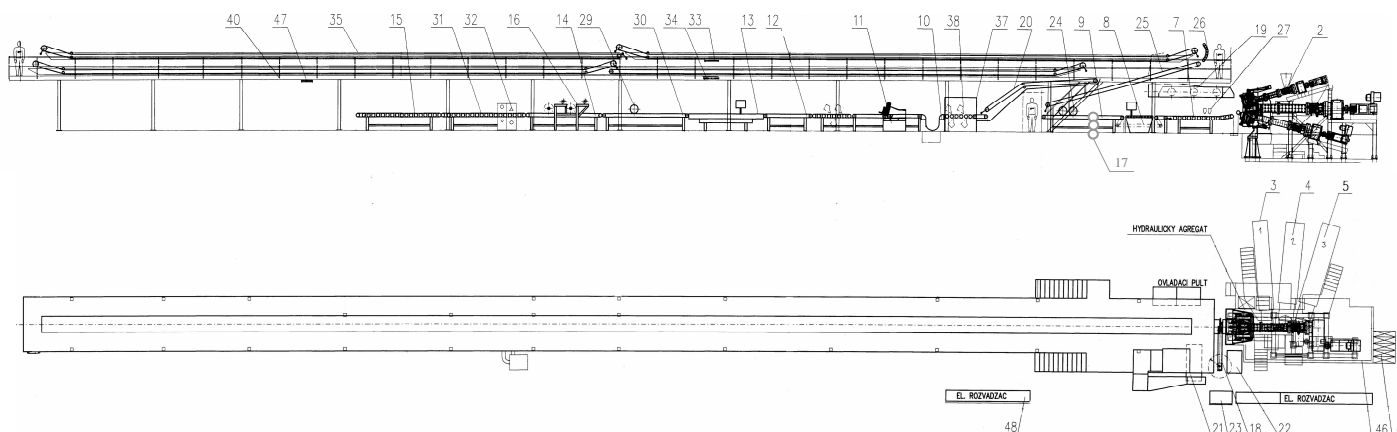


Obr. 14. Šípový dezén TS-08 HORSCH

Navržený polotovar (běhoun) je ta část pneumatiky, která zabezpečuje styk vozidla s terénem a podílí se na přenosu hnací síly.

2.2 Vytlačovací linka pro zadaný rozměr

Navrhování polotovaru 7,50 – 16 TS-08 HORSCH bude probíhat na vytlačovací lince Triplex fa Mitas Zlín (Obr. 15).



Obr. 15. Popis vytlačovací linky Triplex

2-vytlačovací stroje, 3-zásobovací dopravník 1, 4-zásobovací dopravník 2, 5-zásobovací dopravník 3, 6-temperační stanice, 7-srážecí dopravník, 8-úseková váha, 9-pásový dopravník, 10-dopravník, 11-řezací stroj s dopravníkem, 12-pásový dopravník, 13-dopravníková váha, 14-pásový dopravník, 15-odebírací dopravník, 16-navíječka, 17-nalepovací tříválec spojovací podušky, 18-manipulátor, 19-vzduchotechnika, 20-pásový dopravník, 21-temperační pec, 22-stůl, 23-vozíky, 24-značící zařízení, 25-pásový dopravník, 26-automatické navádění profilu, 27-značení barvou, 29-znehodnocovací zařízení, 30-pásový dopravník, 31-válečkový dopravník, 32-cementovací zařízení, 33-přívod vody, 34-odpad a přepad vody, 35-dopravníky chladicích van, 37-ofukování, 38-ofukování na dopravníku, 40-plošina, 46-rozvod vody, 47-rozvod vzduchu, 48-el. Zařízení

2.3 Parametry linky

1) Pracovní šířka linky	700 mm
2) Pracovní výška linky	900 mm
3) Rychlost linky	3 – 35 m/min
4) Šířka vytlačovaného profilu	max. 650 mm
5) Tloušťka vytlačovaného profilu	max. 40 mm
6) Vytlačování běhounů	mono
7) Vytlačování bočnic a sdružených profilů	dvojmo
8) Výstupní teplota vytlač. profilu	110°C
9) Teplota při výstupu z chladičky vody	max. 15°C nad teplotou chladičí vody
	nebo max. + 10°C než je teplota okolí
10) Hlučnost linky	max. 80 dB

11) Zásobování strojů studenou směsí	
šířka pásu	400 – 700 mm
max. tloušťka – 2 pásy	24 mm + tloušťka spoje jednoho pásu
12) Vyhledávání kovových nečistot	
citlivost detektoru	Ø 3 mm Fe kuličky
13) Značení profilů	
velikost písma	26 mm
14) Příčné řezání	
- úhel nože pro všechny profily	15° - 30°
- počet řezů za 1 min	max. 20
15) Navíjení souběžně s rychlostí linky	3 ÷ 35 m/min

2.4 Potřebné zdroje energie

El. energie	napěťová soustava 3 PEN ~ 50 Hz 400 V/TN-C-S
Instalovaný výkon	860 kW
Jmenovitý příkon	1,4 MVA
Tlak vzduchu	6 Bar
Chlad. voda	4 Bar, 20°C

2.5 Parametry vytlačovací hlavy, vytlačovacích strojů

2.5.1 Vytlačovací hlava Triplex 120/200/150

Max. šířka vytlačování	650 mm
Max. tloušťka vytlačování	40 mm
Max. pracovní tlak v hlavě	200 Bar
Výhřevné a chladicí zóny	4
Ohřev držáku šablon	elektricky
Snímání tlaku v hlavě	3x
teploty v hlavě	3x
teploty profilu na výstupu hlavy	1x
Počet současně vytlačovaných profilů – běhoun	1
– bočnice	2

Vytlačovací hlava je ovládána pomocí hydraulického agregátu

Výkon	10 dm ³ /min
Max. pracovní tlak	32 MPa
Elektromotor	~ 6 kW

2.5.2 Vytlačovací stroj 120

Kolíkový stroj zásobovaný studenou směsí	
Výkon vytlačování	max. 800 kg/hod
Průměr šneku	120 mm
Pracovní délka šneku	16 x Ø šneku
Počet otáček šneku	max. 52 ot/min
Výkon motoru	~ 88 kW

Vyhřívací zóny	3x pouzdro 1x šnek
Chlazení nabíracího válce	vodou
Odklápění nabíracího válce	mechanické
Mazání ozubeného převodu nabíracího válce	automatické

2.5.3 Vytlačovací stroj 200

Kolíkový stroj zásobovaný studenou směsí	
Výkon vytlačování	max. 3000 kg/hod
Průměr šneku	200 mm
Pracovní délka šneku	16 x Ø šneku
Počet otáček šneku	35 ot/min
Výkon motoru	~ 300 kW
Vyhřívací zóny	3x pouzdro 1x šnek
Chlazení nabíracího válce	vodou
Odklápění nabíracího válce	hydraulickým válcem
Mazání ozubeného převodu nabíracího válce	automatické

2.5.4 Vytlačovací stroj 150

Kolíkový stroj zásobovaný studenou směsí	
Výkon vytlačování	max. 1500 kg/hod
Průměr šneku	150 mm
Pracovní délka šneku	16 x Ø šneku
Počet otáček šneku	max. 45 ot/min
Výkon motoru	~ 180 kW
Vyhřívací zóny	3x pouzdro 1x šnek
Chlazení nabíracího válce	vodou
Odklápění nabíracího válce	mechanické
Mazání ozubeného převodu nabíracího válce	automatické

2.5.5 Ovládání vytlačovacích strojů 120, 200, 150

Ovládací pult

Ovládací pult obsahuje následující zařízení:

- počítač s monitorem (+ klávesnice a myš) pro vizualizaci výrobního procesu
- operační panel propojení s centrálním řídicím automatem; z operačního panelu se ovládají činnosti otevírání a zavírání vytlačovací hlavy Triplex, ruční ovládání výstražné zvukové signalizace a další pomocné činnosti
- regulátory pro regulaci teploty šablon (2x) a regulaci teploty výhřevného zařízení šablon
- ovládání teplovodní stanice se zobrazením požadované a skutečné teploty vody v jednotlivých teplovodních okruzích
- ovládací prvky pro spínání chodu linky, nouzové zastavení atd.

- řídicí terminál pro rychlé nastavení jmenné hmotnosti a hraničních hodnot hmotnosti předvoleného typorozměru na úsekové a kusové váze

2.6 Návrh běhounu

Navržený běhoun bude vyroben ze tří kaučukových směsí č. 1, 2, 3, z čehož dvě budou tvořit hlavní vrstvu běhounu a třetí spodní vrstvu kaučuková směs, která slouží k pevnému spojení běhounu s kostrou pláště při konfekci surového pláště (spojovací poduška). K jejímu pokládání na polotovar dochází za hlavou vytlačovacího stroje (na tříválcí za úsekovou váhou v lince) a z toho důvodu na dále uvedený návrh šablony pro tento polotovar nemá vliv.

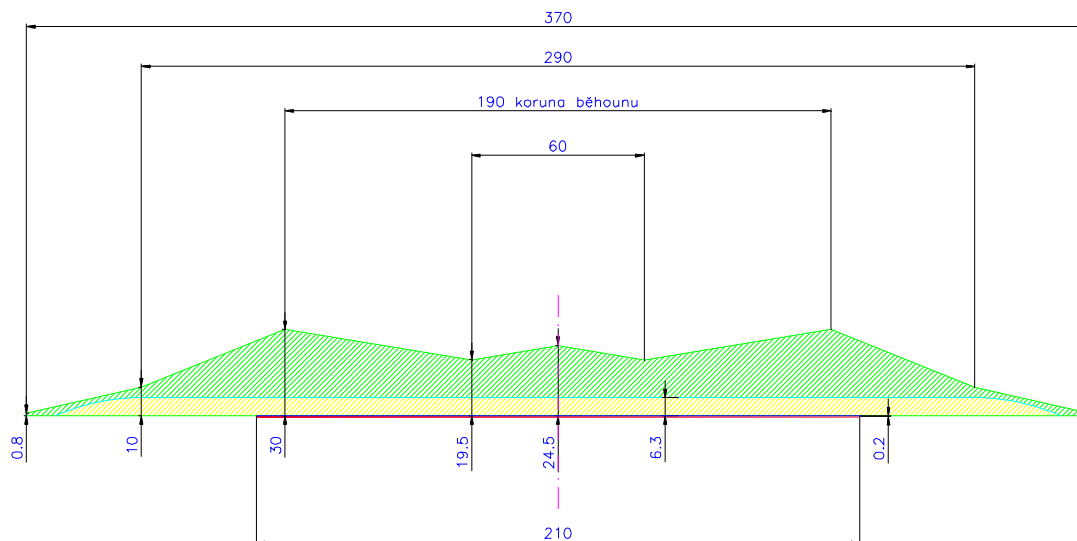
Návrh šablony na vytlačování běhounu bude probíhat na sdružených vytlačovacích šnecích $\varnothing 200$ mm a $\varnothing 150$ mm (koextruze), přičemž šnek $\varnothing 120$ mm bude v nečinnosti (pro navrhování tohoto typu běhounu by postačila linka duplex v případě možnosti pokládání spojovací podušky za vytlačovací hlavou). Šnek $\varnothing 120$ na lince Triplex je pro třívrstvé typy běhounů a jeho využití závisí na šířce a množství vyráběného sortimentu.

Parametry zadaného běhounu (šířky, tloušťky profilu a délka běhounu) jsou určeny typem konfekce surového pláště, hloubkou dezénu pláště a nezbytnou tloušťkou běhounové směsi pod nejhlubší drážkou dezénu po vylisování.

Pro úspěšný návrh běhounu je nutné nejdříve určit ze zadaného profilu běhounu plochy jednotlivých kaučukových směsí (výpis plochy z nakresleného profilu v autocadu) a následně ze zadané délky běhounu a hustot určit hmotnosti jednotlivých kaučukových směsí a celkového běhounu.

$$m = S \cdot l \cdot \rho$$

Profil zadaného běhounu je znázorněn na Obr. 16.



Obr. 16. Zadáání pro běhoun 7,50 – 16 TS-08 HORSCH
(zeleně je znázorněna kaučuková směs č.1, žlutě kauč. směs č.2 a červeně kaučuková směs č.3)

Směs č. 1 bude vytlačována šnekem \varnothing 200 mm, směs č. 2 šnekem \varnothing 150 mm. Směs č. 2 vzhledem ke svému charakteru působení v plášti (plnivo běhounu, které negativně neovlivní celkovou kvalitu pláště – směs kvalitativně na nižší úrovni než hlavní běhounová směs č. 1) nesmí přesáhnou 1/3 nejnižší hodnoty tloušťky běhouny v oblasti jeho koruny (obr. 6) – nejnižší hodnota tloušťky v oblasti koruny je dle zadání 19,5 mm (1/3 z této hodnoty je 6,5 mm, v zadání je uvedena u směsi č. 2 hodnota tloušťky 6,3 mm \Rightarrow výše uvedená podmínka je zachována).

V Tab. 1 jsou uvedeny zadané hodnoty, které určují podíl jednotlivých kaučukových směsí v navrhovaném běhounu 7,50-16 TS-08 HORSCH.

Tab. 1. Zastoupení jednotlivých směsí v běhoun dle zadání

směs č.	ρ směsi (g/cm^3)	délka v (cm)	S směsi (cm^2)	hmotnost směsi v (g)	poměr v běhounu
1	1,141	151	47,225	8136	67,51 %
2	1,155	151	22,05	3845	31,91 %
3	1,11	151	0,42	70	0,58%
				Σ 12051	Σ 100%

2.7 Charakteristika použitých kaučukových směsí při navrhování běhounu

Směs 1 - klasická běhounová směs pro agropneu, je vhodná pro pláště na které nejsou kladeny velké nároky na rychlost, čemuž odpovídají její fyzikálně mechanické vlastnosti

a průměrná odolnost k oděru (kolem 100-110 mm³). Co se týká složení, jedná se o směs založenou na kombinaci SBR 1500 (cca 70 dsk) s NR a BR, plněnou ztužujícími sazemi s vysokou strukturou N 220 a poměrně vysokým obsahem změkčovadla (cca 20 dsk), jež přispívá k dobré zpracovatelnosti i nižší ceně.

Směs 2 - podběhoun, směs slouží jako měkkí poduška pod běhoun agropneu o větších rozměrech, kde tlumí vibrace mezi kostrou a běhounem a zároveň nahrazuje část dražší běhounové směsi. Jedná se o směs na bázi BR a olejem nastaveného SBR 1712 v poměru 1:1, s přídatkem 33 dsk regenerovaného NR, směs je vysoce plněná sazemi N339 (108dsk), jejichž ztužující efekt je však potlačen vyšším obsahem změkčovadla (48 dsk), takže ve výsledku získáme levnou směs s průměrnou tvrdostí kolem 60ShA.

Směs 3 - spojovací guma, vyznačuje se vysokou konfekční lepivostí, protože slouží jako tenká lepidlá část běhounu, která má dobře přilnout ke kostře pláště. Tato vlastnost je docílena použitím více než 80dsk NR ve směsi, nízkým obsahem sazí N330 (17 dsk) a přídatkem surovin zvyšující lepivost směsi – kalafuna a pryskyřice na bázi korezinu.

2.8 Ekonomické hledisko

Tyto typy běhounů se pozitivně promítají do celkové ceny pláště. Směs č. 2 je levnější než směs č. 1 a cenu celkového běhounu snižuje viz Tab. 2.

Tab. 2. Vyhodnocení ekonomického přínosu dvouvrstvého běhounu

Běhoun	Hmotnost směsi (kg)		Cena směsi (Kč/kg)		Cena materiálu v běhounu (Kč)
	č. 1	č. 2	č. 1	č. 2	
jednovrstvý	12,051	0	38,94	-	469,27
dvouvrstvý	8,136	3,845	38,94	31,27	437,05
rozdíl					32,22 / 1 ks

V Tab.2 se počítá se současnými cenami kaučukových směsí. Z toho plyne, že na jeden kus běhounu materiálová úspora činí 32,22 Kč.

V případě, že se jedná o plášť, který je vyráběn ve velkých sériích, jde o nemalou úsporu.

2.9 Akční meze pro zadaný běhoun

Akční meze musí být stanoveny s ohledem na přesnost (tolerance) vytlačovací linky, uniformitu dodávaných kaučukových směsí a typu pláště, pro který je běhoun určen.

Tab. 3 stanovuje akční meze pro zadaný běhoun, které zaručují stabilitu následných procesů za přípravou polotovarů ve výrobě (konfekce, vulkanizace) a jsou zárukou bezproblémové produkce. Korespondují také s celkovou tolerancí hmotnosti pláště (nesmí ji přesahovat \Rightarrow 3%).

Tab. 3. Akční meze

<i>Parametr běhounu</i>	<i>Předepsané akční meze</i>
tloušťka	$\pm 0,4$ mm
šířka	± 3 mm
délka	± 3 mm
hmotnost	± 3 %

2.10 Sledování kritických znaků běhounu

Kritické znaky běhounu se sledují měřením těch parametrů běhounu, které jsou v rámci vytlačovací linky měřitelné a mají rozhodující vliv na celkovou kvalitu běhounu. V tomto případě to jsou hmotnost, celková šířka a délka běhounu. Tyto kritické znaky se v praxi mohou vyhodnocovat statisticky. Kritické znaky jsou sledovány při samotné výrobě běhounu obsluhou linky a dle určené četnosti zapisovány do statistických karet. Po sběru dostatečného množství dat pro statistické vyhodnocení jsou tyto záznamy vyhodnoceny. Výsledkem jsou statistické ukazatele C_p , C_{pk} , které charakterizují průběh a způsobilost procesu vytlačování pro daný rozměr za dané období (vyhodnocení zpravidla probíhá jednou za měsíc).

index způsobilosti C_p - variabilita procesu

index způsobilosti C_{pk} - variabilita a nastavení procesu

U nestabilních procesů:

Měly by být identifikovány a vyloučeny speciální příčiny nestability. Dokud není $c_{pk} = 1,33$ je třeba uplatnit 100% kontrolu a rozšířený výběr vzorků pro SPC.

Není-li možno dosáhnout požadované způsobilosti, musí být vypracovat plán nápravných opatření a prozatímní upravené kontroly procesu, které běžně počítají se 100% kontrolou.

U stabilních procesů:

c_p a c_{pk} 1,33 nebo 1,67

Konkrétní požadovaná hodnota může vycházet z požadavků zákazníka nebo z požadavků na akceptovatelný počet neshod. Jaký je počet neshodných jednotek v souvislosti s hodnotou indexů způsobilosti, resp. s programem kvality, ukazuje Tab.4.

Tab. 4. Hodnoty indexů způsobilosti

C_p, C_{pk}	Program kvality	počet vadných na 1 mil. kusů
1	3σ	2700
1,33	4σ	63
1,67	5σ	0,57
2,0	6σ	0,002

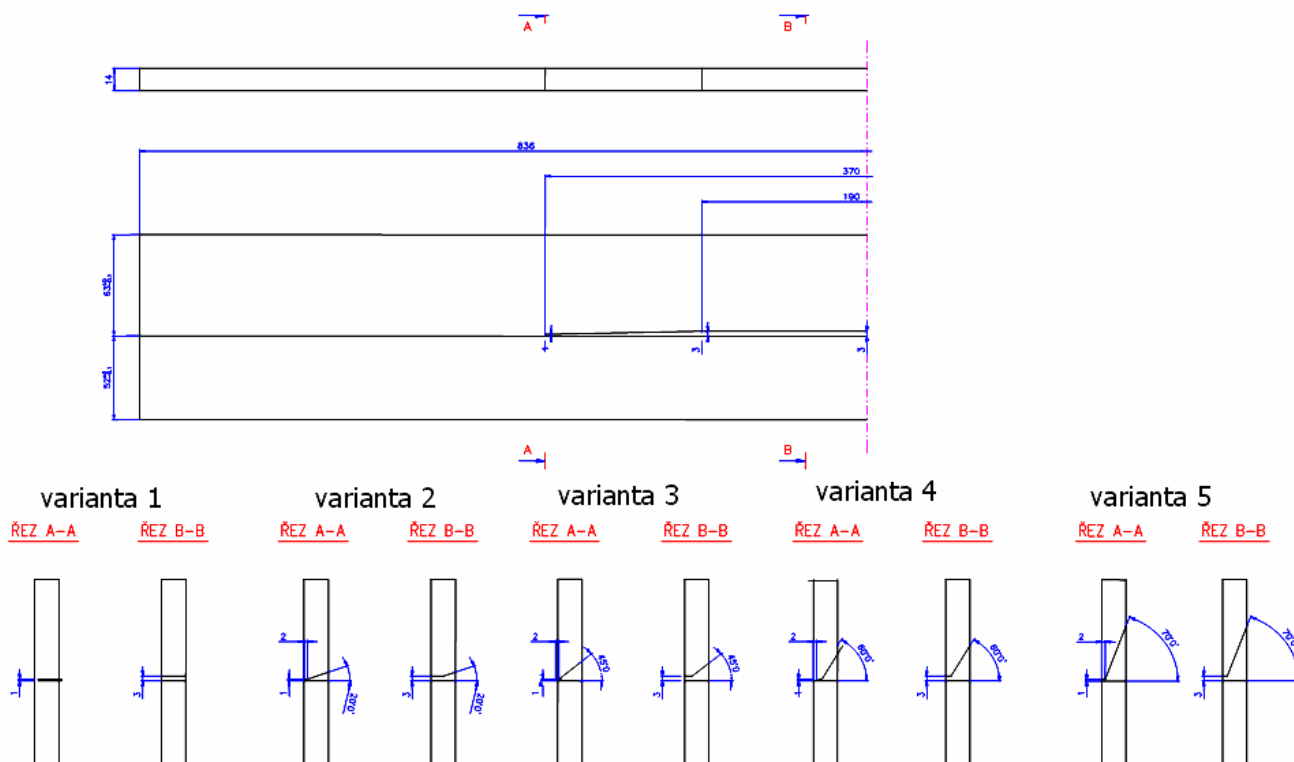
Zadaný běhoun 7,50-16 TS-08 HORSCH spadá do kategorie $C_p, C_{pk} \geq 1,33$.

2.11 Nejvýznamnější vlivy při navrhování běhounu

2.11.1 Vliv náběhů na šabloně pro běhoun

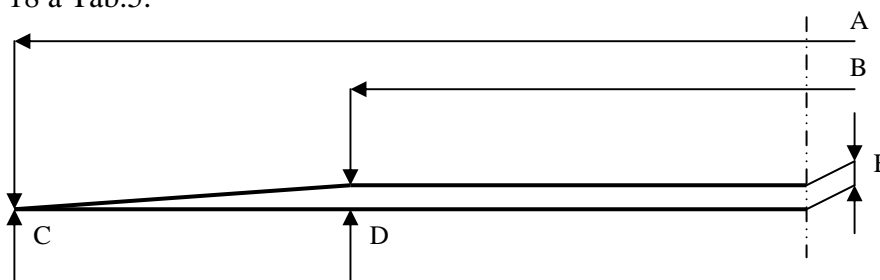
Při vytlačování polotovarů dochází v okrajích profilu k trhání okrajů vytlačované kaučukové směsi což je nevyhovující jev pro následné zpracování polotovaru na konfekčním stroji. Tento jev lze odstranit vytvořením náběhů v okraji vytlačovací šablony z její zadní strany. Dochází tak k lokálnímu zvýšení rychlosti vytlačované kaučukové směsi a tím i k eliminaci tohoto negativního jevu. Velikost náběhu ovlivňuje narůstání směsi viz. Tab. 5 narůstání v závislosti na velikosti náběhu na šabloně.

Vliv náběhů na vytlačování bude demonstrováno na šabloně (Obr. 17), která má konstantní profil s provedením pěti variant náběhů na šabloně.



Obr. 17. Varianty provedení úhlů náběhu (varianta č. 1 bez náběhu)

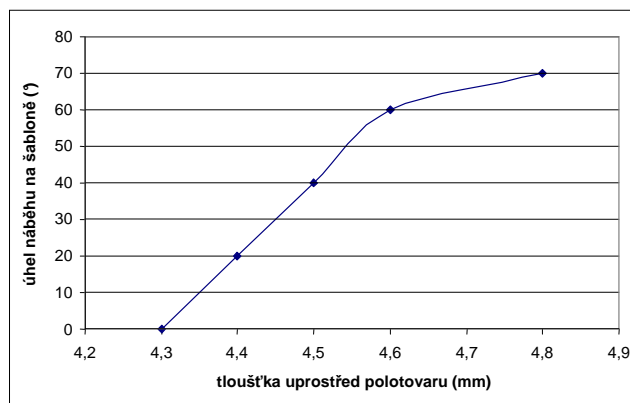
Vytlačování ve všech verzích probíhalo při stejných otáčkách šneku, odtahové rychlosti a teploty v jednotlivých sekcích vtačovacího stroje. Vytlačována byla kaučuková směs č. 1 vytlačovacím strojem 200 mm. Jednotlivé varianty měly následující parametry profilu viz Obr 18 a Tab.5.



Obr. 18. Profil polotovaru

Tab. 5. Narůstání v závislosti na velikosti náběhu šablony

Varianta č.	Parametry profilu v mm					narůstání profil proti středu šablony (%)	poznámka
	A	B	C	D	E		
Zadání vytlačeného⇒ profilu	360	190	0,9	4,5	4,5		
šablona⇒	370	190	1,0	3,0	3,0		
1 (0°)	370	202	0,15	4,3	4,3	30	otřhané kraje běhounu
2 (20°)	362	195	0,6	4,4	4,4	31	kraje běhounu plynulé
3(45°)	362	193	0,9	4,5	4,5	34	kraje běhounu plynulé
4 (60°)	362	192	1,0	4,6	4,6	35	kraje běhounu plynulé
5 (70°)	363	191	1,1	4,8	4,8	37	kraje běhounu plynulé



Obr. 19. Závislost narůstání na úhlu náběhu

Průběh křivky na Obr. 19 charakterizuje závislost narůstání vytlačeného polotovaru a jednotlivých variantách úhlů náběhu. Při zachování konstantních vytlačovacích podmínek (teploty, otáčky šneku, odtahová rychlost, výstup na šabloně) úhel náběhu výrazně ovlivňuje narůstání profilu v rozsahu cca 11% u tloušťky v koruně, cca 55% u tloušťky kraje profilu a do 2% u šířkových kót, vše vztaženo k zadání profilu.

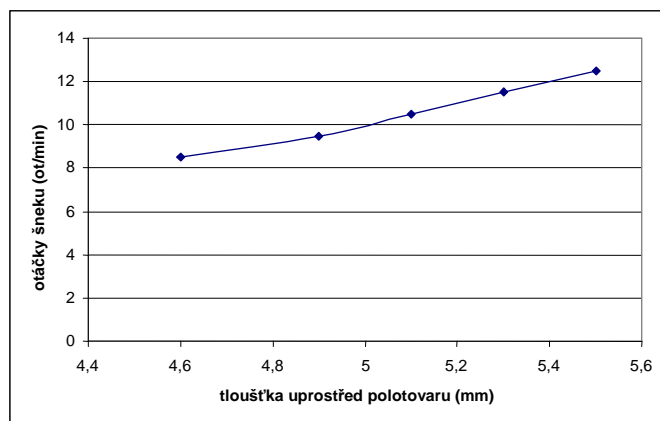
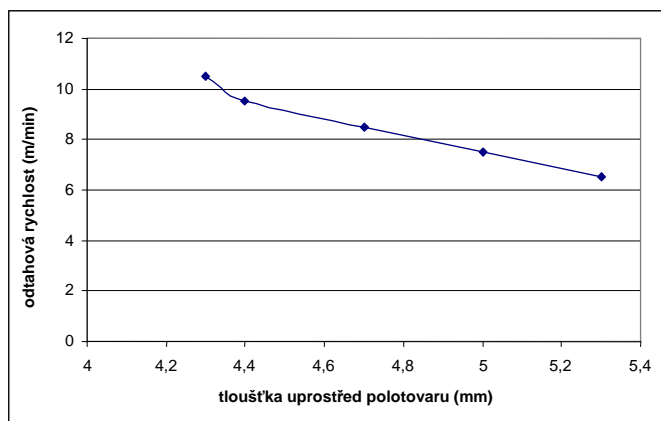
Náběhů na šabloně se využívá zejména u tloušťkově nenáročných polotovarů a v krajích vyfrézovaného profilu na šabloně, aby nedocházelo k otrhávání vytlačovaného polotovaru. Otrhané okraje znehodnocují profil polotovaru a charakter samotného narůstání vytlačeného polotovaru (lze sledovat v prvním řádku Tab. 5 v sloupcích A, B, C).

2.11.2 Vliv otáček šneku a odtahové rychlosti dopravníku za hlavou

Narůstání profilu polotovaru za hlavou také významně ovlivňují otáčky jednotlivých šneků a odtahová rychlost za hlavou vytlačovacího stroje viz. Tab. 6 - vliv otáček šneku a odtahové rychlosti na profil (měření bylo provedeno na profilech vytlačených na šabloně Obr. 17 – varianta č. 5).

Tab. 6. Vliv otáček šneku a odtahové rychlosti na profil polotovaru

ZK č.	Odtah (m/min)	Otáčky (ot/min)	A	B	C	D	E	Tlak v hlavě VS (bar)
<i>Vliv odtahového dopravníku za hlavou (otáčky konstantní)</i>								
Zadání profilu⇒			360	190	0,9	4,5	4,5	80
1	6,5	7,5	382	199	1,2	5,3	5,3	81
2	7,5	7,5	372	195	1,1	5,0	5,0	79
3	8,5	7,5	362	189	1,0	4,8	4,7	79
4	9,5	7,5	354	184	0,9	4,5	4,4	80
5	10,5	7,5	349	180	0,9	4,4	4,3	80
<i>Vliv otáček šneku (odtah konstantní)</i>								
6	10,5	8,5	358	185	1,0	4,7	4,6	83
7	10,5	9,5	363	190	1,1	4,9	4,9	85
8	10,5	10,5	370	193	1,1	5,1	5,1	87
9	10,5	11,5	375	196	1,2	5,3	5,3	89
10	10,5	12,5	381	200	1,2	5,5	5,5	90



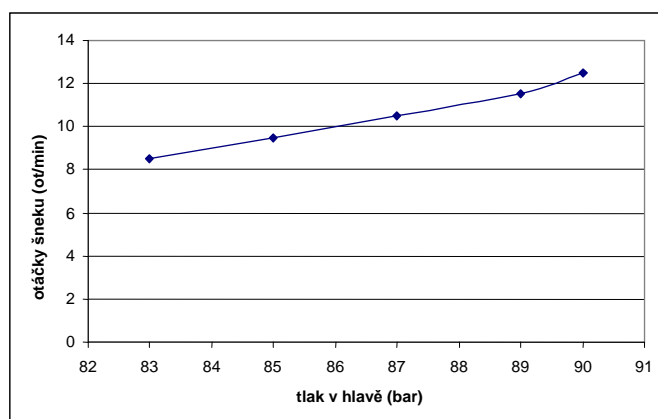
Obr. 20. Závislost narůstání na rychlosti

Obr. 21. Závislost narůstání na otáčkách

Průběh křivek na Obr. 20, 21 charakterizuje závislost narůstání vytlačeného polotovaru (ve všech měřených parametrech) na odtahové rychlosti polotovaru respektive otáčkách šneku. Při zachování konstantních ostatních vytlačovacích podmínek (teplot, otáček šneku respektive odtahové rychlosti, neměnné šabloně – varianta č. 5). Z Obr.20 je zřejmé, že se zvyšující se odtahovou rychlostí klesají tloušťky a šířky polotovaru. A to v rozsahu cca 23% u tloušťky v koruně, cca 33% u tloušťky kraje profilu a do 10% u šířkových kót, vše vztaženo k zadání profilu.

Naopak z Obr. 21 je zřejmé, že se zvyšujícími se otáčkami šneku rostou tloušťky a šířky polotovaru. A to v rozsahu cca 20% u tloušťky v koruně, cca 22% u tloušťky kraje profilu a do 8% u šířkových kót, vše vztaženo k zadání profilu.

Z naměřených hodnot lze vyvodit, že změna odtahové rychlosti nepatrně více ovlivňuje narůstání profilu polotovaru než změna otáček šneku, přestože při změně otáček šneku byl zaznamenán rostoucí trend tlaku ve vytlačovací hlavě (viz Obr. 22). Zatímco při vlivu odtahové rychlosti byl tlak téměř neměnný (nepatrný rozdíl lze přisoudit vlivu nehomogenity vytlačované kaučukové směsi).



Obr. 22. Závislost tlaku na otáčkách

Teoretické stanovení odtahové rychlosti a otáček šneku

Dle garantovaných parametrů výrobcem vytlačovacího stroje lze odhadnout odtahovou rychlost u jednotlivých polotovarů. U zadaného běhounu 7,50-16 TS-08 HORSCH známe následující parametry (Tab. 7):

Tab. 7 Garantovaný výkon výrobcem linky a množství kaučukové směsi v běhounu

směs č.	Vytlačovací stroj	hmotnost směsi v běhounu (kg)	Podíl vytlačované směsi (%)	garantované výkony výrobcem linky Triplex	
				max kg/hod	max ot/min
1	200 mm	8,136	67,9	3000	35
2	150 mm	3,845	32,1	1500	45

Vytlačovací stroj 150 má poloviční maximální výkon než vytlačovací stroj 200. Procentuální zastoupení směsi č. 1 dodávané VS 200 je 67,9 %. Z toho plyne, že hlavní omezení při vytlačování tohoto běhounu bude právě u tohoto VS.

Teoretická odtahová rychlost se tedy stanoví z vytlačovacího stroje 200 mm.

- max počet ks 7,50-16 TS-08 HORSCH = $\frac{3000}{8,136} = 369 \text{ ks/hod}$ (při kosící délce 1530 mm)

- výpočet na metrovou délku, odtahové rychlosti a otáček šneku:

$$x = \frac{1530.369}{1000} = 564 \text{ ks / hod} = 564 \text{ m / hod} = 9,4 \text{ m / min} \text{ (při maximálních otáčkách šneku 35 ot/min)}$$

Při navrhování běhounu je nutné mít i prostor pro zvyšování otáček šneku a odtahové rychlosti (nelze vytlačovat polotovar na maximální výkon).

Z toho důvodu se teoretický výpočet poníží cca o 10% \Rightarrow 8,4 m/min a 31,5 ot/min pro VS 200.

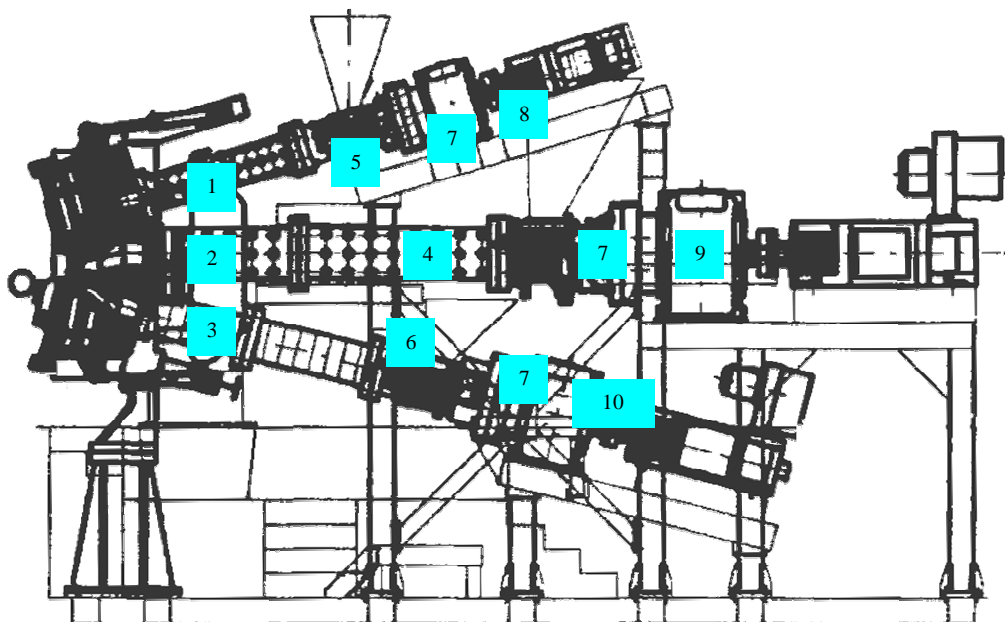
Obdobným způsobem lze stanovit otáčky pro vytlačovací stroj 150 mm s ohledem na poměr směsí v obou šnečích, potom vyjde cca 38 ot/min pro VS 150.

Tento teoretický výpočet je ovlivněn dalšími faktory, které lze jen obtížně předvídat (tvar a velikost dutin ve vytlačovacích hlavách jednotlivých VS, tvaru předšablony a šablony na výstupu z VS, vlastnostech kaučukové směsi). Přesnější stanovení otáček šneků a odtahové rychlosti lze provést až při samotném navrhování běhounu.

Po přesnějším stanovení těchto parametrů vytlačování je nutné pro úspěšné navrhování je zachovávat, popřípadě nepatrně korigovat, protože jejich změna má výrazný vliv na parametry profilu.

2.11.3 Vliv teploty při vytlačování

Na Obr. 23 jsou znázorněny jednotlivé teplotní sekce v tlačovacího stroje Triplex. Hodnoty teplot v těchto sekcích významně ovlivňují vlastnosti vytlačovaných kaučukových směsí a tím i narůstání kaučukové směsi za vytlačovací hlavou viz. Tab. 8.



Obr. 23. Sekce 1, 2, 3 temperující hlavu vtačovacího stroje - sekce 4 plášť šneku 200 mm, sekce 5 plášť šneku 120 mm, sekce 6 plášť šneku 150 mm, sekce 7 oblast násypky všech třech vtačovacích strojů, sekce 8 šnek \varnothing 120 mm, sekce 9 šnek \varnothing 200 mm, sekce 10 šnek \varnothing 150 mm.

Cirkulační vyhřívání tvoří uzavřené oddělené cirkulační okruhy. Vyhřívání cirkulační vody je pomocí elektrických odporových vyhřívacích těles, chlazení deskovými výměníky tepla. Automatická regulace teploty. Automatické doplňování vody

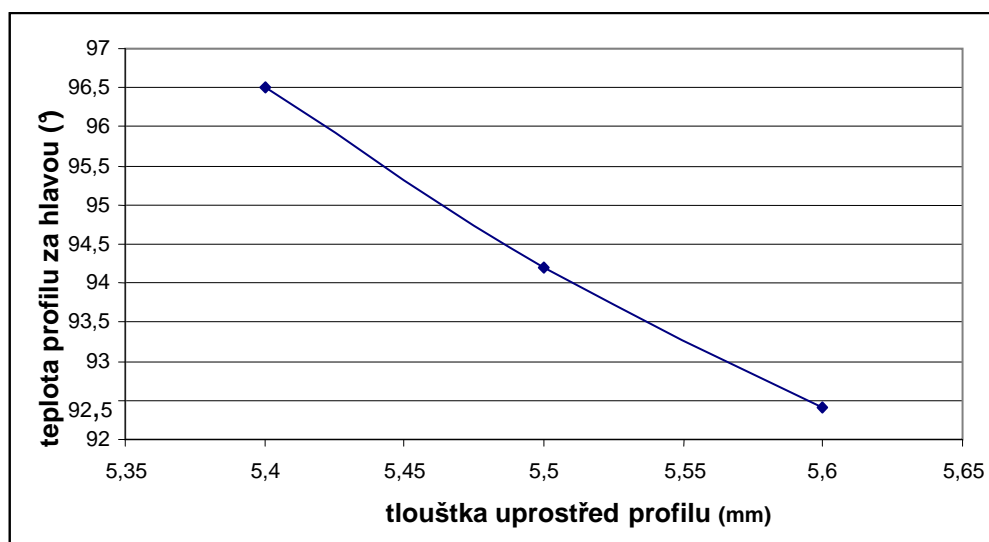
Tepelný výkon vyhřívání	cca 100 kW
Výkon chlazení	cca 450 kW
Max. pracovní teplota	110 °C
Počet okruhů	10
Počet vyhřívacích sekcí	3 – stroj 200 3 – stroj 150 3 – stroj 120 3 – vytlačovací hlava
Přesnost regulace teploty	$\pm 2^{\circ}\text{C}$

Tab. 8. Vliv teplot jednotlivých sekcí na narůstání profilu

ZK teplot č.	Teplota profilu za hlavou (°C)	Teplota v sekcích VS200 (°C)				Narůstání profilu (mm)				
		2	4	7	9	A	B	C	D	E
T1	92,4	75	70	40	55	381	200	1,1	5,7	5,6
T2	94,2	85	80	45	60	381	200	1,1	5,5	5,5
T3	96,5	95	90	50	65	379	198	1,1	5,4	5,4

V Tab. 8 je znázorněná poměrně významná změna teplot v jednotlivých teplotních sekcích (u hlavy a pláště šneku 20°C, u násypky a šneku o 10°C VS 200 – hrozí navulkanizování směsi).

S rostoucí teplotou VS se zvyšuje teplota vytlačovaného profilu a tím klesá narůstání profilu viz Obr. 24



Obr. 24. Závislost narůstání na teplotě

Z Obr. 24 je zřejmé, že se zvyšující se teplotou profilu klesají tloušťky polotovaru v oblasti koruny (a to v rozsahu cca 4% vztaženo k zadání profilu). Na ostatních parametry profilu má teplota profilu za hlavou VS zanedbatelný vliv.

Při navrhování polotovarů má teplotní režim VS nižší vliv na narůstání profilu než u předchozích vlivů. Proto se stanovuje na začátku návrhu polotovaru dle charakteru vytlačované kaučukové směsi.

Doporučené maximum teploty kaučukové směsi (polotovaru) na výstupu z VS pro běhoun 7, 50-16 TS-08 HORSCH je 110°C. Ani v jednom případě tato teplota nebyla překročena. Pro samotné navrhování bude zvolen režim T2 z Tab. 8 (nehrozí navulkanizování směsi a směs za hlavou VS je dostatečně zhomogenizová).

2.11.4 Vliv uniformity kaučukových směsí

Uniformita (jednotnost) dodávaných dávek kaučukových směsí pro vytlačování na vytlačovací lince, významně ovlivňuje stabilitu celého procesu a tím i vytlačovaného polotovaru. U polotovarů pro plášť 7,50-16 TS-08 HORSCH nejsou na kaučukové směsi

kladeny takové nároky jako na jiné kaučukové směsi, které jsou určeny např. pro vysokorychlostní pláště. Lze tedy předpokládat, že uniformita směsí 1 a 2, z kterých bude polotovar vyráběn bude v rámci přípustných tolerancí kolísat a tím i negativně ovlivňovat parametry vytlačovaného běhounu.

Tento jev lze eliminovat automatickou korekcí odtahové rychlosti za hlavou vytlačovacího stroje v závislosti na úsekové hmotnosti, která je taktéž za hlavou vytlačovacího stroje (tato korekce linky probíhá v automatickém režimu linky). Z toho důvodu je nutné přesně určit úsekovou hmotnost běhounu v závislosti na jeho konečné hmotnosti (celková hmotnost nakoseného běhounu).

V případě, že úseková hmotnost při vytlačování je vyšší (nižší) než zadaná hodnota úsekové hmotnosti v řídicím PC linky dojde k automatickému zrychlení (zpomalení) odtahu o 0,1 m/min a po předepsaném časovém intervalu k opětovnému vyhodnocení úsekové hmotnosti. Tato regulace probíhá do doby než dojde k vyregulování úsekové hmotnosti na zadané hodnoty v řídicím PC.

Úseková váha

Tato váha slouží jako kritérium pro regulaci rychlosti odtahu a posouzení profilu.

Rozsah vážení	0 – 20 kg
Třída přesnosti	III
Délka váženého profilu	1 m
Dělení stupnice	na 2 g
Světelná signalizace	4 toleranční zóny

Váha je vybavená operátorským panelem, který slouží pro uchovávání parametrů jednotlivých typorozměrů vyráběných profilů.

Z celkové hmotnosti běhoun 7,50-16 TS-08 HORSCH a dle parametrů úsekové váhy (1 m) by měla být úseková hmotnost tohoto běhounu cca 7875 g.

2.11.5 Vliv smrštění profilu

Vysoké zpracovatelské teploty při tváření kaučukové směsi a následná náhlá změna teploty při ochlazování polotovaru na výstupu z hlavy VS zapříčiňují parametrické změny profilu oproti parametrům těsně za hlavou VS (tzv. srážení kaučukové směsi). Tento proces se urychluje pomocí chlazení polotovaru ve čtyřech chladících vanách. Délka všech 4 van je 110 m s teplotou max. 25°C.

Veškeré parametry při návrhu běhounu musí být měřeny minimálně po 4 hodinách odležení polotovaru (zaručeno dostatečné „vysrážení“ polotovaru).

Konstrukce chladicího zařízení umožňuje pro vytypované profily jejich vedení jen přes dva chladicí dopravníky (tj. zkrácená chladicí dráha na cca polovinu – využívá se při nižších výrobních sériích). Běhoun 7,50-16 TS-08 HORSCH se bude chladit ve dvou vanách č. 1 a 4. a řezat řezacím zařízením následujících parametrů.

Přesnost řezaných délek	± 2 mm
Max. tloušťka řezaného profilu	40 mm
Kotoučový nůž mazaný vodou, pás po rozřezání je osušený proudem vzduchu	
Max. průměr řezacího nože	400 mm
Rychlost dopravníků	3 – 80 m/min
Výkon motoru dopravníků	~ 3,9 kW
Výkon motoru řezacího nože	~ 2,2 kW
Zařízení je vybaveno elektromagnetickým ventilem na přívodu vody do trysek mazání kotoučového nože.	

Po nařezání polotovaru na řezacím zařízení a uskladnění polotovaru dochází během následujících 4 hodin ke zbytkovému smrštění kaučukové směsi. Z toho důvodu se stanovuje délka na řezacím zařízení delší („kosící“ délka) než uvádí zadání délky pro konfekci (konfekční délka).

Rozdíl délky mezi konfekční a kosící délkou zásadně ovlivňují parametry teploty profilu po vychlazení, teplota chladicí vody, tloušťka profilu).

Při jednotlivých předchozích zkouškách se při nastavené jednotné kosící délky 1525 mm pohybovaly konfekční délky polotovaru po 4 hodinách odložení od 1500 do 1520 mm.

Konfekční délka běhounu 7,50-16 TS-08 HORSCH bude 1510 mm, což je mezi výše uvedeným minimem a maximem. Kosící délka tedy bude ponechána 1525 mm. Během navrhování běhounu se vliv smrštění ověřuje a případně koriguje.

2.12 Šablona pro běhoun 7,50 – 16 T-08 HORSCH

2.12.1 Stanovení podmínek vytlačování

Dle bodu 2.11 a jeho podbodů budou pro první zkoušku při navrhování tohoto běhounu stanoveny následující podmínky (viz. Tab. 9, 10).

Tab. 9. Vytlačovací podmínky pro navrhovaný běhoun

Otáčky šneku (ot/min)		Odtahová rychlost (m/min)	Úseková hmotnost (g)	Kosící délka (mm)
200	150			
31,5	38	8,4	7875	1525

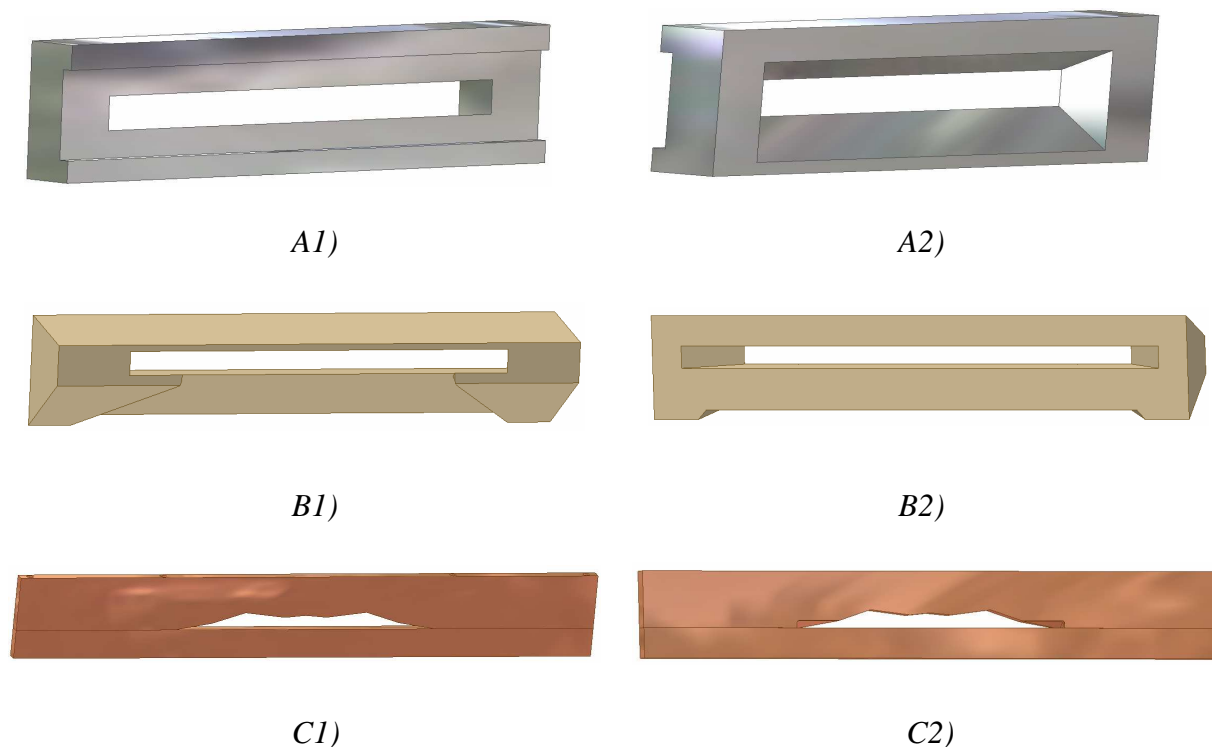
Tab. 10. Teploty VS 200, 150 pro navrhovaný běhoun

Teploty v jednotlivých sekcích VS (°C)							
čísla sekcí VS 200				čísla sekcí VS 150			
2	4	7	9	3	6	7	10
85	80	45	60	70	65	45	60

2.12.2 Vytlačovací šablona a přešablona

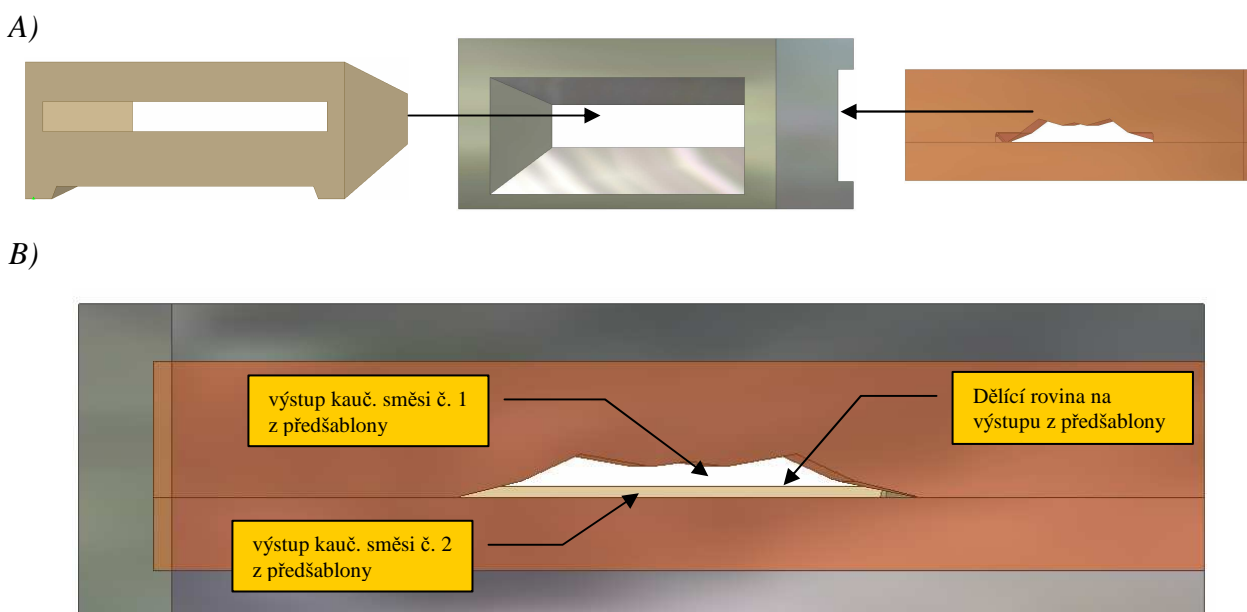
Rozměry vytlačovací šablony a předšablony ovlivňují parametry polotovaru zásadním způsobem. Předšablona slouží k plynulému soutoku (koextruzi) kaučukových směsí z jednotlivých VS do vytlačovací šablony. Obecně platí, že vstupy na předšabloně musí plynule navazovat na výstup z dutiny hlavy VS. Dle typu vyráběných polotovarů jsou předšablony a dutiny v různých provedeních (změna tvaru dutiny se provádí vkládáním různých tvarů vložek do dutiny hlavy dle vytlačovaného typu polotovaru). Pro běhounu 7,50-16 TS-08 HORSCH bude použita předšablona a vložky dutin AGRO, která zajišťuje vytlačování kaučukové směsi z VS 200 a 150.

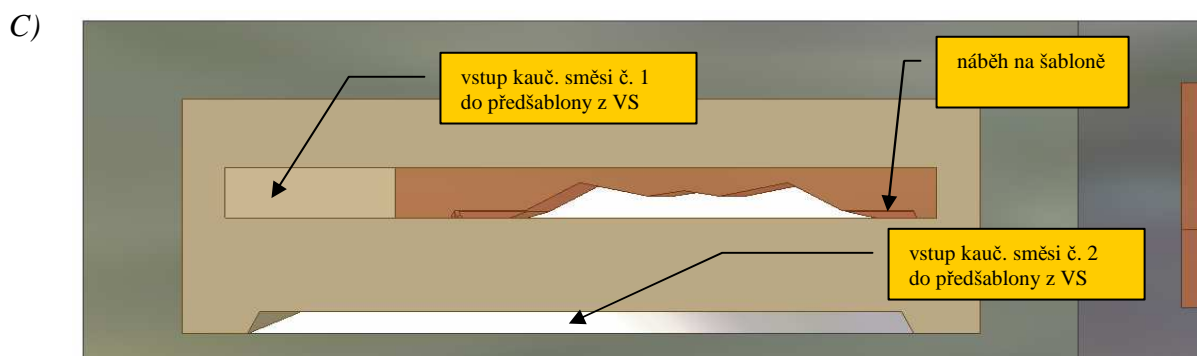
Vytlačovací šablona s předšablonou se před procesem vytlačování vkládají do kazety a ta se pomocí hydraulického systému uzavírá v ústí vytlačovací hlavy. Kazeta, předšablona AGRO a šablona jsou znázorněny na Obr. 25 (vše mat. 11600).



Obr. 25. Kazeta, předšablona, šablona - A1) kazeta – pohled zepředu, A2) kazeta – zezadu, B1) předšablona – zepředu, B2) předšablona - zezadu, C1) šablona – zepředu, C2) šablona – zezadu

Předšablona se vsune do zadní části kazety a šablona do její přední části. Vzniká tak komplet těchto komponent (viz Obr. 26), který nejvýznamněji ovlivňuje tváření kaučukových směsí do konečné podoby polotovaru (běhounu). Pokud se vytlačený polotovar neshoduje s požadovaným teoretickým zadáním (polotovar mimo přípustné tolerance), provede se úprava parametrů šablony.

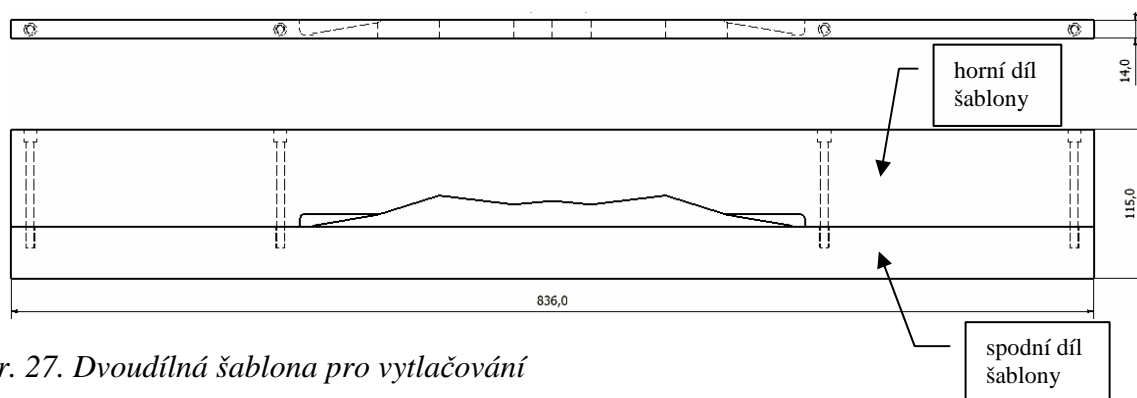




Obr. 26. Složení kazety, předšablony, šablony - A), výstupní část při vytlačování - B), vstupní část při vytlačování - C)

2.12.3 Návrh šablony.

Šablona je spojena šrouby ze dvou dílů viz. Obr. 27



Obr. 27. Dvoudílná šablona pro vytlačování

Před samotným návrhem profilu v šabloně je nutné určit dělicí rovinu šablony. Šířka spodního a horního dílu je proměnlivá v závislosti na dělicí rovině příslušné předšablony.

Předšablona Agro pro zadaný běhoun má dělicí rovinu vzálenou od spodní části uložení šablony 46 mm (Obr. 28)



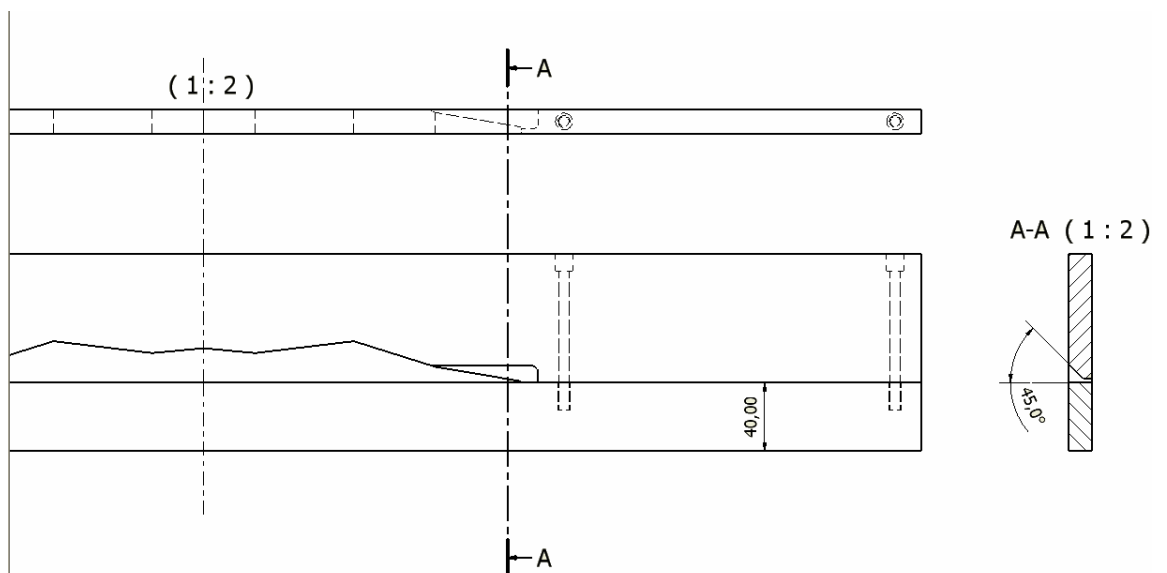
Obr. 28. Dělicí rovina předšablony

Běhoun dle výpočtů z odst. 2.11.2 a 2.12.1 navrhujeme na maximální výkon linky (běhounu bude především vytlačován a pouze korigován odtahovou rychlostí) a z toho

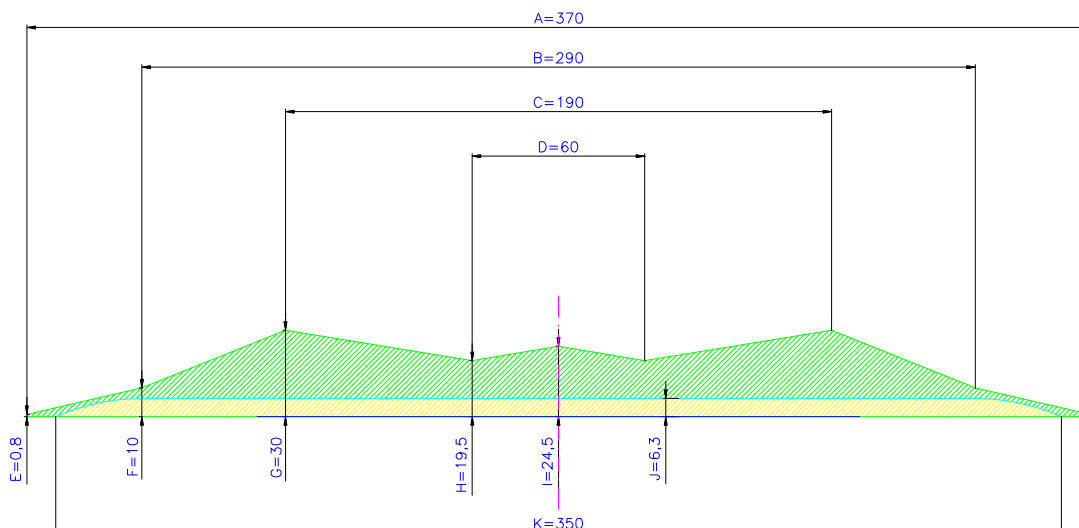
důvodu můžeme předpokládat vyšší narůstání profilu než u protahování profilu za hlavou způsobené vysokou rychlostí. Dle Tab. 5 lze předpokládat narůstání směsi za hlavou VS až 37% hodnoty na výstupu za šablony, s rozptylem 11%. Z toho důvodu stanovím šířku spodního dílce šablony na 42 mm, abych dosáhl tloušťky 6,3 mm podběhounu. Vrchní část šablony tedy bude mít šířku 73 (celková šířka 115 mm viz Obr. 27).

2.12.4 Návrh náběhů

Aby byl běhoun po celé své šířce celistvý musí mít šablona ve svých krajích profilu náběh, aby nedocházelo k otrhávání kraje běhounu (viz. odst. č. 2.11.1). Pro zadaný běhoun zvolíme náběh 45° dle Tab. 5 (nejvíce vyhovuje tloušťce běhounu v jeho okraji – 0,8 mm) viz. Obr. 29 a 30 (zadání).



Obr. 29. Zvolený úhel náběhu na šabloně



Obr. 30. Profil bĕhounu

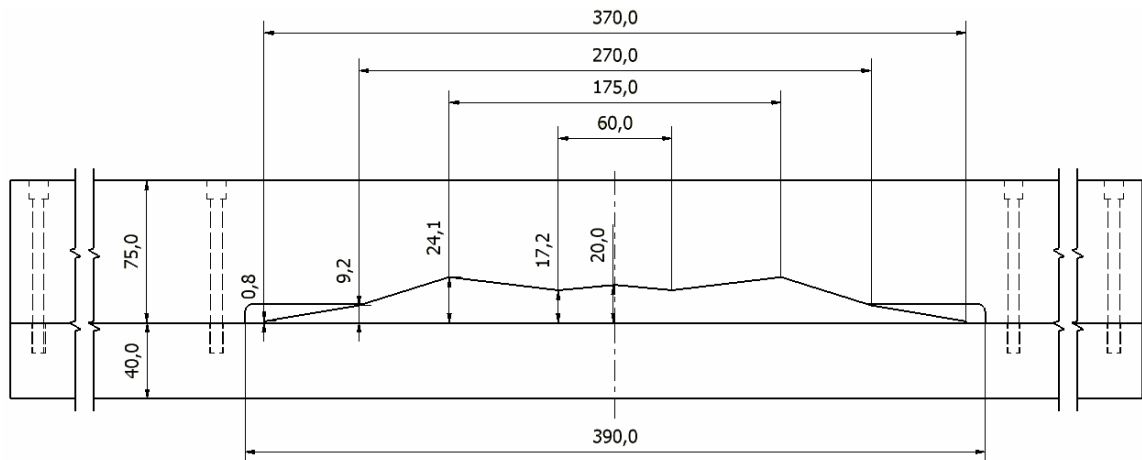
2.12.5 Návrh šablony a průběh následného navrhování

Profil šablony se navrhuje dle jednotlivých poznatků z předchozích bodů. Lze předpokládat, že šablona bude poddimenzovaná vzhledem k větší tloušťce bĕhounu (až 30 mm). S vyšší tloušťkou polotovaru (bĕhounu) narůstání vůči profilu na šabloně klesá. Návrh šablony a průběh následného navrhování je popsán v Tab. 11.

Tab. 11. Návrh šablony a průběh následného navrhování
(jednotky jsou mm, g, m/min, ot/min)

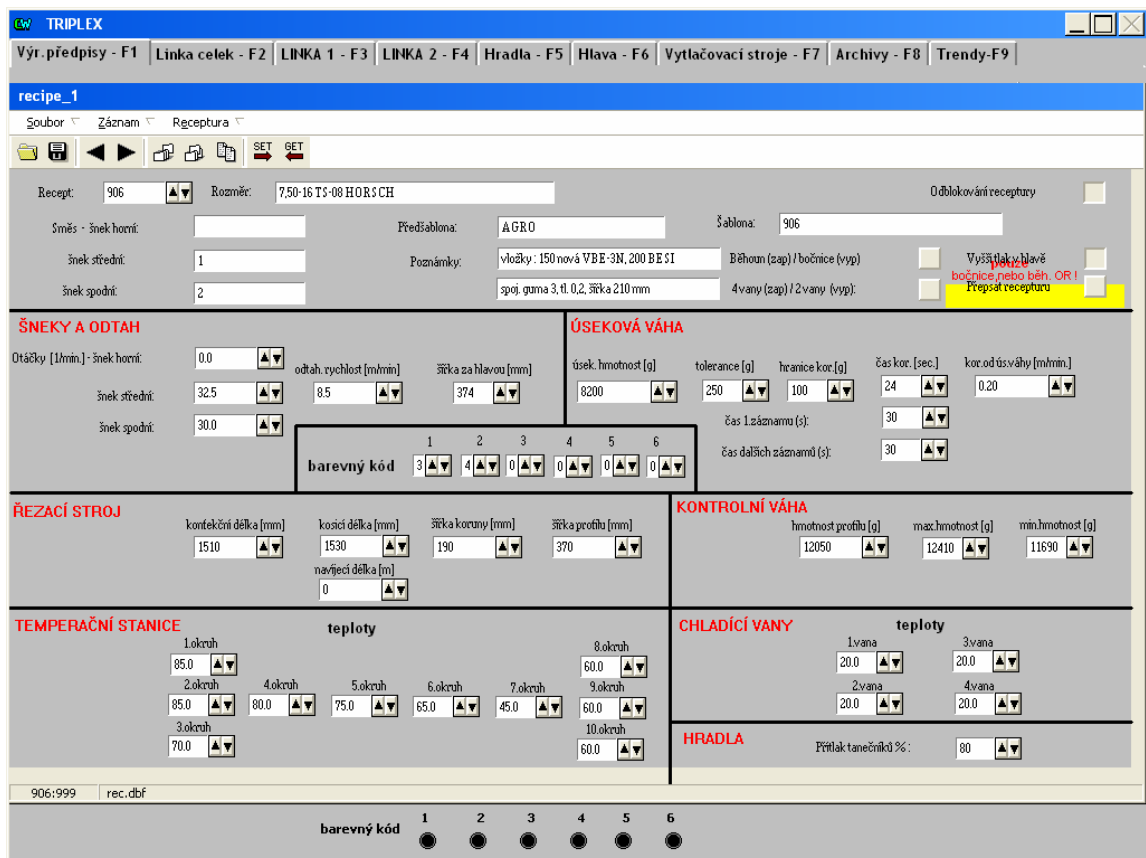
Zk. č.	Odtah rychl.	Otáčky šneku		Úsek. hmotn.	Konfe-kční délka	Celk. hmotn.	Tloušťka bĕhounu (označení kót dle obr. č. 14)										
		200	150				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
za-dání	8,4	31,5	38,0	7875	1510	12050	370	290	190	60	0,8	10,0	30,0	19,5	24,5	6,3	350
šablona							370	270	175	60	0,8	7,0	22,0	15,0	17,0		
1	8,5	32,5	30,0	7570	1512	11105	370	285	186	57	0,8	8,9	28,7	17,9	21,1	4,2	348
Poznámka k ZK č. 1 – během ZK jsem musel korigovat otáčky šneku a to zejména u VS 150 - docházelo k lokálním separacím mezi vrstvami kauč. směsí – bubliny. (po snížení otáček šneku na VS 150 pokles tlak v dutině jeho hlavy a vyrovnal se na hodnotu znázorněnou u VS 200 – separace zmizely. Dále byla spodní část šablony upravena na šířku 40 mm a horní na 75 mm – narůstání směsi při snížení otáček VS 150 na 30 ot/min je téměř 1:1 ⇒ úprava tloušťky v kótě J.																	
2	8,5	32,5	30,0	7345	1508	10787	368	285	186	57	0,7	8,0	28,0	17,3	20,8	6,3	351
Poznámka k ZK č. 2 – po ověření shody s kótou J upravím šablonu v ostatních kótách kde nedošlo ke shodě v rámci přípustné tolerance (akční meze). Jelikož je bĕhoun poddimenzovaný budou se hodnoty v jednotlivých kótách navyšovat dle poměru narůstání v těchto kótách (viz následující řádek).																	
šablona							370	270	175	60	0,8	8,7	23,5	17,0	20,0		
3	8,5	32,5	30,0	8100	1506	11930	369	288	188	59	0,7	9,2	29,3	19,2	24,4	6,4	350
Poznámka k ZK č. 3 – v následujícím kroku jsou provedeny jemné korekce na šabloně a prodloužení kosící délky na 1530 mm.																	
šablona							370	270	175	60	0,8	9,2	24,1	17,2	20,0		
4	8,5	32,5	30,0	8200	1511	12062	371	290	189	60	0,7	9,7	29,8	19,6	24,6	6,3	350
Poznámka k ZK č. 4 – v této podobě bĕhoun vyhovuje všem zadaným požadavkům a dimenzování lze považovat za ukončené.																	

Konečná podoba šablony je znázorněna na Obr. 31.



Obr. 31. Konečná podoba šablony 7,50-16 TS-08 HORSCH

Po realizaci běhounu dle zadání se do řídicího PC linky Triplex a potřebné výrobní dokumentace zadají hodnoty z vyhovujícího ZK č. 4 - Tab.11 viz. Obr. 32 a 33.



Obr. 32. Panel řídicího PC linky

MITAS a.s., vřr. úsek ZLÍN		KONFEKČNÍ PŘEDPIS					Datum tisku: 12.05.08	
2221000061454 205		7.50-16 TS08 HORSCH 6PR TT					Strana č.: 1	
							Plášř od:	
Pološka		Šíře [mm]	Délka [mm]	Tlouř. [mm]	Kš	Sklon [°]	Komponenta	Hmot. [g]
1	Kord š. 1	640	1410		1	61	2202235000640	1191
2	Kord š. 2	610	1420		1	61	2202233000610	910
3	Lano komplet	6x6; Ø 410,0 mm					2211421000188	662
4	Sdružený profil		140	1380	10	2	2207100000638	2362
5	Běhoun se SG		370	1510		1	2208000030906	12050

KONFEKCE	KRUPP 60 RS	TOLERANCE	
Konfekční stroj	480 mm	Šíře kord. vozěk	± 5 mm
Šíře konř. bubnu	453 mm	Šíře běhounu	± 3 mm
Průměr konř. bubnu s plechy	400 mm	Délka běhounu	± 3 mm
Rozteř sdruř. profilů vnitřní		Hmotnost běhounu	± 3%

3	Lano komplet	2211421000188							
3.1	Lano vinutě	Pneudrát 0,69 mm	6	6	410,0	1	2100158248000	233	
3.2	Tvrdě guma					1	2201000000155	60	
3.3	Zajiřtění lan	TOMANOL/810/0,40	25	55	0,4	2	60	2202080000025	0,9
3.4	Jádřo		6	1337	6	1		22106800000204	32
4	Sdružený profil	2207100000638							
4.1	Směš š. 1		140	1380	10,0	1		2201000000111	694
4.2	Směš š. 4		140	1380	4,5	1		2201000000144	482
									1176
5	Běhoun se SG	2208000030906							
5.1	Spojovací guma		210	1510	0,20	1		2201000000133	70
5.2	Podběhoun		350	1510	6,3	1		2100010084122	3846
5.3	Běhoun		370	1510		1		2201000000111	8134
									12050

Hmotnost výrobku:	17,154 kg ± 3%	S	
Důvod změny:	5.2 zavedení podběhounové směři š. 2 4. zavedení Sdruženého profilu R. 638 změna rozteře sdruř. profilu		
Nahrazuje předpis:	61454 204		

Techrický pracovník	Ved. Odboru	Referent dokumentace
---------------------	-------------	----------------------

Obr. 33. Výrobní předpis pro 7,50-16 HORSCH – běhoun viz položka č. 5

2.13 Odzkoušení výrobku

V případě dimenzování nových výrobků nebo významné změně dosud používané technologie je nutné každý plášř nejdřívě ověřit určenou zkouškou v certifikované zkušebně (v tomto případě v IGTT).

Zavedení dvouvrstvého běhounu do výrobku je významná změna technologie a plášř se musel ověřit na zkušebně dle určené metodiky. Výsledek je na Obr. 34.

Metodika ZT-A-406 (zkouška trvanlivosti, zemědělského plášře – agriculture)

Kritéria: A >150h (vývoj), A >100h (sériová výroba)

Podle: Mitas-02-05/DTP Pneu: A-diagonální traktorové přední

Účel: Určení obecné životnosti pneu pro přední kola traktorů

Zkouška probíhá na bubnovém zkušebním stroji:

buben 1,7m nebo 2m, 20-30°C, H=100% uzavřené (huštění), Z=120% konstantní (ztížení), R=30km/h(24h), 40km/h(do poruchy)



IGTT a.s. - LABORATORNÍ ZKUŠEBNA PNEU, Tr.T.Bati 299, 764 22 ZLÍN

PROTOKOL O ZKOUŠCE č. 2697 2007

Laboratoř, akreditovaná Českým institutem pro akreditaci, o.p.s.
Akreditovaná zkušební laboratoř č. 1253

1. Zadavatel:	MITAS a.s. vývoj Zlín	Č. požadavku:	RF/07/202
	areál a.s. Svit, budova 46	Číslo úkolu:	102058
	762 02 Zlín	Středisko:	2600
	Česká republika	Datum zadání:	20.11.2007
	Řešitel: pan Fleischmann	Datum zprávy	10.1.2008
Důvod zkoušení: Zkouškový plášť s běhounem 165+T117			
2. Zkušební vzorek:	Plášť	Druh:	AH Ident. číslo: 16100
	Rozměr: 7,50-16	Dezén:	TS-08 Typ: TT
	Označení:	Výroba:	Mitas Zlín DOT: 4507
	LI: 88 SS: A8	PM:	225 kPa 6 PR LR
	Hmotnost: 17,6 kg	Plášť/Duše:	
3. Zkouška:	Zkouška trvanlivosti		
	Metodika:	ZT-A-406	akreditovaná
4. Podmínky zkoušky:	Zkušební stroj:	H2P	Teplota prostředí: 25 °C
	Zkušební ráfek:	5,50Fx16	Huštění: 225 kPa neupravované
	Zatížení:	659 daN	Rychlost: km/h Odklon: 0 °
	Min. počet cyklů:		Min. dráha: km
	Max. počet cyklů:		Max. dráha: km
5. Poznámka:	Rychlost: 30km/h(24h), 40km/h - do konce zkoušky.		
6. Výsledek:	Počet vykon.cyklů:	Ujetá dráha:	6 439 km Kód vad
	Trvanlivost: 167h, bez vady (zkouška byla ukončena po dohodě se zadavatelem).		
7. Hodnocení:	Kriteria: A: vývoj >150h, sériová výroba > 100h		
	Pneumatika vyhověla požadavkům zkoušky		
8. Přílohy:	1. Záznam o zkoušce na bubnovém stroji		
9. Upozornění:	Výsledky zkoušky se týkají pouze uvedeného vzorku. Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se protokol nesmí reprodukovat jinak, než celý.		

Vyhotovil: vedoucí zkušební technik laboratorní zkušebny pneu V. Závada

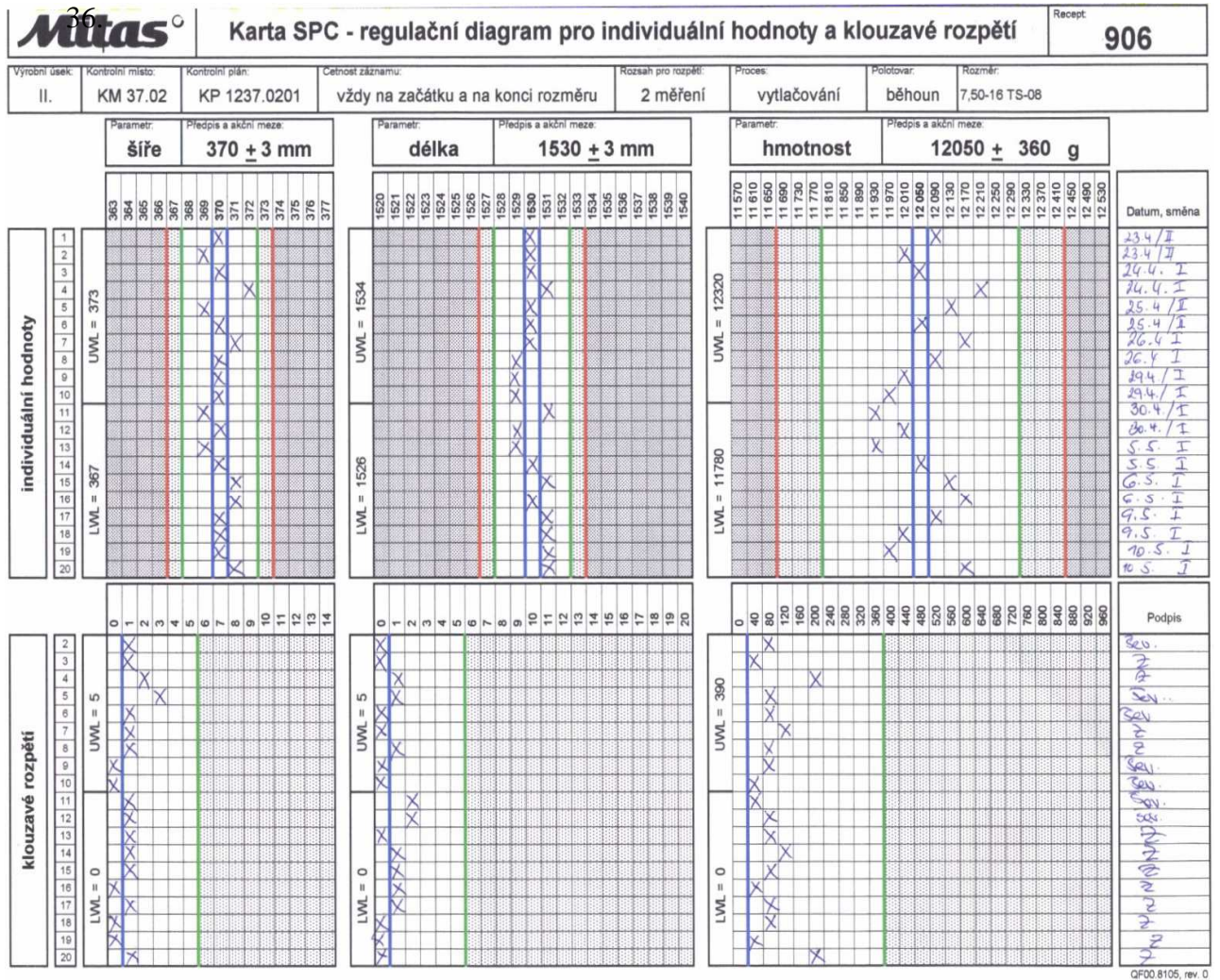
Schválil: manažer jakosti laboratorní zkušebny pneu RNDr. Sliž

IGTT a.s.
Tr. T. Bati 299, 764 22 ZLÍN
tel./fax: +420 577 597 241
laboratorní zkušebna pneumatik
akreditovaná laboratoř č.1253

Obr. 34. Protokol ze zkušebny

2.14 Vyhodnocení kritických znaků vydimenzovaného běhounu

Vyhodnocení proběhlo z SPC karty u vytlačovací linky, do které obsluha zapisovala skutečné parametry při sériové výrobě běhounu 7,50-16 TS-08 HORSCH viz Obr.35,



Obr. 35. Vyplněná SPC karta

MITAS, a.s.

Souhrnný protokol o zkoušce jakosti

12.5.2008 13:58:41

37.02-r.906

Výrobek:	POLOTOVARY	příprava polotovary																	
Postup:	37.02	linka TRIPLEX	Výrobní příkaz:		Datum výroby:	12.5.2008	Objem výroby:	1000000											
Hodnocení:			Poznámka:																
Č.p.	Název znaku	Jednotky	Požadované mezní hodnoty					Výsledky kontroly											
			JH	DM	HM	R	S	Re	Poč.	Poč.odb.	Xq	Min	Max	R	S	Cp	Cpk	P.va	% vad
(906)	7,50-16 TS-08 / běhoun																		
1	šíře	mm	370	365	375														
11	délka	mm	1530	1525	1535														
31	hmotnost	g	12050	11568	12532														

Obr. 36. Vyhodnocení Cp, Cpk na základě SPC karty Obr. 35

Po opakovaně kladných výsledcích v procesu výroby lze navrhování šablony běhounu považovat za ukončené.

2.15 Diskuse výsledků

Z naměřených výsledků vytlačeného profilu během navrhování vytlačovací šablony plynou následující vlivy, které zásadně ovlivňují narůstání polotovaru:

1. Velikost úhlu náběhu na vytlačovací šabloně výrazně ovlivňuje narůstání profilu.
2. Se zvyšující se odtahovou rychlostí VL klesají tloušťky a šířky polotovaru
3. Se zvyšujícími se otáčkami šneku VS rostou tloušťky a šířky polotovaru
4. S rostoucí teplotou VS se zvyšuje teplota vytlačovaného profilu a tím klesá narůstání profilu.
5. Rozdíl délky mezi konfekční a „kosící“ délkou zásadně ovlivňují parametry teploty profilu po vychlazení.

Dle uvedených vlivů byla navržena a otestována vytlačovací šablona pro běhoun 7,50-16 TS-08 HORSCH. Tento běhoun po ukončení návrhu (konečné parametry v povolených tolerancích) byl zaveden do sériové výroby.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce s názvem Dimenzování dvouvrstvého běhounu na vytlačovací lince Triplex bylo navrhnout nástroj (vytlačovací šablonu) pro vytlačování běhounu včetně jeho otestování a vyhodnocení.

Před samotným návrhem byla provedena studie problematiky výroby polotovarů na vytlačovacích linkách.

V praktické části bakalářské práce byly odzkoušeny a vyhodnoceny vlivy, které průběh vytlačování zásadně ovlivňují. Byl vyhodnocen ekonomický přínos dvouvrstvého běhounu, proveden návrh šablony pro konkrétní rozměr 7,50-16 TS-08 HORSCH. a jeho následné testování. Dle výsledků z jednotlivých etap navrhování šablony byly provedeny korekce (úpravy) na vytlačovací šabloně, aby výsledný běhoun odpovídal zadání. Parametry běhounu byly po zkušební době statisticky vyhodnoceny a ověřeny certifikovanou zkušebnou.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

- [1] MARCÍN, Jiří.: *Pneumatiky – výroba, použití, údržba*, SNTL, Praha 1976
- [2] FRANTA, Ivan. a kol.: *Zpracování kaučukových směsí a vlastnosti pryže*, SNTL, Praha 1969
- [3] JAHELKA, Miroslav.: *Gumárenské a plastikářské stroje*, SNTL, Praha 1974
- [4] MAŇAS, Miroslav., HELŠTÝN, Josef.: *Výrobní stroje a zařízení: gumárenské a plastikářské stroje díl 2*, VUT Brno, 1990. ISBN 80-214-0213
- [5] *Výrobce strojů pro zpracování půdy a setí fa Horsch*

Dostupný: <http://www.horsch.com/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PUR	Polyuretan
SBR	Butadienstyrenový kaučuk
BR	Butadienový kaučuk
NR	Přírodní kaučuk
dsk	Koncentrace přísad v kaučukové směsi
SPC	Statistická regulace procesu
C _p , C _{pk}	Indexy způsobilosti procesu
VS	Vytlačovací stroj
m	Hmotnost [kg]
S	Plocha [m ²]
l	Délka [m]
ρ	Hustota [kg/m ³]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Vytlačovací stroj na kaučukové směsi.....	4
Obr. 2. Šneky na zpracování kaučukových směsí.....	6
Obr. 3. Šneky na zpracovávání plastických hmot.....	7
Obr. 4. Měření teploty.....	9
Obr. 5. Provedení plnicího otvoru.....	10
Obr. 6. Přímá hlava na běhouny pláštěů pneumatik.....	13
Obr. 7. Čisticí hlava.....	14
Obr. 8. Soustrojí na vytlačování běhounů na pláště pneumatik.....	16
Obr. 9. Tlaky v šnekovém vytlačovacím stroji.....	20
Obr. 10. Vztah mezi teplotou, viskozitou a výkonem stroje.....	22
Obr. 11. Secí stroj Horsch Pronto DC.....	26
Obr. 12. Naplněný plášť PUR pěnou.....	27
Obr. 13. Umístění pneumatik na secím stroji.....	27
Obr. 14. Šípový dezén TS-08 HORSCH.....	27
Obr. 15. Popis vytlačovací linky Triplex.....	28
Obr. 16. Zadání pro běhoun 7,50 – 16 TS-08 HORSCH.....	32
Obr. 17. Varianty provedení úhlů náběhu.....	36
Obr. 18. Profil polotovaru.....	36
Obr. 19. Závislost narůstání na úhlu náběhu.....	37
Obr. 20. Závislost narůstání na rychlosti.....	38
Obr. 21. Závislost narůstání na otáčkách.....	38
Obr. 22. Závislost tlaku na otáčkách.....	39
Obr. 23. Sekce 1, 2, 3 temperující hlavu v tlačovacího stroje.....	41
Obr. 24. Závislost narůstání na teplotě.....	42
Obr. 25. Kazeta, předšablona, šablona.....	46
Obr. 26. Složení kazety, předšablony, šablony.....	47
Obr. 27. Dvoudílná šablona pro vytlačování.....	47
Obr. 28. Dělicí rovina předšablony.....	47
Obr. 29. Zvolený úhel náběhu na šabloně.....	48
Obr. 30. Profil běhounu.....	49
Obr. 31. Konečná podoba šablony 7,50-16 TS-08 HORSCH.....	50

Obr. 32. Panel řídicího PC linky.....	50
Obr. 33. Výrobní předpis pro 7,50-16 HORSCH	51
Obr. 34. Protokol ze zkušebny.....	52
Obr. 35. Vyplněná SPC karta.....	53
Obr. 36. Vyhodnocení Cp, Cpk na základě SPC karty Obr. 35	53

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Zastoupení jednotlivých směsí v běhoun dle zadání	32
Tab. 2. Vyhodnocení ekonomického přínosu dvouvrstvého běhounu.....	33
Tab. 3. Akční meze	34
Tab. 4. Hodnoty indexů způsobilosti	35
Tab. 5. Narůstání v závislosti na velikosti náběhu šablony	36
Tab. 6. Vliv otáček šneku a odtahové rychlosti na profil polotovaru	38
Tab. 7 Garantovaný výkon výrobcem linky a množství kaučukové směsi v běhounu.....	39
Tab. 8. Vliv teplot jednotlivých sekcí na narůstání profilu.....	41
Tab. 9. Vytlačovací podmínky pro navrhovaný běhoun	45
Tab. 10. Teploty VS 200, 150 pro navrhovaný běhoun	45
Tab. 11. Návrh šablony a průběh následného navrhování	49