

Návrh a výroba formy pro dezén pneumatiky

Bc. Pavel Páleník

Diplomová práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel Páleník**
Osobní číslo: **T17577**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Návrh a výroba formy pro dezén pneumatiky**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracování literární rešerše na dané téma.
2. Návrh formy a odvzdušňovacího ventilu.
3. Výroba formy.
4. Zhodnocení a závěr.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **KALPAKJIAN, Serope, Steven R. SCHMID a K. S. Vijay SEKAR. Manufacturing engineering and technology. 7th ed. in SI units. Jurong, Singapore: Pearson Education South Asia, c2014, xxviii, 1180 s. ISBN 978-981-06-9406-7.**
2. **BÍLEK, Ondřej a Imrich LUKOVICS. Výrobní inženýrství a technologie. Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati, 2014, 173 s. ISBN 978-80-7454-471-2.**
3. **DUCHÁČEK, Vratislav. Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2006, 278 s. ISBN 80-7080-617-6.**

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martin Bednařík, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

2. ledna 2019

Termín odevzdání diplomové práce:

17. května 2019

Ve Zlíně dne 1. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

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

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

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na návrh a výrobu formy pro dezén pneumatik. Tato práce má dvě části. První část je teoretická, kde je popsána teorie vulkanizace, stroje určené ke zpracování gumárenské směsi, popis části pneumatiky a forem, technologie CNC obrábění. Druhá část je praktická, kde je řešen samotný návrh formy a odvzdušňovacího ventilu, návrh přípravků pro uchycení formy do gumárenského lisu, postup výroby formy CNC obráběním, postup výroby membrány pro gumárenský lis, zhodnocení dané problematiky a závěr.

Klíčová slova: Forma, Odvzdušnění, CNC frézování, Vulkanizace, Membrána, Ventil, Pneumatika

ABSTRACT

The thesis is focused on the design and production of a tire tread mold. This work has two parts. The first part is theoretical, where is described the theory of vulcanization, machines for processing rubber compound, description of tire and molds, CNC machining technology.

The second part is practical, where is described design of the mold and deaeration vent, design preparations for attaching molds to the press machine, the mold making process by CNC machining, the manufacturing process for a rubber press membrane, evaluation of the issue and conclusion.

Keywords: Mold, Deaeration, CNC milling, Vulcanization, Membrane, Vent, Tire

Chci poděkovat v první řadě vedoucímu práce, panu Ing. Martinovi Bednaříkovi, Ph.D. , za velmi cenné rady. Dále mým kolegům z fakulty za jejich loajálnost a kolegům z mého zaměstnání. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za psychickou podporu při vytváření práce.

„Per aspera ad astra“

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Dále prohlašuji, že jsem se na diplomové práci (dále jen DP) pracoval samostatně a citoval veškerou literaturu, která je na konci této DP. Všechny komponenty a výkresy, které jsou předmětem této DP jsem vytvářel sám a v softwaru s platnou licencí.

Ve Zlíně

.....

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 KAUKUKY A VÝROBA PRYŽOVÝCH VÝROBKŮ.....	13
1.1 KAUKUKY	13
1.2 KAUKUKY PRO BĚŽNÉ, VŠEOBECNÉ POUŽITÍ.....	13
1.3 APLIKACE KAUKUKŮ	14
1.4 KAUKUKY PRO SPECIÁLNÍ POUŽITÍ	14
1.4.1 Olejovzdorné kaučuky	15
1.4.2 Silikonové kaučuky	15
1.5 PŘÍPRAVA GUMÁRENSKÉ SMĚSI.....	16
1.5.1 Válcování	16
1.6 LISOVÁNÍ PRYŽOVÝCH VÝROBKŮ V DUTINĚ FORMY	19
1.6.1 Lisovací cyklus.....	21
2 PNEUMATIKY A JEJICH VÝROBA.....	23
2.1 KONSTRUKCE PNEUMATIKY	23
2.2 STRUKTURA PNEUMATIKY.....	25
2.3 NÁVRH A VÝROBA FOREM URČENÝCH PRO VÝROBU DEZÉNU PNEUMATIK	27
2.3.1 Kontejnery pro vulkanizaci pneumatik	31
2.3.2 Komponenty formy	31
2.3.3 Pružinové odvzdušňovací ventily formy pro dezén pneumatik	34
2.3.4 Jednodílný pružinový odvzdušňovací ventil	34
2.3.5 Dvoudílný pružinový odvzdušňovací ventil	36
3 CNC FRÉZOVÁNÍ	38
II PRAKTICKÁ ČÁST	40
4 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	41
5 NÁVRH FORMY A ODVZDUŠŇOVACÍHO VENTILU	42
5.1 UMÍSTĚNÍ DĚR URČENÝCH PRO ODVZDUŠŇOVACÍ VENTILY	42
5.2 NÁVRH UCHYCENÍ FORMY V GUMÁRENSKÉM LISU	43
5.3 NÁVRH ODVZDUŠŇOVÁNÍ FORMY PRO DEZÉN PNEUMATIK	46
5.3.1 Výsledky testů lisování formy s jednodílným odvzdušňovacím ventilem.....	48
5.3.2 Zkoušky a výběr gumárenské směsi	49
5.3.3 Nový design jednodílného odvzdušňovacího ventilu	52
5.3.4 Vývoj nového dvoudílného odvzdušňovacího ventilu	54
6 VÝROBA FORMY.....	56

6.1	VÝBĚR NÁSTROJŮ PRO FRÉZOVÁNÍ DUTINY FORMY	57
6.2	STANOVENÍ PARAMETRŮ DĚR URČENÝCH PRO INSTALACI PRUŽINOVÝCH ODVZDUŠŇOVACÍCH VENTILŮ.....	63
6.3	VÝROBA OTVORU PRO INSTALACI VENTILU	64
6.4	VÝROBA POUZDRA ODVZDUŠŇOVACÍHO VENTILU	66
6.5	VÝROBA KOLÍKU ODVZDUŠŇOVACÍHO VENTILU.....	67
6.6	VÝROBA PRUŽINY VENTILU	67
7	VÝROBA MEMBRÁNY GUMÁRENSKÉHO ETÁŽOVÉHO LISU.....	68
8	ZHODNOCENÍ A ZÁVĚR	71
8.1	VÝSLEDKY TESTŮ VÝROBY DEZÉNU PNEUMATIK VE ZHOTOVENÉ FORMĚ.....	72
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	74
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	76
	SEZNAM OBRÁZKŮ	77
	SEZNAM TABULEK.....	79
	SEZNAM PŘÍLOH.....	80

ÚVOD

Před samotnou výrobou každé pneumatiky stojí velké množství práce, kterou je nutné odvést, abychom byli schopni dosáhnout výsledku, který si posléze můžeme běžně koupit.

Pneumatiky jsou již po dlouhou dobu nedílnou součástí našich osobních automobilů, motocyklů, jízdních kol a dalších běžných dopravních prostředků se kterými se setkáváme každodenně. Hlavním úkolem pneumatiky je převést výkon pohonné jednotky na vozovku a společně s tlumící jednotkou úspěšně eliminovat vibrace, které vznikají od nerovností vozovky.

K tomu, abychom mohli využít potenciálu pneumatiky je nutné zvážit tvar dezénu, parametry gumárenské směsi, velikosti pneumatiky a další.

V počátcích výroby pneumatiky nebylo zvykem, že by výrobce vytvářel několik desítek typů dezénů a zákazník neměl takové nároky na jakost dezénu a pneumatiky samotné.

Postupem času bylo zjištěno, že změnou dezénu pneumatiky lze dosáhnout lepších výsledků například při přenosu výkonu na povrch vozovky, lepšího odvodu vody z dezénu pneumatiky, lepší přilnavosti ve ztížených podmínkách, které mohou být odvozeny od mokré vozovky, vozovky pokryté sněhem a náledím.

Na základě těchto požadavků a zjištění se začal rozvíjet vývoj nových dezénů a parametrů pneumatiky. K tomu, aby byl komplikovaný dezén dobré jakosti bylo nutné dosáhnout i dobrého odvzdušnění formy. Toto odvzdušnění slouží k odvodu vzduchu z dutiny formy při vulkanizaci, který by zde jinak ve větší míře zůstal a způsobil zhoršení jakosti dezénu pneumatik, případně až celkovou nefunkčnost. Obdobně lze nalézt využití odvzdušnění při vstřikování.

Na začátku byl tento vzduch z dutiny formy odváděn především přes vyvrtané otvory (obdobně jako při vstřikování) poté se začala hromadně rozvíjet možnost odvzdušnění pomocí nainstalovaných kapilár v dutině formy.

Nicméně po vulkanizaci zůstávaly na povrchu dezénu pneumatiky tzv. přetoky, které je nutné odstraňovat. V současnosti již většina evropských výrobců pneumatik uskutečňuje výrobu pneumatik bez přetoků, které je nutné později odstraňovat. Tohoto lze dosáhnout pomocí pružinových ventilů obsažených v dutině formy, které odvádějí vzduch stejně dobře jako kapiláry a po odvodu vzduchu se uzavřou tak, aby na povrchu pneumatiky nezůstávaly přetoky.

K tomu, aby bylo možné v praxi vyzkoušet nový typ pružinového odvzdušňovacího ventilu byla navržena a vyrobena část dezénu pneumatiky, která posloužila k porovnávání výsledků vývoje nových odvzdušňovacích ventilů ve firmě, kde jsem zaměstnán.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KAUČUKY A VÝROBA PRYŽOVÝCH VÝROBKŮ

1.1 Kaučuky

Kaučuky se dělí především na přírodní a synteticky vyrobené (uměle vytvořené z ropy). Proces zesíťování molekul se odborně nazývá vulkanizace. Ta bývá prováděna při teplotách od 140 – 170 °C v závislosti na složení směsi a hlavním činidlem vulkanizace je síra. Pro běžnou kaučukovou směs se využívá od 2 – 3 % síry. Pro polotvrdou pryž je to od 10 – 20 %. Ebonit, z něhož se vyrábí například bowlingové koule obsahují více jak 20 % síry. [15]

Pryž samozřejmě není pouze směs kaučuku a síry. Je to gumárenská směs, která dále obsahuje stabilizátory, plastifikátory (které slouží pro lepší zpracování) a jiné pomocné látky jako jsou například plniva, pigmenty atd. [15]

Nezpracovaný tzv. surový kaučuk je za pokojových teplot velmi tuhý a nepoddajný. Naproti tomu po vulkanizaci je pryž velmi elastická v celé škále teplot. [15]

Pryž má amorfni strukturu s nízkou teplotou skelného přechodu a z toho plyne, že za působení malých vnějších sil dochází k silné deformaci a po přerušení působení vnějších sil dochází k návratu do původního stavu a tvaru bez plastické deformace. [15]

Vzhledem k omezenému množství přírodního kaučuku vznikl tlak na vyšší využití tzv. syntetických kaučuků, které jsou schopny nahradit tuto přírodní složku. Tyto syntetické kaučuky lze dále dělit například podle samotného použití a to na kaučuky pro všeobecné použití a na kaučuky speciální, tyto mají často zvýšenou odolnost vůči chemikáliím a teplotě (NR). V praxi jsou běžně upravovány samotné vlastnosti pryže pro použití například v gumárenském průmyslu, případně můžeme kaučuky míchat s polymery (např. s NBR/PVC). [15]

1.2 Kaučuky pro běžné, všeobecné použití

Kaučuky pro běžné, všeobecné použití v praxi jsou téměř nepolární. Proto může docházet k jejich porušení např. těkavými látky jako je benzin, chlorovaná rozpouštědla a oleje. Pryžím dodávají vysokou pevnost a dobrou ořetuvzdornost. Z důvodu špatné odolnosti vůči stárnutí je velmi výhodné použití tzv. stabilizátorů. [15]

1.3 Aplikace kaučuků

Kaučuky lze využít pro spotřební a zdravotnické zboží, hadice, dopravní pásy, technickou pryž, obuv, lepidla, bowlingové koule, nátěr. Nepříznivá je použitelnost pro prostředí s vysokými teplotami. Ethylen-propylenové kaučuky (EPM, EPDM) jsou výborně odolné vůči stárnutí, a proto je můžeme využít v praxi pro opláštění kabelů, těsnění, střešní aplikace, izolace u vodních nádrží, případně jako modifikátory houževnatosti polymerů. [15]



Obr. 1. Příklady pryžových výrobků vyrobených z kaučuků pro všeobecné použití v praxi [15]

1.4 Kaučuky pro speciální použití

Kaučuky pro speciální použití se většinou používají případech, kde je požadována velká odolnost vůči olejům a zvýšené teplotě, kterou u kaučuků pro všeobecné použití docílit nelze. [15]

Tab. 1. Zkratky a relativní spotřeba nejběžněji používaných kaučuků [15]

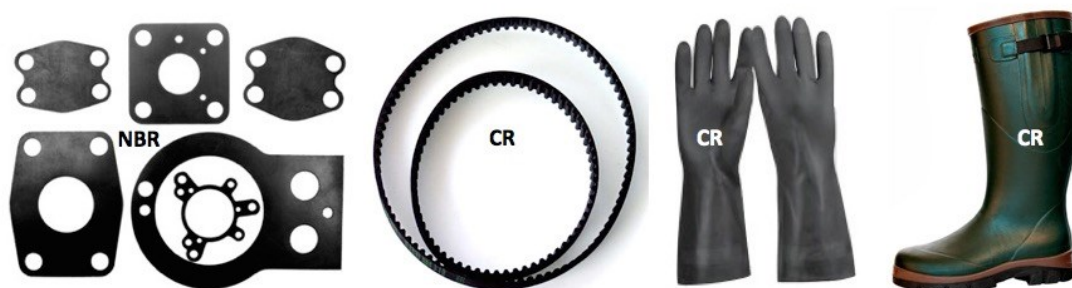
Zkratka	Název	Spotřeba [%]	Určení
NR	přírodní kaučuk	32	pro všeobecné pou- žití
IR	izoprenový kaučuk	3	
SBR	butadienstyrenový kaučuk	37	
BR	butadienový kaučuk	10	
EPM	ethylenpropylenový kaučuk	7	
EPDM			
IIR	butylkaučuk	3	olejovzdorné
CR	chloroprenový kaučuk	3	
NBR	butadienakrylonitridový kaučuk	3	
ACM	akrylátový kaučuk	0,5	
OT	polysulfidový kaučuk	0,1	
MQ	silikonový kaučuk	0,1	teplovzdorné
FPM	fluorouhlíkový kaučuk	0,1	

1.4.1 Olejovzdorné kaučuky

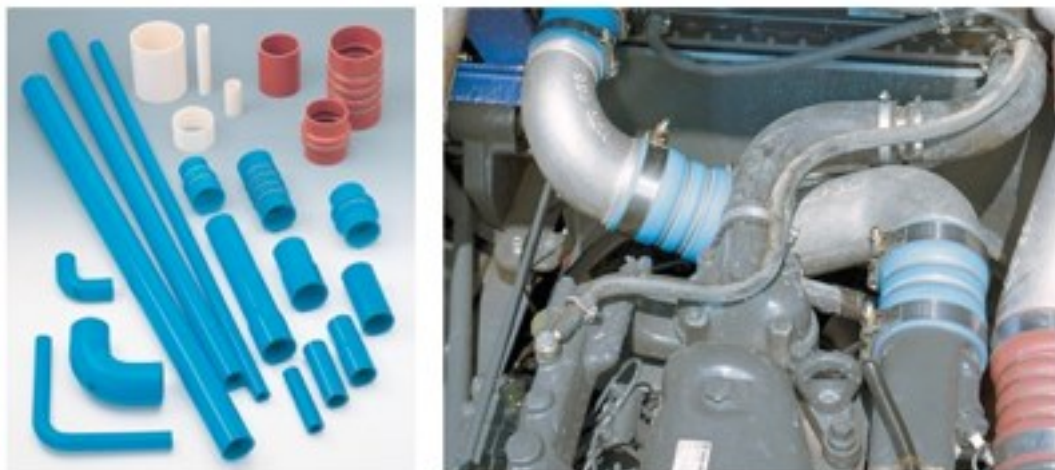
Olejovzdorné kaučuky se od kaučuků pro běžné použití liší především svou polaritou. Přičemž platí pravidlo čím více polárnější olej je, tím polárnější musí být kaučuk, ze kterého je vyrobená pryž. Pro nepolární oleje se především používá chloroprenový kaučuk (CR), pro polárnější prostředí naopak butadien-akrylonitrilové kaučuky (NBR) nebo podstatně dražší akrylátové kaučuky (ACM) případně fluorouhlíkové kaučuky (FPM) s koncentrací fluoru mezi $66 \div 70 \%$, které odolávají převážně všem mazivům, tekutým palivům a více či méně zředěným kyselinám oxidační povahy, a navíc vynikají odolností při dlouhodobém působení za vysokých teplot. Největší odolnost vůči olejům disponují pryže z polysulfidových kaučuků (OT), které však nejsou zcela teplovzdorné. Používají se především k výrobě hadic, těsnění a obuvi a chloroprenový kaučuk také k výrobě kombinéz tzv. neoprenů. [15]

1.4.2 Silikonové kaučuky

Silikonové kaučuky (Q), které mají v hlavním řetězci vazbu-Si-O-, jsou teplovzdorné a současně dokonce i mrazuvzdorné. Jejich speciální typy jsou použitelné k výrobě pryží používaných ve velkých teplotních rozmezích a to od $-90 \div 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$, přičemž vlastnosti těchto pryží se s teplotou mění jen velmi málo. Neodolávají ale vlhkému prostředí, ve kterém za zvýšených teplot podléhají rychlému rozkladu. Používají se k izolaci velmi tepelně namáhaných vodičů a pro tepelně namáhané součástky, např. ve strojírenství a v automobilovém průmyslu. Díky zdravotní nezávadnosti je lze používat pro výrobu dudlíků, kousátků a silikonových částí šidítek nebo v lékařství jako implantáty a také jako kontaktní čočky. [15]



Obr. 2. Příklady pryžových výrobků zhotovených z olejovzdorných kaučuků [15]



Obr. 3. Příklady silikontextilních hadic ze silikonového kaučuku. [15]



Obr. 4. Příklady výrobků ze silikonového kaučuku. [15]

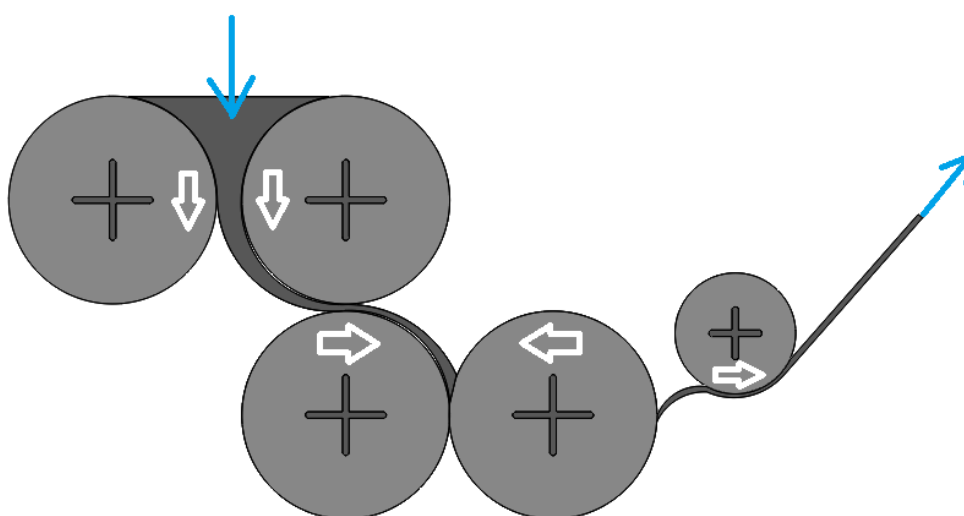
1.5 Příprava gumárenské směsi

1.5.1 Válcování

Válcovací a válcové stroje mají široké uplatnění ve zpracovatelských oborech. Jejich pracovními orgány jsou různě konstruované válce seskupené do různých sestav. Tyto válce dělíme do třech skupin a to: válcovací stroje (dvouválce, víceválce, pomocná zařízení a výrobní soustrojí), válcové stroje na úpravu povrchu (desénovací a tiskové stroje) a válcové lisovací stroje a bubnové lisovací stroje. [9, 5, 2]

Kalandry

Kalandry mají 2 až 4 válce v potřebném uspořádání, s možností přesného proměnlivého nastavení šterbiny a frikce mezi jednotlivými válci (u moderních kalandrů může mít každý válec vlastní pohon). Při válcování gumárenských směsí musí být kvůli nebezpečí navulkanizace používány nižší teploty než při klasickém válcování plastů. Proto jsou síly mezi válci vysoké a provedení gumárenských kalandrů musí být velmi robustní. [9, 5, 2]



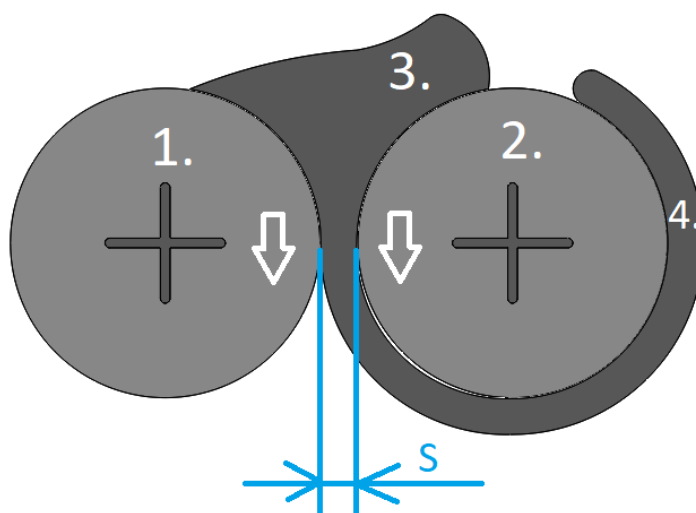
Obr. 5. Princip víceválců [1]

Dvouválcové kalandry

Zatímco povrch válců u míchacích dvouválců není z důvodu lepšího míchání obvykle zcela hladký, jsou válce kalandrů vždy broušené a leštěné. [9, 5, 2]

Dvouválcové kalandry jsou vhodné k tažení pásů kaučukové směsi a mohou být použity např. ve výrobě podrážek obuvi nebo ve výrobě podlahovin. Vzhledem k nízké kvalitě povrchu výrobků se však používají jen výjimečně, například pro laboratorní přípravu směsi. Spíše výjimkou bývá i použití dvouválcových kalandrů v kombinaci s válcovou hlavou, kde dvouválec slouží k leštění a kalibraci tloušťky pásu vystupujícího z ploché hlavy vytlačovacího stroje. [9, 5, 2]

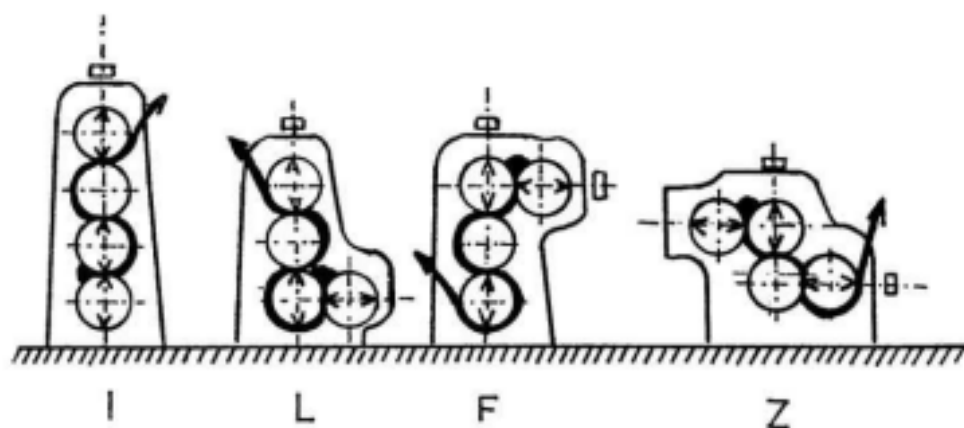
Zpracování hmoty při použití dvouválců vyžaduje od obsluhujícího dělníka často těžké fyzickou práci. Přitom je to práce velmi zodpovědná může být i nebezpečná. Proto se používání dvouválců stále více omezuje a místo nich se uplatňují hnětací stroje a šnekové hnětací nebo vytlačovací stroje. [9, 5, 2]



Obr. 6. Schéma dvouválce. 1.-Levý válec; 2.-Pravý válec; 3.-Návalek; 4.-Opásání; s-skus [9]

Do skupiny velkých válcovacích strojů můžeme zařadit tříválcové a čtyřválcové stroje, které mají válce o průměru nad 450 mm a délky nad 1200 mm. Nejčastější jsou stroje s průměrem válců kolem 700 mm a s pracovní délkou okolo 1800 mm. U těchto strojů již musí být kompenzováno prohnutí pracovních válců. Ve zpracovatelských závodech se jich používá k válcování fólií a k nanášení termoplastických hmot na textilie. Zpracovávají se na nich především kaučukové směsi a z plastomerů hlavně měkčený i neměkčený polyvinylchlorid a jeho kopolymery. V případě příznivých okolností lze vyválcovat fólie z měkčeného polyvinylchloridu o tloušťce 0,04 mm. [9, 5, 2]

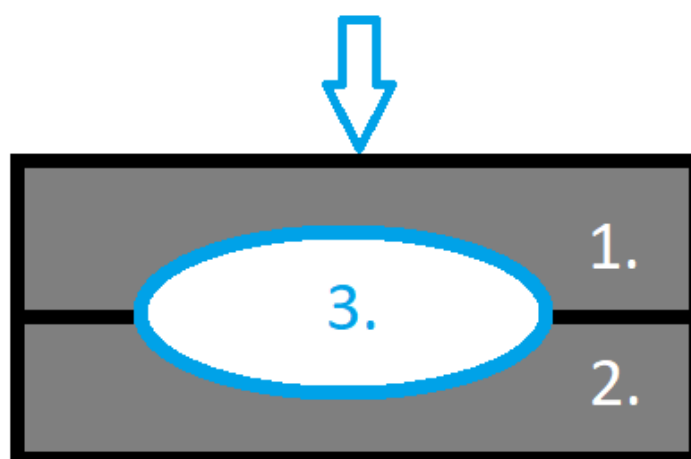
Válcování pásů o tloušťce nad 6 mm i z kaučukových směsí je již problematické, proto se tlusté pásy často zpracovávají slepováním z několika fólií současně válcovaných na strojích za sebou. [9, 5, 2]



Obr. 7. Klasifikace čtyřválců na typy I, L, F, Z. [4]

1.6 Lisování pryžových výrobků v dutině formy

Lisování je diskontinuální proces, při kterém se vulkanizace kaučukové směsi provádí teplem v dutině formy. V průběhu vulkanizace získává gumárenský výrobek konečný, neměnný tvar. Délka výrobního cyklu při lisování závisí hlavně na kinetice vulkanizace a na průběhu ohřevu kaučukové směsi. Výrobní cyklus je možné měnit změnou vstupních parametrů i samotnou technologií.



Obr. 8. Schéma uzavřené formy. 1.- Horní část formy;
2.-Spodní část formy; 3.-Dutina formy [4]

Část formy předeheřtá na stanovenou vulkanizační teplotu má dutinu odpovídající požadovanému tvaru finálního výrobku. Dutina formy může mít různou velikost (ta je stanovena výrobkem) a forma může obsahovat jednu, nebo více dutin. Tlak ve formě je během vulkanizace vyvozován lisem nebo membránou lisu, případně obojím. [9, 5, 2]

Po otevření formy je do dutiny formy vložena nevulkanizovaná kaučuková směs (tzv. předlisek), která je připravena pomocí homogenizace, například na dvouválcích. [9, 5, 2]

Po uzavření formy musí směs dutinu formy zcela vyplnit (jinak by docházelo k defektům). Kaučuková směs musí být proto dávkována s mírným přebytkem, který při zalisování odchází přes přetokové kanálky ven z dutiny formy. Po uzavření formy získá kaučuková směs konečný tvar a proběhne její samotná vulkanizace. [9, 5]

Pokud směs v průběhu lisování nevyplní zcela formu, je výrobek vadný (chybí mu některé části). Pomoci může změna tvaru dutiny formy nebo zvýšení hmotnosti předlisku, případně změna viskozity samotné kaučukové směsi (pokud je viskozita příliš nízká nevytlačí se všechen vzduch, pokud je viskozita příliš vysoká materiál nevyplní celou dutinu formy). [5]

Odvzdušnění formy lze zlepšit několikanásobným otevřením a uzavřením formy během lisování případně dokonale navrženým odvzdušňovacím systémem. Na hotovém výrobku lze případně zjistit místo uzavírání vzduchu a v tomto místě do formy navrtat odvzdušňovací otvor malého průměru, do kterého můžeme případně umístit odvzdušňovací ventil. [5]

Při lisování mohou vznikat problémy také v důsledku vysoké tepelné roztažnosti a nízké tepelné vodivosti kaučukové směsi ve srovnání s kovovou dutinou vulkanizační formy. [5]

Protože viskozita kaučukové směsi klesá s rostoucí teplotou a roste s pokračující vulkanizací, je tok materiálu během vulkanizace v lisovací formě velmi složitý a náchylný k případným nedoliskům. [5]

Pohyb materiálu nálože ve formě v průběhu lisování závisí složitým způsobem i na tvaru, uložení a hmotnosti předlisku výrobku. V případě potřeby může být směs předlisku vložena do formy i v několika kusech, které se později spojí. [5, 9]

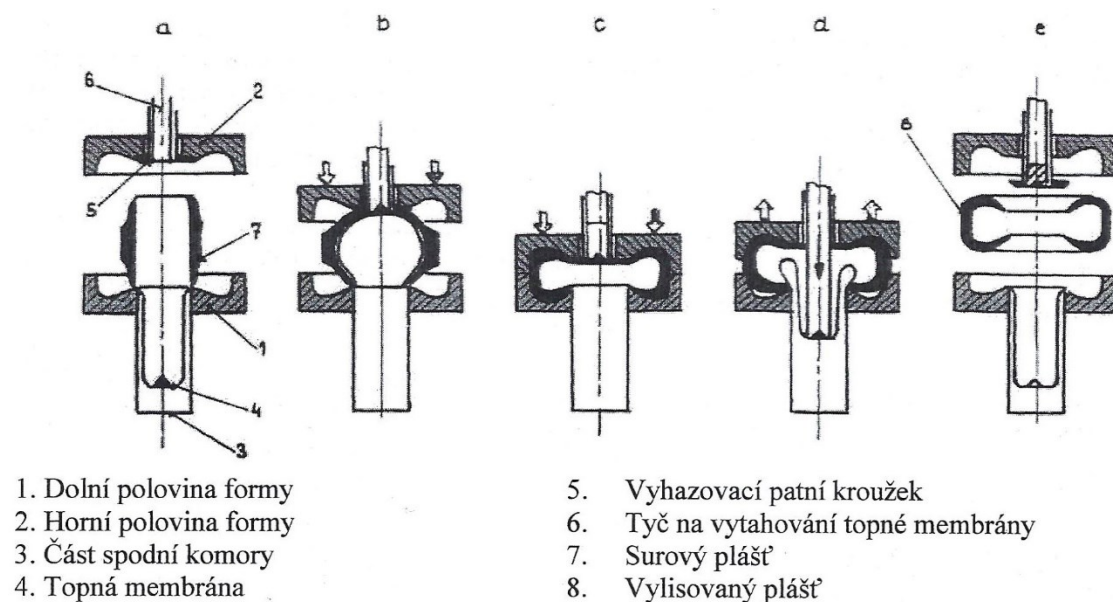
Po vulkanizaci, vyjmutí z formy a ochlazení se výrobek smrští, takže forma musí být vždy poněkud větší (nejčastěji o cca 1,5 %), než jsou požadované rozměry hotového výrobku. S rostoucím obsahem plniv v kaučukové směsi smrštění výrobků klesá. [5]

1.6.1 Lisovací cyklus

Lisovací cyklus zahrnuje všechny opakující se operace, které se musí provést, aby došlo k vylisování výlisku. [2]

Pro gumárenské materiály to především jsou:

plnění formy, uzavření formy, odvzdušnění, vulkanizace, otevření formy, vyhazování, vyjmutí výlisků z formy, čištění a úprava formy. [2]



Obr. 9. Činnost membránového lisu Autoform. [9]

Příprava nálože

Nálož se připravuje z polotovarů vzniklých při válcování, či vytlačování. Váha nálože se rovná váze hotového výrobku zvětšené o optimální velikost přetoku. V případě menší váhy vznikají nedolisky, naopak při velké váze mohou vzniknout zbytečně velké přetoky (které se musí následně odstranit), popř. může dojít i k tvarové či rozměrové odchylce. [2, 5]

Způsob přípravy nálože kaučukové směsi závisí na finálním tvaru výrobku, konstrukci formy a skladbě gumárenské směsi. Zásadou je, aby nálož měla co nejpodobnější tvar jako

finální výlisek. Pak stačí krátký tok materiálu, vyvolaný lisovacím tlakem, k úplnému zaplnění dutiny formy. Tvar nálože a její umístění do formy musí umožňovat odvod vzduchu z formy, proto se volí tvar nálože spíše vyšší a užší. Popřípadě lze použít tzv. odvzdušnění, kdy se po zalisování tlak sníží. Tento proces se může i několikrát opakovat, než se forma definitivně uzavře lisovacím tlakem. [2, 5]

2 PNEUMATIKY A JEJICH VÝROBA

2.1 Konstrukce pneumatiky

Pneumatika je v podstatě neoddělitelný soubor materiálů s velmi odlišnými vlastnostmi (Obr. 10), jejichž výroba vyžaduje vysokou přesnost. Je složena z následujících komponent:



Obr. 10. Konstrukce pneumatiky [12]

1. Vnitřní vložka – vrstva ze vzduchotěsné syntetické pryže

Jde o vnitřní vrstvu pneumatiky, která má stejnou funkci jako duše, která se používala u starších typů pneumatik. [12]

2. Vrstva kostry

Kostra je složena z tenkých textilních vláken, uložených rovnoběžně vedle sebe a zalitých do pryže. Textilní vlákna jsou důležitou složkou ve struktuře pneumatiky, jejichž úkolem je splňovat odolnost proti tlaku. Tkanina jedné automobilové pneumatiky obsahuje přibližně 1300 vláken, z nichž každé může odolávat síle 15 kg. [12]

3. Patka pláště

Patka je konstruována tak, aby zvládla přenášet točivý moment motoru a brzdou sílu z ráfku až na styčnou plochu pneumatiky s vozovkou. [12]

4. Patní lana

Patní lana vyztužují patku a pomáhají držet pneumatiku na ráfku vozu. Mohou nést zátěž až 1800 kg bez rizika jejich přetržení. [12]

5. Ohebné pryžové bočnice

Chrání pneumatiku proti nárazům, které by mohly poškodit celý plášť. Místo, kde se pneumatika dotýká ráfku, je zpevněno velmi tvrdou gumou. [12]

6. Nárazníky

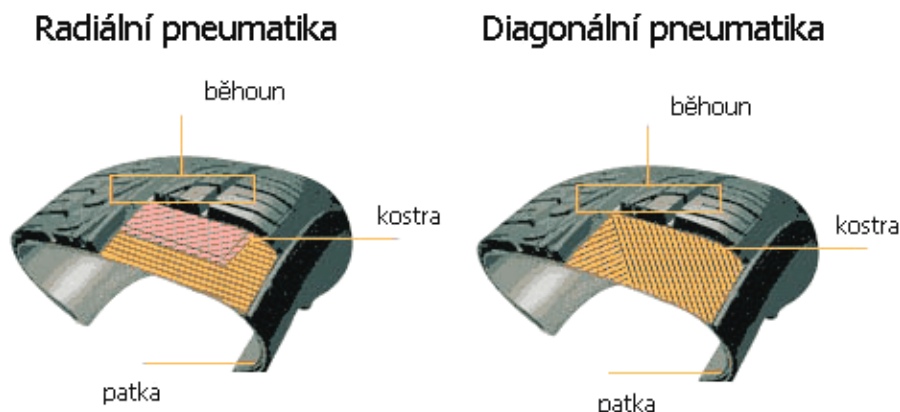
Jde o síť jemných, velmi pevných ocelových lanek většinou mezi dvěma vrstvami pryže. Ty jsou přilepené k sobě a k ploše běhounu, svírající spolu úhel cca 60°. Ocelová lanka křížící tkaninu pláště tvoří s ní trojúhelníky. Použitá metoda se nazývá triangulace a přispívá k pevnosti celku koruny. Takto tvořené nárazníky výztužné vrstvy obemykají plášť po celém jeho obvodu. Musí mít dostatečnou pevnost, aby nebyly protaženy odstředivou silou. Tímto způsobem zachovávají průměr pneumatiky za všech namáhavých podmínek. Stejně tak musí být pevné i v příčném směru, aby odolávaly tlakům a namáhání při náhlé změně směru jízdy. Další podmínkou je dostatečná ohebnost ve svislém směru, čehož je využito při absorpci namáhání způsobené nerovnostmi povrchu při přejezdu překážek. [12]

7. Běhoun

Běhounem se nazývá vzorkovaná část pneumatiky, která je v přímém kontaktu s vozovkou. V místě kontaktu musí být běhoun schopen odolávat velkým tlakům. Směs je připravována tak, aby byla schopna uchycení na všech typech povrchu, odolávala opotřebení a obrušování a co nejméně se zahřívala při provozu. [12]

2.2 Struktura pneumatiky

Z hlediska struktury můžeme pneumatiky rozdělit na radiální nebo diagonální. Radiální jsou dnes téměř všechny pneu osobních, nákladních a zemědělských strojů a dalších vozidel. Diagonální jsou na ústupu, nicméně stále nalézají uplatnění v nákladních, zemědělských a průmyslových oblastech. [13, 14]



Obr. 11. Rozdělení typů pneumatiky [13]

Diagonální konstrukce

Řez pneumatiky na Obr. 11 zobrazuje diagonální konstrukci, která je tvořena několika textilními vrstvami položenými šikmo od jednoho patkového lana k druhému ve střídavém směru. Počet vrstev je závislý na velikosti pneumatiky a její nosnosti. Proužky jsou skládány stejným způsobem na bočnicích i na koruně pneumatiky. [13, 14]



Obr. 12. Styčná plocha pneumatiky [14]

Tím, že jsou vrstvy uloženy diagonálně, mají při podélném pohybu (rotace kola), tendenci se nepatrně rozšiřovat a zužovat v závislosti na namáhání pneumatiky. Tyto pohyby vyvolávají tření v místech, kde pryž obklopuje síť. Díky tření dochází k energetickým ztrátám ve formě vznikajícího tepla, což v dlouhodobém měřítku způsobuje zhoršení kvality pneumatiky a zkracuje životnost. [13, 14]

V nezatíženém stavu má diagonální pneumatika při kontaktu se zemí mírně elipsovitý tvar. Po zatížení se mírně zplošťuje. Čím je zatížení větší, tím více jsou krajní části běhounu tlačeny k vozovce, zatímco střed běhounu je naopak od povrchu oddalován. To má vliv na snížení celkové přilnavosti. [13, 14]

Pokud dojde při jízdě po rovné silnici ke krátkodobému přetížení, je styčná plocha pneumatiky velká. Jakmile se odlehčí, styčná plocha pneumatiky se zmenšuje. Proto prochází diagonální pneumatika sérií větších a menších kontaktů podle toho, jaká je právě nerovnost vozovky. [13, 14]

Z důvodu přítomnosti bočních sil nesedí pneumatika s diagonální konstrukcí kvůli nepružnosti bočnic na zemi celou plochou. Jeden okraj běhounu je mírně zmáčknutý a druhý má tendenci se odlepit od země. Výsledkem je značná ztráta původního směru. [13, 14]

Radiální konstrukce

Radiální konstrukce se skládá z vrstvy proužků textilu, přičemž každý proužek je uložen kolmo ke směru pohybu pneumatiky. Na koruně pneumatiky je kordová tkanina zakončená pásem koruny, vytvořeným z několika vrstev vyztužených ocelovými nárazníky. Tyto kordové vrstvy jsou na sebe položeny tak, aby se překrývaly v různých úhlech. Jednotlivé vrstvy jsou pokládány různými způsoby na koruně a na bočnicích, takže každá část pneumatiky je speciálně řešena k výkonu své funkce. [6, 14]

Vyztužení bočnic je vytvořeno jednou tenkou textilní vrstvou a jednou tenkou vrstvou pryže. [6, 14]

Na koruně, směrem dovnitř konstrukce pneumatiky, je textilní výztuha pokryta pásem ocelových nárazníků. Tato konstrukce umožňuje pružnost bočnic a lepší tuhost koruny.

V bočnicích radiálních pneumatik jsou vlákna od sebe oddělena a také jsou zapuštěna do pryže. Na koruně pneumatiky je síť mnohem složitější. Je složena z vláken kostry, která pokračuje z bočnice a kovových nárazníků. Tato síť je trojúhelníková. [6, 14]

V bočnicích je smykové napětí mezi paralelními vlákny velmi slabé a pryž je relativně tenká. Díky tomu nevzniká velké tření ani teplo. Na koruně si trojúhelníková síť zachovává svůj tvar. Tím pádem je struktura neustále stabilní a při jízdě zůstává přitisknuta k povrchu. Díky těmto minimálním deformacím se prodlužuje životnost pneumatiky.

I když není pneumatika s radiální strukturou zatížena, dotýká se povrchu vozovky skoro celou plochou. Styčná plocha pneumatiky je tedy i při nulovém zatížení velmi velká. Při zatížení pneumatiky vzroste styčná plocha pouze podélně, šířku si zachová původní. Bloky běhounu jsou přitisknuty k zemi celou plochou a poskytují tak maximální přilnavost pneumatiky. Díky pružnosti bočnic je pneumatika schopna pohltnout více nerovností. [6, 14]

Když je pneumatika v pohybu, šířka styčné plochy se příliš nemění. Zatížení pneumatiky ovlivňuje délku styčné plochy. Z toho vyplývá, že na šířku této plochy nemají nepravidelnosti na povrchu vozovky vliv. [6, 14]

Protože jsou bočnice pneumatiky s radiální strukturou mnohem pružnější, dochází u nich se vzrůstající silou ke stále většímu ohybu. Bočnice tak funguje podobně kloubový závěs mezi kolem a běhounem, takže pneumatika může zůstat celou plochou běhounu na zemi. Díky tomu lze žádaný směr jízdy udržovat i v případě příčných tlaků. [6, 14]

2.3 Návrh a výroba forem určených pro výrobu dezénu pneumatik

Vstupem do výroby pneumatik je forma složená obvykle z 9 nebo 11 převážně hliníkových segmentů (forem). Opracování každé této segmentové formy probíhá v několika krocích, kdy je kladen velký důraz na preciznost a kvalitu vykonávané práce. [16]

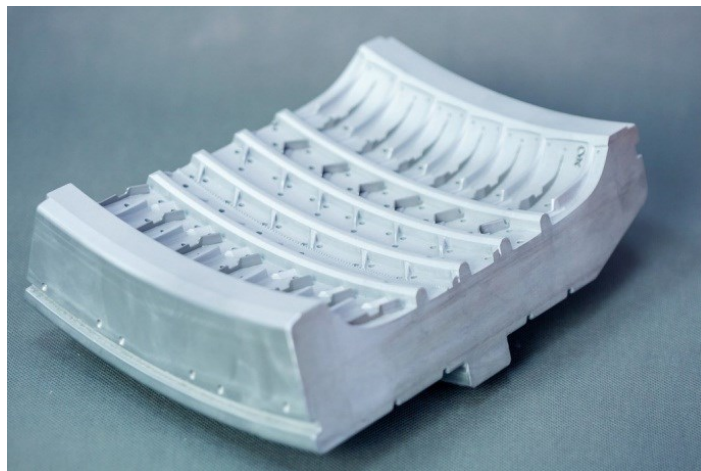


Obr. 13. Forma na výrobu pneumatiky [16]

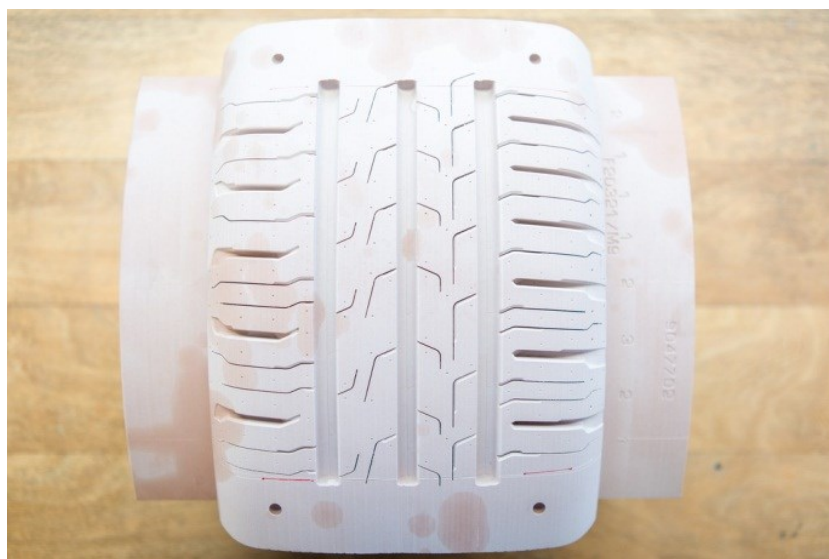
Jedním z důležitých úkolů je vytvořit požadovanou segmentovou formu pro vytvrzování pneumatiky. Každá taková forma obsahuje dutinu, která je negativem pneumatiky. K tomu, abychom dosáhli požadovaného tvaru pneumatiky musí být ve formě vytvořen negativ samotné pneumatiky.

Dutina formy může být vytvořena pomocí CNC obrábění. Tato metoda přímo vytváří vzor dutiny, a proto má kratší výrobní čas. Nicméně složitá geometrie dutiny do značné míry zvyšuje obtížností proces obrábění, který musí být velmi přesný a při procesu obrábění často dochází k chybám [16]

Další výrobní možností je obrábět tvar běhounu pomocí EDM, kdy k vytvoření dutiny formy využíváme elektrody. Tato metoda je však velmi omezená pro složité geometrie. Celková doba výroby je také velmi zdlouhavá z důvodu relativně nízké rychlosti odstraňování materiálu při procesu EDM. [16]



Obr. 14. Forma na výrobu pneumatiky [16]



Obr. 15. Model na výrobu formy na výrobu pneumatiky [16]

Nejčastěji používanou metodou je vyrábění kovových forem pomocí přesného odlévání [9]. Tato technologie se skládá z několika kroků. Nejdříve je vytvořen vzorek pneumatiky (tzv. model) s drážkami podobným tvaru jako pneumatika, ale z nekovového materiálu (obvykle epoxid nebo jiné polymery). Vytvoření konkávních tvarů s ostrými rohy pomocí řezného nástroje je v tomto případě méně problematické, a to z důvodu snadnějšího úběru materiálu. [16, 9]

Vytvořená forma potom dále slouží jako odlévací forma pro výrobu kaučukových forem (tzv. flex) s drážkami okopírovaných do povrchu. Po vytvoření této kaučukové formy jsou do drážek vloženy lamely.

Poté se odlíje pozitivní sádrová forma do kaučukové formy „flex“, která převezme produkční lamely. Následně již přichází poslední krok, při kterém dochází k odlévání většinou hliníkové formy do sádry (sádra vypadá jako pneumatika s lamelami), která tvoří negativ pneumatiky. [16]

Takto vyrobené formy jsou označovány jako segmentované. Materiálem forem bývají hliníkové slitiny a nerezová ocel. Posledním krokem je vytvořit loga společnosti nebo čísla řady pneumatik na bočnici formy pomocí víceosého CNC obrábění. [16]

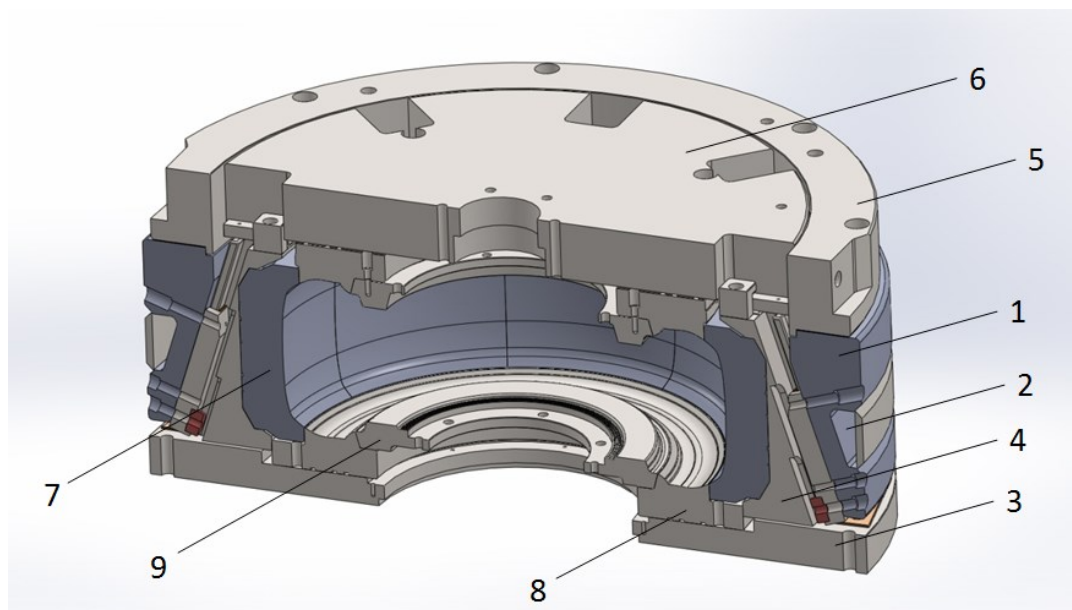
Po odlévání je třeba zkontrolovat důležité rozměry a profily drážek před konečnou přepravou. [16]



Obr. 16. Kaučuková forma „Flex“ odlitá z modelu pneumatiky [17]

2.3.1 Kontejnery pro vulkanizaci pneumatik

Kontejnery pro vulkanizaci jsou složeny z několika částí, které do sebe zapadají tak, aby na sebe navazoval pracovní postup při vulkanizaci. Každý výrobce kontejnerů má své vylepšení a liší se od kontejnerů dalších výrobců. Nicméně pracovní postup zůstává podobný. [10]



Obr. 17. Popis kontejneru na výrobu pneumatik. 1 – Kuželový prstenec, 2 – Vyhřívací komora, 3 – Spodní deska, 4 – Tělo kontejneru, 5 – Distanční kroužek, 6 – Horní deska, 7 – Segment, 8 – Bočnice, 9 – Patní kruh [10]

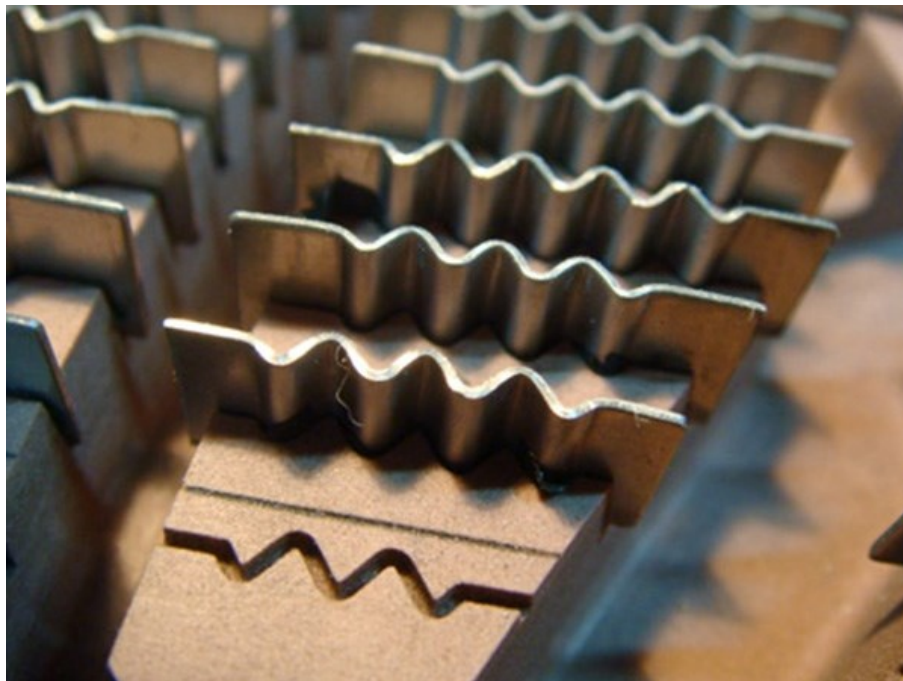
2.3.2 Komponenty formy

Mezi základní komponenty formy/segmentu pneumatik patří: termo-čidla, kluzné desky, manipulační prvky, lamely, ventily a tělo formy samotné. Množství a umístění těchto komponent je závislé na typu formy, (PCR, TBR), dezénu (zimní, letní, celoroční) a typu výrobce. Obecně se nedá říct, že by všechny formy měly obsahovat lamely, manipulační prvky, termo-čidla. [10]

Lamely

Lamela je část formy(segmentu), která určuje tvar dezénu. Na základě tvaru a ohybu lamely je poté v pneumatice vytvořena drážka, jejíž tvar je definován tvarem lamely. Lamely slouží k lepší přilnavosti pneumatiky k povrchu vozovky. Někteří výrobci pneumatik je na letních

dezénech vůbec nepoužívají, lamely dále například neobsahují vůbec formy pro cyklistické pláště. Jelikož lamely jsou v těchto formách zbytečné. Základní dezén je tvořen pouze dutinou formy. Materiálem lamel je nerezový plech, který se zpracovává tvářením za studena do požadovaného tvaru pomocí lisovacích nástrojů.



Obr. 18. Lamely v modelu z umělého dřeva [18]

Odvzdušňovací systém

Odvzdušňovací systém slouží k odvodu vzduchu z dutiny formy. Odvzdušnění může fungovat díky odvzdušňovací mezeře mezi jednou a druhou částí formy.

Další možností je použít CNC obráběné kapiláry, což jsou jednoduché odvzdušňovací ventily. Tělo kapiláry je obráběno pomocí soustružení. Po obrobení vnějšího povrchu kapiláry na požadovaný vnější průměr, délku, tvar jsou tyto kapiláry nainstalovány do dutiny formy.

Dále je možné použít tzv. pružinové odvzdušňovací ventily, což je odvzdušňovací ventil s pružným elementem, který uzavírá ventil a tím znemožňuje zatečení směsi do ventilu formy a k tvorbě přetoků.

Pružinové ventily sloužící k odvzdušnění dutiny formy. Umožňují vyrábět pneumatiky s povrchem, který neobsahuje přetoky. Tyto přetoky jsou vytvořeny starším typem odvzdušňovacích systémů. Například u odvzdušnění pomocí vyvrtaných děr v dutině formy, případně odvzdušňovací pomocí odvzdušňovacích kapilár.



Obr. 19. Odvzdušňovací kapiláry [11]

Při vulkanizaci dochází, v případě použití staršího odvzdušňovací systému, k zatečení kaučukové směsi do odvzdušňovacích děr a k samotné vulkanizaci uvnitř dutiny odvzdušnění. Po vyjmutí pneumatiky z formy je na jejím povrchu spousta přetoků, které je nutné odstranit.

Výhody technologie pružinového odvzdušnění:

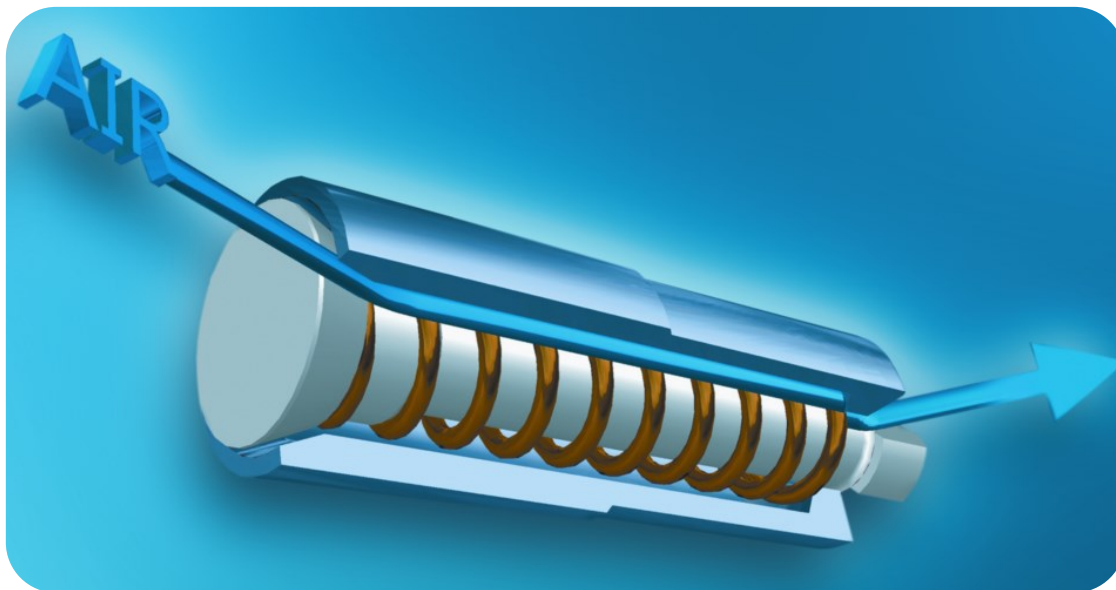
- přátelské k životnímu prostředí (snížená produkce přetoků a následného odpadu),
- lepší vzhled pneumatiky (velmi důležitý parametr pro prémiové značky automobilů),
- levnější cena formy a její údržba (pružinové ventily mají daleko vyšší životnost),
- úspora času při čištění (nedochází k zatečení směsi do ventilů),
- snadnější kontrola pneumatik na stroji (pneumatika je lépe vyvážená),
- možnost umístění etikety, polepu na povrch pneumatiky (značení rychlostních limitů atd.).

2.3.3 Pružinové odvzdušňovací ventily formy pro dezén pneumatik

V současné době se používané pružinové odvzdušňovací ventily rozdělují na dvě kategorie, jednodílné nerozebíratelné ventily a dvoudílné rozebíratelné ventily. Jednodílný ventil je snadný na výrobu a instalaci do formy, nicméně jeho údržba, při ucpání ventilu gumárenskou směsí, je nemožná. K výměně ventilu je potřeba zastavit výrobu, rozložit celou formu a po vyražení ventilu je nutné převrtat díru po ventilu na větší průměr a do převrtané díry použít ventil s větším průměrem než ventil, který vyměňujeme. [11]

U dvoudílných ventilů na druhou stranu díky své rozebíratelnosti se nemusí převrtávat díra pro pouzdro, protože dojde při výměně ventilu pouze k demontáži vnitřní části to znamená výměnu kolíku s pružinou z pouzdra. [11]

Ale pružný mechanismus zajišťující výměnu středu je často namáhán opakovanou montáží a demontáží, tudíž dochází často k jeho opotřebení, které může mít za následek vytažení kolíku z pouzdra v průběhu vyjímání zvulkanizované pneumatiky z vulkanizační formy a následnému defektu formy. Toto může mít znatelný vliv na efektivitu výroby. [11]



Obr. 20. Princip pružinového odvzdušňovacího ventilu [11]

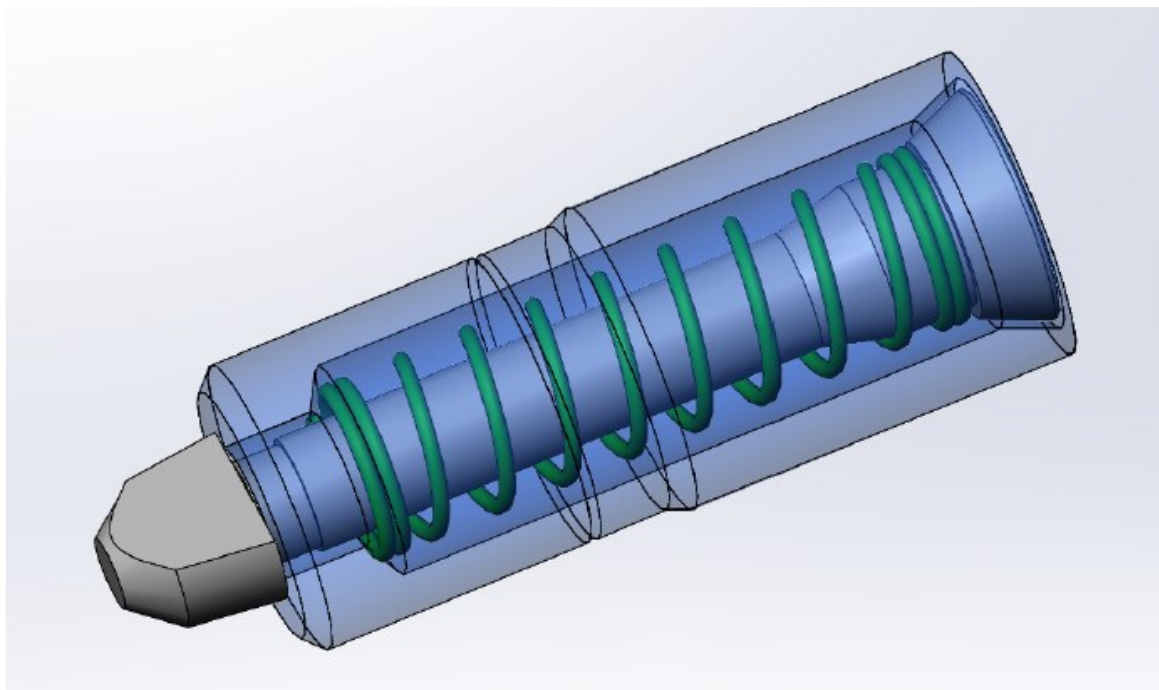
2.3.4 Jednodílný pružinový odvzdušňovací ventil

Jednodílný odvzdušňovací ventil obsahuje tři základní části a to: kolík, pružinu a pouzdro. Střední díl se nazývá kolík a společně s pružinou tvoří hybný mechanismus odvzdušňova-

cího ventilu. Při vulkanizaci prochází vzduch dutinou odvzdušňovacího ventilu mezi kolíkem a pouzdrem. Při kontaktu směsi s horní plochou části kolíku dochází k pohybu kolíku směrem k vnější straně formy, a tím k uzavření ventilu. Při vulkanizaci může docházet k zatékání gumárenské směsi do dutiny odvzdušňovacího ventilu, toto lze ovlivňovat pomocí změny síly pružiny, případně změnou zdvihu, což je čas potřebný k uzavření odvzdušňovacího ventilu. [11]

Hlavními výhodami jednodílného odvzdušňovacího ventilu jsou:

- především nižší cena, vlivem rychlejší výroby,
- větší odolnosti při čištění, zapříčiněná pevným zalisováním kolíku na konci,
- rychlejší jednokroková instalace ventilu,
- větší rozsah vnějších průměrů, díky jednodušší konstrukci.



Obr. 21. Jednodílný pružinový odvzdušňovací ventil GACZ [11]

2.3.5 Dvoudílný pružinový odvzdušňovací ventil

Dvoudílný odvzdušňovací ventil obsahuje tři základní části a to:

- kolík,
- pružinu,
- pouzdro.

Střední díl se nazývá kolík a společně s pružinou tvoří hybný mechanismus odvzdušňovacího ventilu, stejně jako u jednodílného ventilu. Při vulkanizaci prochází vzduch dutinou odvzdušňovacího ventilu mezi kolíkem a pouzdrem. Při kontaktu směsi s horní plochou části kolíku dochází také jako u jednodílného ventilu k pohybu kolíku směrem k vnější straně formy a tím k uzavření ventilu.

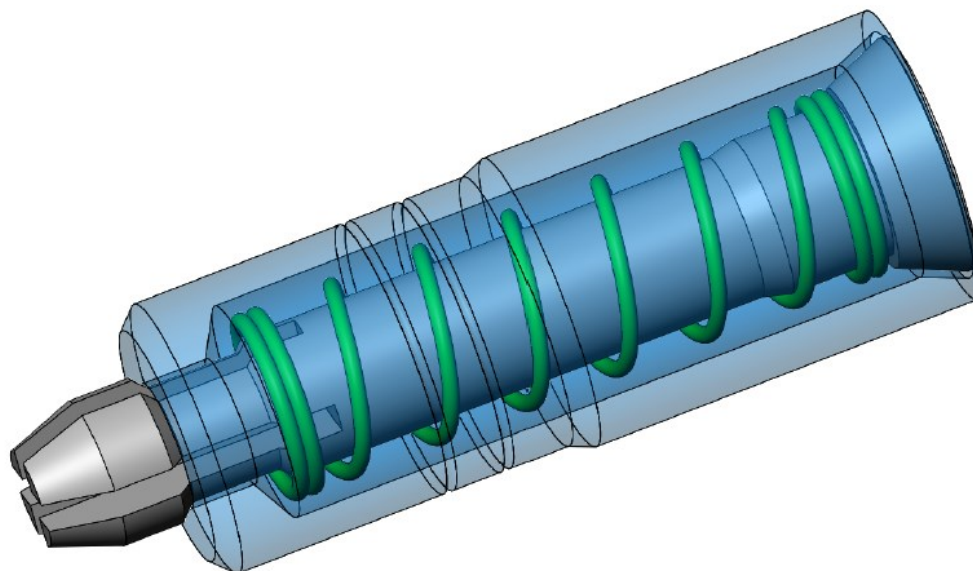
Při vulkanizaci může docházet k zatékání gumárenské směsi do dutiny odvzdušňovacího ventilu, toto lze ovlivňovat pomocí změny síly pružiny, případně změnou zdvihu, což je čas potřebný k uzavření odvzdušňovacího ventilu. [11]

Na rozdíl od jednodílného ventilu je velkou výhodou dvoudílného ventilu možnost úprav parametrů středové části. Tohoto jde dosáhnout pomocí jednoduché výměny kolíku s pružinou. Díky této vlastnosti lze při zatečení gumárenské směsi vyměnit pouze středový díl. [11]

Hlavní výhody dvoudílného ventilu:

- možnost výměny středové části při zatečení gumárenské směsi,
- možnost výměny materiálu kolíku za kolík z jiného materiálu,
- možnost výměny pružiny na kolíku,
- možnost změny zdvihu díky snadné výměně středové části kolíku, který ovlivňuje tento parametr,
- možnost výměny kolíku za jiný typ, například s jinou hlavičkou atd.,

- možnost instalace ve dvou krocích tzn. pouzdro do formy a po čištění a dokončení formy instalace kolíku s pružinou do dutiny pouzdra.



Obr. 22. Dvoudílný pružinový odvzdušňovací ventil GACZ [11]

3 CNC FRÉZOVÁNÍ

CNC frézování je po obrábění pomocí soustružení jedna z nejpoužívanějších metod třískového obrábění, při kterém každý zub nástroje odebírá třísku. Hlavním řezným nástrojem je v případě CNC frézování fréza. Fréza vykonává hlavní řezný pohyb. Vedlejší řezný pohyb – posuv zpravidla vykonává obrobek, který je uchycen například pomocí svěráku k tělu stolu stroje. Úběr třísky materiálu je přerušovaný. Toto je způsobeno větším množstvím zubů. Díky této skutečnosti dochází při frézování k ochlazování jednotlivých zubů. [8, 7, 3]

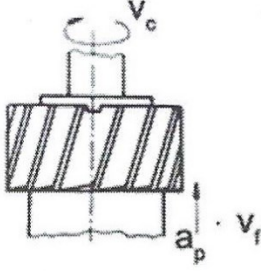
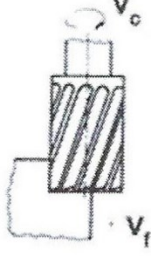
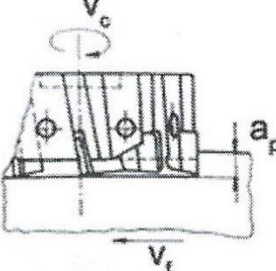
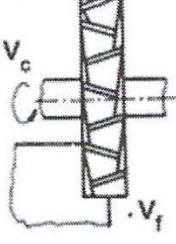
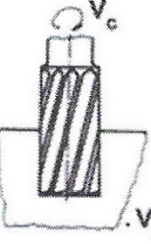

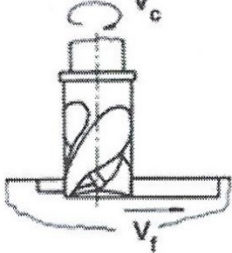
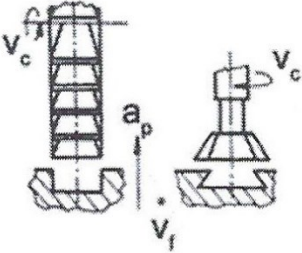
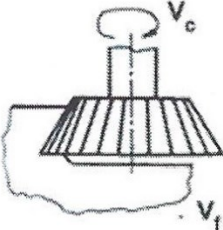
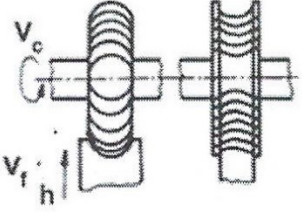
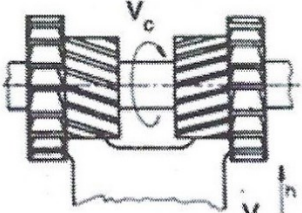
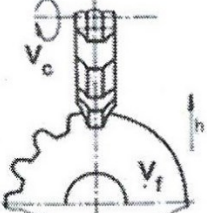
Frézováním lze obrábět rovinné, případně tvarové přímkové plochy. Podle způsobu záběru frézy do materiálu je možné rozlišovat technologie frézování na frézování válcové, frézování čelní a frézování okružovací. [8, 7, 3]

Při válcovém frézování se odebírá z obrobku třísky břity, které jsou uspořádány po obvodu frézy. Směr posuvu je kolmý k ose frézy. Výsledný řezný pohyb je dráha břitu nástroje vzhledem k obrobku. [8, 7, 3]

Podle směru posuvu obrobku vzhledem ke směru otáčení frézy lze rozeznávat frézování na sousledné a tzv. nesousledné. Na základě tohoto dělení se mění i průřez odebírané třísky od maxima do nuly, nebo od nuly do maxima. [8, 7, 3]

CNC frézování se od běžného konvenčního frézování liší především řídicím systémem. CNC frézka má v sobě řídicí systém, který je naprogramován pomocí tzv. postprocesoru počítače. Při přípravě programu pro CNC frézování je především důležité nadefinovat geometrii finálního výrobku. K tomuto slouží CAD programy, kde se vytváří tzv. model. Následně je tento model přenesen do další platformy, která se označuje jako CAM a slouží k nadefinování nulových bodů obrobku, vůči nulovým bodům stroje. Dále v tomto programu jsou naprogramovány dráhy nástroje, otáčky a jeho další parametry. [8, 7, 3]

Poté je vygenerován NC kód pomocí postprocesoru a přenesen do paměťového úložiště stroje. Posléze dojde k zaměření všech nástrojů a obrobku a ke spuštění NC programu v CNC stroji. [8, 7, 3]

 <p>Nástrčná čelně-válcová fréza</p>	 <p>Fréza stopková čelně-válcová</p>	 <p>Frézování rovinné plochy frézovací hlavou</p>
 <p>Kotoučová fréza s prostřídá- ným sklonem břitů</p>	 <p>Fréza stopková čelně-válcová</p>	 <p>Válcová fréza se zuby ve šroubovici</p>
 <p>Frézování drážky dvoubřito- vou drážkovací frézou</p>	 <p>Frézování drážek a vodicích ploch a) kotoučovou frézou</p>	 <p>b) stopkovými tvarovými frézami</p>
 <p>Frézování tvarových ploch a) kotoučovými frézami</p>	 <p>b) soustavou válcových a kotoučových fréz</p>	 <p>Frézování ozubení kotoučovou modulovou frézou</p>

Obr. 23. Typy frézovacích nástrojů [3]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomová práce je věnována návrhu a výrobě formy pro dezén pneumatik. Na začátku praktické části diplomové práce je rozebíráno především téma návrhu a výroby odvzdušňovacího systému pro formu určenou na výrobu dezénu pneumatik.

Posléze je v diplomové práci popisován výběr, návrh a výroba vhodné formy určené pro výrobu dezénu pneumatik. Tato forma dále slouží především k testování nových typů odvzdušňovacích ventilů.

Poté, co je forma vyrobena je nutné navrhnout a vyrobit vhodné přípravky pro uchycení do gumárenského etážového lisu. V tomto lisu běžně probíhá testování nových odvzdušňovacích ventilů, které se ve firmě GACZ navrhují a vyrábějí.

Na základě testování z reometru jsou určeny vhodné parametry vulkanizace směsi v gumárenském etážovém lisu jako je například teplota, čas, tlak.

Pro gumárenský etážový lis byla v prostředí firmy GACZ vyrobena i membrána gumárenského etážového lisu.

Na základě všech předešlých kroků popsaných v této diplomové práci byly zpracovány finální vzorky výlisků dezénu z formy pro výrobu dezénu pneumatik. Jakost a technologie výroby těchto výlisků je popsána v této diplomové práci.

Hlavní cíle diplomové práce lze shrnout do následujících bodů:

- výběr, návrh a výroba vhodného odvzdušňovacího systému formy pneumatik,
- návrh a výroba vhodné formy pro výrobu dezénu pneumatik,
- návrh a výroba přípravků určených pro uchycení formy do gumárenského etážového lisu,
- výběr vhodné gumárenské směsi a stanovení parametrů vulkanizace,
- výroba membrány gumárenského etážového lisu,
- zhodnocení finálních výlisků z navržené a vyrobené formy.

5 NÁVRH FORMY A ODVZDUŠŇOVACÍHO VENTILU

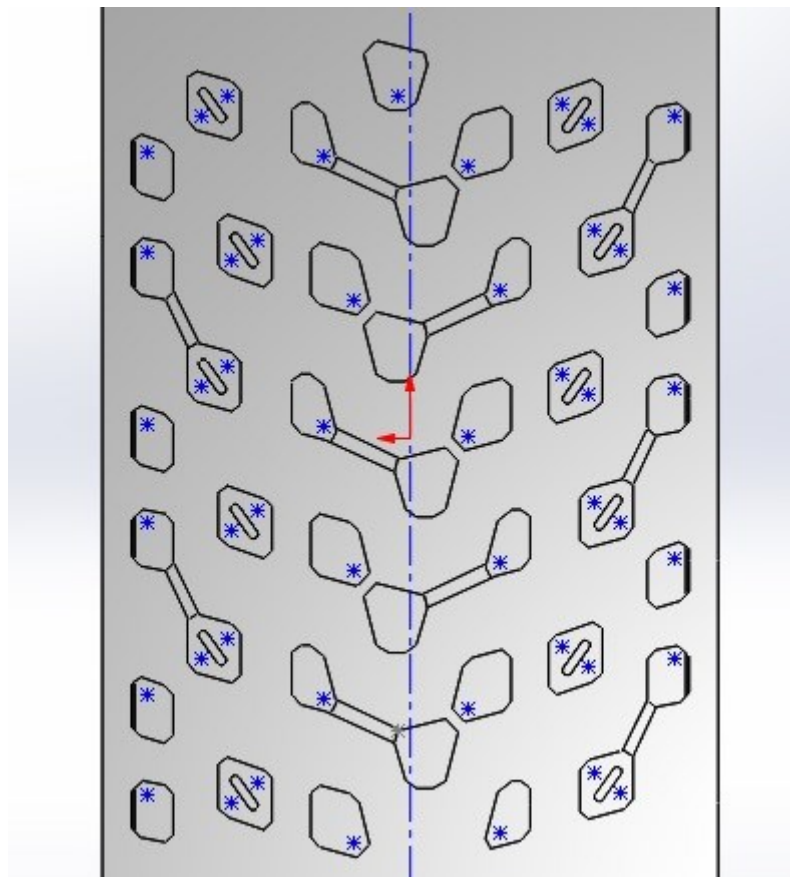
V této diplomové práci je popsána konstrukce a návrh formy a odvzdušňovacího systému. U formy pro vulkanizaci pláště pneumatik byl hlavní důraz kladen na co nejvěrnější napodobení dezénu, který zákazník – zadavatel poptávky na odvzdušňovací systém používá. Na formě pro vulkanizaci pláště pneumatik byl vytvořen návrh a zhotovení přípravků pro uchycení zmenšené formy pro vulkanizaci pneumatik. Návrh samotné formy pro vulkanizaci pláště pneumatik, návrh vhodného odvzdušnění formy, návrh odvzdušňovacích ventilů, které odvzdušní formu bez přetoků vulkanizační směsi.

Typ dezénu a jeho tvar byl předdefinován zákazníkem v závislosti na požadavcích, které má splňovat, jako dobrou prostupnost terénem a zároveň dobrou adhezi, otěruvzdornost, přilnavost i za zvýšené vlhkosti. Tento vcelku jednoduchý dezén byl namodelován dle požadavků zákazníka bez ohledu na parametry určené tvarem.

Po testech v programu 3D simulačních programech se dospělo k názoru, že vzhledem ke strategii zákazníka, která vede k použití většího množství odvzdušňovacích ventilů, není problém se zatékáním způsobený umístěním odvzdušnění. Tento problém napovídá spíše velmi nízké viskozitě směsi a použití velkého množství příměsí. Nicméně receptura směsi bývá u každého zákazníka jiná a není možné ji ve většině případů ovlivňovat.

5.1 Umístění děr určených pro odvzdušňovací ventily

Pro určení umístění odvzdušňovacích ventilů byl z části použit simulační software Moldex3D, dále bylo čerpáno z předešlých zkušeností při výrobě odvzdušňovacích ventilů. Vzhledem k tvaru dezénu formy bylo nutné umístit odvzdušňovací ventily tak, aby byly odvzdušněny všechny samostatné bloky dezénu, případně, aby byli odvzdušněni alespoň jeden blok v páru. Při umísťování odvzdušňovacích ventilů je nutné dbát na to, že odcházet z dutiny formy po celou dobu lisování a není možné, aby někde zůstal zachycen. V případě nedokonalého odvzdušnění může docházet k celkové nefunkčnosti vulkanizační formy. Proto byly odvzdušňovací ventily umístěny co nejhluběji v dutině formy tak, aby zbylý vzduch v průběhu vulkanizace mohl bezpečně odejít z dutiny formy.



Obr. 24. Pozice odvzdušňovacích ventilů

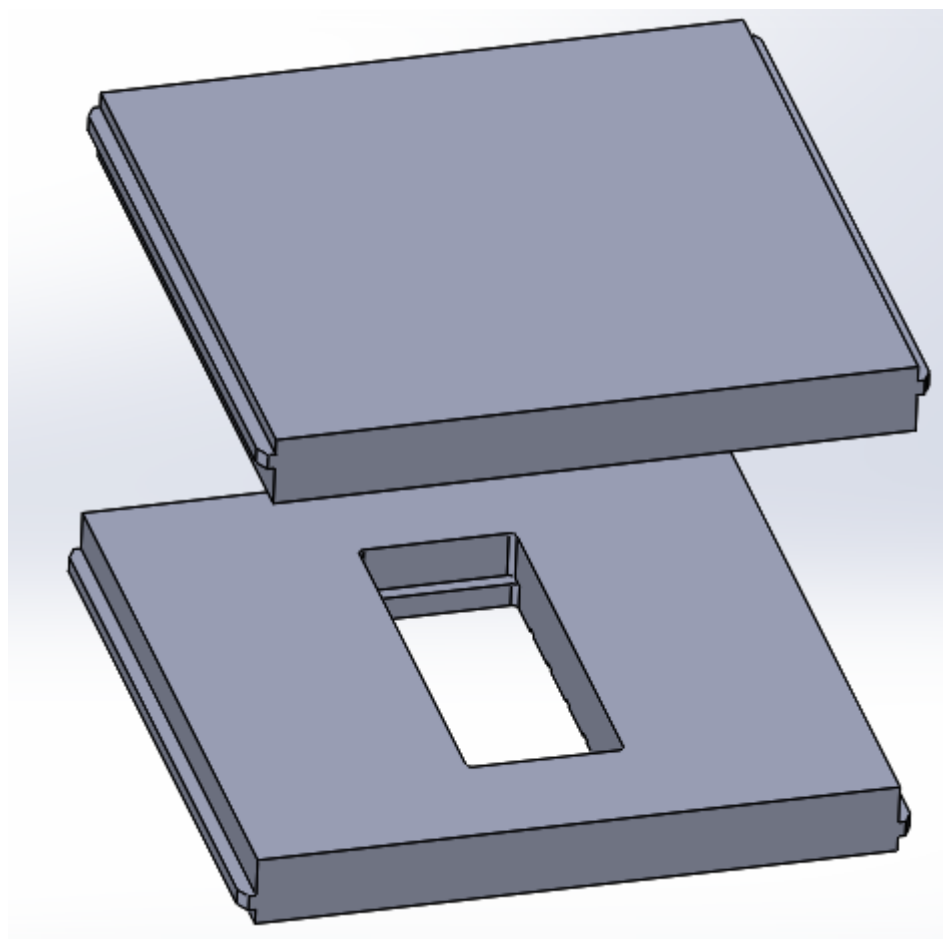
5.2 Návrh uchycení formy v gumárenském lisu

Přípravek na upevnění segmentu ve vulkanizačním lisu byl zhotoven dle přiloženého výkresu. Výroba byla realizována pomocí frézování na 5 osé CNC frézce, slícování jednotlivých dílů bylo zhotoveno pomocí sloupové vrtačky, na níž byly vyvrtány díry pro závity a montážní šrouby, díky tomu bylo využito maximální efektivity výroby za použití minimálního množství CNC obráběcího centra.

Jelikož se jedná o jednoduchý přípravek na založení části segmentu do úchytů zkušebního gumárenského lisu, nebyl kladen důraz na maximální přesnost výroby, hlavním a nejdůležitějším parametrem je souosost horní a spodní desky přípravku tak, aby bylo dosaženo těsnosti mezi vkládanou náloží a lisovací membránou lisu. Tato membrána je vyrobena z gumárenské směsi a při vulkanizaci je v ní tlak okolo 7-8 bar.



Obr. 25. Etážový gumárenský lis

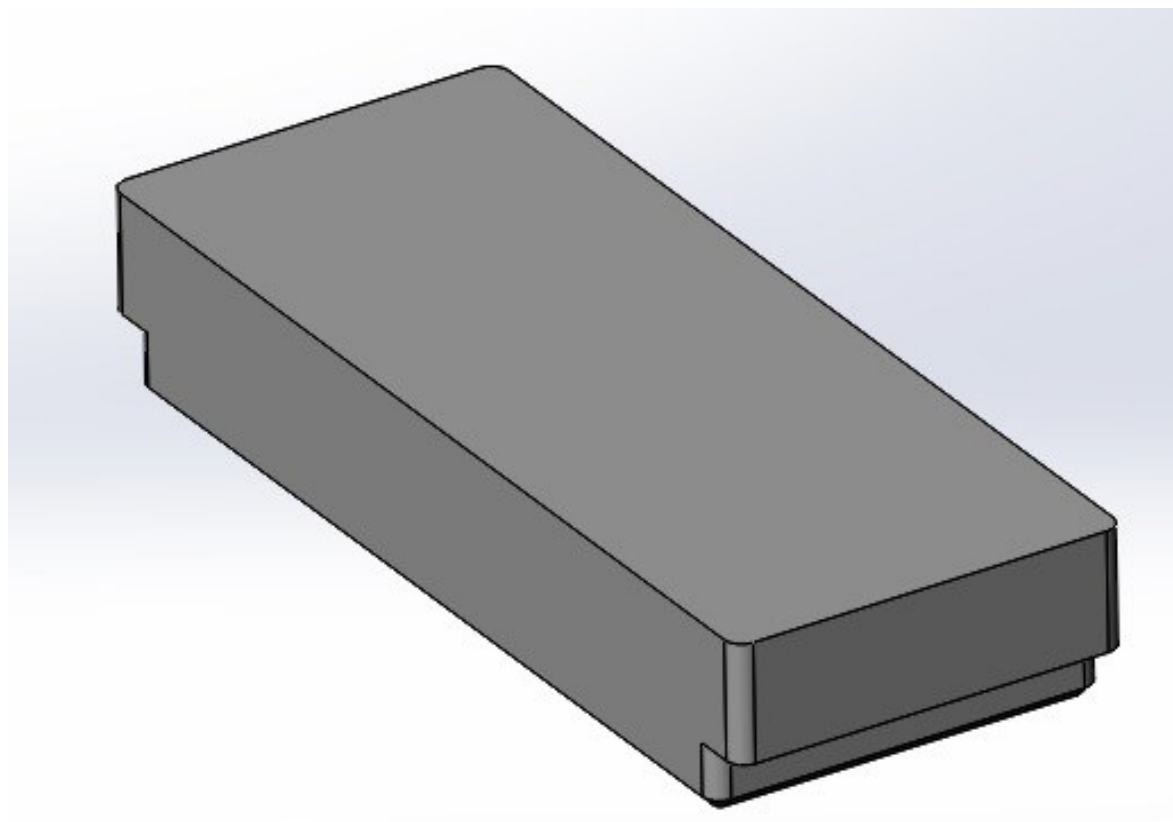


Obr. 26. Přípravek na uchycení do etážového lisu

Přípravek pro uchycení části formy byl zhotoven z duralu. Dural byl zvolen z důvodu dobré obrobitelnosti, za účelem dosažení minimální hmotnosti při výměně membrány, případně formy určené pro vulkanizaci gumárenské směsi a z důvodu velmi dobrého přenosu tepla, který je důležitý pro ohřev formy segmentu samotné. Vzhledem k teplotám, které jsou při vulkanizaci dosahovány a zvýšeným tlakům okolo 7-8 bar a 750kN, není možné použití například polymerního materiálu, který by mohl vézt k poškození formy samotné.

Při testech odvzdušnění ve vyráběné formě je možné umístit horní část přípravku do gumárenského lisu, a poté je osazena spodní část, která již obsahuje námi zhotovenou část formy. Forma je v tomto přípravku uchycena pouze přechodným uložením. Není zde kladen větší důraz na přesné osazení. Důležité je pouze, aby forma nevyčnívala ze spodní části přípravku a nemohla být protlačena, posunuta ve spodní části přípravku, čehož je dosaženo pomocí spodní hrany formy, která je ve styku se spodní hranou v dutině spodní části přípravku.

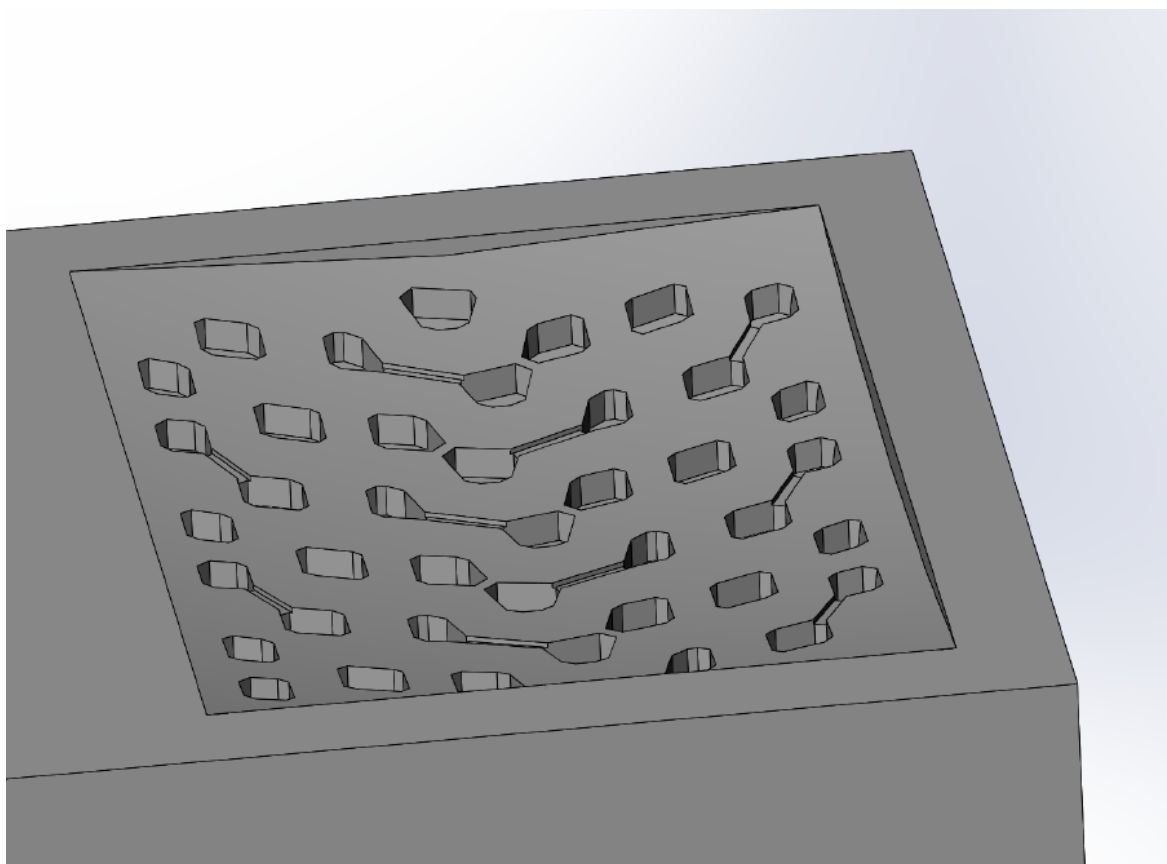
Poté, co je forma osazena ve spodní části přípravku je prováděna zkouška těsnosti pomocí zkušební nálože gumárenské směsi. Při této zkoušce se pozoruje, zda nedochází ke změně tlaku v membráně. Dále po výsledné vulkanizaci nálože je možné posoudit velikost přetoků nálože, které mají určitou vypovídající schopnost s ohledem na přesnost uložení segmentu ve spodní části přípravku.



Obr. 27. Polotovár formy určené pro výrobu dezénu pneumatik

5.3 Návrh odvzdušnění formy pro dezén pneumatik

Na základě požadavku a zkušeností zákazníka byl v prvním kroku nabídnut základní odvzdušňovací systém jednodílného pružinového ventilu GACZ s vnějším průměrem 1,6 mm, který má naše firma zahrnutý ve výrobním portfoliu a nabízí ho již několik let.



Obr. 28. Detail dezénové části formy pneumatik

Základní parametry odvzdušňovacího ventilu jsou:

- zdvih,
- venkovní průměr,
- materiál odvzdušňovacího ventilu,
- délka styčné plochy ventilu s formou pneumatik,
- síla pružiny ventilu,
- konstrukce ventilu – jednodílný, dvoudílný ventil.

Tento odvzdušňovací ventil se skládá ze třech základních dílů jako je kolík, pružina a pouzdro ventilu. Kolík odvzdušňovacího ventilu obsahuje v horní části kuželovou plochu, která navazuje na kuželovou plochu ventilu pouzdra. Tato kuželová plocha slouží jako uzavírací element odvzdušňovacího ventilu tak, aby nedocházelo ke vniknutí vulkanizační směsi do vnitřní dutiny ventilu. Dalším dílem odvzdušňovacího ventilu je pružina. Pružina zajišťuje

to, že ventil je v klidové poloze otevřený, může skrze něj procházet vzduch a při kontaktu s vulkanizační/gumárenskou směsí dochází k uzavření odvětrávacího ventilu. K tomu, aby nedošlo k rozpadu jednotlivých částí jednodílného ventilu, slouží spodní zmáčknutá část odvětrávacího ventilu. Tato část je zmáčknutá pomocí pneumatického lisu tak, abychom dosáhli nerozebíratelného spojení a zároveň aby bylo dosaženo takového spoje, který nebude prskat a vydrží bez poškození celou životnost ventilu.

Životností ventilu se myslí počet vulkanizačních cyklů, který ventil bez problému pracuje, než dojde k jeho poškození vlivem pravidelného čištění, případně vlivem ucpání gumárenskou směsí. Všechny odvětrávací ventily vyráběné firmou GACZ jsou navrženy tak, aby byly schopny vydržet 10 000 cyklů, což je vyzkoušená životnost pružiny odvětrávacího ventilu. Tato životnost byla ověřena pomocí cyklování siloměru.

Tlačná síla pružiny odvětrávacího ventilu byla stanovena přes výpočet tlaku, který působí určitou silou na plochu. Z tohoto vzorce je možné určit velikost síly pružiny, která musí být minimálně tak velká, aby dokázala ventil udržet v otevřené poloze a zároveň nesmí být tak velká, aby docházelo k zatečení gumárenské směsi vlivem pomalého, případně nedokonalého uzavření vulkanizačního ventilu.

5.3.1 Výsledky testů lisování formy s jednodílným odvětrávacím ventilem

K veškerým testům GACZ ventilů je potřeba zhotovit, případně jakkoliv jinak obstarat část vulkanizační formy, která slouží k testování k odvětrávacím ventilům vyrobených v GACZ.

Obecně se dá říct, že tvar dezénu má podíl na kvalitě odvětrání formy, nicméně velký vliv na proces odvětrání má i tlak při vulkanizaci, teplota vulkanizace, doba vulkanizace, vzdálenost odvětrání od žeber, lamel atd. Pro tyto účely je k dispozici výzkumný etážový lis, který plní funkci verifikační a komparační při vývoji nových odvětrávacích ventilů.

Po prvních testech zákazníkem bylo zjištěno, že velikost ventilu daná maximální vzdáleností od okrajů dutiny formy je vhodná, nicméně dochází k drobným defektům vzniklým zatečením gumárenské směsi do dutiny odvětrávacího ventilu.

Tento problém lze řešit několika způsoby a to:

- změnou viskozity gumárenské směsi,
- změnou zdvihu ventilu,

- změnou síly pružiny,
- celkovou změnou konstrukce ventilu.



Obr. 29. Výsledky prvních lisovaných vzorků se běžným jednodílným ventilem

5.3.2 Zkoušky a výběr gumárenské směsi

Na základě velmi špatných výsledků s našimi GACZ jednodílnými ventily bylo rozhodnuto podrobit dodané směsi od zákazníka zkouškám v naší GACZ laboratoři.

Zákazníkem byly dodány celkově dvě směsi. Tyto dvě směsi byly podrobeny testování a byla vybrána vhodná směs pro zkoušení jak formy určené pro výrobu dezénu pneumatik, tak pro zkoušení vhodného odvzdušnění formy.

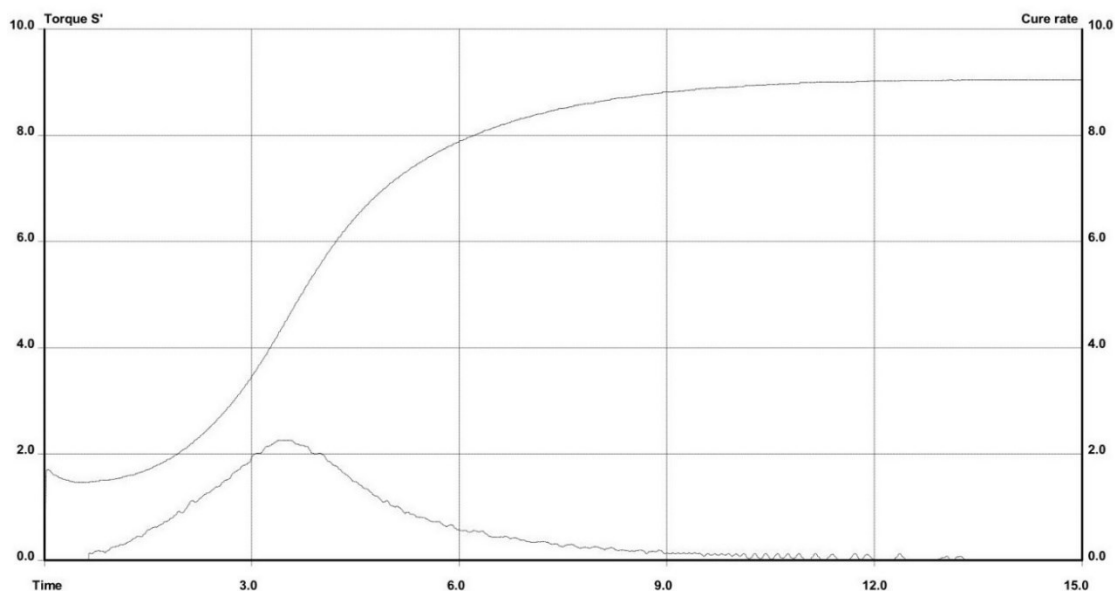
Cílem bylo vybrat vhodnou směs, zjistit vulkanizační křivku na reometru, která by napověděla správné teploty pro vulkanizaci, případně by podle ní bylo určeno, jak upravit parametry našeho ventilu.

Gottschol Alcuilux CZ
Zahlinicka 1325, Hulin 768 24

MDR 3000

Werkstoff 222

12.04.2019 / 09:50



Werkstoff Batch Lot Operator	Test time	temperature	S' Min	S' Max	Scorch Time (TS 1)	Scorch Time (TS 2)	TC 10	TC 30	TC 50	TC 70	TC 90	Peak Rate (S'/sec)	Time to Peak Rate (S')
222 gacz Test	15.00	155.00	1.46	9.04	2.36	3.00	2.15	3.14	3.83	4.72	6.84	0.04	3.42
Average value			1.460	9.040	2.360	3.000	2.150	3.140	3.830	4.720	6.840	0.040	3.420
Minimum			1.460	9.040	2.360	3.000	2.150	3.140	3.830	4.720	6.840	0.040	3.420
Maximum			1.460	9.040	2.360	3.000	2.150	3.140	3.830	4.720	6.840	0.040	3.420
Standard deviation			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Coefficient of variation			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Obr. 30. Výsledky prvních lisovaných vzorků směsi I.

Na základě zkoušek gumárenské směsi byla vybrána první zkoušená gumárenská směs s označením 222. Tato směs vykazuje stabilnější vlastnosti při teplotě okolo 155 °C. V grafu z reometru je vidět, že vulkanizace je zkoumána v celkovém čase 15 minut. Již po 9 minutách nastává tzv. vulkanizační plató. Tento jev naznačuje, že vulkanizace již proběhla a není potřeba dále pokračovat v zahřívání a lisování. Naopak, pokud by byla doba lisování vzorků výrazně prodloužena, mohlo by docházet k degradaci.

Proto byla stanovena technologie lisování vzorků s těmito parametry:

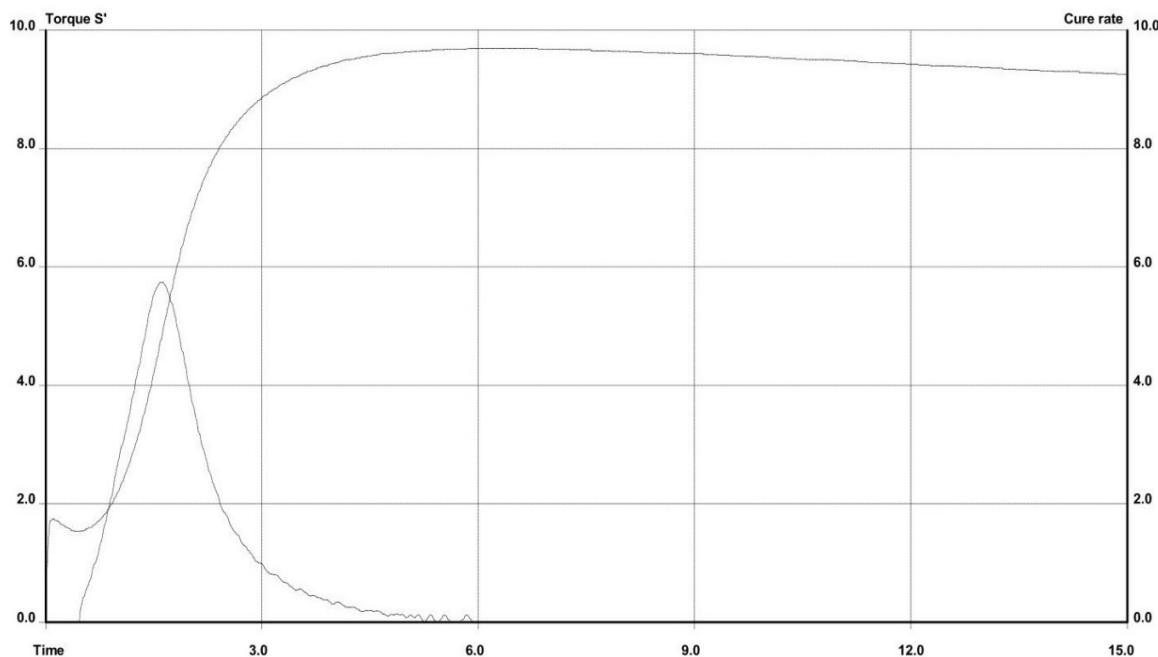
- teplota: 155 °C,
- tlak v membráně: 8 bar,
- doba vulkanizace: 15 min.

Gottschol Alcuilux CZ
Zahlinicka 1325, Hulin 768 24

MDR 3000

Werkstoff vzorek 1

24.04.2019 / 07:55



Werkstoff Batch Lot Operator	Test time	temperature	S' Min	S' Max	Scorch Time (TS 1)	Scorch Time (TS 2)	TC 10	TC 30	TC 50	TC 70	TC 90	Peak Rate (S'/sec)	Time to Peak Rate (S')
vzorek 1 gacz Test	15.00	165.00	1.53	9.68	1.12	1.37	1.05	1.45	1.74	2.11	3.01	0.10	1.61
Average value			1.530	9.680	1.120	1.370	1.050	1.450	1.740	2.110	3.010	0.100	1.610
Minimum			1.530	9.680	1.120	1.370	1.050	1.450	1.740	2.110	3.010	0.100	1.610
Maximum			1.530	9.680	1.120	1.370	1.050	1.450	1.740	2.110	3.010	0.100	1.610
Standard deviation			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Coefficient of variation			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Obr. 31. Výsledky prvních lisovaných vzorků směsi 2.

Druhá zkoušená směs vykazovala výsledky vulkanizace v časovém pásmu okolo 4 minut. A následně reverze. Z tohoto důvodu byla zvolena první zkoušená směs. Při zkoušení první směsi bylo zjištěno, že se nejedná o gumárenskou směs, která by svou viskozitou, případně vulkanizační křivkou nějak, vybočovala od běžně zkoušených, používaných směsí našimi zákazníky. V jednoduchosti se dá říct, že směs s nižší viskozitou se především používá pro zimní pneumatiky, kde je potřeba větší adheze k vozovce a nevadí případné vibrace, hlučnost pneumatiky, a naopak pro letní pneumatiky se používá směs, která má vyšší viskozitu, jelikož adheze k vozovce je za vyšších teplot podstatně lepší, a naopak by hrozilo zvýšení vibrací a hlučnosti při použití nízko viskózní směsi.

5.3.3 Nový design jednodílného od vzdušňovacího ventilu

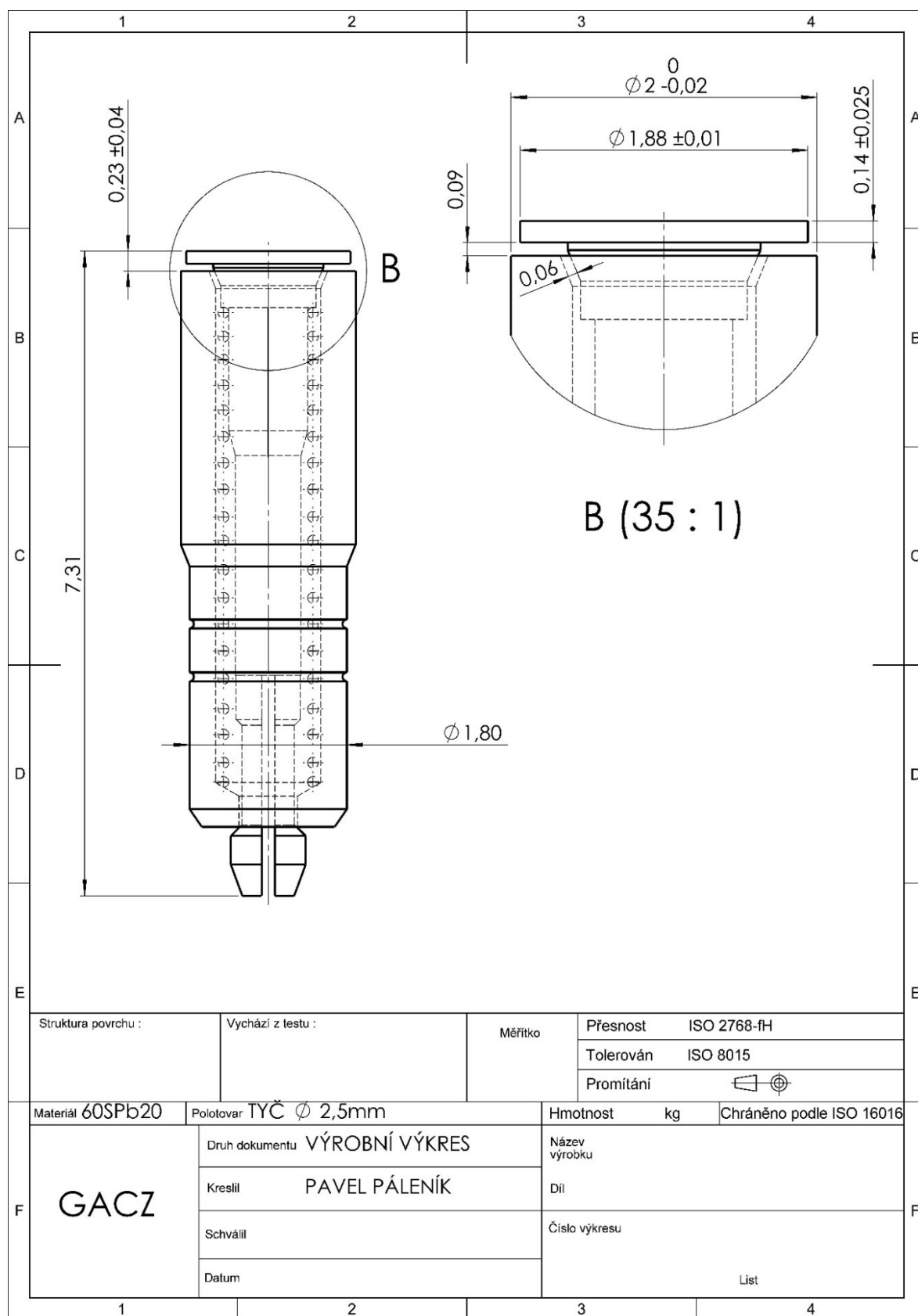
Na základě požadavků zákazníka byl vyvinut nový typ ventilu s podstatně menším zdvihem, který by měl lépe předcházet zatečení gumárenské směsi do dutiny mezi od vzdušňovací kolík a vnitřní stěnu pouzdra. Tento návrh byl založen na odhadovaném směru toku gumárenské směsi v dutině formy. Jelikož při testech byla zjištěna možnost vzniku bočního toku, která má za následek zatečení.

Z toho důvodu byl připraven ventil, který by měl mít zakrytou horní část tak, aby nedocházelo k případnému zatečení mezi kuželovou část pouzdra a kuželovou část kolíku.

Po prvních testech ve zkušební formě bylo zjištěno, že nový typ od vzdušňovacího ventilu velmi dobře plní svou funkci, nicméně během instalace jednodílného ventilu dochází k poškození nově vyvinuté horní části. Toto nastává z důvodu, že ventil je instalován vcelku. Tento problém může po několika zálisech způsobit celkovou nefunkčnost od vzdušňovacího ventilu, která může vést k případným defektům. V případě velmi slabého zatečení se dá tento problém řešit pomocí ultrazvukového zařízení, jehož hrot přenáší ultrazvukové vlny do funkční části ventilu. V případě, že je ventil zcela ucpán, není možné jej nadále používat.

5.3.4 Vývoj nového dvoudílného od vzdušňovacího ventilu

Po předešlých zkouškách jednodílného od vzdušňovacího ventilu bylo zjištěno, že design funkční uzavírací části příznivě působí na prevenci zatékání gumárenské směsi do dutiny od vzdušňovacího ventilu. Nicméně při testech bylo zjištěno, že u některých jednodílných od vzdušňovacích ventilů s upravenou uzavírací částí přesto dochází k zatečení. Z tohoto důvodu byl navrhnut nový typ dvoudílného od vzdušňovacího ventilu s nově vyvinutím uzavíracím mechanismem překrývajícím částečně pouzdro ventilu. Díky tomuto řešení bylo dosaženo snížení rizika zatečení do od vzdušňovacího ventilu a zároveň bylo možné předejít poškození horní uzavírací části ventilu při instalaci.



Obr. 33. Nákres sestavy upraveného dvoudílného ventilu

6 VÝROBA FORMY

Popisovaná forma určená pro zkoušení nového návrhu ventilu pro pláště kol, případně motocyklů byla zhotovena pomocí technologie CNC frézování.

Návrh modelu samotného bude spočívat v návrhu části modelového testovacího segmentu, který by šel umístit do našeho zkušebního lisu. Při návrhu velikosti segmentu je potřeba brát zřetel na maximální možnou velikost upnutí spodní a horní desky vulkanizačního lisu, velikost membrány vulkanizačního lisu a maximální tlak.

Pro uchycení již hotového obrobeneho segmentu s nainstalovanými odvodušňovacími ventily byl využit přípravek z duralového desky.

Jako vhodný materiál byla zvolena slitina hliníku s označením AlMg3. Tento materiál dosahuje dobrých mechanických vlastností. Je přirozeně tvrdý, dále nevytvrditelný, odolný vůči mořské vodě a chemicky stálý. Materiál se dá dobře eloxovat, leštit, svářet a obrábět. AlMg3 dosahuje okolo 180 MPa pevnosti v tahu, což odpovídá cca 45 HBW.

Tento materiál byl vybrán jak pro formu samotnou, tak i pro přípravek, který sloužil pro uchycení formy do vulkanizačního lisu. Hlavním požadavkem na materiál byla dobrá obrobitelnost.

K výrobě bylo nadefinováno pomocí programu SolidCam celkem 7 kroků. K určení přesných parametrů technologie bylo použito definovaných obráběcích parametrů, které poskytl výrobce nástrojů.

Na základě modelu a zvolených řezných podmínek byl vytvořen program pro CNC obráběcí centrum Datron, ve kterém byla obráběna pouze dutina formy.

Po vygenerování programu pomocí postprocesoru a zaměření polotovaru formy byla posunuta osa Z, což je osa vřetene stroje o -2 mm. Toto bylo provedeno z důvodu lepšího zahloubení dutiny formy tak, aby vznikalo minimální množství přetoků při vulkanizaci, a abychom byli schopni nálož po samotné vulkanizaci v dutině formy nejsnáze vyjmout.

Konečný vnější tvar formy pro výrobu dezénu pneumatik byl zhotoven pomocí 5 osé CNC frézce DMG Mori 50 Ecoline. Program pro výrobu byl vzhledem ke své jednoduchosti zhotoven přímo na stroji. Jelikož tato 5 osá CNC frézka obsahuje prostředí s programovacím jazykem Heidenhain

Dále bylo potřeba obrobit zaoblené rohy na polotovaru tak, aby bylo dosaženo dobrého styku se spodní částí přípravku, určeného na uchycení formy ve vulkanizačním lisu. Vzhledem k tomu, že se jednalo o obrábění vnějších zaoblení, bylo možné volit víceméně jakoukoliv frézku ze zásobníku stroje. Nicméně požadavek na výrobu byl: co nejkratší výrobní čas a co nejnižší náklady. Po zaměření čela byly obrobena kraje polotovaru formy.

Po obrobení okrajů dutiny formy byl polotovar otočen ve svěráku otočného stolu a byla obrobena zadní dosedací plocha polotovaru formy tak, aby vznikl tzv. schod, který bude sloužit k zachycení formy v přípravku formy.

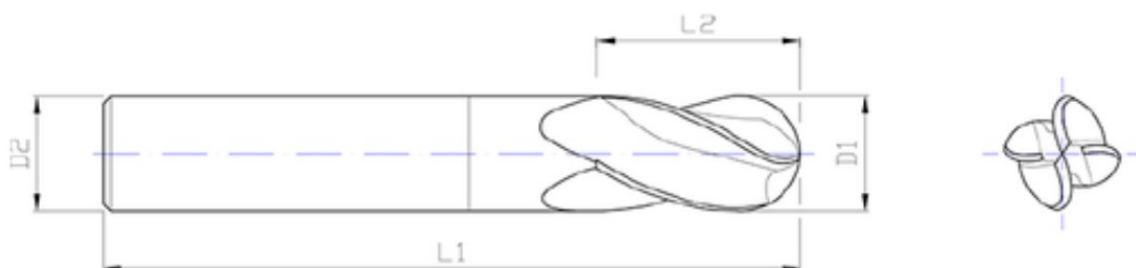
Na tuto operaci po zaměření polotovaru formy byly použity celkově dva nástroje, a to čelní válcová fréza T2 na vnější okraje, a dále kulová fréza T1 na vytvoření přechodů mezi jednotlivými stěnami.

Další souřadnice polotovaru již byl zachovány a výroba pomocí CNC frézování byla spuštěna.

6.1 Výběr nástrojů pro frézování dutiny formy

Ke zpracování jak samotné dutiny formy určené pro výrobu dezénu pneumatik, tak přípravku sloužící na uchycení formy do gumárenského lisu, byly použity nástroje od firmy Pilana Karbid a Fraisa.

Tyto frézovací nástroje jsou běžně používány pro výrobu nástrojů určených pro tváření za studena – lisování a jsou vyrobeny z nástrojové oceli.

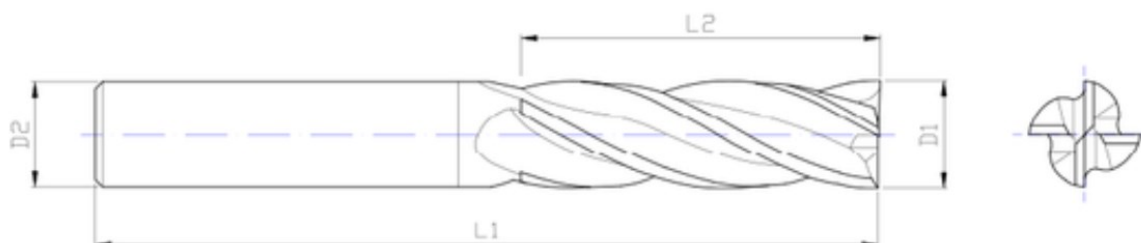


Obr. 34. Karbidová fréza kulová 4 břitá – T1

Tab. 2. Parametry karbidové frézy T1

Katalogové číslo	Označení nástroje v programu CAM	Počet zubů	Průměr D1 h8	Rohový rádius R 0/-0,02	Celková délka L1	Délka břitu L2	Průměr stopky D2 h6
OK402.040	T1	4	4	2	70	8	4

Za prvé, bylo použito technologie řádkování pomocí frézy s označením T1, díky které bylo odebráno čelo dutiny formy, obrobku do hloubky -2mm na okrajích a uprostřed dutiny formy, již byl kopírován tvar dutiny formy. K obrábění za pomoci technologie řádkování, byla vybrána kulová fréza. Materiál této frézy je slinutý karbid s povlakem AlTiN. Tento typ frézy běžně používané na frézování nástrojové oceli, nicméně podle výrobce je použitelný i pro hliníkové slitiny. Řezné podmínky byly zvoleny podle doporučení výrobce.

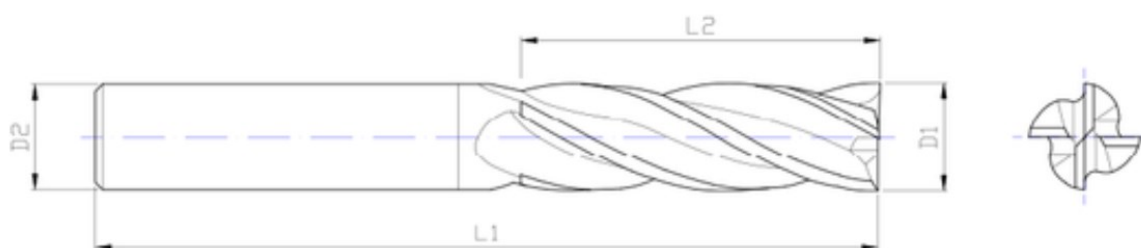


Obr. 35. Karbidová čelní válcová fréza 4 břitá – T2

Tab. 3. Parametry karbidové frézy T2

Katalogové číslo	Označení nástroje v programu CAM	Počet zubů	Průměr D1 h8	Rohový sražení K x 45°	Celková délka L1	Délka břitu L2	Průměr stopky D2 h6
OK402.040	T2	4	4	0,07	65	25	4

Jako další krok frézování bylo zvoleno frézování pomocí nástroje T2. Jako typ frézování pro tento krok bylo zvoleno koutové frézování. Díky tomuto kroku bylo dosaženo optimální povrchu v zaoblených rozích horní části dutiny formy. Pro tento krok byla zvolena čelní válcová fréza. Materiál této frézy je slinutý karbid s povlakem AlTiN. Tento typ frézy běžně používáme na frézování nástrojové oceli, nicméně podle výrobce je použitelný i pro hliníkové slitiny. Řezné podmínky byly zvoleny podle doporučení výrobce.

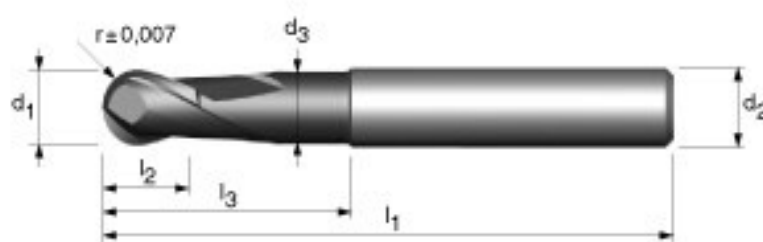


Obr. 36. Karbidová čelní válcová fréza 4 břitá – T3

Tab. 4. Parametry karbidové frézy T3

Katalogové číslo	Označení nástroje v programu CAM	Počet zubů	Průměr D1 h8	Rohový sražení K x 45°	Celková délka L1	Délka břitu L2	Průměr stopky D2 h6
OK402.030	T3	4	3	0,07	65	20	3

Třetím krokem výroby dutiny formy bylo frézování koutové pomocí čelní válcové frézy s označením T3. Díky tomuto kroku bylo odebráno velké množství materiálu. Pro tento krok byla zvolena čelní válcová fréza. Materiál této frézy je slinutý karbid s povlakem AlTiN. Tento typ frézy běžně používané na frézování nástrojové oceli, nicméně podle výrobce je použitelný i pro hliníkové slitiny. Řezné podmínky byly zvoleny podle doporučení výrobce.

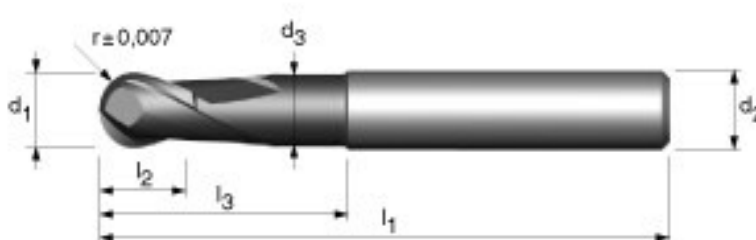


Obr. 37. Karbidová fréza kulová 2 břitá – T4

Tab. 5. Parametry Karbidové frézy T4

Katalogové číslo	Označení nástroje v programu CAM	Počet zubů	Průměr D1 h8	Rohový rádius R 0/- 0.02	Celková délka L1	Délka břitu L2	Průměr stopky D2 h6
13713T.002	T4	2	2	1	57	2,5	6

Ve čtvrtém kroku bylo použito technologie hybridního frézování. Na tuto technologii byl zvolen nástroj s označení T4. Nástroj T4 je kulová fréza se 4 břity od výrobce K-tools. Touto technologií bylo vytvořeno zahloubení jednotlivých segmentů v dutině formy. Nicméně vzhledem k velikosti frézy vůči velikosti jednotlivých kapes segmentů, nemohlo být dosaženo finálního tvaru dutiny formy. Materiál této frézy je slinutý karbid Tento typ frézy běžně používané na frézování nástrojové oceli, nicméně podle výrobce je použitelný i pro hliníkové slitiny. Řezné podmínky byly zvoleny podle doporučení výrobce.



Obr. 38. Karbidová fréza kulová 2 břitá – T5

Tab. 6. Parametry karbidové frézy T5

Katalogové číslo	Označení nástroje v programu CAM	Počet zubů	Průměr D1 h8	Rohový rádius R 0/- 0.02	Celková délka L1	Délka břitu L2	Průměr stopky D2 h6
13713T.001	T5	2	1	0,5	57	1,5	6

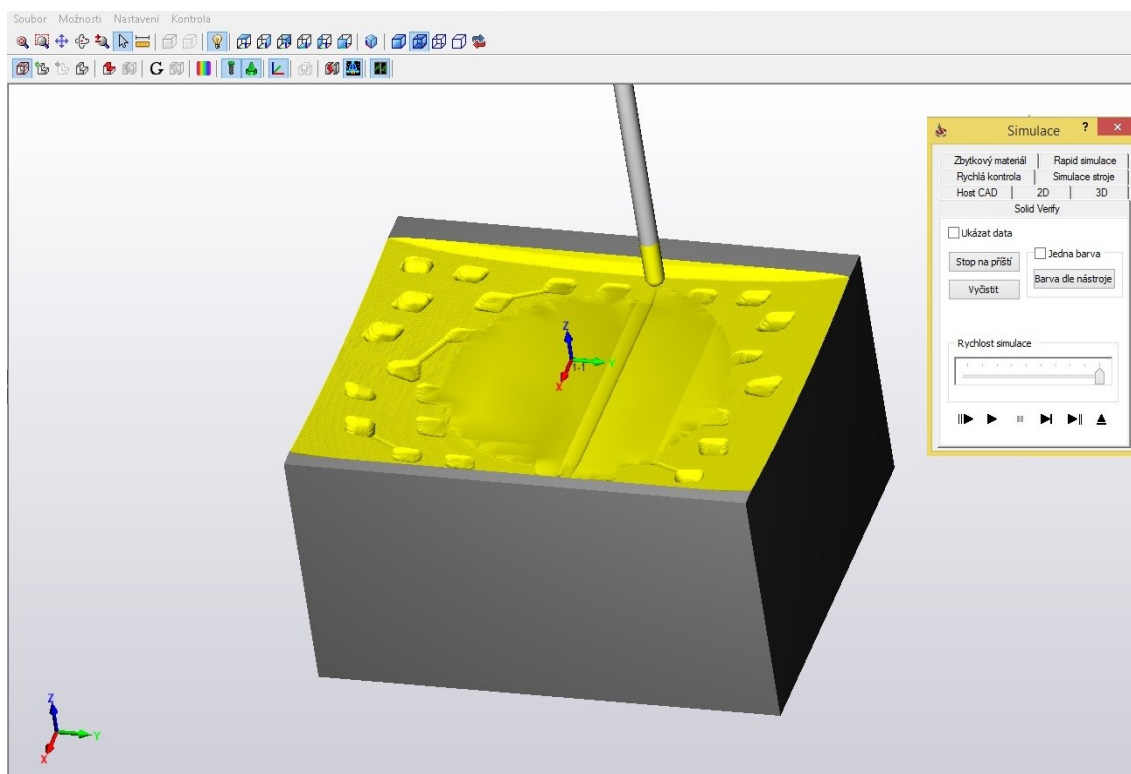
V posledních třech krocích byla použita kulová fréza s označením T5. Na tyto kroky byla použita nejprve technologie tužkového obrábění, poté koutové obrábění a nakonec řádkování. Po obrábění nástrojem číslo T5 bylo dosaženo dostatečného povrchu dutiny formy na to, aby bylo možné provést první testy funkce formy.

Tab. 7. Zvolené rychlosti v závislosti na typu frézy

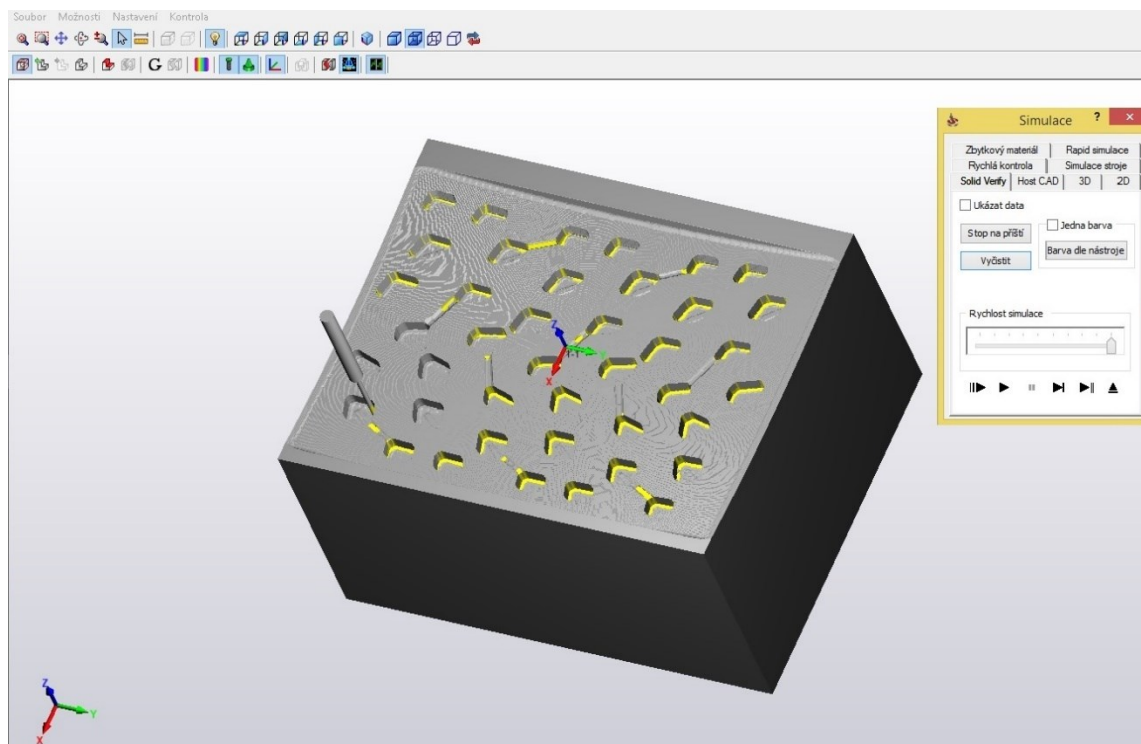
Zvolené řezné rychlosti v závislosti na typu frézy				
Pořadí	Typ frézy	Otáčky S [ot/min]	Boční krok [mm]	Dolní krok Z [mm]
1.	kulová	23 500	0,3	0,25
2.	čelní válcová	24000	0,15	0,15
3.	čelní válcová	28 000	0,15	0,1
4.	kulová	30000	0,15	0,1
5.	kulová	33000	0,1	0,1
6.	kulová	33000	0,1	0,1
7.	kulová	33000	0,1	0,1

Tab. 8. Typ frézovací technologie v závislosti na pořadí

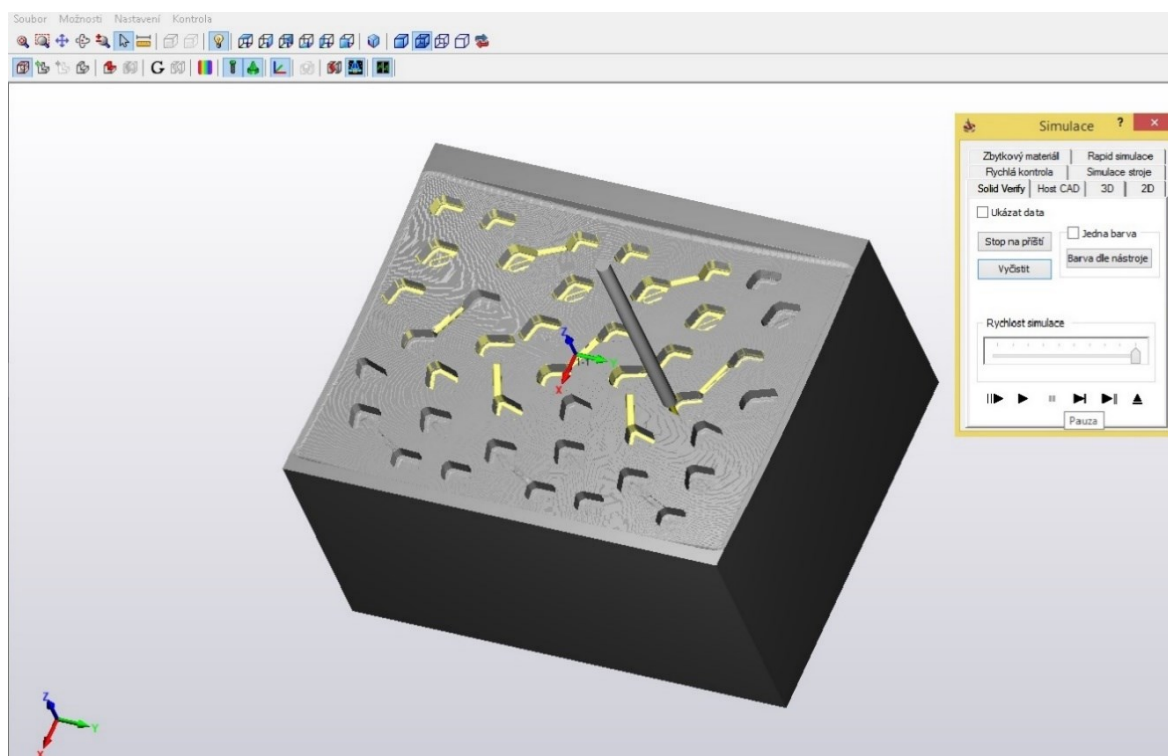
Typ zvolené frézovací technologie v závislosti na pořadí	
Pořadí technologie obrábění	Technologie frézování
1.	řádkové obrábění
2.	koutové obrábění
3.	koutové obrábění
4.	hybridní obrábění
5.	tužkové obrábění
6.	koutové obrábění
7.	řádkové obrábění



Obr. 39. Řádkové obrábění nástrojem T1



Obr. 40. Tužkové obrábění nástrojem T5



Obr. 41. Dokončování povrchu dutiny formy nástrojem T5

6.2 Stanovení parametrů děr určených pro instalaci pružinových od-vzdušňovacích ventilů

Při volbě správného průměru nástroje, určeného k přípravě finální díry, určené pro instalaci od-vzdušňovacího ventilu, je nutné dbát na to, že, v případě nedokonalého uchycení – malého přesahu ventilu v dutině formy, může docházet ke změně polohy od-vzdušňovacího ventilu v dutině formy. Případně až k úplnému uvolnění od-vzdušňovacího ventilu. Proto je nutné zvolit uložení s přesahem tak, aby došlo k materiálovému styku mezi dutinou formy a tělem od-vzdušňovacího ventilu.

6.3 Výroba otvoru pro instalaci ventilu

V první řadě je nutné si uvědomit, že dutina vulkanizační formy velmi často obsahuje velkou škálu komponent, jako jsou například lamely, žebra formy, hroty, teplotní čidla atd.

Vzhledem k těmto faktům je nutné dbát na to, aby nebyla poškozena jakákoliv funkčnost těchto komponent, které jsou nedílnou součástí vulkanizační formy a bez nich je funkčnost formy ohrožena. Z tohoto důvodu bývá velmi často zadavatelem – zákazníkem určeno jaké minimální vzdálenosti ventilu od těchto komponent má být dosaženo. Dále bývá často specifikováno, kde má být ventil umístěn.

V našem případě byla pozice pružinových odvzdušňovacích ventilů naznačena podle: *Obr. 24. Pozice odvzdušňovacích ventilů*

Forma byla uchopena v polohovatelné „kolébce“ tak, aby byl vždy otvor určený pro odvzdušňovací ventil umístěn tečně na plochu dutiny formy.

Nejprve musí být vytvořen průchozí otvor v dutině formy. Tento otvor je o 0,2 mm menší než nominální průměr ventilu a může být méně přesný a dosahovat horšího povrchu. Tento otvor slouží pouze pro odvod vzduchu.



Obr. 42. Nástroje pro výrobu děr určených pro pružinové odvzdušňovací ventily.

Výpočet průměru průchozí díry určené pro odvzdušňovací ventil v mm

$\varnothing X$ – Průměr díry určené pro odvzdušňovací ventil = Průměr vrtáku v mm

$\varnothing Y$ – Nominální průměr ventilu v mm

$$\varnothing X = \varnothing Y - 0,2$$

$$\varnothing X = \varnothing 2,0 - 0,2 = 1,8 \text{ mm}$$

Dále je nutné vytvořit v hloubce 10 mm, (což je délka odvzdušňovacího ventilu s přídavkem na zajištění jeho správné funkce) přesně vystružený otvor, který je o 0,05 mm menší, než je nominální průměr ventilu. Do tohoto je poté nainstalován odvzdušňovací ventil pomocí speciálního instalačního nástroje, případně pomocí temru a kladiva. Instalace odvzdušňovacího ventilu neprobíhá pomocí lisování nicméně jedná se o instalaci pomocí rázů na tělo ventilu, při kterých dochází k zatlačení odvzdušňovacího ventilu do připraveného otvoru v dutiny formy.

Výpočet průměru finální díry určené pro odvzdušňovací ventil v mm

$\varnothing X$ – Průměr díry určené pro odvzdušňovací ventil = Průměr výstružníku v mm

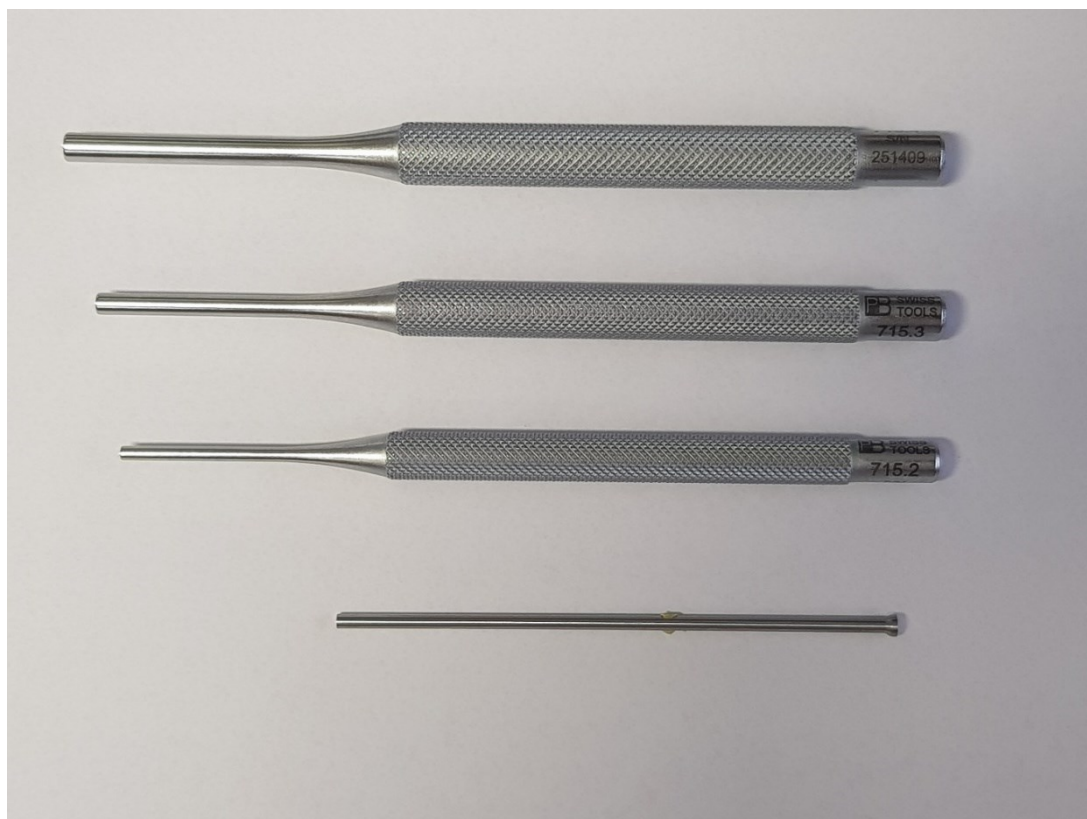
$\varnothing Y$ – Nominální průměr ventilu v mm

$$\varnothing X = \varnothing Y - 0,05$$

$$\varnothing X = \varnothing 2,0 - 0,05 = 1,95 \text{ mm}$$

Tyto nástroje lze nadále používat nadále i v případě, že má docházet k celkové výměně odvzdušňovacího ventilu. V tomto případě je občas nutné využít i tzv. děrovací jehly, případně jakéhokoliv jiné neohebné dlouhé kulatiny tak, abychom byli schopni z vnější strany dosáhnout na spodní část odvzdušňovacího ventilu, a poté jej rázy odstranit z dutiny formy.

V případě výměny odvzdušňovacího ventilu musí dojít k převrtání takto předem připravené díry tak, abychom byli schopni opět dosáhnout osazení s přesahem a k pevnému ukotvení odvzdušňovacího ventilu v dutině formy.



Obr. 43. Nástroje určené pro instalaci pružinových odvzdušňovacích ventilů

6.4 Výroba pouzdra odvzdušňovacího ventilu

Pouzdro odvzdušňovacího ventilu je základní částí ventilu, která je pevně uchycena v dutině formy. Materiál pouzdra může být běžná ocel nižší jakosti, která je vhodná k následnému tepelnému popouštění, například kalitelná nerezová ocel. U nerezových materiálů je potřeba počítat s horší obrobiteľností. Pouzdro se vyrábí CNC soustružením, přičemž jeho výroba je v případě jednodílného odvzdušňovacího ventilu přibližně stejně časově náročná jako výroba kolíku. Pouzdro obsahuje dutinu, do které se vkládá kolík, na kterém je navlečená pružina. Dutina pouzdra je vrtaná z jedné a z druhé strany. Díra většího vnitřního průměru slouží k ukotvení pružiny v dutině pouzdra. Díra menšího průměru slouží k vymezení celkové vůle kolíku v jeho spodní části. Po celkovém zhotovení vnitřní části pouzdra dochází k obrábění vnější části pouzdra tak, abychom dosáhli osazení ve spodní části, případně může být ve

spodní zúžené části pouzdra, které není v kontaktu s dutinou formy umístěn zápch, který ve většině případů plní rozeznávací funkci.

6.5 Výroba kolíku odvzdušňovacího ventilu

Kolík odvzdušňovacího ventilu je jedna ze základní části ventilu, který je pohyblivě osazen na pružině v dutině pouzdra ventilu.

Materiál kolíku může být běžná ocel nižší jakosti, která je vhodná k následnému tepelnému popouštění, například kalitelná nerezová ocel. U nerezových materiálů je potřeba počítat s horší obrobitelností. Kolík se vyrábí také CNC soustružením.

Při výrobě jednodílného odvzdušňovacího ventilu je rychlost výroby pouzdra podobná jako u výroby kolíku. V případě výroby dvoudílného odvzdušňovacího ventilu je rychlost výroby kolíku značně pomalejší. Toto je způsobeno především spodní částí kolíku, která plní funkci rozebíratelné složky ventilu.

Na kolík je po výrobě nainstalována pružina a společně s pružinou je umístěn buď ručně, případně strojově do dutiny pouzdra. Poté dochází buď k rozlisování spodní části kolíku, případně k zatlačení pružné složky ventilu do dutiny pouzdra.

6.6 Výroba pružiny ventilu

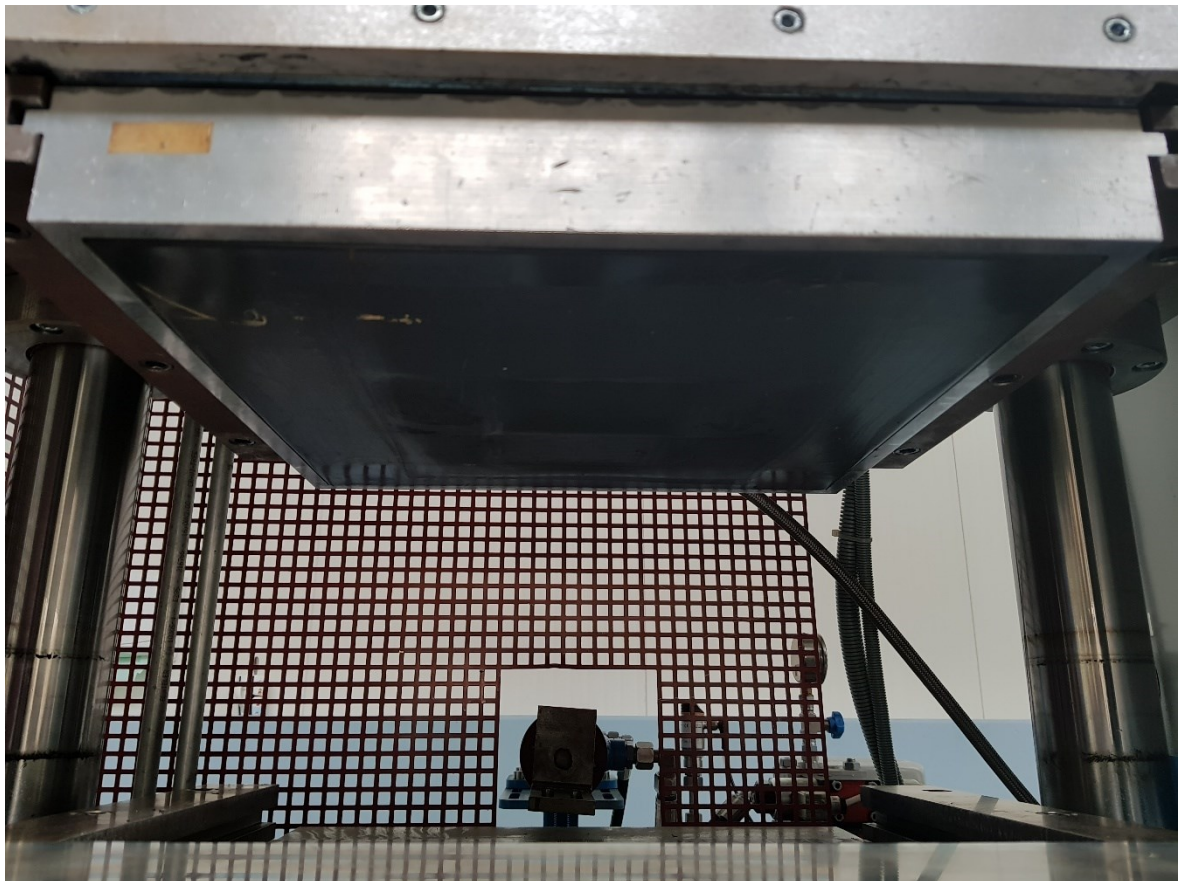
Pružina ventilu se vyrábí pomocí stroje na výrobu pružin. Jako vstupní materiál se používá pružinová ocel v návinu. Poté, co je materiál převeden do ústrojí stroje přes kladky dochází pomocí ústrojí stroje k tváření pružiny za studena. Tento proces je zajištěn pomocí několika tvarových nožů, které slouží ke správnému nadefinování trajektorie drátu. Poté, co je pružina navinuta, dochází k samotnému ustřižení pomocí střižného nože. Hotové pružiny prochází přes čidlo, které měří jejich délku.

Po vytvoření pružiny dochází pomocí sběrného pásu k jejich posuvu do pece, kde dochází k temperaci pružiny, při které je dosaženo snížení pnutí drátu. Bez tohoto posledního kroku by mohlo docházet ke změně parametrů pružiny během její životnosti. Hlavními parametry pružiny jsou především: síla potřebná ke stlačení pod úroveň pouzdra ventilu, vnitřní a vnější průměr pružiny, průměr drátu pružiny, materiál, počet závitů a jejich stoupání.

K lepší funkci pružiny se běžně využívá tzv. závěrných závitů, které slouží k tomu, aby se pružina během instalace na kolík odvzdušňovacího ventilu nedeformovala.

7 VÝROBA MEMBRÁNY GUMÁRENSKÉHO ETÁŽOVÉHO LISU

Membrána gumárenského etážového lisu slouží k dokonalému prolisování nástroje (forma) do polotovaru, v tomto případě se jedná o nálož gumárenské směsi. Bez membrány by docházelo k nedokonalému prolisování dutiny formy do gumárenské směsi. Z toho vyplývá, že by tvar výlisku byl bez této membrány nedokonalý a jednalo by se o neshodu. V případě, že by forma obsahovala pouze jednoduchý dezén nebo pouze jednoduchou dutiny je možné konstatovat, že by bylo možné vytvořit výlisek požadovaného tvaru i bez použití membrány. Nicméně vzhledem ke složitosti dezénů pneumatik není možné lisovat části dezénu pneumatik bez této membrány.



Obr. 44. Spodní pohled na membránu gumárenského etážového lisu



Obr. 45. Forma membrány gumárenského lisu

Materiál membrány je gumárenská směs. Tato směs byla vybrána tak, aby bylo možné na základě její pružnosti a jakosti povrchu membrány využít elastické deformace, vyvozené od vnitřního tlaku stlačeného vzduchu mezi tělem membrány a horní frézovanou deskou lisu.

Výroba membrány spočívá v homogenizaci gumárenské směsi na laboratorním dvouválcovém kalandru. Tato operace probíhá při 60 °C po dobu 30 minut. Po homogenizaci gumárenské směsi přichází příprava nálože do formy, určené pro výrobu membrány gumárenského etážového lisu.

Množství nálože odpovídá přibližně 120 % vnějším rozměrům membrány gumárenského lisu. Z tohoto vyplývá, že při výrobě membrány gumárenského lisu se počítá s případnými přetoky, které vzniknou při lisování membrány.

Membrána je lisována do dutiny formy určené pro výrobu membrány gumárenského lisu. Při výrobě membrány je forma osazena ve spodní části gumárenského lisu. Poté je do formy umístěna nálož gumárenské směsi a dochází ke spuštění lisovacího cyklu, což znamená, že horní část lisu, která obsahuje plochou desku z materiálu AlMg3, natlačí gumárenskou směs do dutiny formy. Po 20 s dochází k pootevření lisu. Tato operace slouží k odvzdušnění formy. Poté je opět lis uzavřen. Celá výroba membrány probíhá při zvolených 155 °C po dobu 30 min.

Po odlisování membrány dochází k otevření lisu a vyjmutí hotové membrány z dutiny formy.

8 ZHODNOCENÍ A ZÁVĚR

Cílem této práce byl návrh a výroba formy pro dezén pneumatik.

V teoretické části jsou probrány základní pojmy jako jsou typy kaučuků, zpracování gumárenských směsí, CNC frézování, návrh a výroba forem určených pro dezén pneumatik a typy komponent forem určených pro výrobu dezénu pneumatik.

Na tuto část dále navazuje část praktická. V praktické části je popsán návrh a zhotovení jak formy, tak odvzdušňovacích ventilů, membrány vulkanizačního lisu a výběr vhodné gumárenské směsi. Hlavním důvodem zhotovení této formy bylo její praktické využití v konstrukci a vývoji odvzdušnění.

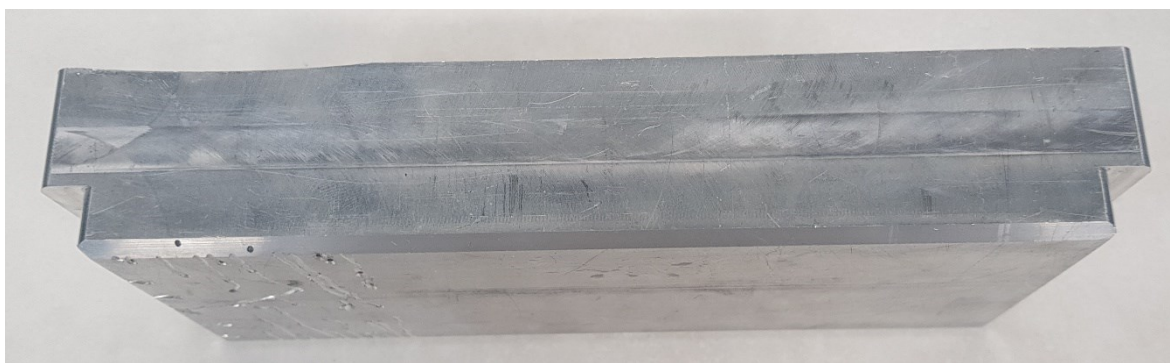
Na základě výsledků z výzkumného centra byla vyvinuta zcela nová koncepce odvzdušnění, které eliminuje vznik možných přetoků gumárenské směsi do odvzdušňovacího ventilu. Díky tomu je výrazně prodloužena životnost odvzdušnění a jakost výsledného povrchu dezénu pneumatik. U tohoto nového typu odvzdušnění se dále uvažuje o přípravě podkladů pro patentový úřad.

Dále je v této diplomové práci popsána výroba membrány gumárenského lisu. Která byla vytvořena k testování gumárenských směsí a odvzdušnění. Tato membrána slouží jako příslušenství etážového gumárenského lisu.

Forma zhotovená a popsaná v této diplomové práci může i nadále posloužit jako etalon pro srovnávání gumárenských směsí.



Obr. 46. Pohled shora na formu pro dezén pneumatik



Obr. 47. Boční pohled na formu dezénu pneumatik



Obr. 48. Spodní pohled na formu dezénu pneumatik

8.1 Výsledky testů výroby dezénu pneumatik ve zhotovené formě

Na základě požadavků zákazníka bylo vytvořeno několik referenčních vzorků z formy, která byla navržena a zhotovena v této diplomové práci.

Z počátku jsme se potýkali se špatným od vzdušením formy. Tento problém se projevoval nedolisky dezénu pneumatik. Dále se na dezénu objevovali přetoky gumárenské směsi. Tyto přetoky byly způsobeny nedostatečným uzavíracím mechanismem pružinového ventilu. Na základě těchto výsledků byl vytvořen zcela nový dvoudílný pružinový ventil. Na základě vývoje tohoto nového od vzdušovacího ventilu byly tyto problémy úspěšně odstraněny.

Tyto problémy nebylo na základě požadavků zákazníka možné řešit změnou výrobního cyklu, nebo dalších výrobních parametrů. Na základě těchto výsledků je zvažován patent na nový pružinový ventil, který by nebylo možné vyvinout bez formy popsané v této práci.



Obr. 49. Vzorky odlisovaných dezénu



Obr. 50. Detail odlisovaného dezénu pneumatiky

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KALPAKJIAN, Serope a Steven R. SCHMID, [2014]. *Manufacturing engineering and technology*. Seventh edition. Upper Saddle River, NJ: Pearson. ISBN 978-981-06-9406-7.
- [2] ČERVENÝ, Josef, 1957. *Výroba automobilových pneumatik*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury. ISBN 678-155.
- [3] BÍLEK, Ondřej a Imrich LUKOVICS, 2014. *Výrobní inženýrství a technologie*. Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati. ISBN 978-80-7454-471-2.
- [4] DUCHÁČEK, Vratislav, 2006. *Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT. ISBN 80-7080-617-6.
- [5] TOMIS, František, 1987. *Gumárenská a plastikářská technologie: zpracovatelské procesy*. 2. přeprac. vyd. Brno: Vysoké učení technické. ISBN 55-599-80.
- [6] MOTEJL, Vladimír a Karel HOREJŠ, 1998. *Učebnice pro řidiče a opraváře automobilů*. Brno: Littera. ISBN 80-85763-00-1.
- [7] ŘASA, Jaroslav, Vladimír GABRIEL a Přemysl POKORNÝ, 2001. *Strojírenská technologie 3*. Praha: Scientia. ISBN 80-7183-227-8.
- [8] HLUCHÝ, Miroslav a Jan KOLOUCH, 2007. *Strojírenská technologie 1*. 4., rev. vyd. Praha: Scientia. ISBN 978-80-86960-26-5.
- [9] DVOŘÁK, Zdeněk a Eva HNÁTKOVÁ, 2016. *Zpracovatelské procesy gumárenské pro konstrukční směry*. Zlín.
- [10] PNEUFORM s.r.o. *Prezentace o výrobě*. Hulín 2015
- [11] GACZ s.r.o. *Instalační a údržbové manuály*. Hulín 2019
- [12] WWW.AUTOLEXICON.NET. *Konstrukce Pneumatiky*. [Online] Autolexicon.net. [Citace:25. Leden 2016] <http://www.autolexicon.net/cs/articles/konstrukce-pneumatiky>
- [13] WWW.PNEUKOMPLET.CZ. *Konstrukce Pneumatiky*. [Online] Pneukomplet.cz [Citace:2.Únor 2016.] <https://www.pneukomplet.cz/pneumatiky>
- [14] WWW.PNEUBAZARUNAS.CZ. *Technické informace*. [Online] Pneubazarunas.cz [Citace:2. Duben 2016] <http://www.pneubazarunas.cz>

- [15] WWW.PUBLI.CZ. *Kaučuky*. [Online] Publi.cz [Citace: 2. Listopad 2018]
<https://publi.cz/books/180/22.html>
- [16] WWW.AZCZECH.EU. *Formy*. [Online] Azczech.cz [Citace: 3. Červen 2018]
<http://www.azczech.eu/formy/>
- [17] WWW.AUTO.CZ. *Vyráběli jsme formy na pláště*. [Online] Auto.cz [Citace: 26. Listopad 2017] <https://www.auto.cz/vyrabeli-jsme-formy-na-pneumatiky-3d-tisk-jak-v-kosmickem-prumyslu-111503>
- [18] WWW.TSM1975.COM.TW. *Sipes*. [Online] Tsm1975.com.tw [Citace: 2. Srpen 2018] <http://www.tsm1975.com.tw/exec/pro-duct.php?mod=show&cid=31&pid=pro-E-01&lg=E>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

mm	Milimetr.
kg	Kilogram.
MPa	Megapascal.
CNC	Computer Numerical Control.
NC	Numerical Control.
CAD	Computer Aided Design.
EDM	Electric Discharge Machining.
HBW	Tvrdość dle Brinella (indentor je kulička z tvrdokovu).
PCR	Pneumatika pro osobní automobily.
TBR	Pneumatika pro nákladní pneumatiky.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Příklady pryžových výrobků vyrobených z kaučuků pro všeobecné použití v praxi [15]</i>	<i>14</i>
<i>Obr. 2. Příklady pryžových výrobků zhotovených z olejovzdorných kaučuků [15]</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 3. Příklady silikontextilních hadic ze silikonového kaučuku. [15]</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 4. Příklady výrobků ze silikonového kaučuku. [15]</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 5. Princip víceválců [1]</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 6. Schéma dvouválců. 1.-Levý válec; 2.-Pravý válec; 3.- Návalek; 4.-Opásání; s-skus [9]</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 7. Klasifikace čtyřválců na typy I, L, F, Z. [4]</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 8. Schéma uzavřené formy. 1.- Horní část formy; 2.-Spodní část formy; 3.-Dutina formy [4]</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 9. Činnost membránového lisu Autoform. [9]</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 10. Konstrukce pneumatiky [12]</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 11. Rozdělení typů pneumatiky [13]</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 12. Styčná plocha pneumatiky [14]</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 13. Forma na výrobu pneumatiky [16]</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 14. Forma na výrobu pneumatiky [16]</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 15. Model na výrobu formy na výrobu pneumatiky [16]</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 16. Kaučuková forma „Flex“ odlitá z modelu pneumatiky [17]</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 17. Popis kontejneru na výrobu pneumatik. 1 – Kuželový prstenec, 2 – Vyhřívací komora, 3 – Spodní deska, 4 – Tělo kontejneru, 5 – Distanční kroužek, 6 – Horní deska, 7 – Segment, 8 – Bočnice, 9 – Patní kruh [10]</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 18. Lamely v modelu z umělého dřeva [18]</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 19. Odvzdušňovací kapiláry [11]</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 20. Princip pružinového odvzdušňovacího ventilu [11]</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 21. Jednodílný pružinový odvzdušňovací ventil GACZ [11]</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 22. Dvoudílný pružinový odvzdušňovací ventil GACZ [11]</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 23. Typy frézovacích nástrojů [3]</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 24. Pozice odvzdušňovacích ventilů</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 25. Etážový gumárenský lis</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 26. Přípravek na uchycení do etážového lisu</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 27. Polotovary formy určené pro výrobu dezénu pneumatik</i>	<i>46</i>

<i>Obr. 28. Detail dezénové části formy pneumatik</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 29. Výsledky prvních lisovaných vzorků se běžným jednodílným ventilem</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 30. Výsledky prvních lisovaných vzorků směsi 1.</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 31. Výsledky prvních lisovaných vzorků směsi 2.</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 32. Náskres sestavy upraveného jednodílného ventilu</i>	<i>53</i>
<i>Obr. 33. Náskres sestavy upraveného dvoudílného ventilu.....</i>	<i>55</i>
<i>Obr. 34. Karbidová fréza kulová 4 břitá – T1</i>	<i>57</i>
<i>Obr. 35. Karbidová čelní válcová fréza 4 břitá – T2.....</i>	<i>58</i>
<i>Obr. 36. Karbidová čelní válcová fréza 4 břitá – T3.....</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 37. Karbidová fréza kulová 2 břitá – T4</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 38. Karbidová fréza kulová 2 břitá – T5</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 39. Řádkové obrábění nástrojem T1.....</i>	<i>62</i>
<i>Obr. 40. Tužkové obrábění nástrojem T5</i>	<i>62</i>
<i>Obr. 41. Dokončování povrchu dutiny formy nástrojem T5</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 42. Nástroje pro výrobu děr určených pro pružinové odvzdušňovacích ventily.</i>	<i>64</i>
<i>Obr. 43. Nástroje určené pro instalaci pružinových odvzdušňovacích ventilů</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 44. Spodní pohled na membránu gumárenského etážového lisu.....</i>	<i>68</i>
<i>Obr. 45. Forma membrány gumárenského lisu</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 46. Pohled shora na formu pro dezén pneumatik.....</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 47. Boční pohled na formu dezénu pneumatik</i>	<i>72</i>
<i>Obr. 48. Spodní pohled na formu dezénu pneumatik.....</i>	<i>72</i>
<i>Obr. 49. Vzorky odlisovaných dezénu.....</i>	<i>73</i>
<i>Obr. 50. Detail odlisovaného dezénu pneumatiky</i>	<i>73</i>

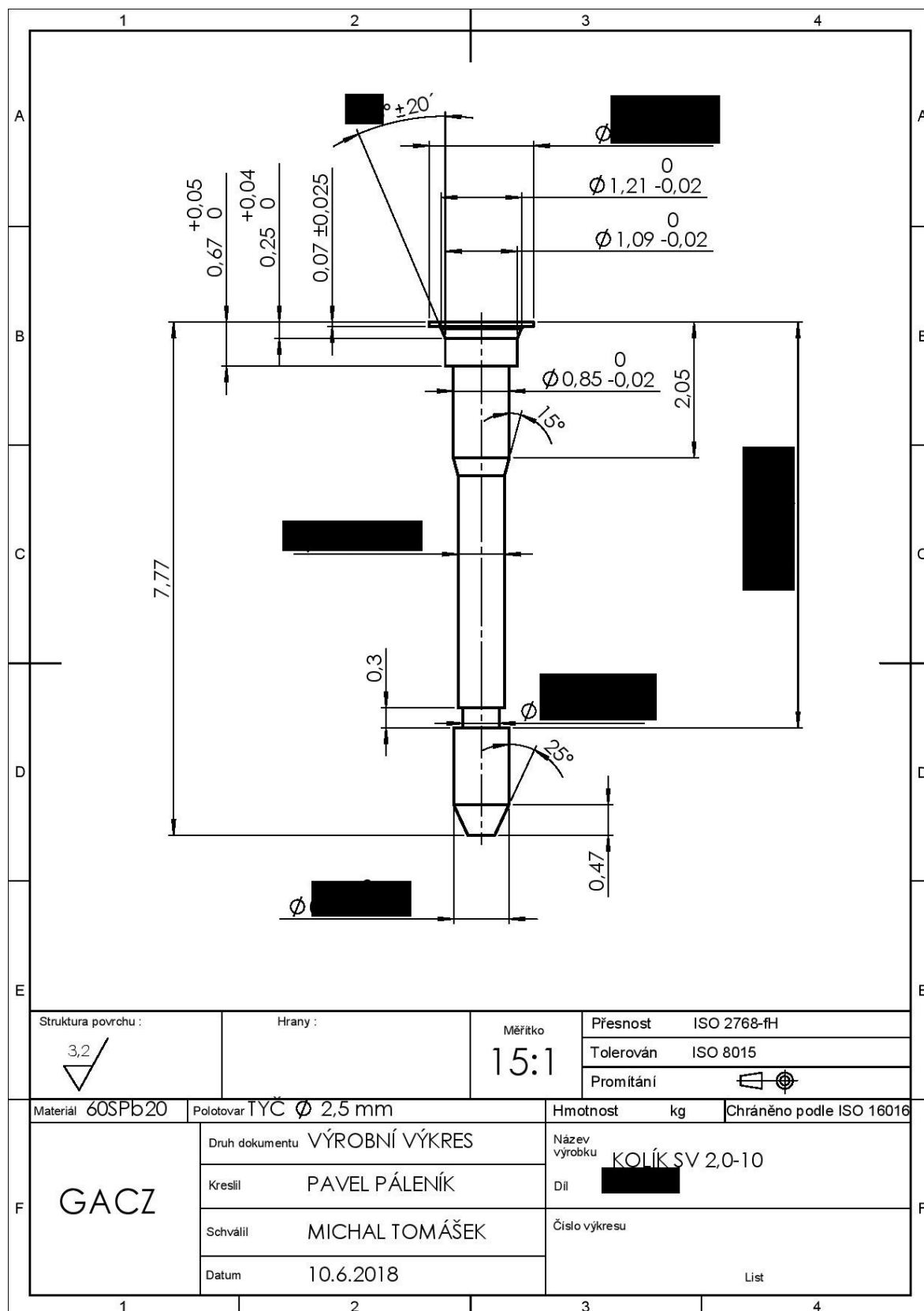
SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Zkratky a relativní spotřeba nejběžněji používaných kaučuků [15]</i>	<i>14</i>
<i>Tab. 2. Parametry karbidové frézy T1</i>	<i>58</i>
<i>Tab. 3. Parametry karbidové frézy T2</i>	<i>58</i>
<i>Tab. 4. Parametry karbidové frézy T3</i>	<i>59</i>
<i>Tab. 5. Parametry Karbidové frézy T4</i>	<i>60</i>
<i>Tab. 6. Parametry karbidové frézy T5</i>	<i>61</i>
<i>Tab. 7. Zvolené rychlosti v závislosti na typu frézy</i>	<i>61</i>
<i>Tab. 8. Typ frézovací technologie v závislosti na pořadí.....</i>	<i>61</i>

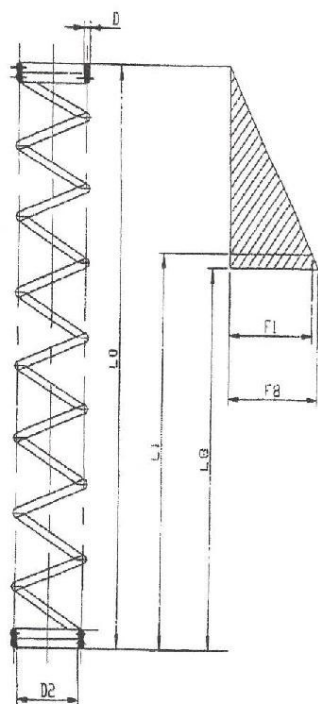
SEZNAM PŘÍLOH

- P I CD-ROM, který obsahuje:
- textový soubor s diplomovou prací
 - výkresy komponent ventilů
 - výkresy přípravků na uchycení formy
 - výkres formy
- P II Výkres kolíku nového jednodílného odvzdušňovacího ventilu
- P III Výkres pružiny nového jednodílného a dvoudílného odvzdušňovacího ventilu
- P IV Výkres pouzdra nového jednodílného odvzdušňovacího ventilu
- P V Výkres kolíku nového dvoudílného odvzdušňovacího ventilu
- P VI Výkres pouzdra nového dvoudílného odvzdušňovacího ventilu
- P VII Výkres formy pro dezén pneumatik
- P VIII Výkres horního přípravku pro uchycení membrány do gumárenského lisu
- P IX Výkres spodního přípravku pro uchycení formy dezénu pneumatik

PŘÍLOHA PII: VÝKRES KOLÍKU NOVÉHO JEDNODÍLNÉHO ODVZDUŠŇOVACÍHO VENTILU



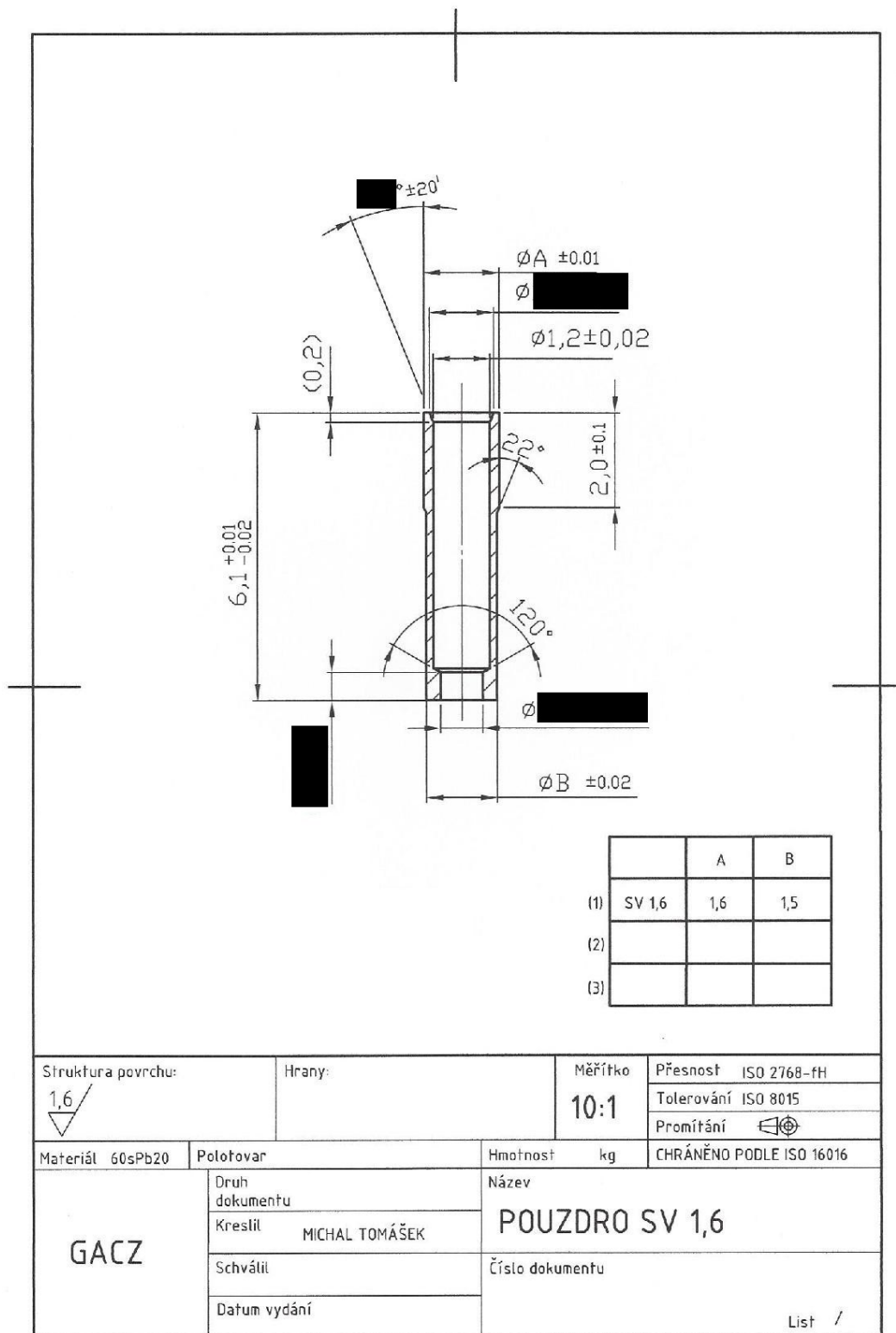
PŘÍLOHA P III: VÝKRES PRUŽINY NOVÉHO JEDNODÍLNÉHO A DVOUDÍLNÉHO ODVZDUŠŇOVACÍHO VENTILU



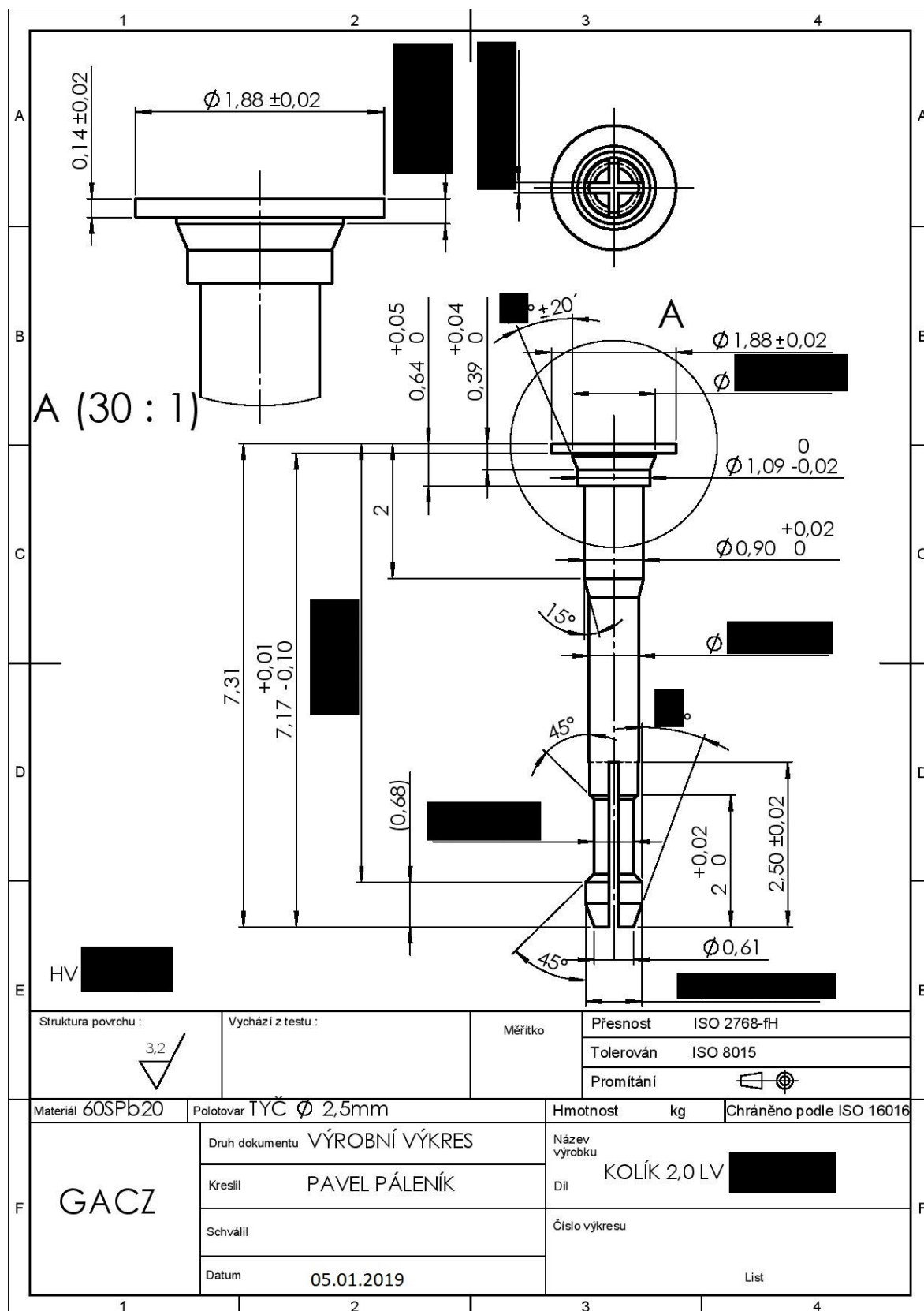
DRÁT PRŮMĚR	D(mm)	0,12
POČET ČINNÝCH ZÁVITŮ	N	10,5
POČET ZÁVĚRNÝCH ZÁVITŮ	Nz	2,0±2,0
POČET CELKOVÝCH ZÁVITŮ	Z	14,5
PRŮMĚR PRUŽINY	D2(mm)	0,81 ^{+0,03} _{-0,01}
VOLNÁ DÉLKA PRUŽINY	L0(mm)	6,3 ^{+0,3} _{-0,1}
DÉLKA PRUŽINY	L1(mm)	3,8
SÍLA	F1(N)	0,40±0,05
DÉLKA PRUŽINY	L8(mm)	3,6
SÍLA	F8(N)	[0,56]
SMYSL VYNUTÍ		P
PRUŽINA UZAVŘENÁ		

		Hrany:	Měřítka	Přesnost ISO 2768-fH
				Tolerování ISO 8015
				Promítání 
Materiál	Položovar	Hmotnost kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
GACZ	Druh dokumentu	Název PRUŽINA 		
	Kreslil MICHAL TOMÁŠEK			
	Schválil	Číslo dokumentu		
	Datum vydání 9.1.2017	54/A		
				List 1 / 2

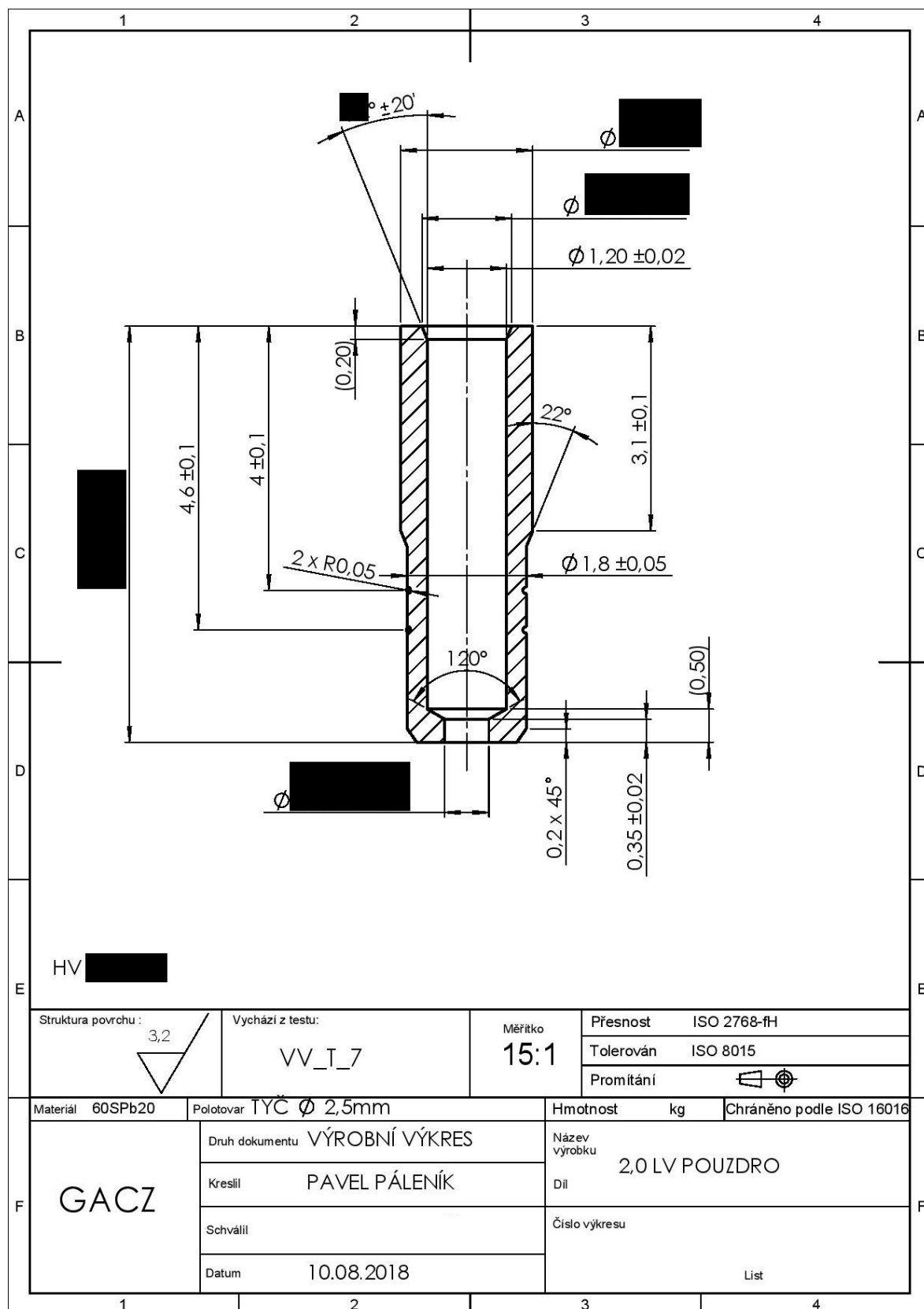
PŘÍLOHA P IV: VÝKRES POUZDRA NOVÉHO JEDNODÍLNÉHO ODVZDUŠŇOVACÍHO VENTILU



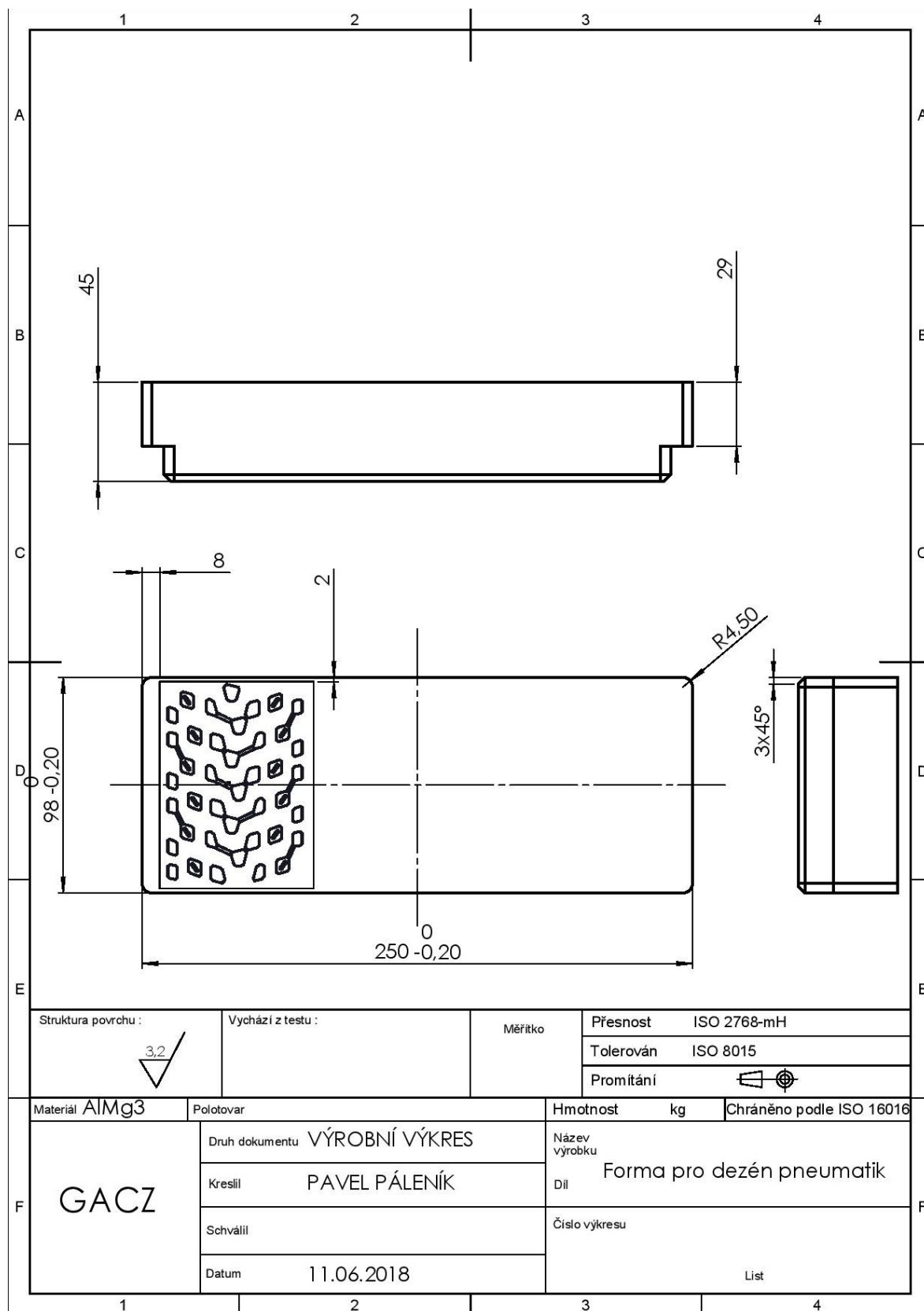
PŘÍLOHA P V: VÝKRES KOLÍKU NOVÉHO DVOUDÍLNÉHO ODVZDUŠŇOVACÍHO VENTILU



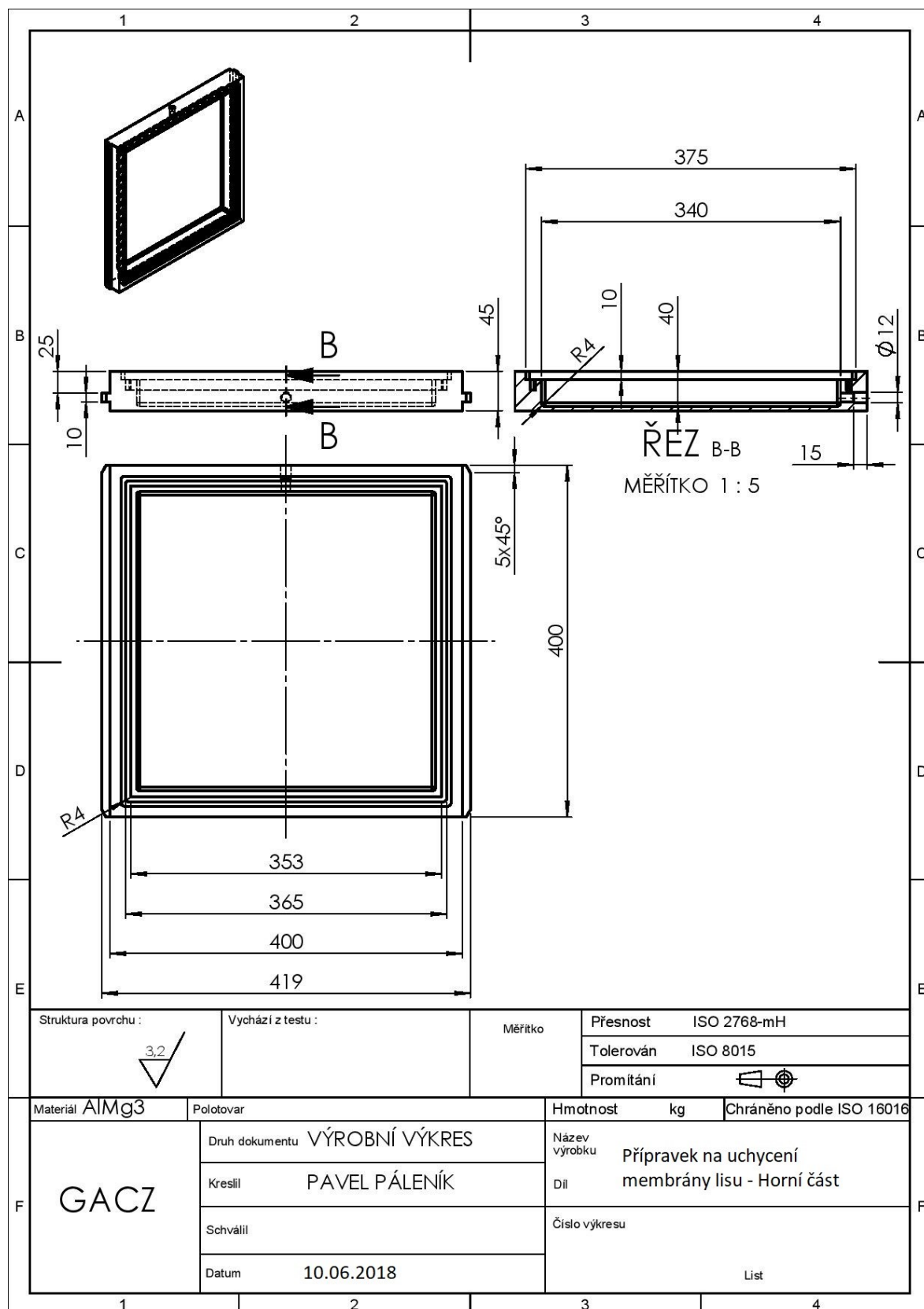
PŘÍLOHA P VI: VÝKRES POUZDRA NOVÉHO DVOUDÍLNÉHO ODVZDUŠŇOVACÍHO VENTILU



PŘÍLOHA P VII: VÝKRES FORMY PRO DEZÉN PNEUMATIK



PŘÍLOHA P VIII: VÝKRES HORNÍHO PŘÍPRAVKU PRO UCHYCENÍ MEMBRÁNY DO GUMÁRENSKÉHO LISU



PŘÍLOHA P IX: VÝKRES SPODNÍHO PŘÍPRAVKU PRO UCHYCENÍ FORMY DEZÉNU PNEUMATIK

