



Středoškolská technika 2010

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na
ČVUT

ZPRACOVÁNÍ KAUČUKU, RUBENA

Petr Šrůtek

Střední průmyslová škola, Nové Město nad Metují

Československé armády 376

Osnova práce

Kaučuk	<ul style="list-style-type: none">• Výroba• Vlastnosti• Využití		
Rubena a.s.	<ul style="list-style-type: none">• Historie• Produkty		
Výroba pláštů	<ul style="list-style-type: none">• Postup výroby		
Praktická část	<ul style="list-style-type: none">• Odrazová pružnost dle <u>Schoba</u>• Zkouška tvrdosti• Zkouška v tahu		

3

Petr Šrůtek



<u>Obsah</u>	
Obsah	1
<i>Úvod</i>	4
1. <i>Kaučuk</i>	5
1.1. Historie kaučuku	5
1.2. Kaučuk	7
Přírodní kaučuk	7
Syntetický kaučuk	8
1.3. Výroba kaučuku	9
Získávání přírodního latexu (syrový kaučuk)	9
Vulkanizovaný latex	10
Vulkanizace	10
Získávání syntetického kaučuku	11
Polymerace	11
Vlastnosti kaučuku	13
1.4. Využití kaučuku	14
Rozdělení	14
Další využití kaučuku ve výrobě	14
Využití v textilu	14
2. <i>Rubena</i>	16
2.1. Historie Rubeny	16
2.2. Technické pryžové materiály – výroba	18
2.2.1 Výroba lisováním	18
2.2.2 Výroba vytlačováním	21
2.2.3 Výroba pryže konfekcí	23
2.2.4 Výroba nanášením roztoků na textil	24
2.3. Výroba pláštěů	25
2.3.1. Vytlačování běhounů	26
2.3.2. Příprava textilních vložek	27



2. 3. 3. Výroba lanek (kroužků).....	29
2. 3. 4. Konfekce pláštěů.....	30
2. 3. 5. Vydouvání.....	32
2. 3. 6. Vulkanizace pláštěů	33
2. 3. 7. Konečná úprava pláštěů	34
3. Praktická část.....	35
3.1. Odrazová pružnost dle Schoba	35
3.2. Zkouška tvrdosti.....	37
3.3. Zkouška v tahu	39
4. Závěr.....	47
Použitá literatura	48



Úvod

Dlouhou dobu jsem přemýšlel, o čem bude má ročníková práce. Nápadů bylo hodně, ale žádný z nich nebyl zajímavý. Nápad se zrodil tehdy, když jsem šel kolem náhodské Rubeny a vzpomněl jsem si na známého, který tam již několik let pracuje.

Po dlouhodobém debatování s vedením firmy jaké podklady mi mohou poskytnout, jsem se rozhodl, že téma mé ročníkové práce bude kaučuk a práce s kaučukem. Hlavní náplní mé práce budou informace o kaučuku od jeho historie až po jeho zpracování. Chtěl bych zde také uvést pohled na firmu Rubena, ve které se budu dlouhodobě pohybovat. Od teoretické části kterou zde popíši bych chtěl také přejít k praxi, která bude velice zajímavá. Samozřejmě zde praxi podrobně rozepíši. Nebudou chybět ani obrázky vyfocené přímo ve firmě Rubena.

Chtěl bych dosáhnout kvalitního zpracování ročníkové práce, která by mohla být v budoucnu použita jako dodatkový materiál při hodinách chemie.



1. Kaučuk

1.1. Historie kaučuku

Již okolo roku 1600 se začínají šířit první zprávy z Ameriky o zázračném stromu, který pouští šťávu, jež tuhne v elastickou hmotu. Tento zázračný strom dostal od zdejších domorodců název "cahuchu", což v překladu znamená „slzící strom“. Z látky, který tento strom produkuje později vzniká látka zvaná "kaučuk", která je v tehdejší době využívána především k izolaci oděvů, lepení a výrobě míčů pro rituální míčové hry.

Kolem roku 1650 začíná docházet k postupnému pronikání kaučuku do Evropy a jeho hojnému využívání.

Dalšími přelomovými okamžiky v historii kaučuku jsou léta 1770, kdy Anglický chemik Priestley, při svých pokusech objevuje, že kaučuk umí odstranit (vygumovat) stopy po tužce, a na základě tohoto objevu se rodí slovo „Rubber“ (rub = třít). A léta 1800, kdy se francouzským chemikům Macquerovi a Herissantovi podařilo rozpustit ztuhlou kaučukovou šťávu, a tím docílili toho, že se kaučuk mohl začít dovážet do Evropy rozpuštěný a byl použitelný pro další zpracování.

Za další mezník v historii kaučuku lze považovat rok 1803, kdy byla v Paříži založena první továrna na gumárenské zboží, ze které vzešly první produkty tzv. šle (kšandy) a podvazky. Nevýhoda těchto produktů byla že byly velmi lepkavé, především v létě a to nesnesitelně, a v zimě příliš tvrdé a tuhé. Avšak v roce 1839 američan Goodyear objevuje, že přidávkem síry a olovnaté běloby tedy uhličitanu olovnatého ke kaučuku a jejich následným ohřevem se produkt stává nelepivý a elastický. Později v roce 1844 je tento postup patentován pod názvem „vulkanizace“.



V důsledku hojného využívání kaučuku je okolo roku 1860 zakládána spousta gumáren po celém světě a kaučuková šťáva je získávána z divoce rostoucích stromů. Produkce kaučuku začala ve velkém.

.V roce 1888 dochází k převratnému objevu irský občan Dunlop vynalézá pneumatiku, která okamžitě získává uplatnění v oblasti motorizace, což v průběhu několika let zapříčiní že guma se stává nedostatkovou a drahou – 1 kg kaučuku stojí asi 28 marek ve zlatě.

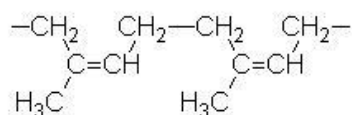
V letech 1910 – 1930 produkce kaučuku stále stoupá z pouhých 94 000 tun na 821 815 tun, čím se světová produkce kaučuku vyrovnala hodnotě světové produkce železa. A začalo docházet k nedostatku kaučuku, což zapříčinilo krizi.

Východisko z krize: Byl vynalezen syntetický kaučuk

1.2. Kaučuk

Kaučuky patří do skupiny makromolekulárních látek, tedy látek, v jejichž molekule se opakuje mnohokrát základní stavební jednotka (monomer). Monomery mohou být v makromolekule uspořádány různým způsobem, někdy se jich v makromolekule střídá i několik druhů. V dnešní době rozeznáváme dva druhy kaučuku: přírodní a syntetický.

Přírodní kaučuk

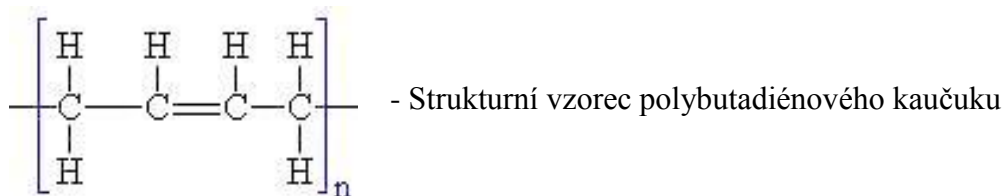


- Strukturní vzorec přírodního kaučuku

Po chemické stránce je to polymer 2 - methyl -1, 3 - butadienu neboli isoprenu.

Přírodní kaučuk je bílá kapalná látka, která se získává ze stromu kaučukovníku. Z jednoho stromu lze získat 5 až 25 kg kaučuku. Přírodní kaučuk je potřebou lidstva víc než 100let. Rozvoj automobilového průmyslu a s ním rostoucí potřeba kaučuku na výrobu pneumatik přiměl chemiky k hledání odpovídající náhrady. I přesto že jsou dnes vyráběny desítky různých syntetických kaučuků, přírodní kaučuk se stále používá, protože dodává směsím žádané vlastnosti. Navíc jeho cena je v současné době poměrně příznivá. Přírodní kaučuk se před vlastní přípravou směsi zpracovává tzv. lámáním. Příliš dlouhé řetězce se při něm štěpí účinkem vzdušného kyslíku v místě dvojných vazeb.

Syntetický kaučuk



První pokusy o výrobu syntetického kaučuku proběhly v Německu za první světové války bod tlakem hospodářské blokády.

Vyrábí se více druhů syntetického kaučuku, nejpodobnější přírodnímu je polybutadiénový kaučuk.

Syntetické kaučuky mají v dnešní době mnohostranné využití. Liší se svými fyzikálně mechanickými vlastnostmi od přírodního kaučuku a v některých speciálních vlastnostech ho i předčí: lépe odolávají organickým rozpouštědlům, nepropouštějí plyny, jsou odolnější proti přirozenému i tepelnému stárnutí a proti chemickým látkám, lépe vzdorují teplu a odírání, mají lepší zpracovatelnost.

Přehled hlavních druhů syntetických kaučuků

Druh syntetického kaučuku	Charakteristika
Polybutadiénový kaučuk	všeobecné využití
Butadiénstyrenový kaučuk	všeobecné využití
Chloroprénový kaučuk	odolává olejům a stárnutí, dobrá chemická odolnost, nehořlavý
Polychloroprénový kaučuk	odolává benzínu a minerálním olejům, surovina pro výrobu lepidel
Butadiénakrylonitrilový kaučuk	výporně odolává benzínu a olejům
Butylkaučuk	nepropouští plyny, odolává teplu a chemickým prostředím, zdravotně nezávadný
Polysulfidový kaučuk	mimořádně odolává organickým rozpouštědlům
Silikonový kaučuk	vyniká vzdorností proti teplu, je nehořlavý, má vynikající elektroizolační vlastnosti
Fluórové elastomery	velká teplovzdornost, chemická odolnost ke kyselinám, zásadám i rozpouštědlům
Polyuretanové kaučuky	vzdoruje odírání a organickým rozpouštědlům
Etylénpropylénový kaučuk	výborná elasticita, chemická odolnost, odolnost proti teplu a stárnutí

1.3. Výroba kaučuku

Získávání přírodního latexu (syrový kaučuk)

Přírodní latex se získává ze stromů kaučukovníku, který je rozšířen téměř po celém světě (viz obr.č.2). Po naříznutí kůry stromu vytéká bílá, mlékovitá kapalina zvaná latex (viz obr.č.1) neboli syrový kaučuk do předem připravených misek, ten se dále upravuje a vzniká přírodní kaučuk. Syrový kaučuk obsahuje kromě kaučuku i velké množství vody a jiné sloučeniny.

Latex obvykle obsahuje tyto složky:

Vodu	55%
Kaučukový uhlovodík	35%
Bílkoviny	4, 5%
Acetonový extrakt	3, 9%
Aminokyseliny	0, 2%
Tříslovinu	1, 0%
Organické látky	0, 4%



obr.č.1

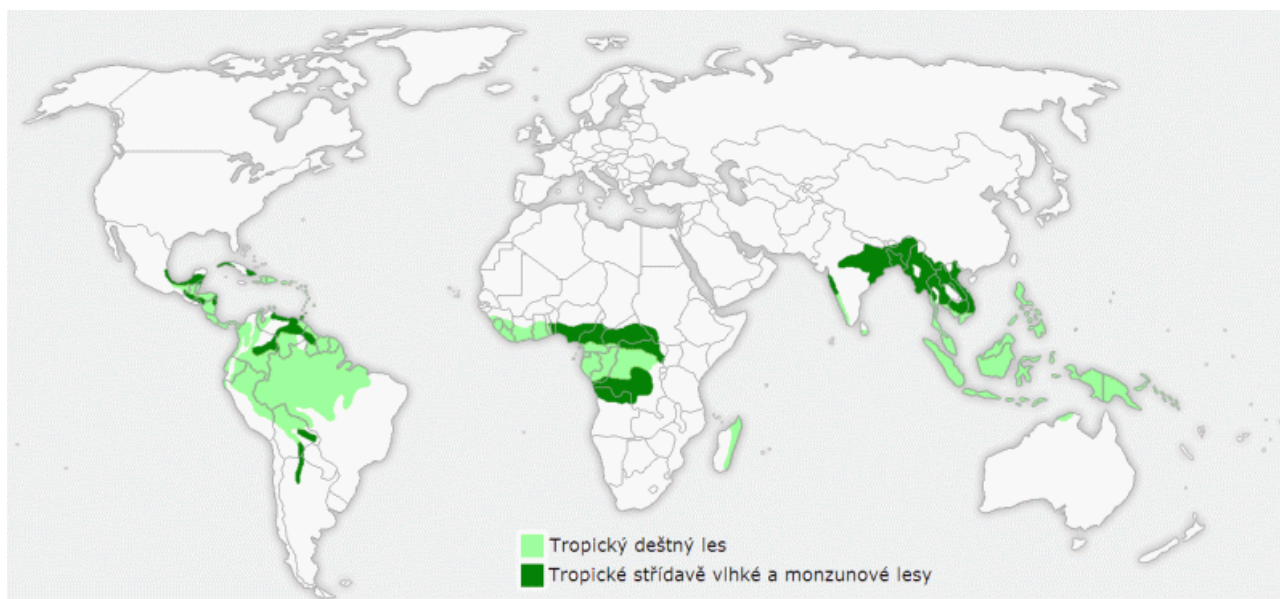
Z hlediska zpracování a hospodárnosti se zahušťují komerční druhy latexu na sušinu asi 60-68%. Zahušťování se provádí odstředěním, odpařením, rozvrstvením nebo elektrodekantací.

Odstředuje se na odstředivkách, rozvrstvení se dosahuje přidáním různých činidel (př. želatiny, metylcelulózy atd.).

Odpaření vyžaduje přidání stabilizátoru, alkálií a mýdel a provádí se v otáčivých bubnech.

Při rozvrstvování se k latexu přidá rozvrstvovací činidlo, které urychlí rozvrstvení latexu na horní vrstvu a spodní vrstvu. Horní vrstva se stabilizuje přidáním amoniaku.

Elektrodekantace je nejmodernější metoda. Provádí se v čtverhranných nádržích, ve kterých jsou elektrody. Kaučukové částice se účinkem elektrického proudu pohybují směrem k anodě a shromažďují se na celofánových deskách, umístěných v nádrži.



obr.č.2

Vulkanizovaný latex

Vulkanizovaný latex se získává účinkem jemně rozemleté síry a ultraurychlovače při současném ohřevu na teplotu asi 75°C. Tento druh latexu má tu výhodu, že výrobky z něho se nemusí vulkanizovat, stačí je pouze důkladně vysušit. Nevýhodou vulkanizovaného latexu je obtížné sušení výrobku následkem nepropustnosti vytvořené vrchní vrstvy vůči vodním parám. Je zajímavé, že tyto výrobky schnou lépe ve vlhkém prostředí než v suchém prostředí.

Vulkanizace

Vulkanizace je proces, kterým se zpracovávají syntetické i přírodní kaučuky.

Hnětením za tepla vzniká pryž. V místech, kde v uhlíkových řetězcích polymeru zůstaly dvojné vazby, vznikají při vulkanizaci polysulfidové můstky. Výrobek tak získává větší pružnost.

Vulkanizace probíhá pomocí dvou proti sobě se točících válců, mezi něž je vsunut kaučuk, který je rozdrcen a opásán kolem jednoho z válců a jsou do něj vmíchány saze, olej a síra (látky které umožňují vulkanizaci). Zamíchaná směs jde na páskovací válec (viz obr.č.3), kde se páskuje pro použití ve vstřikolisech (pro použití na těsnění a vše vyráběné na lisech). Odtud odchází na vstřikolisy, kde je guma stlačena a vulkanizována. Vulkanizovanou gumu již nelze tvarovat.



obr.č.3

Získávání syntetického kaučuku

Syntetický kaučuk se vyrábí polymerací některých nenasycených uhlovodíků, může mít různé složení. Mezi nejběžnější typy patří polybutadienové kaučuky, kopolymerní butadien-styrenové kaučuky, ethylen-propylenové kaučuky a isoprenové kaučuky (jejich monomerem je isopren, tedy jsou chemickou obdobou přírodního kaučuku). Z kaučuků na bázi uhlovodíků se vyrábí pryž přidávkem plniv, antioxidantů, vulkanizačních činidel a následnou vulkanizací.

Polymerace

Polymerace je děj kdy působením teploty nebo katalyzátoru dochází k štěpení násobných vazeb a přes nové vzniklé se základní jednotky váží do dlouhých řetězců. Je to proces beze zbytku. Velice podobou chemickou reakcí je polymerizace.

Polymerizace je chemická reakce, při které z malých molekul (monomerů) vznikají vysokomolekulární látky (polymery).

Polymerizace je základní reakce pro výrobu plastů, syntetických kaučuků a umělých vláken. Uplatňuje se při výrobě a využití laků, polyesterů, laminátů a v lékařství. Polymerizace se vyskytuje též v procesech v živé přírodě, např. při biosyntéze polysacharidů a proteinů.



Polymerizace lze dělit i na řetězové a neřetězové podle způsobu narůstání makromolekulárních řetězců během syntézy.

Pokud se při polymerizaci používá pouze jeden monomer, jde o homopolymerizaci, pokud je monomerů více, jedná se o kopolymerizaci. Výsledkem kopolymerizace dvou monomerů může být podle podmínek statistický kopolymer (oba monomery se v řetězci střídají náhodně), alternující kopolymer (oba monomery se v řetězci střídají pravidelně), případně i blokový kopolymer (oba monomery tvoří delší souvislé úseky řetězce).

Základní druhy polymerizace:

Řetězové polymerizace

Radikálová

Iontová

Iontově-koordinační

Stupňovité polymerizace



Vlastnosti kaučuku

Kaučuk je polymerní materiál přírodního nebo syntetického původu, vyznačující se velkou pružností, tedy schopností se účinkem vnější síly výrazně deformovat a poté opět zaujmout původní tvar. Je to tedy tzv. elastomer.

Kaučuky jsou základní surovinou pro výrobu pryží, nesprávně označovaných i jako guma.

Charakteristickou vlastností kaučukových látek je jejich velká pružnost – elasticita. Je-li kaučukový materiál namáhán tahem nebo tlakem, mění značně svůj tvar, když toto namáhání přestane působit, vrací se rychle do původního tvaru: tahem můžeme získat někdy až desetinásobné protažení.

Pevnost kaučukových materiálů je podstatně menší, než mají tuhé látky, jako např. kov, dřevo, kůže atd., ale stále ještě stačí k tomu, aby kaučukové materiály vyhověly požadavkům kladeným na ně při jejich použití.

Menší pevnost je však mnohonásobně vyvážena jejich vysokou pružností, která je činí nepostradatelnými pro řadu různých výrobků.

Vlastnosti	Použití
Odrážecí pružnost	míče, nárazníky
Tlumící účinek	tlumiče vibrací, pružná uložení
Tahová pružnost	gumové nitě, hnací řemeny, dopravní pásy
Tlaková pružnost	pneumatiky, pogumovaná kola a válce, podrážky
Odolnost k opakovaným deformacím	pneumatiky, dopravní pásy, pružná uložení
Odolnost k odírání	pneumatiky, součástky pro vodoměry, podrážky
Nepropustnost pro kapaliny	pryžová obuv, oděvy, hadice, kapalinová těsnění
Nepropustnost pro plyny	duše, balóny, plynová těsnění, membrány
Elektroizolační vlastnosti	kabely, elektroizolační koberce, izolátory
Tepelně izolační vlastnosti	pórovitá pryž, zahřívací láhve
Chemická odolnost	ochranné obklady, těsnění k nádobám a potrubí
Lepivost	lepidla, tmely



1.4. Využití kaučuku

Rozdělení

Použití kaučuku je velmi rozšířené, od domácností po průmyslové výrobky. Kaučuk vstupuje do výroby ve stadiu meziproduktů nebo finálních výrobků. Např.: pneumatiky a trubky, které jsou největšími konzumenty kaučuku, cca 56% celkové spotřeby v roce 2005 (viz obr.č.4). Zbývajících 44% tvoří obecné gumové výrobky, které zahrnují všechny výrobky kromě pneumatik a duší.

Další využití kaučuku ve výrobě

Kaučuk se dále využívá pro výrobu:

- rámců dveří a oken
- hadic
- pásů
- rohoží, podlahovin
- tlumičů, které jsou využívány pro automobilový průmysl
- rukavic (lékařské, pro domácnost a průmyslové)
- hračky
- koncentrovaný latex

Významné množství kaučuku se používá jako lepidlo v řadě výrobních odvětví. Dva nejvýraznější jsou papírový a kobercový průmysl, pryže jsou také běžně používané pro výrobu gumových pásek a gum na tužky.

Využití v textilu

Kaučuk má významnou hodnotu pro použití v textilním průmyslu díky jeho vynikající pružnosti a přizpůsobivosti. Díky těmto vlastnostem je guma vyrobená z kaučuku jako vlákno (často elastická) tvarována do kruhového vlákna nebo obdélníkového tvaru, který je řezán na pruhy z extrudovaného filmu. Vzhledem k tomu, že má kaučuk nízkou schopnost přijetí barev a

je nepříjemný na dotyk, je gumové vlákno buď zpracováno do jiného přízového vlákna nebo přímo s dalšími tkanými přízemi do tkaniny. V počátcích r. 1900 byly například gumové nitě použity při zakládání oděvů. Jelikož má kaučuk malé pevnostní limity, používá se na lehké oděvy. Důvodem je to, že latexu chybí odolnost vůči oxidaci. Je poškozován stárnutím, slunečním zářením, ředidly a pocením. Textilní průmysl vymyslel, jak vyřešit tyto nedostatky. Obrátil se na Neopren (polymerní forma Chloroprenu). Je to druh syntetického kaučuku. Častější využití našla elastomerová vlákna a spandex (také známý jako elasthan).



pneumatika



holinky



gumové výrobky

obr.č.4



2. Rubena

2.1. Historie Rubeny

Dnešní akciová společnost RUBENA Hradec Králové (viz obr.č.5) vznikla v roce 1999 spojením dvou firem RUBENA Náchod a GUMOKOV Hradec Králové.



obr.č.5

V Náchodě má gumárenský průmysl dlouhou tradici. Již v roce 1908 začal Josef Kudrnáč s výrobou mazadel, ucpávek a osinko - pryžového zboží. V roce 1923 přibral jako společníka Ing. Jaroslava Hakaufa, aby společně zahájili výrobu technické pryže a postupně dalších gumárenských výrobků. V roce 1928 se cesty obou partnerů rozešly - Jaroslav Hakauf odešel do Hradce Králové a Kudrnáč v Náchodě zahájil výrobu veloplášťů a veloduší. V roce 1929 firma Kudrnáč vyrobila první český autoplášť a autoduši.

Po druhé světové válce byla firma Kudrnáč přeměněna na národní podnik a v roce 1947 dostala nový název – RUBENA. O rok později byl v Náchodě založen gumárenský kombinát Rubena Náchod, který se spojil s hradeckou gumovkou a se strojírenským závodem v Předměřicích. O pět let později došlo k reorganizaci oboru a vznikla VHJ České závody gumárenské Náchod se závody ZZN Náchod, SNP Praha, Gumokov Hradec Králové, Osinek Kostelec nad Orlicí a Asbestos Zvěřínek.

V 60. letech se ve výrobě technické pryže začala používat vstříkolisová technologie a počátkem 70. let byla výroba automobilových pneumatik převedena z Náchoda do Otrokovic. V roce 1989 vznikl samostatný státní podnik RUBENA Náchod, o tři roky později byl přeměněn na akciovou společnost. Součástí ČGS a.s. se RUBENA Náchod stala v roce 1996.

V Hradci Králové je počátek gumárenství spojen se jménem rodiny Hakaufových. 25. srpna 1928 byla do obchodního rejstříku zapsána firma Veřejná obchodní společnost zaměřené

na výrobu gumového zboží. Nová továrna slavnostně zahájila provoz 14. srpna 1929 a od roku 1930 nesla firma název Gumovka – Ing. Jaroslav Hakauf a synové. Během války zůstala výroba nepřerušena. Původní majitelé se po válce již nevrátili a po znárodnění připadla firma pod gumárenský kombinát Rubena Náchod. Samostatný národní podnik Gumokov Hradec Králové vznikl v roce 1953, kdy se vyčlenil z náchodské skupiny a byl přímo řízen Hlavní správou gumárenského průmyslu. V roce 1958 byl Gumokov začleněn do nově utvořené výrobně hospodářské jednotky České závody gumárenské a v této podobě fungoval až do roku 1990.

Koncem roku 1990 vznikla akciová společnost GUMOKOV, která byla zařazena do druhé vlny privatizace. Součástí ČGS a.s. se GUMOKOV stal v roce 1997. O dva roky později vznikla spojením s firmou RUBENA Náchod akciová společnost RUBENA Hradec Králové s provozy v Hradci Králové, v Náchodě a Velkém Poříčí (viz obr.č.6).

RUBENA Hradec Králové realizuje rozsáhlý investiční program „RUBENA 2007“, na který obdržela významné vládní investiční pobídky. Cílem investic a celkové restrukturalizace podniku je posílení flexibility a konkurenceschopnosti na nejnáročnějších světových trzích.

V současnosti se Rubena zaměřuje na dva typy výroby a to:

- **Technické pryžové materiály**
- **Výroba pláštů**



obr.č.6





2.2. Technické pryžové materiály – výroba

Pryžové výrobky pro různá technická použití se musí konstruovat tak, aby se mohly vyrábět produktivně a v co největších sériích. Způsob výroby se volí podle toho, jaké jsou na ně kladeny požadavky a jakou mají konstrukci, jedná se o vnější vzhled a rozměry. Technologické postupy k přípravě technických pryžových výrobků začínají přípravou příslušné směsi a přípravou materiálu pro zpracování. Dalším postupem je zpracování na polotovary a pokračuje vytlačováním, nanášením, konfekce, vulkanizace, lisování ve formách a konečná úprava výrobků.

2. 2. 1 Výroba lisováním

Tento způsob výroby se skládá z těchto mnoha operací. Přípravy nálože, vulkanizace ve formách ve vulkanizačním lisu, opracování přetoků a kompletizace výrobku.

Vulkanizační formy dodávají výrobkům žádaný tvar, v kterém se zachovávají vlivem vulkanizace. Musí odolat vysokým tlakům a opakovanému namáhání, proto je nutné, aby byly vyrobeny z kvalitního materiálu. Požadavky na vulkanizační formy jsou velmi četné a náročné.

Nejdůležitější vlastnosti pro vulkanizační formy

- Snadné skládání a rozebírání
- Co nejmenší možná váha
- Snadné vyjímání výlisků
- Povrch bez vad
- Jednoduché čištění formy
- Možnost rychlého a úplného vyplnění dutin kaučukovou směsí
- Správné umístění odvodušňovacích kanálků
- Jednoduché a spolehlivé zavírání formy
- Vznik minimálního vulkanizovaného přetoku
- Rychlý prostup tepla



Vulkanizační formy jsou dvoudílné i několikadílné. Každý díl musí být přizpůsoben tvaru výlisku. Podle konstrukce se formy dělí na typ **otevřený**, **polozavřený** a **uzavřený**. Dále se dělí podle způsobu plnění surovou směsí na typ **klasický** a **lisostříkový**. Formy se nejčastěji vyrábí z oceli (C60), zřídka také z hliníku.

Ocelové formy – se stále častěji chromují, tak dosahují vysokého lesku pryžových výrobků.

Hliníkové formy – používají se jen v nouzových případech pro velmi malé série.

Aby bylo zaručeno lisování bez závad a přijatelný povrch musí se formy čistit. Veliký význam má i zacházení s formou při lisování. Před každým zalisováním je nutné odstranit zbytky směsí a přetoky. Důkladné čištění se provádí v pravidelných intervalech vyvářením forem ve zředěném roztoku sodného louhu. Jsou-li uloženy formy ve skladu, musí se konzervovat vazelínou nebo olejem.

Materiálů k výrobě lisované pryže je mnoho. Liší se především svým upotřebením. Kromě svých funkčních vlastností je nutná u směsí pro lisování dobrá roztékavost ve formě a správný vulkanizační průběh. Poslední požadavek má význam zvláště pro výrobu komplikovaných, olejovzdorných, speciálních a masivních výrobků. V uvedeném případě musí být navulkanizování velice pozvolné, aby se směs řádně roztekla a vyplnila tak všechny části formy.

Sortiment pro lisovanou techniku je velmi rozsáhlý. V zásadě můžeme tyto materiály rozdělit na směsi běžné, olejovzdorné, teplovzdorné, potravinářské, mrazuvzdorné, s dobrou odolností proti opotřebení, s příznivými dynamickými vlastnostmi a s různými kombinacemi uvedených vlastností.

K úspěšnému vyrobení výlisku je nesmírně důležitý tvar nálože ze surové směsi. Nálož musí být co nejdéle přizpůsobena budoucímu tvaru, aby se směs příliš ve formě nepřemisťovala. Příprava spočívá ve vytažení materiálu na dvouválcovém nebo tříválcovém kalandru (válcovací, žehlicí stoj), nebo na vytlačení z hadice na vlačovacím stroji. Z fólií a desek se vysekají různá tvary, např. kroužky, čtverečky, pásy atd.. Hadice se buď naloží do formy stojatě, anebo se navlékají na trn. Šňůry větších průměrů se řežou na kolečka, tenčích rozměrů se používají k výrobě šňůrových kroužků. Při lisování šňůrových kroužků nebo podobných výrobků je velmi nutné pečlivě provést spoj.

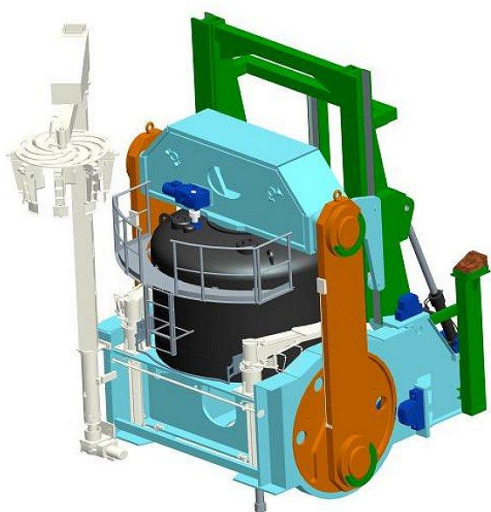
Vulkanizace se provádí ve vulkanizačním lisu (viz obr.č.8). Předehřátá forma se nejprve vytře separačním prostředkem a připravená nálož se naloží do formy. Forma se uzavře a vloží do lisu. Nejprve se nízkým tlakem zavře, potom se vysokým tlakem dokonale stlačí, přičemž se 3 – 5krát odvzdušní zrušením vysokého tlaku a opakovaným zalisováním. Tímto způsobem se odstraní uzavřené vzduchové bubliny. Forma musí dobře přiléhat na obě topné desky lisu, aby dosáhlo co nejdokonalejšího přestupu tepla. Po vulkanizaci se zruší tlak, výlisky se vyjmou z formy a předají se ke konečnému opracování a kontrole.

Takto se vyrábí velké množství těsnění, průchodek, membrán, manžet, koncovek, šňůrových kroužků, kuliček, součástek pro automobily a jiných pryžových technických dílců (viz obr.č.7).



Technické pryžové dílce

obr.č.7



Vulkanizační lisy

obr.č.8



Lisostřik

Nejmodernější způsob lisování spočívá v tom, že se materiál v přehřátém stavu vtlačuje kanálky do dutin formy. Velkou výhodou lisostřiku je zjednodušen vkládání nálože, usnadněné opracování přetoků a možnost výroby některých komplikovaných výlisků. Nevýhodou je že u malých výlisků vzrůstá vulkanizovaný odpad. Další nevýhodou jsou nákladnější formy a nutnost doplňkového zařízení.

2. 2. 2 Výroba vytlačováním

Vytlačování je pro svoji jednoduchost a možnost nepřetržité výroby různě profilovaných tvarů velmi rozšířeno. Vytlačované profily a hadičky se vyrábějí na vtláčovacích strojích (lisech). Směsi se dávkuje buď ručně, nebo mechanicky (dopravníkem), posunem granulí ze zásobníku apod. Při nepřetržitém dávkování se často používá kalandru, který zajišťuje rovnoměrné zásobování vtláčovacího stroje. Postup je ten, že rotační nože odřezávají z kalandru pás, který se dopravníkem vede do plnicího otvoru vtláčovacího stroje. Vytlačený profil nebo hadička se obvykle chladí ve vaně s vodou a buď se navíjí, nebo ukládá na plechy, popř. bubny. Některé výrobky, např. hadičky, hadicové přípojky apod., se navlékají na kovové trny, popřípadě se ještě bandážují. Slepění surových polotovarů se zabrání buď nakluzkováním za sucha, nebo protažením emulzí separačního prostředku.

Vulkanizace vytlačovaných profilů se provádí buď volně k kotli, nebo na trnech v přímé páře. Plné profily se v páře vulkanizují tak, že se položí na plechy a zcela pokryjí vrstvou klouzku. Tím se odstraní přímé působení páry a zároveň částečně i změna tvaru účinkem vysoké teploty. Některé výrobky se vulkanizují nevinuté na bubnech (hadičky apod.) Řada výrobků tohoto druhu, zvláště ty, které mají mít dobrý povrchový vzhled, se vulkanizují i v horkém vzduchu.

Definitivní tvar se výrobku dodává profilem hubice, pevně uchycené v hlavě vtláčovacího stroje. Při její konstrukci se musí počítat s rozměrovými změnami směsi (narůstáním nebo smršťováním) při jejím vycházení ze stroje. Vhodný tvar se zpravidla nalezne až po několikrát vyzkoušení a úpravě.

Výroba hubice je velmi náročná a pracná.



Směsi k tomuto druhu výroby se musí dát dobře vytlačovat a musí vytvářet hladký povrch. Další podmínkou, která se na ně klade, je co největší tvarová stálost a samonosnost, to znamená schopnost podržet dodaný tvar a nedeformovat se při manipulaci, skladování a vulkanizaci. Poslední požadavek je zvláště naléhavý u komplikovaných tvarů.

Urychlení těchto směsí musí být bezpečné, aby nenastaly potíže při vytlačování, a přitom účinné, s včasným nasazením při vulkanizační teplotě, aby nedocházelo k deformaci před navulkanizováním.

Uvedeným způsobem se vyrábějí nejčastěji tyto výrobky:

- Profilová těsnění
- Bezvložkové hadice a hadičky
- Hadicové přípojky
- Válečky pro psací stroje
- Pryžové šňůry
- Nevulkanizované konzervové kroužky
- Odpichové kroužky menších průměrů

Bezvložkové hadice a hadičky se vulkanizují na bubnech, trnech nebo v klouzku přímou párou v kotli. Patří sem hadice laboratorní, irigátorové a ostatní zdravotnické a potravinářské hadičky.

Hadicové přípojky se zpravidla vyrábějí s textilními vložkami v délkách do jednoho metru. Vulkanizují se pod textilní bandáží a potom se odpichují na příslušnou délku. Hotové výrobky se opatřují kovovými armaturami a používá se jich nejčastěji k dopravě pohonných hmot.

Válečky pro psací, počítačové a registrační stroje se vyrábějí s tvrdostí 80-90°Sh. U nich je zvláště důležitá naprostá hladkost výrobku a stejnoměrná tvrdost. Vulkanizují se pod bandáží a konečná úprava se provádí broušením.

Šňůry a profilová těsnění se vyrábějí nejčastěji vulkanizací v klouzku. Patří sem řada pryžových detailů, používaných k těsnění v automobilovém, strojním a elektrotechnickém průmyslu.

Nevulkanizované kroužky k těsnění víček konzerv se vyrábějí sekáním vytlačené hadice na úzké pásy.



2. 2. 3 Výroba pryže konfekcí

Ruční konfekce

Je to sice málo produktivní výrobní způsob, ale má stále ještě svůj význam při zhotovování komplikovaných výrobků, prototypů a výrobků v malých sériích. Provádí se vinutím nebo lepením.

Vinutím

Tímto pojmem se rozumí takový postup, při kterém se na trn, jádro nebo zvláštní přípravek navíjí tenká fólie ze surové kaučukové směsi až na žádaný rozměr. Fólii je třeba osvěžovat benzínem nebo toluenem, aby byla dostatečně lepivá. Spojení vrstev se dosáhne válečkováním, vzniklé vzduchové bubliny se propíchnou jehlou a zaválečkují se. Někdy se kombinuje fólie ze surové směsi s pogumovaným textilem. Materiály na tuto výrobu musí mít především dobrou konfekční lepivost, musí se dát hladce vytahovat na trojválcovém kalandru bez puchýřů a při vulkanizaci nesmějí příliš změknout, aby neztékaly z trnů. Jejich skladba závisí na účelu použití. Vulkanizace vinutých výrobků se provádí v kotli pod bandáží nebo v přípravcích (formách) přímou parou.

Vinutím se provádějí především kompenzátory, technické dílce a odpichované kroužky. Kompenzátory se zhotovují vinutím fólie, kombinované s pogumovaným kordem. Konfekce se provádí na jádru formy. Jednotlivé části materiálu se vyříznou na pracovním stole, pogumovaný kord se nařeže pod úhlem 45° na potřebnou šířku. Po dohotovení konfekce se forma uzavře čtvrtkruhovými segmenty a vloží se do kotle k vulkanizaci. V poslední době se zavádí výroba strojní konfekce, při které se užívá upraveného konfekčního stroje na automobilové pláště. Kompenzátory se vyrábějí v průměru 80 – 2200 mm v různých kvalitách (běžná, teplovzdorná a olejovzdorné) a slouží ke kompenzaci teplotních délkových změn potrubí.

Odpichové kroužky mají mnohostranné použití. Nejčastěji slouží k těsnění, k výrobě silentbloků apod.. Jejich výroba se skládá z navinutí fólie na trn, bandážování a vulkanizace přímou parou v kotli. Zvulkanizované trubky se potom natáhnou na hliníkové trny a obrousí suportovou bruskou na žádaný průměr. Konečná úprava se provádí odpíchnutím nožem na



patřičnou šířku. Vinutím se většinou vyrábějí kroužky větších průměrů a větších šířek, u nichž přesně nezáleží na přesnosti.

Lepením se zhotovuje dlouhá řada výrobků pro různé technické účely z kaučukových směsí nebo z pogumovaného textilu. Výroba spočívá ve vyseknutí nebo vyříznutí materiálu různých tvarů a slepení buď osvěženým benzínem nebo kaučukovým roztokem. Potom následuje vlastní konfekce, při které se používá pomocných přípravků, dřevěných nebo kovových forem a kopyt. Připravené výrobky se vulkanizují volně v komorách nebo kotlích.

Do této skupiny výrobků patří různé nádoby na kapaliny, nádrže na pohonné hmoty, vaky, součásti strojů apod.. Daleko větší uplatnění má lepení při výrobě předmětů spotřebního charakteru (obuv, sportovní potřeby atd.).

2. 2. 4 Výroba nanášením roztoků na textil

Velmi četné gumotextilní technické výrobky, jejichž konstrukce je založena na použití speciálních druhů textilu, se vyrábějí nanášením. Výroba se skládá z přípravy roztoku příslušné směsi, předsušení, popř. impregnace textilu a vlastního nanášení roztoků. V dalším průběhu výroby se výrobky vulkanizují buď na rotačním lisu, nebo v komoře.

Takto se vyrábějí ofsetové desky, mykací povlaky, membrány a ostatní pogumované tkaniny pro technické účely. Uvedené druhy výrobků mají společné jedině nanášení roztoků na natíracím stroji, kde se opatří příslušným počtem nátěrů roztokem směsi vhodné pro daný účel. Další výrobní postup je již pro každý druh specifický. Směsi pro výrobky opatřené nánosem musí mít dobrou adhezi (přilnavost) k textilu a jsou nejrůznějšího složení: nejčastěji se používají směsi z přírodního kaučuku, jen pro speciální účely (např. olejovzdorné směsi) jsou sestaveny na základě akrylonitrilového kaučuku. Z příslušné směsi se připraví roztok nejčastěji v průměru 1 : 1, 5 – 1 : 4. Roztok se připraví rozpuštěním směsi v toluenu v poměru 1 díl směsi a 1, 5 – 2 díly toluenu.



2.3. Výroba pláštů

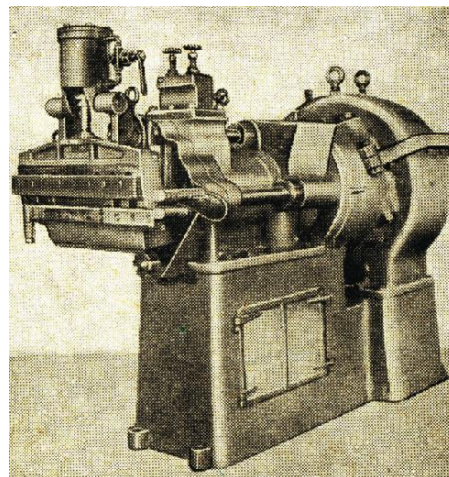
Vzhledem k svému velkému objemu se výroba pláštů zpravidla soustřeďuje do specializovaných závodů. Omezený sortiment umožňuje v těchto závodech maximální mechanizaci a automatizaci výroby. Zúžený sortiment směsí dovoluje již při přípravě výroby ve válcovně značné zjednodušení technologických postupů a široké uplatnění automatických linek. Plastikace (homogenizace materiálu roztavením a prohnětením) kaučuku se v moderních pneumatikách provádí na plastikátorech a dávkování přísad je automatizované. Míchání se provádí na hnětacích strojích s automatickým ovládním. Plasty hotových směsí postupují buď chladicími transportéry do meziskladu anebo přímo k dalšímu zpracování. Kvalita se kontroluje zpravidla hnedka hnětacím strojem.

Skladba směsí pro pneumatiky je již ustálena vzhledem k přesně vymezeným požadavkům na ně a poměrně dlouhé tradici výroby. Používá se přírodní kaučuk a butadienstyrenový kaučuk. Pro některé směsi se zpracovává i určitá část regenerátu (např. na kostru, bočnice). Gumovitost směsí na pneumatiky se pohybuje okolo 60%.

Vysoké odolnosti běhounových směsí proti opotřebením se dosahuje použitím aktivních sazí, kterých se přidává zpravidla 40 – 47 váhových dílů na použitý kaučuk. Saze současně dodávají vulkanizátu dobrou strukturní pevnost a potřebnou tvrdost. Odolnost proti prolamování a tvorbě trhlin únavou se zajistí volbou vhodného druhu antioxidantu, který rovněž zlepšuje odolnost proti přirozenému stárnutí a povětrnostním vlivům. Poduška musí mít vysokou pružnost, přičemž nejlépe vyhovují směsi z přírodního kaučuku. Vhodným plnivem pro nánosy patkové směsi jsou křída a kaolín. Ostatní přísady, vulkanizační prostředky a změkčovadla odpovídají běžné gumárenské praxi.

2. 3. 1. Vytlačování běhounů

Většina běhounů se vyrábí vytlačováním na vtačovacíh strojích s plochou hlavou (viz obr.č.9). Výroba běhounu je uspořádaná obvykle do linek, kde se provádí samotné vytlačování a další úprava. V některých závodech se vytlačovací stroje zásobují dopravníkovým systémem přímo od hnětacích strojů. V moderních závodech se běhoun vytlačuje obvykle současně s bočnicemi buď ze stejné směsi nebo ze dvou různých směsí. K tomu se používá buď jednoho dvoušnekového vtačovacího stoje, nebo dvou strojů se společnou hlavou.



Stroj na vytlačování běhounů

obr.č.9

Vytlačený profil se chladí na chladícím dopravníku a seřezává se na tzv. kosičce běhounů šikmo nastaveným rotačním nožem, poháněným elektromotorem. Kosička je pohyblivá v příčném vodorovném směru. Zkosené běhouny se kontrolují na váhu nebo na rozměry a odkládají na speciální vozíky (reky).

Aby se odstranilo tvoření vzduchových bublin mezi běhounem a kostrou, propichuje se surový běhoun na propichovacím stroji.

Běhoun

Je část pláště opatřená vzorkem a zajišťující styk kola s vozovkou. Jeho tloušťka má vliv na zahřívání pneumatiky, a z toho důvodu by měl být co nejtenčí. V praxi se tedy tloušťka běhounu volí tak, že drážka tvoří přibližně 80% a hmota asi 20%. To však neplatí u pláštů pro nákladní vozidla, u nichž je většinou běhoun konstruován pro možnost dalšího prořezání dezénu. U pláštů pro osobní vozy je prořezávání zakázáno.



2. 3. 2. Příprava textilních vložek

Vložky pro výrobu kostry se zhotovují z pogumované kordové tkaniny. Dříve se používalo bavlněného kordu, dnes se používá kordů viskóзовých a polyamidových. Začínají se také používat kordy ocelové.

Před vlastním pogumováním se umělohedvábný kord musí především impregnovat (to je nasycování savých materiálů pro to vhodnými přírodními nebo chemickými látkami), aby byla zabezpečena dostatečná soudržnost textilu a pryže. Impregnace se provádí velmi často již ve výrobě kordů na speciálním zařízení. Při impregnování v pneumatikárnách se používá běžných impregnačních činidel (např. syntetický kaučuk)

Impregnovaný kord se pogumovává na víceválcových kalandrech, nejčastěji na čtyřválcových, které jsou součástí gumování linky. V moderních závodech na výrobu pneumatik je gumování linka uspořádaná tak, aby vyžadovala co nejméně obsluhy při nepřetržitém pracovním postupu. Tloušťka nánosu se kontroluje průběžně izotopovým zařízením, které může dokonce přímo ovládat seřizování šterbiny mezi válci prostřednictvím servomotoru. Spojování kordů je na začátku gumování linky; při provádění spoje se konce spojovaného kordu proloží páskou rychle vulkanizující směsí a krátce zalisují. Aby nebylo nutno při každém spojování zastavit celou linku, čerpá se mezitím materiál z vyrovnávacího zařízení tak, že se navzájem přiblíží vyrovnávací kladky, čímž se zkrátí dráha textilu. Na konci gumování linky je chladicí zařízení, na kterém se kord ochladí na teplotu vhodnou pro další manipulaci. Přitom je nutno dbát toho, aby se kord příliš nepodchladil, protože tím by se snížila jeho konfekční lepivost.

Aby byly zajištěny dynamické vlastnosti kostry, musí se kordové nitě v kostře křížit pod určitým úhlem. Proto se pogumovaný kord řeže pod úhlem 30-40° a jeho přesná velikost se stanoví pro každý druh pneumatiky výpočtem. Řeže se na ležatých nebo stojatých řezacích strojích. Nejmodernější řezací stroje na textil jsou horizontální. Textil se podává dopravníkem k řezacímu mechanismu, který se skládá z příčných saní, po nichž se pohybuje vozík s poháněným kotoučovým nožem. Úhel řezu a šířka řezané vložky se dá přesně nastavit. Nařezaný pogumovaný kordový textil se navíjí se zábaelem na cívky a ukládá do pojízdných



stojanů. Používá-li se plochých zásobníků staršího typu, ukládá se kord mezi zábalové listy do tzv. „knih“.

Mezigumy se táhnou na tříválcovém kalandru, který je součástí soupravy, na které se vytažená meziguma o potřebné šířce nalepuje na pogumovanou kordovou vložku. Mezigumy obvykle přicházejí ke konfekci již přímo nalepené na kordových vložkách. Nárazníkový kord se pogumovává poněkud tužší směsí a slepuje se s nárazníkovou směsí, vytaženou na tříválcovém kalandru.



2. 3. 3. Výroba lanek (kroužků)

Patky pneumatik jsou vyztuženy ocelovými lanky, která se zakotvují prostřednictvím obalu z pogumovaného textilu. V moderních závodech se kroužky vyrábějí na zařízení, na kterém se potřebný počet drátů odvíjí z cívečnic, oplášťovací kaučukovou směsí na vytlačovacích strojích s křížovou hlavou a současně navíjí na kovový kotouč. Na obvodě kotouče je zářez, do něhož se uchytí konec pogumovaných drátů. Po navinutí kroužku stroj automaticky dráty usekne, kroužek se sejme z kotouče a konce se zajistí páskem textilu. V dalším průběhu výroby lanek se ke kroužku přilepí jádro, tj. trojhranný profil z nevulkanizované směsi. Jádro se připravuje na profilovaných válcích víceválcových kalandrů. Konečně se kroužky ovinou pogumovaným textilem, popř. křídélkují. Pod pojmem křídélkování se rozumí postup, při kterém je kroužek podélně obalen pogumovaným textilem, jehož přečnívající okraje na vnějším obvodě jsou slepené do „křídélka“. Ovíjení i křídélkování se provádí na zvláštních strojích. Používá se k tomu gumovaného kordu nebo křížového textilu.



2. 3. 4. Konfekce pláštů

Konfekce pláštů je výrobní postup, při kterém se z jednotlivých dílců sestaví surový plášť. Protože správné uložení jednotlivých dílců v hotovém plášti má rozhodující význam pro jeho funkční způsobilost, musí se konfekce provádět s velkou pečlivostí.

Jednotlivé dílce se slepují na otočném bubnu. Podle jeho tvaru rozeznáváme konfekci kulatou, polokulatou, poloplochou a plochou. Konfekční buben je hlavní součástí konfekčního stroje a je poháněn elektromotorem. Kromě konfekčního bubnu má konfekční stroj nastavovatelné a seřizovatelné zavalovací zařízení, které se skládá z profilovaných válečků a koleček, jež se při zavalování přitlačí ke konfekčnímu bubnu.

Kulatá konfekce nevyžaduje před vulkanizací tvarování, tzv. bombírování. Používá se jí dnes již jen velmi málo, většinou jen při výrobě největších pláštů, které by způsobovaly potíže při vydouvání (bombírování).

Polokulatá konfekce. Při tomto způsobu jsou patky v pohoze, v jaké se nacházejí v hotovém plášti. Zbytek pláště je při konfekci plochý, a proto se musí před vulkanizací vydouvat.

Ploché konfekce se používá k výrobě lehkých osobních a nákladních pláštů, kde menší počet vložek dovoluje tvarové změny, které nastávají při vydouvání pláštů tímto způsobem připravených.

Poloplochá konfekce je obměnou ploché konfekce se zvlášť profilovaným bubnem, čímž se částečně odstraní přetváření patky při vydouvání.

Konfekční bubny mají různou konstrukci, mohou být rozebíratelné nebo sklápěcí, aby se surový plášť mohl snadno sejmout.

Ke konfekčnímu stroji je přiřazen zásobník z něhož se při manipulaci odebírají jednotlivé součásti pláště. Moderní zásobníky jsou otočné stojany s cívkami, na kterých jsou navinuty



vložky a ostatní potřebný materiál. Na jedné straně zásobníku se materiál odebírá a na druhé se zásobník současně plní. Po vyprázdnění jedné strany se zásobník otočí kolem svislé osy a postu se opakuje. Tím je zabezpečeno nepřetržité zásobování konfekčních strojů. Vložky pro pláště větších rozměrů se připravují pro konfekci ve formě obalu, tj. několika vložek slepených do nekonečného pásu na zvláštním zdvojovacím stroji.

Vlastní konfekce se provádí tak, že se na sebe navrství kordové vložky odstupňované podle šířky tak, aby se křížily, a pokaždé se řádně zavalují. Nesprávné kladení může způsobit deformaci (shrnutí), jež může být příčinou oddělování nebo zhoršení životnosti pláště. Podle způsobu konfekce se potom přiloží nebo natáhnou a přitlačí lanka, a přiválečkují se křídélka. Následuje přeložení vložek přes lanka, kladení nárazníků, běhounů a bočnic. Pořadí těchto operací se mění podle druhu konfekce, velikosti a druhu vyráběných plášťů. Pro každý rozměr pneumatiky je vypracován podrobný konfekční předpis.



2. 3. 5. Vydouvání

Pláště připravené polokulatou, plochou nebo poloplochou konfekcí se před vulkanizací musí přetvarovávat tak, aby z původního válcového tvaru dostaly tvar přibližně takový, jaký mají mít pro vulkanizaci. Kromě vydouvání je třeba do pláště vložit ještě topnou duši. Vkládání topné duše a tvarování se provádí obvykle v jedné operaci na tzv. vydouvacích strojích. Vydouvací stroje jsou zásadně dvojího typu, tlakový a podtlakový.

U podtlakových vydouvacích strojů se v komoře stroje, přiléhající k většímu obvodu pláště, vytváří podtlak, čímž se plášť vydouvá a tvaruje. Zároveň se do něj shora vkládá topná duše.

V přetlakovém vydouvacím stroji se nejdříve vtáhne topná duše do spodní komory otvorem spodního talíře. Potom se na spodní talíř uloží plášť a spustí se vrchní talíř. Plášť se mezi nimi stlačuje a zároveň nahušťuje. Když je dostatečně vydutý, vytlačí se ze spodní komory pístem topná duše a několikerým střídavým zvednutím a spouštěním se duše v plášti vyrovná.

Někdy se kostry zhotovené plochou konfekcí částečně tvarují současně s nalepováním běhounů. Tento postup se nazývá konformace a má zabránit přílišné tvarové a rozměrové změně běhounu při vydouvání.



2. 3. 6. Vulkanizace pláštů

Původně se vulkanizovaly pláště v autoklávech. Vzhledem ke stále vzrůstající výrobě pláštů se přešlo k vulkanizaci v individuálních mechanických lisech, často zpražených do dvojic. Formy jsou pevně spojeny s lisem, odpadá tedy obtížná manipulace a doprava. Do lisu se vkládají pláště s topnou duší. Během vulkanizace se do topné duše a do parní komory lisu zavádí pára nebo horká tlaková voda. Plášť je lisován tlakem topné duše proti vyhřáté formě a tak dostává konečný tvar a současně se vulkanizuje. "

Nejmodernější lisy na pláště jsou tzv. lisy membránové, u kterých topnou duši nahrazuje membrána z teplovzdorné pryže a plášť se vydouvá přímo v lise. Uzavřením lisu se stlačí válcovitá membrána, přičemž v ní vznikne přetlak.

Stlačování membrány, jakož i přetlak pokračuje tak dlouho, až plášť nabude tvaru formy. Jakmile se forma úplně uzavře, zvedne se do membrány tlaková voda nebo pára, která vtlačí do profilu formy surový plášť a v tom tvaru jej zvulkanizuje. Po skončení vulkanizace se snižuje tlak v membráně a lis se otevře. Membrána se opět narovná do původního válcovitého tvaru, přičemž se plášť vytlačí ze spodní poloviny formy.

Moderní vulkanizační lisy bývají opatřeny zásobníky surových pláštů, z nichž jsou jednotlivé kusy postupně automaticky vkládány do lisovací formy.

Vulkanizují-li se pláště s topnou duší, je nutno duši z vulkanizovaného pláště vytáhnout. Tato značně pracná operace se provádí na zvláštním zařízení sestrojeném pro tento účel.



2. 3. 7. Konečná úprava pláštů

Po vulkanizace se ještě ořezávají přetoky a plášť se lakuje, aby se zlepšil jeho vzhled. Hotový výrobek se kontroluje, vyvažuje a balí. Při vzrůstající rychlosti motorových vozidel může nevyváženost pneumatiky způsobit „házení“ kola a značné těžkosti při ovládní automobilu. Urychlí se tím opotřebení vozidla i pneumatiky. Plášť se vyvažuje na statických nebo dynamických strojích, na nevyvážená místa se nanáší speciální roztok nebo nalepí pryžový pásek.

Aby pláště netrpěly dlouhou dopravou a skladováním a také účinky světla, balí se často ještě do krepového papíru na zvláštních balících strojích. Pro působivý vzhled se někdy vyrábějí pláště s bílými bočnicemi. Tohoto efektu se dosahuje nalisováním vrstvy bílé pryže nebo jednoduše nánosem roztoku bílé kaučukové směsi. Některé pláště, zejména ty, které jsou vybaveny velmi často působením povětrnosti, se opatřují ochrannými nátěry ze speciálního složení.



3. Praktická část

Základním tématem mé práce je kaučuk a jeho zpracování. V akciové společnosti Rubena jsem měl možnost se seznámit s výrobou pryže a zjistil jsem, že pro své výrobky připravují celou řadu směsí podle jejich využití. V druhé části své ročníkové práce jsem se tedy zaměřil na porovnání několika vzorků těchto směsí a na to, jak souvisí jejich vlastnosti s konkrétními výrobky. Zaměřil jsem se tedy na testování různých kaučukových směsí.

V rámci tohoto úkolu jsem navázal spolupráci s Vysokou školou chemicko-technologickou v Praze, fakultou chemických technologií, ústavu polymerů, kde pod vedením Ing. Zdeňka Hrdličky Ph.D. jsem provedl několik základních zkoušek na těchto vzorcích směsí, a to zkoušky:

1. odrazové pružnosti dle Schoba
2. tvrdosti
3. v tahu

Zkoušky byly prováděny se vzorky zpracovanými do tvaru čtverce o rozměrech 150x150mm o tloušťce 2mm, kde jejich složení ovlivnilo jejich zbarvení.

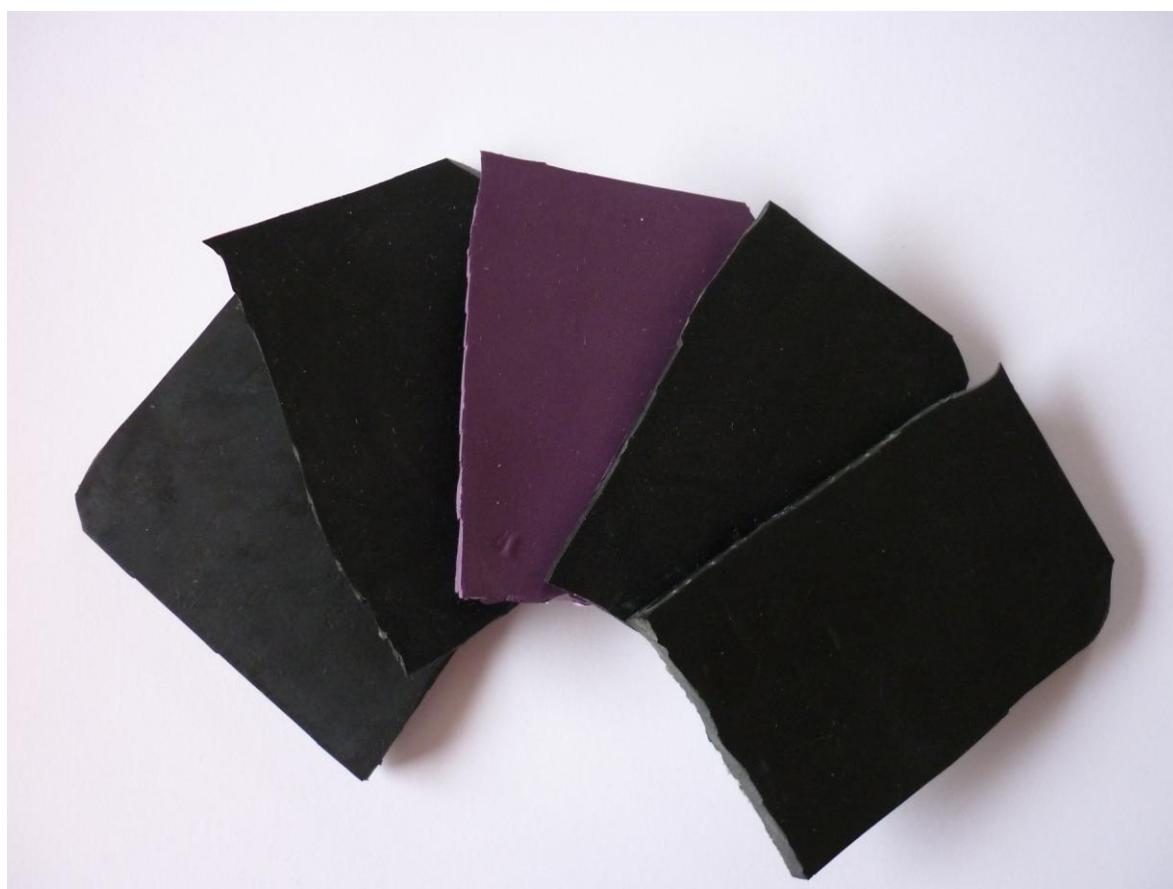
Jednalo se o vzorek Běhoun BC (A), Běhoun SMC (B), Duše butyl (C), Vnitřní ochranná vložka (D), Nános kordů (E).

3.1. Odrazová pružnost dle Schoba

Tato zkouška byla provedena na přístroji pro měření pružnosti Schob (viz obr.č.10.). Do tohoto přístroje jsem umístil vzorek pryže (viz obr.č.11) a po uvolnění kladívka, které narazilo do pryže se na přístroji ukázaly dosažené hodnoty. Tento proces jsem opakoval na každém vzorku pryže pětkrát. Z dosažených výsledků jsem vytvořil tabulku (viz tab.č.1.).



obr.č.10



obr.č.11



Odrážová pružnost dle Schoba [%]					
	Běhoun BC	Běhoun SMC	Duše butyl	Vnitřní ochranná vložka	Nános kordů
1.	14%	12%	4%	25%	25%
2.	16%	12%	5%	26%	26%
3.	16%	12%	4%	26%	26%
4.	14%	13%	5%	26%	25%
5.	16%	13%	4%	26%	25%
Ø	15,2%	12,4%	4,4%	25,8%	25,6%

tab.č.1

Z tabulky je zřejmé že, největší pružnost byla zjištěna u vzorku D a E, kde jejich použití je pro povrchovou stranu pláště, kde se vyžaduje přizpůsobivost povrchu terénu.

3.2. Zkouška tvrdosti

Při této zkoušce jsem použil přístroj zvaný tvrdoměr (viz obr.č.12). Tento přístroj funguje na principu pronikání tvrdšího tělesa vzorkem pryže. Koncový hrot se silněji přiloží ke vzorku, asi po pěti vteřinách, kdy se ustaví ručička přístroje na konkrétní hodnotě, odečítáme tvrdost. Tento pokus jsem opakoval pětkrát na různých místech vzorku. Z naměřených hodnot jsem sestavil opět tabulku (viz tab.č.2)



obr.č.12

Tvrdość Shore [ShA]					
	Běhoun BC	Běhoun SMC	Duše butyl	Vnitřní ochranná vložka	Nános kordů
1.	68	63	67	58	59
2.	70	63	69	59	60
3.	68	64	68	59	59
4.	67	62	67	57	60
5.	69	63	67	58	59
∅	68,4	63	67,6	58,2	59,4

tab.č.2

Ze zjištěných hodnot vychází logicky vyšší tvrdość u materiálů, které byly méně pružné, tzn. vzorky A, B, C, které se používají jako běhouny nebo duše a jejich charakteristickou vlastností je tvrdość, pevnost a odolnost proti obrušování na pláři.

3.3. Zkouška v tahu

Pokus jsem zahájil vyřezáním sedmi tzv. lopatek (viz obr.č.13). K vyřezání lopatek jsem použil přístroj vyřezávačku (viz obr.č.14) a následně jsem změřil jejich tloušťku pomocí tloušťkoměru, což bylo rameno zakončené tupým hrotem, které doléhalo na materiál položený na hladké podložce. Přesnost tohoto měření jsou setiny milimetru (viz tab.č.3) a tyto vzorky jsem použil pro zkoušku v tahu. Na každou testovanou lopatku jsem před vložením do přístroje umístil dvě bílé značky v rozsahu 1cm, tzn. 0,5cm od středu. Označenou lopatku jsem vložil mezi dvě vertikálně umístěné otočné hlavy přístroje INSTORN 3365 (viz obr.č.15), které se roztahovaly rychlostí 5cm/s. Součástí přístroje je kamera, která snímala proces roztahování lopatky do doby prasknutí a počítač, který průběžně zaznamenával naměřené hodnoty (viz tab.č.4,5,6,7,8).



obr.č.13

Tloušťka vzorků					
Číslo vzorku	Běhoun BC	Běhoun SMC	Duše butyl	Vnitřní ochranná vložka	Nános kordů
1.	1,98	2,07	1,96	1,94	1,90
2.	1,97	2,03	1,94	1,93	1,92
3.	1,97	2,00	1,89	1,92	1,89
4.	1,96	1,97	1,89	1,91	1,88
5.	1,97	1,96	1,87	1,91	1,85
6.	1,96	1,94	1,84	1,92	1,84
7.	-----	1,91	1,84	-----	1,84
∅	1,9683	1,9829	1,8900	1,9217	1,8743

tab.č.3



obr.č.14



obr.č.15

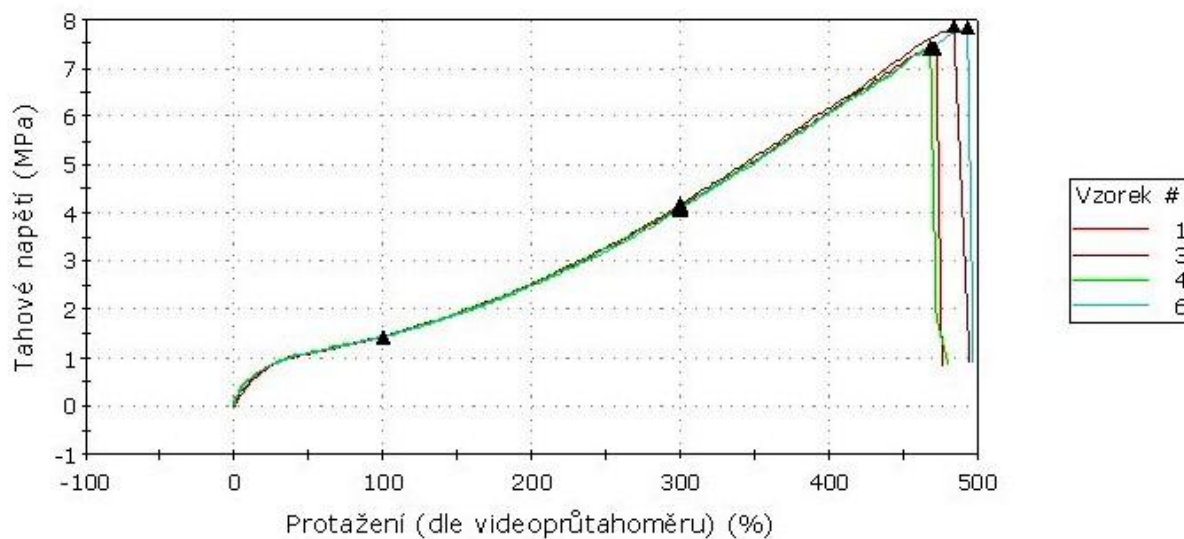
Ústav polymerů VŠCHT v Praze

Metoda Malé pryžové lopatky

Tah – Běhoun BC

Testované vzorky: 6

Vzorek 1 až 6



	Poznámka	Tloušťka (mm)	Pevnost (MPa)	Tažnost (%)	Modul 100 (MPa)	Modul 300 (MPa)
1		1.98	7.45	471	1.43	4.12
3		1.90	7.87	485	1.45	4.17
4		1.96	7.44	468	1.44	4.14
6		1.96	7.85	493	1.43	4.07
Střední hodnota		1.95	7.65	479	1.44	4.13
Standardní odchylka		0.03	0.24	11.78	0.01	0.04
Maximální		1.98	7.87	493	1.45	4.17
Minimální		1.90	7.44	468	1.43	4.07
Variační koeficient		1.78	3.12	2.46	0.73	0.96
Medián		1.96	7.65	478	1.44	4.13

tab.č.4

obr.č.17

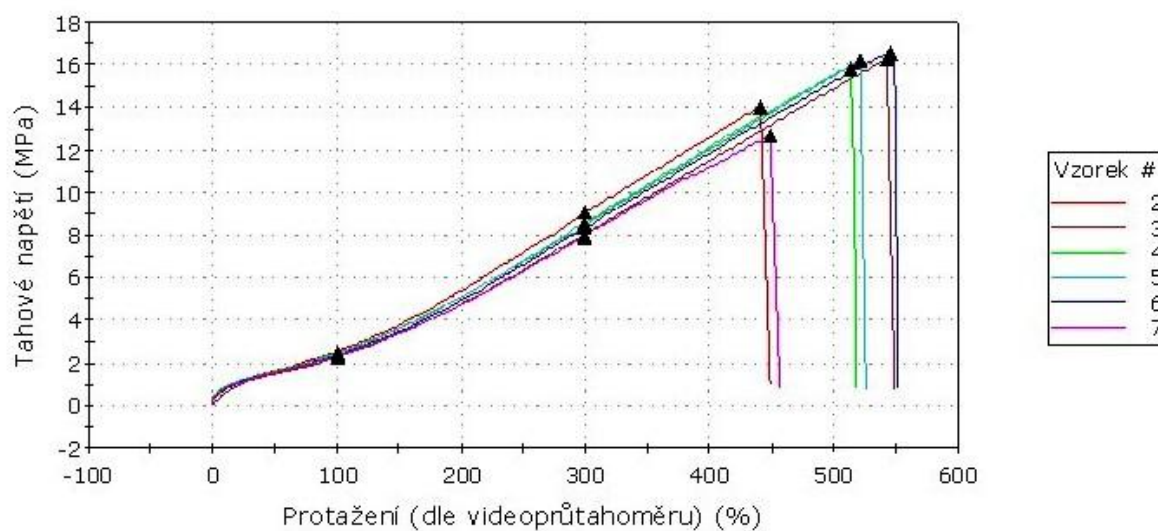
Ústav polymerů VŠCHT v Praze

Metoda Malé pryžové lopatky

Tah – Běhoun SMC

Testované vzorky: 7

Vzorek 2 až 7



	Poznámka	Tloušťka (mm)	Pevnost (MPa)	Tažnost (%)	Modul 100 (MPa)	Modul 300 (MPa)
2		2.03	14.03	442	2.53	9.04
3		2.00	16.32	543	2.27	8.02
4		1.96	15.85	514	2.46	8.49
5		1.96	16.17	521	2.42	8.58
6		1.94	16.59	546	2.34	8.32
7		1.91	12.66	448	2.32	7.94
Střední hodnota		1.97	15.27	502	2.39	8.40
Standardní odchylka		0.04	1.57	46.12	0.10	0.40
Maximální		2.03	16.59	546	2.53	9.04
Minimální		1.91	12.66	442	2.27	7.94
Variační koeficient		2.17	10.28	9.18	4.20	4.81
Medián		1.96	16.01	517	2.38	8.41

tab.č.5

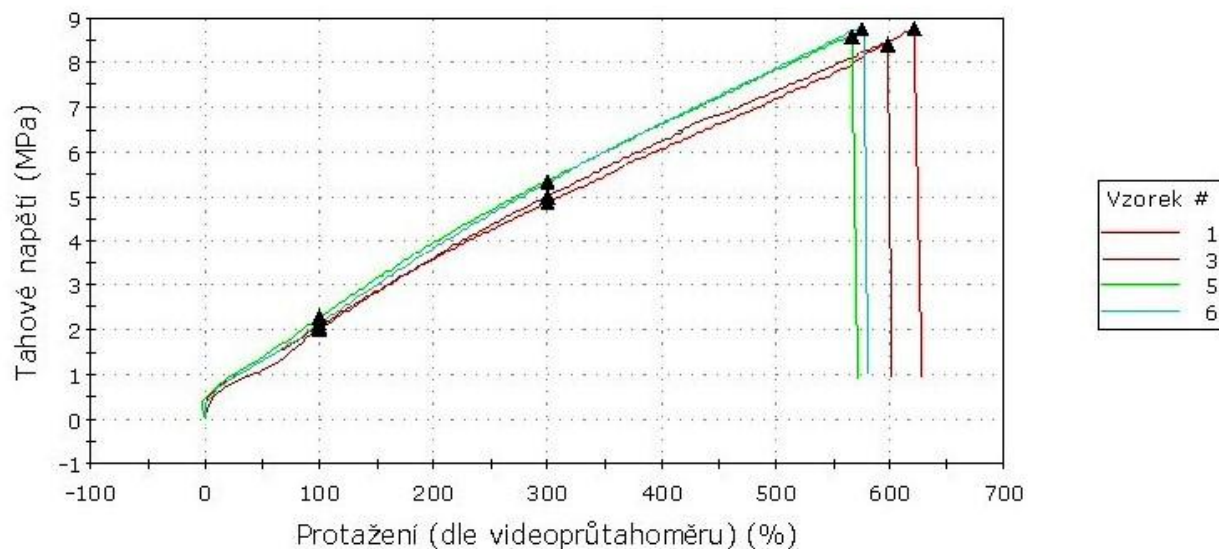
Ústav polymerů VŠCHT v Praze

Metoda Malé pryžové lopatky

Tah - Duše butyl

Testované vzorky: 7

Vzorek 1 až 6



	Poznámka	Tloušťka (mm)	Pevnost (MPa)	Tažnost (%)	Modul 100 (MPa)	Modul 300 (MPa)
1		1.96	8.77	621	2.08	4.86
3		1.89	8.42	598	2.00	5.00
5		1.87	8.59	566	2.27	5.35
6		1.84	8.78	575	2.13	5.29
Střední hodnota		1.89	8.64	590	2.12	5.13
Standardní odchylka		0.05	0.17	24.77	0.11	0.23
Maximální		1.96	8.78	621	2.27	5.35
Minimální		1.84	8.42	566	2.00	4.86
Variační koeficient		2.70	1.97	4.20	5.33	4.57
Medián		1.88	8.68	586	2.10	5.15

tab.č.6

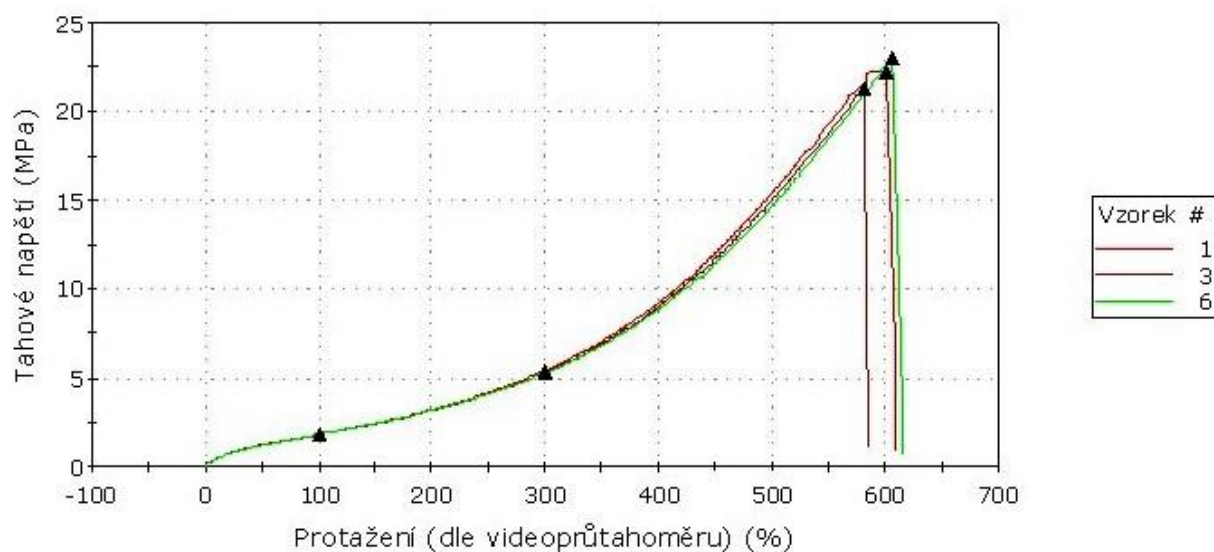
Ústav polymerů VŠCHT v Praze

Metoda Malé pryžové lopatky

Tah - Vnitřní ochranná vložka

Testované vzorky: 6

Vzorek 1 až 6



	Poznámka	Tloušťka (mm)	Pevnost (MPa)	Tažnost (%)	Modul 100 (MPa)	Modul 300 (MPa)
1		1.94	22.32	585	1.79	5.39
3		1.92	21.25	581	1.78	5.27
6		1.92	23.09	607	1.80	5.26
Střední hodnota		1.93	22.22	591	1.79	5.31
Standardní odchylka		0.01	0.92	13.89	0.01	0.07
Maximální		1.94	23.09	607	1.80	5.39
Minimální		1.92	21.25	581	1.78	5.26
Variační koeficient		0.60	4.15	2.35	0.41	1.28
Medián		1.92	22.32	585	1.79	5.27

tab.č.7



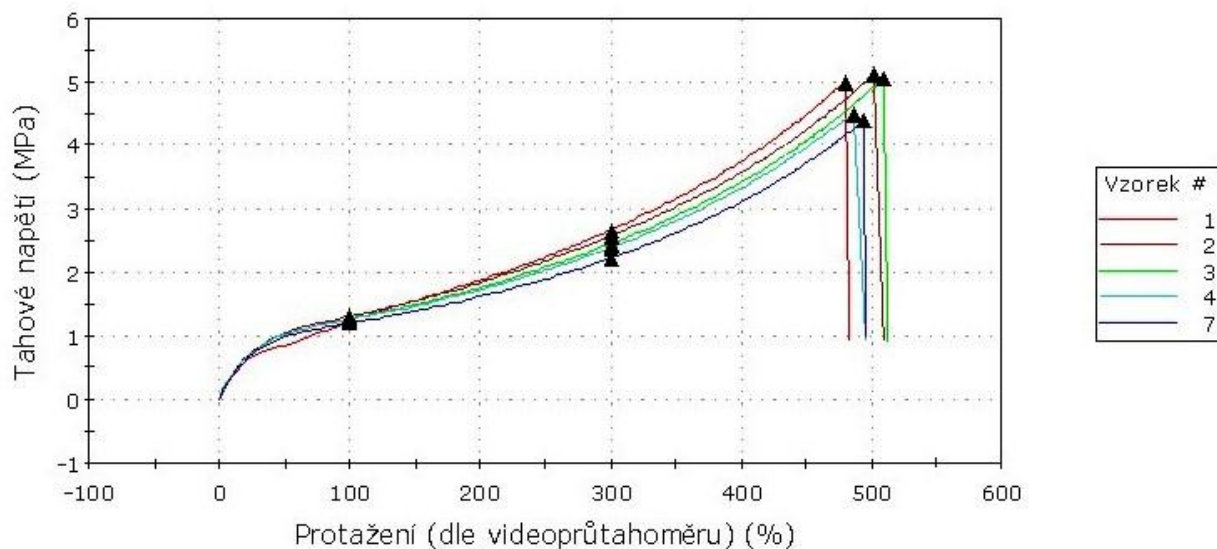
Ústav polymerů VŠCHT v Praze

Metoda Malé pryžové lopatky

Tah - Nános kordů

Testované vzorky: 7

Vzorek 1 až 7



	Poznámka	Tloušťka (mm)	Pevnost (MPa)	Tažnost (%)	Modul 100 (MPa)	Modul 300 (MPa)
1		1.90	4.98	480	1.24	2.67
2		1.92	5.11	501	1.31	2.57
3		1.89	5.06	509	1.27	2.45
4		1.88	4.50	487	1.26	2.38
7		1.86	4.40	494	1.21	2.22
Střední hodnota		1.89	4.81	494	1.26	2.46
Standardní odchylka		0.02	0.33	11.39	0.04	0.17
Maximální		1.92	5.11	509	1.31	2.67
Minimální		1.86	4.40	480	1.21	2.22
Variační koeficient		1.18	6.94	2.30	3.03	7.01
Medián		1.89	4.98	494	1.26	2.45

tab.č.8



Z tabulek a grafů je zřejmé, že tažnost vzorků se pohybovala v rozmezí od 400% do 500%. Největší tažnost byla zjištěna u vzorku C a D. Vzorek C je standardní butylová směs pro výrobu veloduší rozhodující vlastnost je plno-nepropustnost a vysoká tažnost. Vzorek D je speciální nárazníková směs s nízkou hustotou, aby nezvyšovala hmotnost pláště, u tohoto vzorku jsou dominantní vlastnosti nejen tažnost, ale i pevnost pro odpor proti průpichu, zde jsou podstatné výsledky z průpichových testů, které se provádějí přímo na plášti.

V tomto pokusu musíme uvážit, že na každý vzorek působila různá síla, vzhledem k jejich pevnosti. Nejnižší síla byla využita u vzorku E, přibližně 5 MPa. U vzorku E je rozhodující adheze (přilnavost) vůči textilu a konfekční lepivost. Nejvyšší síla byla využita u vzorku D, přibližně 23 MPa.

Pro volbu směsi je důležité testy provádět přímo na výrobku, je možné zde využít plnou škálu zkoušek např. strukturní pevnost, obrusnost, ozonové stárnutí atd.. Tyto zkoušky nejsou obsahem mé práce.



4. Závěr

V této práci jsem se zabýval vlastnostmi a zpracováním kaučuku ve firmě Rubena a.s. a jeho následným průmyslovým využitím.

Cílem mé práce, bylo sjednotit informace, které popisují kaučuk jak z historického hlediska, tak z hlediska současného průmyslového zpracování ve firmě Rubena. Základní cíle, které jsem si vytyčil pro splnění této ročníkové práce, jsem splnil a navíc jsem se seznámil s moderními postupy zpracování pryžových materiálů.

Díky této práci jsem měl možnost prohloubit svoje znalosti z chemického průmyslu, konkrétně chemie polymerů. Za ochotné spolupráce s firmou Rubena a.s. jsem měl příležitost nahlédnout do pracovních postupů zpracování kaučuku a poznat tak technologie zpracování. V této práci mně nejvíce zaujala praktická část, ve které jsem za asistence Ing. Zdeňky Hrdličky Ph.D. prováděl měření tvrdosti, pružnosti a tahu na vzorcích jež mi byly, poskytnuty společností Rubena a.s. Zvláště měření v tahu mne zaujalo, díky jeho specifickým vlastnostem a využití nejnovějších technologií.

Tato práce může být použita jako podpůrný materiál i pro tvorbu akademických prací na chemicko-technologických školách. Není tolik vhodná jako učební materiál, jelikož je zde probírána specifická práce s kaučukem do hloubky a se zaměřením na jeho průmyslové zpracování ve firmě Rubena a.s. Naopak je vhodná pro jedince zabývající se hlouběji touto problematikou, či organizace zabývající se zpracováním kaučuku.

Po studiu na Střední průmyslové škole v Novém Městě nad Metují bych se chtěl zabývat dalšími chemicko-technologickými problematikami, případně studovat obor chemie a tuto práci bych rád prohloubil o nové poznatky.



Použitá literatura

Materiály akciové společnosti Rubena a.s.

Internet

- www.wikipedia.cz
- www.rubena.cz