

Kompozitní materiály a jejich uplatnění pro ráfky závodních kol

Bc. Přemysl Strážnický

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Přemysl Strážnický**

Osobní číslo: **T12601**

Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Výrobní inženýrství**

Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Kompozitní materiály a jejich uplatnění pro ráfky
závodních kol**

Zásady pro vypracování:

I. Literární část

1. Kompozitní materiály ve sportovním průmyslu, výhody a nevýhody jejich uplatnění.
2. Predimpregnované materiály, vlastnosti a způsoby výroby.
3. Rešerše v oblasti ráfku závodních kol s ohledem na konstrukci a použité materiály.

II. Experimentální část

1. Výběr vhodných materiálů pro výrobu uhlíkových galuskových ráfků (predimpregnované materiály s uhlíkovou výztuží, epoxidovou maticí a s různým vzájemným uspořádáním) a materiálu rozfukovací fólie.
2. Laboratorní testy vybraných materiálů.
3. Návrh konstrukce prototypové formy (návrh prototypové formy s otvorem pro přístup vzduchu).
4. Návrh zpracovatelských podmínek (teplota, lisovací a rozfukovací tlak), včetně selekce vhodného separačního činidla.
5. Technická, materiálová a technologická doporučení (zejména s ohledem na dosažení pohledových dílů, s odstraněním přebytku matrice v rádiusech, mikroporozita mezi vlákny, nepřesně napojené řezy vláken či vzájemná posunutí vláken).
6. Závěry a diskuse dosažených výsledků.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1]Gottfried W. Ehrenstein: Polymerní kompozitní materiály, Scientia, Praha 2009

[2]Liptáková T., Alexy P., Gondár E., Khunová V.: Polymérne konštrukčné materiály, Žilinská univerzita v Žiline, Katedra materiálového inžinierstva, Strojnícká fakulta, 2012

[3]<http://hexcel.com>

[4]<http://www.remerx.cz>

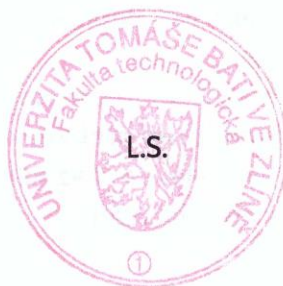
Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Soňa Rusnáková, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **10. února 2014**

Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2014**

Ve Zlíně dne 10. února 2014


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

Ve Zlíně 5. 5. 2014


.....

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

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

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení 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

Abstrakt česky

Diplomová práce se zabývá problematikou ráfků závodních kol, které jsou z větší části vyráběny ze slitin hliníku, nahradit kompozitem, navrhnout materiálové složení a konstrukci ráfku s odzkoušením různých tloušťek stěn profilu ráfku a testování mechanických vlastností. Přínosem k lepšímu návrhu použitého materiálu a vhodné konstrukce, je rešerše na stav techniky z oblasti průmyslových práv, ale i bibliometrická rešerše v tisku a na internetových stránkách.

Klíčová slova: karbon, ráfek, závodní, kola, cnt, kompozit, prepreg,

ABSTRACT

Abstrakt ve světovém jazyce

This thesis deals with the racing wheel rims, which are mostly made of aluminum, replace the composite, suggest a material composition and structure of the rim with the testing of the different wall thickness profile of the rim and testing of mechanical properties. The benefit for the better draft material used and suitable design is a prior art search in the field of industrial property rights, as well as bibliometric research in the press and on the website.

Keywords: carbon, rim, racing, bicycles, cnt, composit, prepreg,

Rád bych poděkoval vedoucí této diplomové práce, paní doc. Ing. Soně Rusnákové, Ph.D. za ochotu, vstřícnost, odborné rady a čas, který mi věnovala při jejím vypracování. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Ladislavu Fojtlovi za pomoc při výrobě vzorků. V neposlední řadě chci poděkovat panu Ing. Milanu Žaludkovi, Ph.D. za pomoc při testování vzorků, cenné informace a zkušenosti. Můj poslední dík patří mé rodině, která mě podporovala po celou dobu mého studia.

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

OBSAH

ÚVOD	12
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 KOMPOZITNÍ MATERIÁLY	14
1.1 OBECNÉ CHARAKTERISTIKY	14
1.2 LAMINÁTY	15
1.2.1 Přednosti vysokopevnostních kompozitů v porovnání s kovovými materiály	17
1.3 UHLÍKOVÁ VLÁKNA	18
1.4 VÝROBA KARBONOVÝCH KOMPOZITŮ	18
1.5 VÝHODY KOMPOZITNÍCH PROFILŮ.....	20
1.6 UPLATNĚNÍ KOMPOZITNÍCH PROFILŮ.....	20
1.7 ROZDĚLENÍ KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ	21
1.7.1 Vláknové kompozity	21
1.7.2 Technické vlastností materiálů.....	22
1.8 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI S KOMPOZITY	22
2 PREPREG	23
2.1 DRUHY VAZEB VÝZTUŽNÝCH TKANIN	26
2.2 VÝZTUŽE A MATERIÁLY	26
2.2.1 Skleněná vlákna	26
2.2.2 Uhlíková vlákna	27
2.2.3 Aramidová vlákna	28
2.2.4 Přírodní vlákna	29
2.2.5 Rovingová vlákna.....	29
2.3 TKANINA	30
2.3.1 Skelná tkanina	30
2.3.2 Rovingová tkanina	30
2.3.3 Uhlíková tkanina	31
2.3.4 Hybridní tkanina.....	31
2.3.5 Aramidová tkanina	32
2.4 ROHOŽ	33
2.4.1 Emulzní rohož	33
2.4.2 Prášková rohož	33
3 VÝROBA POHLEDOVÝCH DÍLŮ Z POLYMERŮ VYZTUŽENÝCH UHLÍKOVÝMI VLÁKNY	35
3.1 VÝROBA POHLEDOVÝCH DÍLŮ MÁ TATO SPECIFIKA:	35
3.2 TECHNOLOGIE VÝROBY	36
3.2.1 Technologie RTM nebo VARTM.....	36
3.2.2 Technologie lisování z prepregu	36
3.3 AUTOKLÁVOVÁ TECHNOLOGIE.....	38
3.3.1 Výroba autoklávovou technologií	38
3.3.2 Forma	38
3.3.3 Prepregy	39
3.3.4 Skládání prepregu do formy.....	40

3.3.5	Vytvrzení v autoklávu	41
3.3.6	Dokončení dílu	41
4	RÁFKY ZÁVODNÍCH KOL	43
4.1	VLASTNOSTI STÁVAJÍCÍCH RÁFKŮ ZÁVODNÍCH KOL ZE SLITIN HLINÍKU	43
4.1.1	Povrchová úprava	43
4.1.2	Technologie zvyšující užité vlastnosti ráfků	43
4.1.3	Zvláštní vlastnosti ráfků	43
4.1.4	Bezpečnostní systém ráfků	43
4.2	KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ SPOLEČNOSTI REMERX S.R.O.	43
4.3	NÁVRH EKVIVALENTNÍHO MATERIÁLU RÁFKŮ ZÁVODNÍCH KOL	45
5	REŠERŠE NA KARBONOVÉ RÁFKY ZÁVODNÍCH KOL.....	46
5.1	VÝBĚR Z REŠERŠE TECHNICKÝCH ŘEŠENÍ NA STAV TECHNIKY	46
5.1.1	Způsob výroby ráfku kola bicyklu, zařízení pro provádění tohoto způsobu a ráfek kola bicyklu získaný podle tohoto způsobu	46
5.1.2	Ventilační ráfek závodního a horského kola	47
5.1.3	Ráfek jízdního kola	48
5.1.4	Spojovací struktura ráfku	49
5.1.5	Ráfek jízdního kola o tvaru průřezu písmena „V“	50
5.1.6	Ráfek z uhlíkových vláken s vylepšenou strukturou.....	50
5.1.7	Konstrukce ráfku kola ze zapletených uhlíkových vláken a způsob jeho výroby	51
5.1.8	Metoda pro montáž plastového kola, zejména s výztuží z uhlíkových vláken s modulárním designem zámku ráfku se segmenty držené okrajem vnějšího kola	52
5.1.9	Kola pro jízdní kola a způsob výroby	52
5.1.10	Kompozitní ráfky s otvory pro dráty	53
5.1.11	Ráfek nebo části ráfku vyroben z kompozitního materiálu	54
5.2	VÝBĚR Z REŠERŠE PRŮMYSLOVÝCH VZORŮ NA STAV TECHNIKY	56
5.2.1	Průmyslový vzor Společenství č. 000031992-0001	56
5.2.2	Průmyslový vzor ČSSR č. 15809	56
5.3	VÝBĚR Z REŠERŠE V INTERNETOVÝCH STRÁNKÁCH	57
5.3.1	Karbonový ráfek od firmy Enve	57
5.3.2	Karbonový ráfek od firmy Rolf Prima	59
5.3.3	Karbonový ráfek od firmy Mad Fiber	60
5.3.4	Karbonový ráfek od firmy DT SWISS.....	61
5.3.5	Karbonový ráfek od firmy Mavic	61
5.3.6	Zapletená kola Mavic COSMIC CARBONE 40 2014 WTS + galuska - pár	63
5.3.7	SAW 38 Velmi lehký dynamický set karbonových kol předurčen k úspěchům.....	65
5.4	ZÁVĚR K VÝSTUPŮM Z REŠERŠÍ	66
6	MECHANICKÉ VLASTNOSTI KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ	68
6.1	KRÁTKODOBÉ ZKOUŠKY MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ KOMPOZITŮ	68
6.1.1	Tahové zkoušky	68
6.1.2	Pevnost	69
6.1.3	Ohybové zkoušky	71
6.1.4	Rázová houževnatost.....	71

6.1.5	Impact test - průraz.....	72
6.2	ÚNAVOVÉ ZKOUŠKY	73
II	PRAKTICKÁ ČÁST	74
7	STANOVENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE	75
8	PROFIL KARBONOVÉHO RÁFKU	76
9	NÁVRH MATERIÁLOVÉHO SLOŽENÍ.....	78
10	NÁVRH PROTOTYPOVÉ FORMY	81
10.1	ODZKOUŠENÍ PROTOTYPOVÉ FORMY	82
10.2	NÁVRH TVARU A MATERIÁLU RUKÁVU	91
10.3	MIKROSKOPICKÁ DIAGNOSTIKA KONKUREČNÍCH RÁFKŮ.....	92
10.4	TESTOVÁNÍ PROFILU RÁFKU NA VYTRŽENÍ ŠPICE.....	93
11	NÁVRH VÝROBNÍ FORMY	95
11.1	VYTÁPĚNÍ LISOVACÍ FORMY	97
11.2	NÁVRH TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU VÝROBY	101
11.3	PENETRAČNÍ A SEPARAČNÍ PROSTŘEDKY.....	101
11.3.1	Loctite Frekote B-15 Penetrační nátěr - plnič	101
11.3.2	Loctite Frekote 700-NC Separátor	102
11.3.3	Loctite Frekote 770-NC Separátor	102
11.4	POSTUPU ÚPRAVY POVRCHU RÁFKŮ	102
12	MECHANICKÉ ZKOUŠKY VZORKŮ	107
12.1	PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH TĚLES.....	108
12.2	ZKOUŠKA TAHEM	108
12.3	ZKOUŠKA OHYBEM.....	109
12.4	VYHODNOCENÍ OHYBOVÝCH ZKOUŠEK	110
12.4.1	Vyhodnocení výsledků testů	113
12.5	RÁZOVÁ OHYBOVÁ ZKOUŠKA VRUBOVÉ HOUŽEVNATOSTI	118
12.6	PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ	121
12.7	TLAKOVÁ OHYBOVÁ ZKOUŠKA.....	122
12.7.1	Vyhodnocení tlakových zkoušek	128
12.7.2	Výsledky testů	128
12.8	PŘÍPRAVA VZORKŮ PRO IMPACT TEST	131
12.8.1	Vyhodnocení Impact testu.....	132
12.8.2	Vyhodnocení výsledků testů	134
13	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	141
13.1	DURALOVÝ RÁFEK	141
13.2	KARBONOVÝ RÁFEK.....	142
	ZÁVĚR	143
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	145
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	150
	SEZNAM OBRÁZKŮ	152
	SEZNAM GRAFŮ	156
	SEZNAM TABULEK.....	157

SEZNAM PŘÍLOH.....	158
---------------------------	------------

ÚVOD

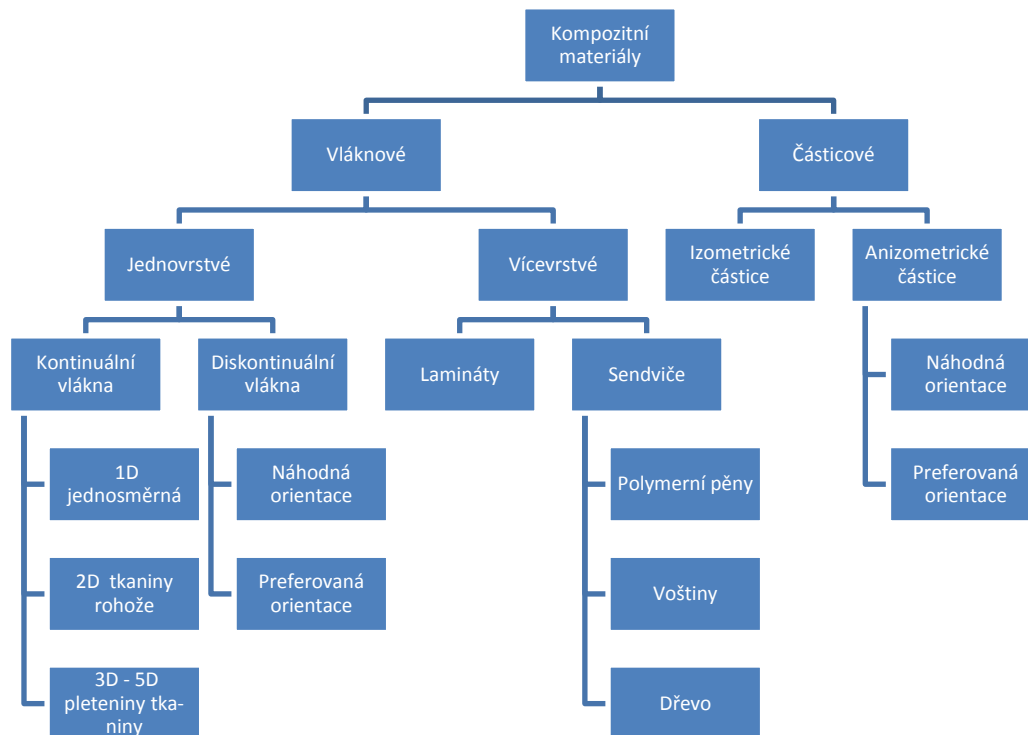
Kompozity jsou v dnešní době téměř ve všech výrobcích, které nás obklopují. Uhlíkové kompozity jsou rozšířené především v automobilovém a leteckém průmyslu, ale nalezneme je i u sportovního náčiní a potřeb, jako jsou např. tenisové rakety, rámy a ráfky závodních a horských kol. Uhlíkové kompozity se využívají pro svou lehkost a pevnost, kterou lze přirovnat ke slitinám hliníku např. k duralu, avšak uhlíkový kompozit je lehčí a pružnější. Vzhledem k finanční náročnosti na pořízení uhlíkového kompozitu, převládají stále u dražších výrobků nebo u výrobků u nichž jsou tyto vlastnosti na prvním místě a to např. v bezpečnosti při přepravě osob v letectví až po závodní formule, které obsahují až 80% své konstrukce.

Tato diplomová práce se zabývá kompozitními materiály a jejich uplatněním pro ráfky závodních kol, čerpá z rešerše na stav techniky v databázích Úřadu průmyslového vlastnictví České republiky, Evropského patentového úřadu, Úřadu pro harmonizaci ve vnitřním trhu a Patentového a známkového úřadu Spojených států amerických a literární rešerše ve volně přístupných databázích, v internetových vyhledávacích a tisku.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KOMPOZITNÍ MATERIÁLY

1.1 Obecné charakteristiky



Obr. 1 Schématické rozdělení kompozitních materiálů [1]

Pevnost a tuhost kompozitního materiálu závisí v rozhodující míře na pevnosti a tuhosti vláken. Vlákna a jejich orientace výrazným způsobem ovlivňují také další mechanické vlastnosti kompozitu. V důsledku velmi odlišných mechanických vlastností vláken a matrice vznikají ve struktuře kompozitu místní složité stavy napjatosti. Jejich analýzou se zabývá mikromechanika. Výzkum v této oblasti se zabývá zejména otázkami vazby mezi vláknem a matricí a chováním nejjednoduššího uspořádání vláken, tj. jednosměrně vyztuženého základního prvku při definovaném namáhání. Zajímavější jsou souhrnné vlastnosti takového základního prvku, který je tak posuzován jako model pro analýzu chování jednotlivé jednosměrně vyztužené vrstvy. Při výpočtu konstrukčních prvků se nehomogenity mezi jednotlivými složkami – vlákny a matricí – neposuzují odděleně, ale pracuje se s určitými reprezentativními vlastnostmi, charakteristickými pro vrstvu jako celek. Jednotlivá vrstva slouží jako základní prvek laminátu a tím také jako nejmenší výpočetní jednotka při výpočtu konstrukčních prvků. [1]

Kompozitní materiály nejsou v pravém slova smyslu hotovým materiálem, ale surovinou, tzv. stavebním prvkem, skládajícím se z určitého množství vyztužujících vláken, orientovaných přednostně v určitých směrech a matrice neboli pojiva. Kompozit ve tvaru plošného výrobku z jednotlivých rozlišitelných vrstev, který vzniká spojením vláken a pryskyřice nezávisle na formě konstrukčního prvku nebo stavu výroby nazýváme laminát – z latinského výrazu lamina = vrstva. Lamináty mohou být nevytvrzené a vytvrzené. Dále mohou být lamináty jednosměrné, které obsahují vyztužující vlákna orientovaná pouze v jednom směru nebo více vrstvé, což je kompozitní vrstva skládající se z rozdílných nebo různě orientovaných vrstev. [1]

- Matrice neboli pojivo je materiál pro ukládání vyztužujících vláken, nejčastěji plast např. termoset, termoplast, ale také kov např. hliník vyztužený borovými vlákny, popř. uhlík nebo keramika. Úkolem matrice je zaručení geometrického tvaru, zavedení, přenos sil a ochrana vláken. [1]
- Pojivo se nanáší na rohož, aby ji zpevnilo a udrželo vlákna v soudržném stavu. [1]
- Rohož je plošná výztuž skládající se z nekonečných nebo sekaných, nahodile orientovaných, pramenců vláken spojených pojivem. [1]

1.2 Lamináty

Lamináty se skládají z vrstevnatě uložených plochých vrstev výztuže a pojiva, které vzájemně spojuje. Tyto spojovací mezivrstvy jsou posuzovány jako nekonečně tenké a odolné proti smyku, tj. schopné přenést zcela deformace jednotlivých vrstev na vrstvu sousední. Tím je při namáhání v rovině laminátu zaručena stejná deformace všech vrstev. Laminát se tak chová jako vrstva určitého kompozitu. Při návrhu složení laminátu by měla být respektována určitá pravidla:

- Strukturu navrhnout jako symetrickou vzhledem ke střední rovině stěny, aby při provozním namáhání nedocházelo vlivem různých deformačních vlastností jednotlivých vrstev a zbytkových napětí vzniklých v průběhu technologického procesu k prostorovým deformacím a ke zborcení tvaru výrobku;
- Jednotlivé vrstvy ze stejných nebo podobných materiálů uložit tak, aby měly stejnou tloušťku a byly uloženy souměrně k rovině symetrie;
- Zajistit položení stejného počtu vrstev s kladným a záporným úhlem uložení;

- Vzhledem k možné tvorbě trhlin se vyvarovat kumulace vrstev se stejnou orientací, zejména vrstev uložených pod stejným úhlem (90° , 45° apod.);
- Zabránit rozlaminování volných hran, otvorů po vrtání a místního zesílení postupným vrstvením laminátu nebo položením první a poslední vrstvy jako přídatné jisticí vrstvy pod doplňujícím úhlem, např. $\pm 45^\circ$;
- Standardizovat složení vrstev a tím zjednodušit možné opravy;
- Ukládat minimálně 10% vrstev v každém ze čtyř hlavních směrů (0° , 45° , -45° , 90°) tak, aby bylo minimalizováno zatížení matrice. [1]

Jednosměrně vyztužené kompozity mohou být zatěžovány různým způsobem. Podle toho, zda zatížení působí ve směru uložení vláken, kolmo na ně anebo v jiném libovolném směru, dochází k rozdílnému uplatnění výztuže. Pouze v 50% možných směrů zatížení je matrice (plast) přídatkem vysoce pevných, jednosměrně uložených vláken skutečně vyztužena. V dalších 50% případů dochází dokonce ke snížení pevnosti. Je-li stejné množství vláken uloženo rovnoměrně ve všech směrech tak, že vlastnosti hotového laminátu jsou ve všech směrech stejné, dochází vždy ke značnému vyztužení. Stejného účinku však může být dosaženo použitím jedné čtvrtiny vláken, která jsou však uložena ve směru namáhání. V tom spočívá hlavní výhoda cíleného uspořádání vláken. Je proto nutné uložit do laminátu dostatečné množství vrstev vláken v těch směrech, kde působí největší zatížení. [1]

U konstrukčních dílů vyrobených z nepravidelně orientovaných vláken (lamináty z rohoží) je možno měnit mechanické vlastnosti pouze změnou obsahu vláken v jednotlivých vrstvách. Při projektování jsou takto vyráběné díly posuzovány jako by byly zhotoveny z kvazi (téměř) homogenně izotropního materiálu. Naproti tomu u vysoce namáhaných konstrukčních prvků je nutno přihlídnout k typu použité matrice a vláken, jejich obsahu a orientaci, stejně jako k pořadí uložených vrstev. Takto lze výhodně projektovat tenkostěnné konstrukce při jejich dvouosém namáhání (tzv. membránový stav napjatosti), u kterých vždy část v rovině kvazi chaoticky uložených vláken leží rovnoběžně se směrem namáhání v tahu. [1]

Mechanické vlastnosti jednotlivých vrstev se mohou výrazně lišit, zejména v závislosti na druhu, orientaci, obsahu a tloušťce vláken výztuže. Protože složení a pořadí jednotlivých vrstev je libovolně volitelné, je možno v projekční fázi předem zvolit vhodně složení a tím i vlastnosti laminátu. Výhodou tohoto postupu je, že se vlastnosti takového laminátu mohou relativně dobře zkoušet. [1]

Konstrukční díly z vysokopevnostních kompozitů jsou za běžných podmínek pro většinu aplikací přiměřeně spolehlivé. Teoreticky stanovené hodnoty mechanických vlastností materiálu výrobku by měly být ověřeny experimentálními zkouškami, příp. by mělo být přezkoušeno, zda jsou hodnoty materiálových charakteristik výrobku odpovídající. [1]

Ověření materiálových charakteristik musí být provedeno na dostatečně velkém počtu vzorků, umožňujícím náležité statické vyhodnocení výsledků, zejména s ohledem na kolísání hodnot vlastností. Zkoušky musí odpovídat skutečnému namáhání v konstrukčním prvku, což není možné splnit, neboť zkoušky jsou prováděny při jednoosém namáhání, ale v reálném prostředí bývá konstrukční prvek namáhán víceose. [1]

Při dimenzování a navrhování konstrukčních prvků se klade velký důraz na bezpečnost, ta se pohybuje v rozmezí 95 až 90 % spolehlivosti při dynamickém namáhání, aby nedošlo v místech s vyšší koncentrací namáhání a napětí k poškození a návazně k lomu.

Velký význam má při výrobě konstrukčního prvku také kvalita vazby mezi vlákny a matricí, stávají se tak vhodné pro aplikace, které vydrží nárazy, jedná se např. o neprůstřelné vesty z aramidových vláken. Jinak však vyztužené plasty nedosahují houževnatosti kovů. [1]

1.2.1 Přednosti vysokopevnostních kompozitů v porovnání s kovovými materiály

- Vysoká pevnost a tuhost při současné nízké měrné hmotnosti
- Velmi dobrá odolnost proti korozi
- Lepší dynamické vlastnosti
- Dobré tlumící vlastnosti
- Vysoká tvarová stálost
- Možnost vyrábět složité díly jednorázově nebo je skládat z celkově menšího počtu dílů (integrální stavba). [1]

Důvody pro použití vysokopevnostních kompozitů v kosmonautice jsou především ekonomické. Vzhledem k nákladům na energii se předpokládá dosažení úspor v tomto oboru až 25 000 € (Euro) na 1 kg ušetřené hmotnosti. V leteckém průmyslu jsou tyto úspory až 1 000 € (Euro) na kg a v průmyslu dopravních vozidel 0 až 3 € (Euro) na kg. [1]

1.3 Uhlíková vlákna

Uhlíková vlákna jsou technická vlákna s extrémně vysokou pevností a tuhostí, ale s nízkou tažností. Výchozí organické suroviny ve vláknitém tvaru jsou nejprve karbonizovány. Přitom se odštěpí téměř všechny prvky až na uhlík. Se stoupající teplotou, a tím se zvyšující grafitizací, zlepšují se mechanické vlastnosti. Při teplotě nad 1800°C je tvorba grafitové struktury ukončena, i když vzdálenost vrstev ve vláknech zůstává vždy větší než u vrstev v čistém grafitu. Výchozí surovinou pro výrobu uhlíkových vláken jsou materiály:

- Celulóza, kdy vyrobená vlákna mají méně dokonalou strukturu, používají se převážně jako izolační materiál pro vysoké teploty
- Polyakrylonitril, který se používá od roku 1980 stále častěji, vlákna z něj vyrobená jsou považována za standardní vlákna
- Smola z níž se nákladným způsobem připravují vlákna, jejichž konečná cena je vzhledem k nízké ceně výchozí suroviny příznivá. Tato vlákna mají velmi vysokou hodnotu modulu tuhosti E a velice dobré tepelné a elektrické vlastnosti, přičemž pevnost v tlaku je ve srovnání se standardními vlákny podstatně nižší, protože vazby mezi jednotlivými grafitovými rovinami jsou řidší. Na trhu mají pouze malý podíl. Většina vláken s vysokým modulem pružnosti a vysokou pevností se používá pro speciální účely. [1]

1.4 Výroba karbonových kompozitů

Triaxiální náplet propůjčuje konečnému výrobku nepřekonatelnou pevnost a tuhost i vysoký stupeň odolnosti vůči zlomu či jinému poškození. Kompaktní nepřerušovaná struktura „ponožka“, tvořená ze vzájemně propletených uhlíkových vláken s definovanou tuhostí a vysokou odolností je zárukou homogenity materiálu. Veškerá vlákna jsou pletena na tvar odpovídající výslednému výrobku viz Obr. 1. Dochází tak k optimálnímu rozložení jednotlivých vláken s možností řízení jejich hustoty a směru. [2]



Obr. 2 Výroba triaxiálního nápletu [2]

Výrobek je obvykle tvořen více vrstvami, které jsou postupně prosycovány směsí epoxidové pryskyřice a tvrdidla. Tímto postupem lze dosáhnout optimálního množství pryskyřice ve výsledném kompozitu. Povrchové vlastnosti, především tvrdost výsledného produktu přináší skleněný úplet v poslední vrstvě. Po definovaném počtu vrstev nápletu a jejich dokonalém prosycení jsou výrobky vytvrzovány ve speciální vytvrzovací komoře za teploty vyšší než 160° C. Podle [2]

Ve srovnání s kompozitními výrobky, které jsou vyráběny z prepregu (polotovar – tkané uhlíkové vlákno v polo rozpracovaném stavu ve směsi epoxidové pryskyřice a tvrdidla, které je po natvarování výsledně vytvrzeno), jsou naše výrobky v mnoha ohledech kvalitativně nadřazené. Podle [2]

Poměrně složitá triaxiální technologie bývá u různých výrobců nahrazována technologií strojního omotávání, které poskytuje vizuálně téměř srovnatelné produkty. Nesrovnatelná je však vyšší odolnost pletených kompozitů proti nárazu (až 10 x vyšší) a zejména jejich strukturální celistvost je zachována i po dalším technologickém zpracování (např. vrtání otvorů), kde podíl přerušovaných vláken je u strojního omotávání až 40x větší než u technologie pletení. Naplétání na pružná jádra a následné dotvarování výrobků v negativních formách nám umožňuje výrobu i tvarově složitých prvků při zachování všech technologických předností pletené struktury. Podle [2]

Neustálý vývoj a vylepšování technologických postupů a výrobků se stává základem všeho složitějšího sportovního vybavení i průmyslových zařízení. Podle [2]

1.5 Výhody kompozitních profilů

- rozměrová přesnost
- vysoká pevnost v tahu
- vysoká rázová houževnatost
- vynikající elektroizolační vlastnosti
- nízká teplotní vodivost
- odolnost vůči chemikáliím
- malá teplotní roztažnost
- nízká hustota
- dlouhá životnost
- nízké nároky na údržbu [3]

1.6 Uplatnění kompozitních profilů

- konstrukční prvky velmi lehkých staveb
- konstrukční prvky v leteckém průmyslu
- okenní rámy
- kanály a držáky pro vedení elektroinstalace
- konstrukční prvky do agresivního prostředí včetně chemických provozů
- nosič zavazadel a kryt klimatizace v autobusech
- kryty (části karoserie) u tramvají nebo vlaků
- konstrukční prvky protipovodňových zábran
- spojovací profily při výrobě skříňových nástaveb na nákladní automobily
- konstrukční prvky v silnoproudé elektrotechnice (nosné tyče izolátorů vysokého napětí, nosné prvky trolejového vedení, distanční profily v transformátorech)
- bezpečnostní pomůcky v elektrotechnice (zkratovací tyče, žebříky)
- sportovní potřeby (hokejové hole, šípy do luků, stanové výztuže) [3]

1.7 Rozdělení kompozitních materiálů

Většina kompozitů je vyráběna za účelem zlepšení mechanických vlastností, jako je pevnost, tažnost, tuhost či odolnost proti vysokým teplotám. Vlastnosti kompozitu jsou závislé na povaze výztuže, povaze matrice, ale hlavně na geometrii vyztužení. Základní rozdělení je tedy na vláknové kompozity a částicové (partikulární) kompozity. Podle velikosti příčného rozměru výztuže jsou rozděleny na mikrokompozity, makrokompozity a nanokompozity. [4]

1.7.1 Vláknové kompozity

Vláknové kompozitní materiály se cíleně využívají již řadu let. Příkladem jednoduchých umělých kompozitů mohou být dříve vyráběné cihly vyztužené celulozovými vlákny či dnes železobeton. Hlavním tahounem vývoje kompozitů však byla vojenská technika.

Vláknové kompozity lze třídit na jednovrstvé a vícevrstvé. Útvary výztuže tvoří vlákna. Kompozity se podle vlákna dělí na dlouhovláknové (vlákna - vyztužená dlouhými neboli spojitými vlákny) a krátkovláknové kompozity (vyztužené diskontinuálními vlákny). Vlastnosti jsou dány orientací vláken a směrem vyztužení. Orientace krátkých vláken nelze tak snadno řídit. Většinou je orientace náhodná, popřípadě lze zařídit orientaci vláken orientovanou. Délka krátkých vláken a orientace určují vlastnosti těchto materiálů. [4]

V kompozitech vyztužených spojitými vlákny mají vlákna funkci hlavní nosné složky a zatížení působí přímo na ně. Způsob porušení je dáno vlastnostmi vláken. Kompozit je vyráběn vkládáním vláken a následným prosycením pryskyřice, která udržuje vlákna v dané poloze. Formy, které předimpregnují vlákna, se nazývají prepegy. Kompozit, kde jsou vlákna vkládaná rovnoběžně v jednom směru, je označován jako jednosměrný. Tyto kompozity mají vysokou pevnost ve směru vláken, avšak podstatně menší ve směru kolmém na vlákna. Prepegy se proto vkládají ve dvou nebo třech kolmých směrech. Pevnost je poté ve všech směrech stejná. Počet směrů není vcelku omezen. Vlákna jsou navíjena ve formě rovingu, kdy výztuž je nekonečně dlouhé vlákno odvíjené ze špulky, nebo jsou spřádána do pletenin, rohoží, tkanin a podobně. [4]

Význačnými rysy orientace vláken může být takzvaná specifická pevnost, kdy předpokládáme zatížení pouze v jednom směru, a proto je výztuž pouze jednosměrná. Cílem je velmi malá hmotnost kompozitního dílu s vysokou pevností v požadovaném směru. Řízená anizotropie znamená vědomé ovlivnění návrhu a výroby kompozitu. Příkladem může být pro

představu pružné ohýbání luků a lyží, kde je směr vedení vláken úmyslně kolmý k zatěžování. [4]

1.7.2 Technické vlastností materiálů

Technické vlastnosti materiálů jsou obsaženy v tabulce (Tab. 1).

Tab. 1 Technické vlastnosti materiálů [3]

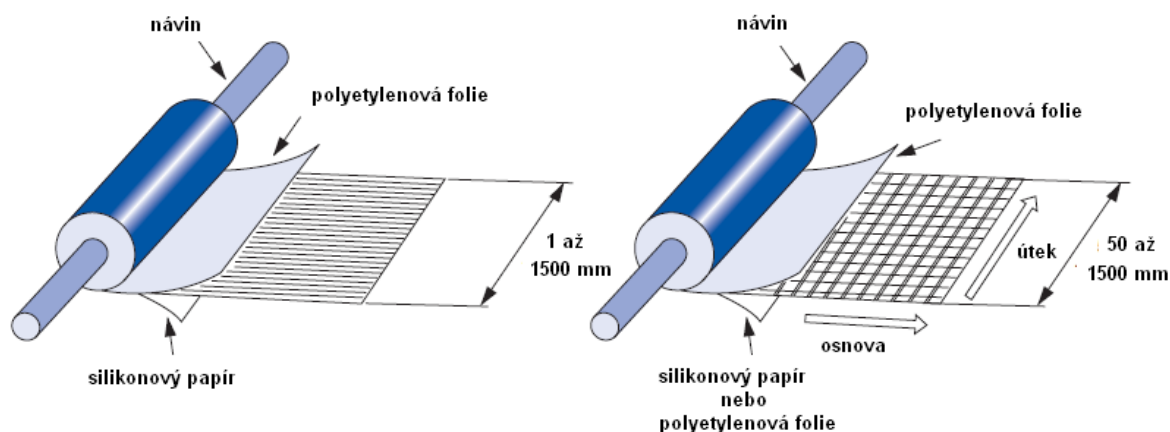
	Sklolaminát	Uhlíkový laminát	Ocel	Hliník	PVC	Dřevo
Hustota (kg/m³)	2100	1650	7900	2700	1380	520
Pevnost v ohybu (MPa)	1000 - 1400	1400 - 2500	400 - 1200	180	44	150
Ohybový modul (GPa)	45 - 56	120 - 300	196	70	2,4	10
Pevnost v tahu (MPa)	1000 - 1400	1400	400 - 1200	180	70	100
Modul pružnosti v tahu (GPa)	45	140	196	70	2,4	9
Tepelná vodivost (W/m.K)	1	1,4	47	209	0,24	0,47
Teplotní roztažnost (1/K)	10 ⁻⁵	-0,2.10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	2,3.10 ⁻⁵	3,7.10 ⁻⁵	0,2.10 ⁻⁵
Tepelná kapacita (J/kg.K)	1880	950	461	921	1100	1700

1.8 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci s kompozity

Při výrobě kompozitů a také při jejich opracování je nutné dbát na to, abychom se vyhnuli přímému styku s chemicky reaktivními složkami, rozpouštědly, parami a jemným prachem. Při nevhodném zacházení s reaktivními pryskyřicemi, reakčními činidly a rozpouštědly může dojít k podráždění kůže a sliznice, v extrémních případech i poškození zdraví a otravám. Ochrana pracovníků a životního prostředí před působením nebezpečných látek je dána zákony platnými v České republice č. 350/2011 Sb. [1]

2 PREPREG

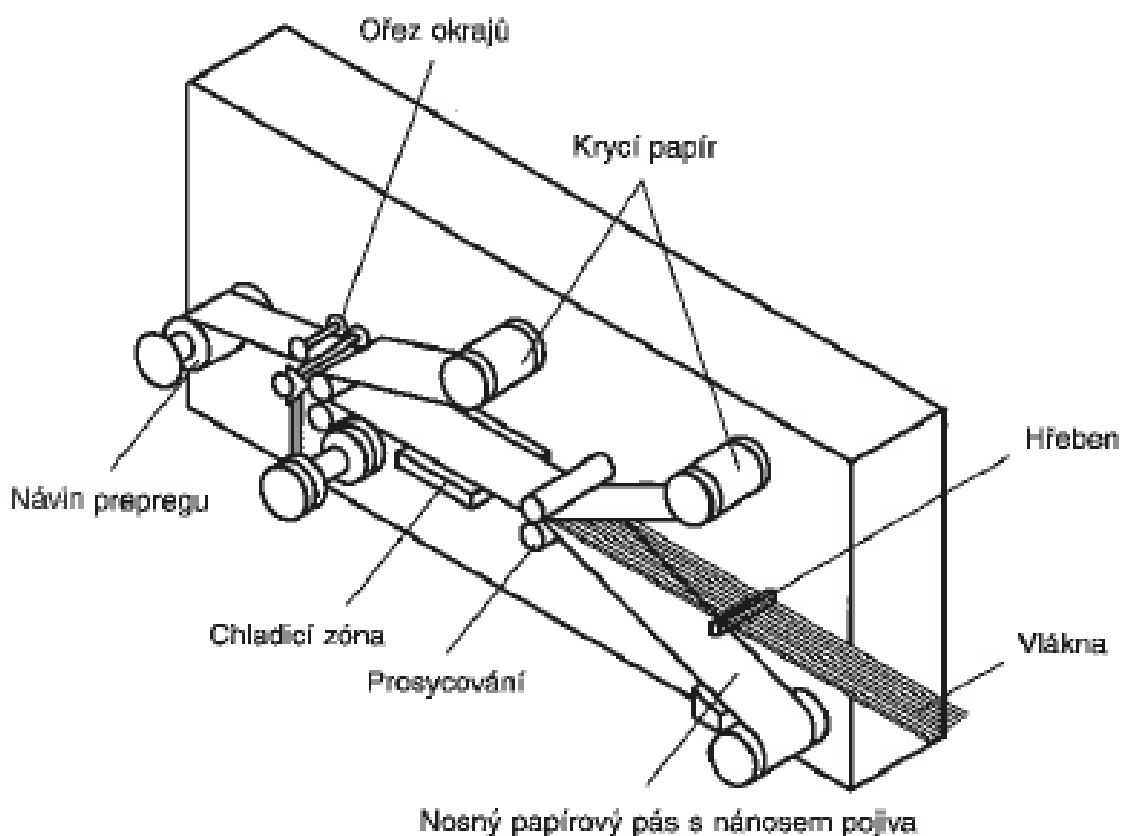
Prepreg je vrstvená tkanina, která je předimpregnována pryskyřicí, jenž má výrobcem dané mechanické a vytvrzovací parametry, mohou se lišit z hlediska orientace vláken výztuže na jednosměrné a vícesměrné, což následně ovlivňuje schopnost přenesení napětí v těchto směrech. Velká výhoda použití prepregu je ve velkém podílu vláknové výztuže, rovnoměrná distribuce pryskyřice a minimalizace dutin. Nevýhodou se stávají pořizovací náklady prepregu a nutnost skladování v mrazících boxech při teplotě $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vzhledem k pořizovací ceně, je prepreg vložen mezi dvě folie, např. z polyetylenu a/nebo silikonového papíru, a balen do role s nástřihovým plánem, z důvodu snížení množství odpadu. [5]



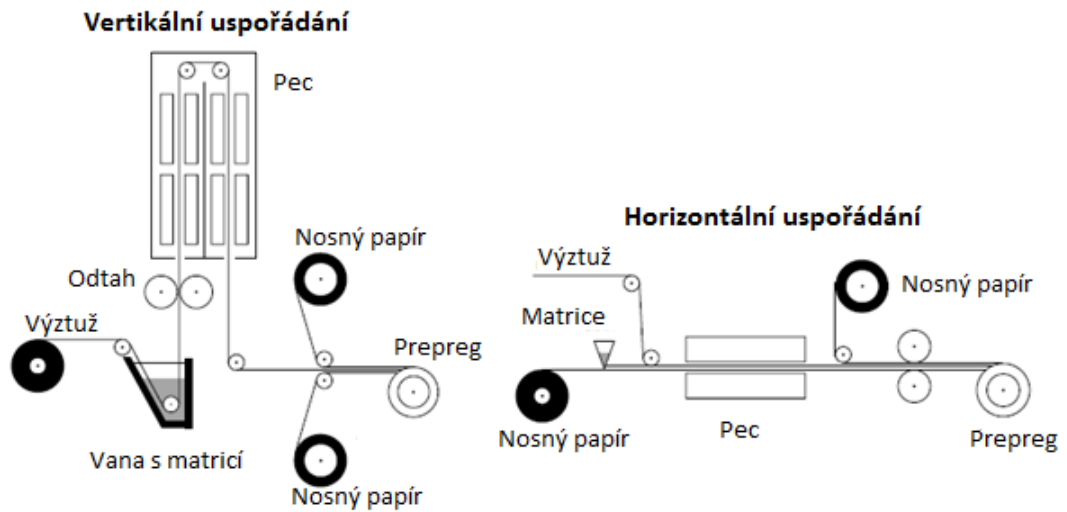
Obr. 3 Jednosměrně a dvousměrně orientovaný prepreg [5]

Pro výrobu dílů lisováním nebo v autoklávu se nejčastěji používá předimpregnovaná výztuž, tzv. prepreg = preimpregnated fibers. Použití prepregů má tu výhodu, že je oddělen složitý proces prosycování výztuže pojivem od dalšího zpracování. Tento postup, který má velký vliv na kvalitu a vlastnosti budoucího výrobku, se provádí za kontrolovaných a reprodukovatelných podmínek na speciálním zařízení. Při výrobě jednosměrně vyztuženého prepregu viz. Obr. 2, se odvíjejí pramence vláken ze stojanu s cívkami a vedou se rovnoběžně vyrovnány v rovině přes stavitelný hřeben. Takto připravený pás vláken se ukládá na papírový nosič opatřený silikonovou vrstvou, na který byla předem nanesena vrstva pryskyřice. Pás je veden na vytápěný válec kalandru, kdy pod tlakem dochází k prosycení výztuže pojivem. Pás prepregu, prosycený pryskyřicí a oboustranně chráněný nosným papírovým pásem, prochází chladicí zónou, kde se zastaví vytvrzovací reakce, dále přes ořezávací zařízení na navíjecí zařízení. Prepregy vyrobené na takovém zařízení mají všechna vlákna uložena rovnoběžně, nazývají se jednosměrné prepregy. Kromě nich se vyrábí celá řada dalších typů z tkanin a rohoží. Prepregy s reaktivním termosetickým pojivem se musí

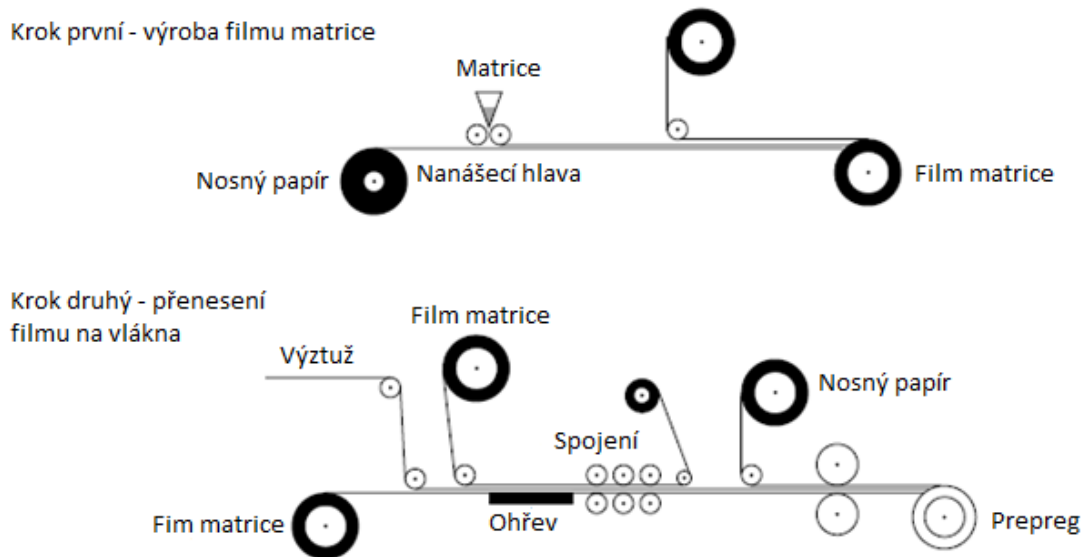
až do doby dalšího zpracování skladovat za chladu při asi -20°C , přesto jsou však skladovatelné nejvýše 6 měsíců, v závislosti na reaktivitě použitého pojiva. Přibližně 6 hodin před vlastním zpracováním se prepreg rozmrazí, pokud možno bez přístupu vzduchu, aby nedošlo ke srážení vzdušné vlhkosti na povrchu prepregu a připraví se z něho podle stříhového a pokládacího plánu potřebné přířezy pro laminaci. Prepregy s termosetickou matricí mají za normální teploty lehce lepivý povrch, což lze ještě zlepšit slabým zahřátím, maximálně na 50°C , přířezy se pak mohou ukládat i v nevýhodných polohách, např. práce nad hlavou. Fixace polohy přířezů se provádí slabým přitlačením ručním válečkem nebo teflonovou stěrkou. Na povrch výrobku se přiloží pružná a separační folie a výrobek se vytvrdí buď v autoklávu nebo metodou lisování ve vakuu. Podobně lze prepreg zpracovat i metodou klasického lisování ve vyhřívané formě. Sériová výroba konstrukčních prvků, jako např. v leteckém průmyslu, je částečně automatizována, kdy je prepregový pás ukládán pomocí číslicově řízených zařízení, takže výroba je ekonomická a reprodukovatelná. [6]



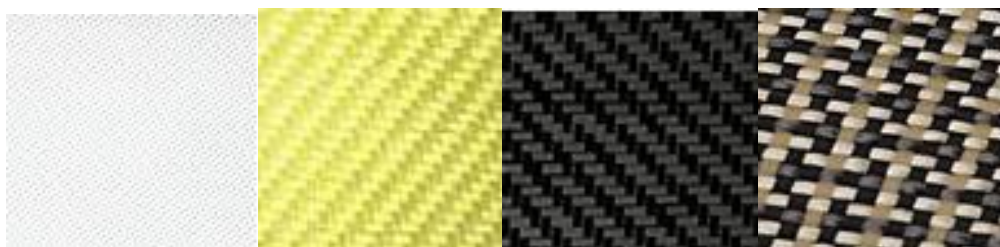
Obr. 4 Výroba jednosměrně orientovaného prepregu [5]



Obr. 5 Technologie jednokrokové výroby prepreg materiálů [5]



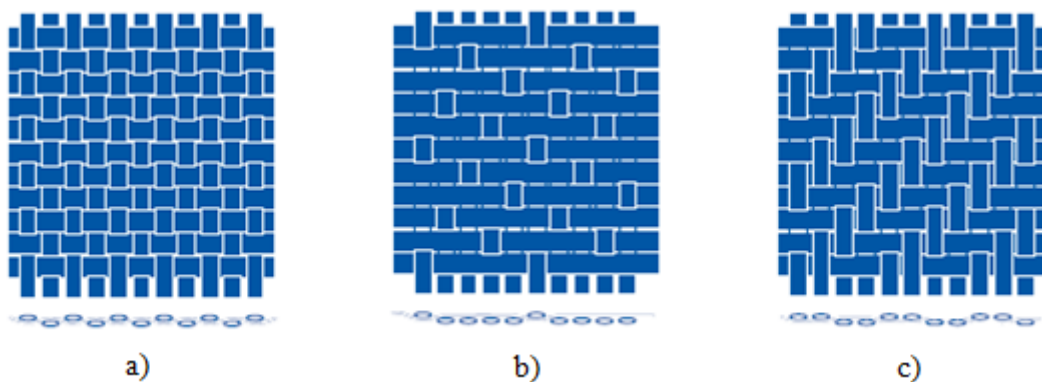
Obr. 6 Technologie dvoukrokové výroby prepreg materiálů [5]



Obr. 7 Skelný, aramidový, uhlíkový a hybridní prepreg [7]

2.1 Druhy vazeb výztužných tkanin

- a) Plátňová vazba – jednoduchá základní vazba, jednoduché zpracování tkaniny vzhledem k dobré rozměrové stálosti a malému otřepu při řezání
- b) Keprová vazba – vyšší pevnost a tuhost laminátu způsobená menším zvlněním vláken. Tkaniny jsou ohebnější, a jsou proto vhodnější pro tvarované prvky než tkaniny s plátňovou vazbou
- c) Atlasová (saténová) vazba – má menší vychýlení vláken než keprová vazba, velmi dobrou řasitelnost a z toho vyplývající vhodnost pro prostorově složité prvky. Atlasové tkaniny umožňují dosažení velmi hladkého povrchu. [6]



Obr. 8 Druhy vazeb výztužných tkanin [5]

2.2 Výztuže a materiály

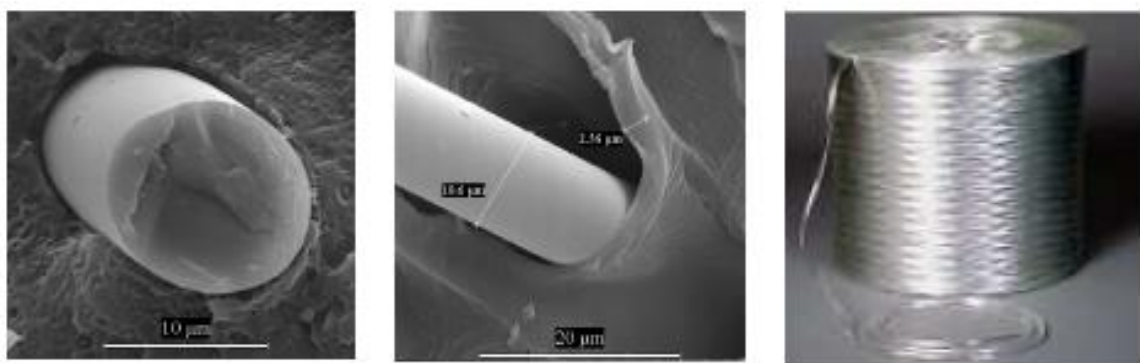
Výztuže mají smysl zejména z důvodu přenosu tahového napětí a také z velké části určuje mechanické vlastnosti polotovaru a to celkovou pevnost a houževnatost. Použité výztuže také částečně charakterizují výslednou tepelnou a elektrickou vodivost. Na výsledných vlastnostech produktu má velký podíl i způsob uspořádání jednotlivých vláken v matici, např. tkaniny, pásy a rovingové svazky a zvolený materiál, např. skelná, karbonová, aramidová popř. i polyethylenová vlákna. [4]

2.2.1 Skleněná vlákna

Textilní skleněná vlákna je společný název pro tenká vlákna ($\phi 3,5$ až $24\mu\text{m}$) s pravidelným kruhovým průřezem, tažená z roztavené skloviny a používaná pro textilní účely. Skleněná vlákna z bezalkalické skloviny jsou vynikajícím elektrickým izolantem s vysokou propus-

ností pro záření, proto se označují jako E-vlákna a jejich sklovina jako E-sklovina obsadila 90% trhu. Skleněná vlákna jsou na základě své amorfní struktury izotropní, na rozdíl od uhlíkových a aramidových vláken. [1]

Textilní výrobky ze skla se používají především na izolace a zpevnění jiných materiálů. Sklo se vyznačuje poměrně vysokou pevností, odolností proti abrazi a nízkým modulem pružnosti. Výhodou je odolnost proti ohni a chemikáliím. Nežádoucí pro vlákna je vlhkost, která snižuje pevnost. Podle obsahu jednotlivých složek a chemických prvků jsou vyráběna různá skelná vlákna, která se odlišují svými vlastnostmi. [4]

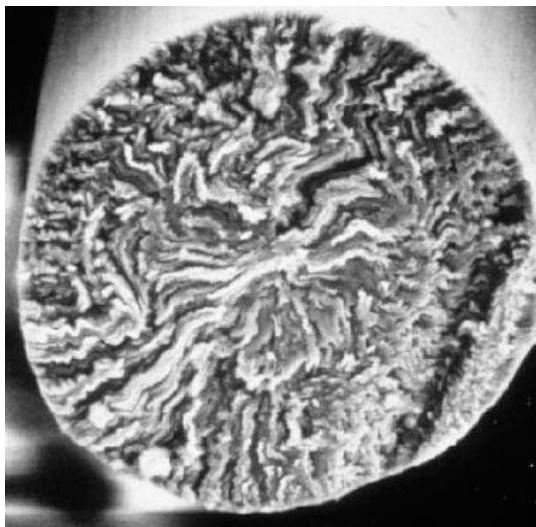


Obr. 9 Skelná vlákna [8]

2.2.2 Uhlíková vlákna

Uhlíková vlákna jsou technická vlákna s extrémně vysokou pevností a tuhostí, ale s nízkou tažností. Výchozí organické suroviny ve vláknitém tvaru jsou nejprve karbonizovány. Přitom se odštěpí téměř všechny prvky až na uhlík. Se stoupající teplotou, a tím se zvyšující grafinizací, zlepšují se mechanické vlastnosti. Při teplotě nad 1800°C je tvorba grafitové struktury ukončena, vzdálenost vrstev ve vláknech je vyšší než v čistém grafitu. Výchozí surovinou pro výrobu uhlíkových vláken jsou celulóza, polyakronitril a smola. Uhlíková vlákna mají proti syntetickým vláknům progresivní deformační chování, se zvyšujícím se zatížením stoupá hodnota modulu pružnosti až do teploty 500°C. Hustota uhlíkových vláken je $\rho = 1,6$ až $2,0$ [g.cm⁻³], disponují mimořádně vysokou korozní odolností, neodolávají pouze silně oxidačnímu prostředí, snášejí se s tělesnými tkáněmi, z nichž lze vyrábět implantáty. Uhlíková vlákna jsou za normálních podmínek velmi křehká a při zpracování se snadno lámou, proto se při zpracování povrchově upravují apretací směsí na bázi epoxidové pryskyřice, která slouží jako ochrana při zpracování a současně jako prostředek pro zlepšení vazby mezi vláknem a matricí, při delším skladování dochází k vytvrzení apretač-

ní povrchové vrstvy a vlákna ztrácejí ohebnost. Dynamické vlastnosti laminátu s uhlíkovými vlákny jsou lepší než u všech ostatních materiálů. [1]



Obr. 10 Řez uhlíkovým vláknem [8]

2.2.3 Aramidová vlákna

Aramidové vlákno má mnoho vynikajících vlastností. Je to nejlehčí vyztužující vlákno, hustota $\rho = 1,45 \text{ [g.cm}^{-3}\text{]}$, je hydrofilní, absorbuje vlhkost až 7%, která ovlivňuje pevnost spoje mezi vláknem a matricí, proto musí být před použitím vysušena (20 minut při 120°C). Ve formě kompozitu odolávají teplotám do 300°C , neroztaví se a tak se z nich vyrábějí protipožární ochranné obleky. [1]

Největší předností polymerních vláken je nízká hustota a vysoká poměrná pevnost v tahu. Jako jedny z mála vláken nejsou křehké. Nejznámější produkty polymerních vláken jsou z aromatických polyamidů (aramidy, APA) od firmy Du Pont, který vyrábí produkty Kevlar a Nomex. Produkty z Kevlaru, jichž je mnoho druhů, jsou vyráběny díky svým vlastnostem především pro armádní, letecký a lodní průmysl, a pro mnoho jiných oblastí, kde je vyžadována vysoká pevnost. Materiál Nomex je využíván především pro výrobu voštin, nehořlavých oděvů a rukavic kvůli odolnosti proti vysokým teplotám, hořlavosti a chemikáliím. Protože jsou jednotlivá vlákna velmi malá, jsou spřádána do svazků, se kterými se později pracuje jako s výztuží. Vlákna mohou být zpracována několika způsoby. [4]



Obr. 11 Aramidové vlákna [8]

2.2.4 Přírodní vlákna

Pro vyztužování plastů se používají z přírodních vláken jen rostlinná, která mají celulózu, jsou to len, konopí, sisal, juta, ramie a bavlna. Jejich výhodou je odolnost proti stárnutí a čichová nezávadnost při měnících se klimatických podmínkách. Pozoruhodné jsou i pevnosti v tahu. Vzhledem k nízké měrné hmotnosti jsou zajímavá pro lehké konstrukce. Výhodami jsou nízká hustota, malá abrazivita při mechanickém opracování a výhodná likvidace spalováním. Nevýhodná je citlivost na působení vlhkosti, omezená volba matrice, odolnost jen do 200°C, nákladná předběžná úprava pro zlepšení vazby s matricí, omezená délka vláken a možnost změn vyvolaných biologickým napadením. [1]

Tab. 2 Porovnání mechanických vlastností vláken [1]

Vlastnosti / Vlákno	Sklo	Konopí	Len	Juta	Sisal
Modul pružnosti E [N.mm ⁻²]	75000	70000	30000	55000	20000
Mez pevnosti v tahu [N.mm ⁻²]	3500	600	750	550	600
Tažnost [%]	4	1,6	2	2	2
Hustota [g.cm ⁻³]	2,54	1,45	1,48	1,4	1,5

2.2.5 Rovingová vlákna

Vyrábí se jako přímý, skaný v druzení nebo smyčkový například technologií tažením resp. pultruzí, který dodává profilům příčnou pevnost a odolnost proti abrazi. Obvykle se jedná o nekonečné vlákno dodávané na cívkách s vnitřním nebo vnějším odtahem. [4]

Tab. 3 Ceny vláken podle surovin a typů [1]

Materiál vlákna	Cena Kč / kg
Sklo	60 až 90
Aramid	600 až 900
Uhlík standardní typ	600 až 2400
Uhlík vysokomodulový typ	3000 až 15000
Uhlík speciální typ	3000 až 30000
Bor	10500

2.3 Tkanina

Jedná se o tkanou výztuž z rovingů jako běžná textilie. Pramencové tkaniny se poté tkají s vazbovou, keprovou nebo atlasovou v různých gramážích. Čísla textilií označují jemnost vlákna. [7]

2.3.1 Skelná tkanina

Sklotkaniny se vyrábějí ze skleněných vláken typu E, které jsou využívány k výrobě výztuží do kompozitů. V současné době dodáváme 2 typy vazeb - plátno a kepr. Sklotkaniny jsou vyráběny v různých gramážích od 80 g/m² do 390 g/m², ve standardní šířce 100 - 160 cm. Jsou kompatibilní s polyesterovými a epoxidovými pryskyřicemi. [7]



Obr. 12 Skelná tkanina [7]

2.3.2 Rovingová tkanina

Rovingové tkaniny jsou vyráběny z přímého rovingu v různých gramážích od 240g/m² do 1000 g/m², ve standardní šířce 100 - 125 cm. Rovingové tkaniny jsou využívány jako výztuže do kompozitů a jsou kompatibilní s polyesterovými a epoxidovými pryskyřicemi. [7]



Obr. 13 Rovingová tkanina [7]

2.3.3 Uhlíková tkanina

Uhlíkové tkaniny jsou vyráběny z uhlíkového vlákna, které se vyznačuje vysokou pevností, tuhostí a nízkou hmotností. Jsou využívány pro letecké aplikace, tuning a automobilový průmysl. Uhlíkové tkaniny jsou vyráběny v gramáži od 90 g/m² do 800 g/m². Kompatibilní s polyesterovými, epoxidovými pryskyřicemi a vinylesterovými pryskyřicemi. [7]

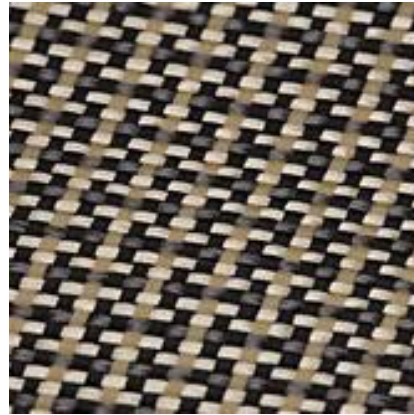


Obr. 14 Uhlíková tkanina [7]

2.3.4 Hybridní tkanina

Hybridní tkaniny se vyrábějí kombinací uhlíkového a aramidového vlákna, které se vyznačují vynikajícími mechanickými vlastnostmi. Jsou chemicky odolné vůči chemikáliím a jiným agresivním látkám, mají výborné izolační vlastnosti, vysokou tepelnou odolnost, vysokou pevnost a pružnost, mají velmi dobrý elektrický odpor a jsou nehořlavé. Hybridní

tkaniny jsou vyráběny v gramáži od 155 g/m² do 250 g/m². Kompatibilní s polyesterovými, epoxidovými a vinylesterovými pryskyřicemi. [7]



Obr. 15 Hybridní tkanina [7]

2.3.5 Aramidová tkanina

Aramidové tkaniny se vyznačují vysokou pevností a houževnatostí. Používají se na výrobu ohnivzdorného oblečení, neprůstřelných vest a panelů, ochranných pomůcek pro hasiče, posílení pryžových výrobků (pneumatiky, lana, kabely a plachtoviny), pro výrobu lodí, dopravních prostředků, letadel, tuningu a aplikací. Aramidové tkaniny jsou vyráběny v gramáži od 60 g/m² do 1350 g/m². [7]



Obr. 16 Aramidová tkanina [7]

2.4 Rohož

Vznikají ukládáním nepravidelně orientovaných vláken sekaných pramenců a dlouhých vláken. Jsou prosycovány práškovým pojivem nebo emulzí a spojovány do ploché kontinuální rohože. Jsou také používány pro tvarově složitější dílce. [7]

2.4.1 Emulzní rohož

Rohože ze sekaných skelných vláken (CSM = chopped strands mats) jsou vyráběny z neorientovaných skelných pramenců vyrobených ze skla typu E, spojených emulzním pojivem nebo práškovým pojivem. Používají se k výrobě sklolaminátových dílů určených pro průmyslové použití, např. kolejová vozidla. [7]



Obr. 17 Emulzní rohož [7]

2.4.2 Prášková rohož

Rohože ze sekaných skelných vláken (CSM = chopped strands mats) jsou vyráběny z neorientovaných skelných pramenců vyrobených ze skla typu E, spojených emulzním pojivem nebo práškovým pojivem. Používají se k výrobě sklolaminátových dílů určených pro průmyslové použití, např. kolejová vozidla. [7]



Obr. 18 Prášková rohož [7]

3 VÝROBA POHLEDOVÝCH DÍLŮ Z POLYMERŮ VYZTUŽENÝCH UHLÍKOVÝMI VLÁKNY

S postupným pronikáním polymerních kompozitů na bázi kontinuálních uhlíkových vláken do všeobecného strojírenství vznikla poptávka po hi-tech pohledových dílech, u kterých prodává především vzhled. Takovéto luxusní díly se používají například u příplatkových doplňků automobilů i motocyklů, zakázkového designového nábytku nebo u sportovního náčiní, jako jsou golfové hole.

U těchto dílů se prodávají dokonalé pohledové vlastnosti, jako je souměrná a přímá orientace uhlíkových svazků vláken v tkanině, průhlednost matrice, lesk povrchu nebo čisté řezy při obrábění. Nepříjemné jsou i drobné vady, které jsou viditelné až při pohledu proti světlu, jako je přebytek matrice v rádiusech, mikropórozita mezi vlákny, nepřesně napojené řezy vláken či vzájemná posunutí vláken. [9]

3.1 Výroba pohledových dílů má tato specifika:

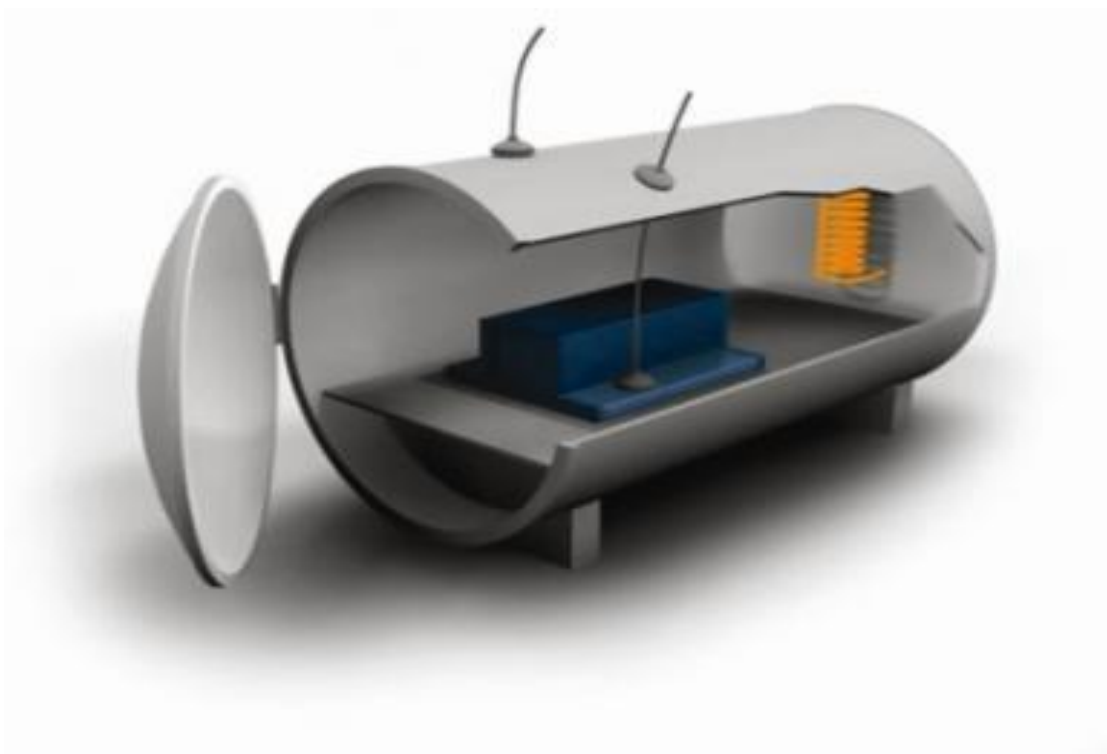
- a) nejlepších výsledků je dosahováno autoklávovou technologií, která vyžaduje vysoké investice do zařízení a je provozně nákladná;
- b) velké nároky jsou kladeny na finální leštění forem, a proto jsou používány nákladné kovové formy;
- c) vzhledem k distribuci matrice a souměrnosti kladení vláken jsou použity drahé předpřipravené polotovary - prepregy;
- d) i malá odchylka při ruční skladbě dílu způsobí neshodný výrobek, a proto díly skládají speciálně školení operátoři a je často aplikována přímá kontrola procesu;
- e) vytvrzovací cykly za zvýšené teploty a tlaku mají prodlevy k prohřátí přípravku a ideálnímu tečení matrice dílu, tímto se vytvrzovací cyklus prodlužuje a prodražuje;
- f) uhlíková vlákna jsou velmi abrazivní a obrábění vytvrzených dílů není možné běžnými nástroji, je zapotřebí použití speciálních obráběcích strojů;
- g) pro dokonalý lesk dílu je nutné aplikovat velmi jemné broušení, po kterém následuje lakování pohledových ploch průzračným lakem;
- h) nedokonalosti produktů se velmi často nedají opravit a vzniká tak zmetek s velkými vloženými náklady; [9]
- i) výrobek musí splňovat veškeré požadavky na něj kladené po celou dobu jeho projektované životnosti, aby nedošlo k meznímu stavu. [10]

3.2 Technologie výroby

Ze současných postupů výroby lze použít k výrobě pohledových kompozitních dílů nejvyšší kvality následující technologie.

3.2.1 Technologie RTM nebo VARTM

Při technologii RTM (Resin Transfer Moulding) se klade suchá výztuž do formy, která je zaformována (buď pevnou formou nebo pružnou plachetkou) a následně prosycena matricí v tekutém stavu. Tato technologie má malý poměr pórů ve vytvrzeném kompozitu, ale skládání suché výztuže způsobuje posunutí vláken ze symetrických pozic. Použitelnost obou technologií se omezuje na vhodně zakřivené díly bez ostrých tvarových přechodů. Technologie VARTM (Vacuum Assisted Resin Transfer Moulding) je však použitelná i pro značně rozměrné díly. [9]



Obr. 19 Schéma autoklávu [9]

3.2.2 Technologie lisování z prepregu

Výroba probíhá skládáním prepregu, což je předpřipravený polotovár složený z vláken a matrice v gelovitém stavu β . Matrice je mírně lepivá, a tak ulpí v definované pozici na formě. Vyskládaný díl je slisován v dvoustranné formě s vlastním vyhříváním. Cena forem je velmi vysoká, proto je vyžadována vysoká sériovost produkce. V oboustranně uzavřené

formě ale nastávají problémy s odvodem interlaminárně zachyceného vzduchu, což bývá příčinou pórozity výrobků a vysoké zmetkovitosti. [9]



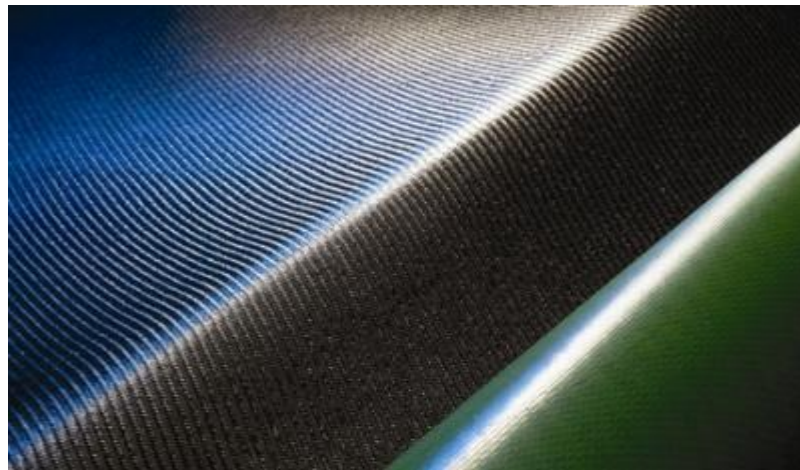
Obr. 20 Forma připravená ke skladbě [9]



Obr. 21 Detail formy připravené ke skladbě [9]

3.3 Autoklávová technologie

Výroba dílu se provede skládáním prepregu do jednostranných skořepinových forem, po skončení skladby je forma zabalena do pružné plachetky a připojena na vakuum. Vyskládaná forma je zavezena do vyhřívané tlakové nádoby - autoklávu. V autoklávu jsou řízeny vytvrzovací parametry přesně podle programu. Cena vytvrzovacích forem roste s mírou křivosti dílu, ale je podstatně nižší než v případě lisování. Aplikací vakua a přetlaku v autoklávu je dosahována bezkonkurenčně nízká míra pórizity. Vysoká investice do autoklávu je kompenzována stabilně kvalitními díly. Není proto překvapující skutečnost, že autoklávovou technologií disponují společnosti dodávající komponenty pro letecký průmysl. [9]



Obr. 22 Prepreg v rolích [9]

3.3.1 Výroba autoklávovou technologií

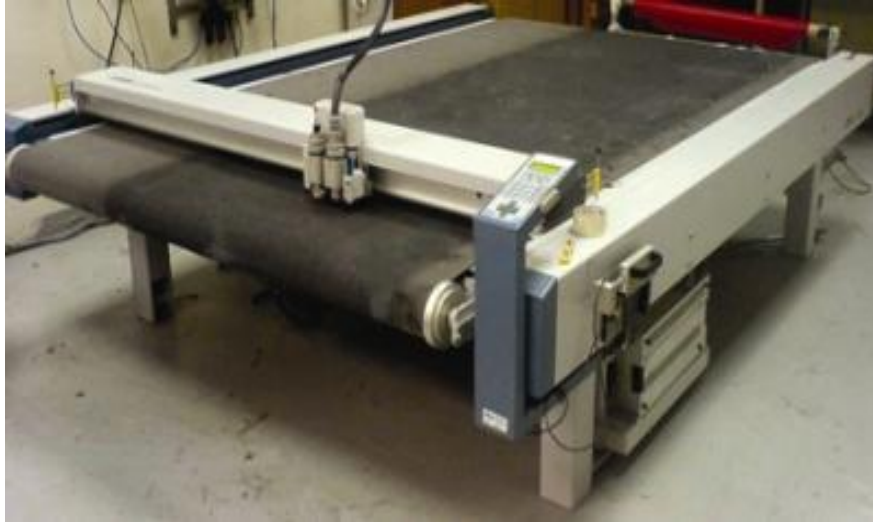
V návaznosti na definované výrobní problémy bude detailněji prezentována výroba dvou automobilových doplňků autoklávovou technologií, a to prototypů přístrojové desky a zadního spoileru.

3.3.2 Forma

Forma použitá pro prototypy byla společná pro oba díly, pro snadnou obrobiteľnosť byl zvolen za základní materiál formy hliník. Nevýhodou hliníkové formy je malá odolnosť vůči poškrábání povrchu, což nastává především při vyjímání dílu z formy po vytvrzení. Pro sériovou výrobu je nutné opatřit formu vhodnou povrchovou úpravou.

Před prvním použitím formy se doporučuje aplikovat plnič pórů. Forma musí být správně naseparována a separátor vyleštěn, jinak hrozí poškození formy a zničení dílu v důsledku

vzájemného slepení. Používají se separační vosky nebo semipermanentní nátěry na bázi rozpouštědel. Volba separátoru je závislá na volbě matrice produktu, teplotě vytvrzování a drsnosti povrchu formy. [9]



Obr. 23 Prepreg v rolích a řezací plotr Zund [9]

3.3.3 Prepregy

Vrstvy pro skladbu dílu se řezou z prepregu na CNC plotrech. Epoxidová matrice obsažená v prepregu má omezenou životnost, a proto se prepregy skladují za teplot pod bodem mrazu, obvykle při $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Před použitím se prepregy temperují jeden den v uzavřeném obalu na pokojovou teplotu a následně se řezou konkrétní díly na vakuovém stole CNC řezacího plotru. Nástřihy prepregu pro pohledové díly musí být opatřeny fólií z obou stran, protože mírně lepivý prepreg nalepuje nečistoty, které nesmí být zalisovány do produktů. Program CNC řezacího plotru zaručuje dodržení předepsané orientace vláken tkaniny v produktu. [9]



Obr. 24 Schéma skládání prepregu do formy [9]

3.3.4 Skládání prepregu do formy

Skládání vrstev do formy je nutno provádět v místnosti s kontrolovaným prostředím. V čisté místnosti jsou udržovány konstantní hodnoty relativní vlhkosti, teploty a maximálního obsahu prachových částic.

Składba první vrstvy je nejkritičtější, a to z důvodu požadavku absence řezání vrstvy a symetrie vláken. Pokud první vrstva prochází vcelku přes dva rádiusy, musí být hned na první pokus bezchybně položena. Pokud však nastane situace, že jeden z rádiusů není vhodně pokryt, nelze tkaninu přitlačit a ta se pod tlakem se vytáhne z protějšího rádiusu. Nevhodně pokládána vrstva je tlakem nevratně deformována a dále nepoužitelná.

Do prostoru nedostatečně vyplněného rádiusu se při vytvrzení buď nahromadí matrice, nebo v prostoru vznikne pór. Obě varianty znamenají zmetek. Prakticky se položení provádí pomalým postupným pokládáním vrstvy od jedné strany formy s dotlačováním přechodů. Pokud díly mají mnoho přechodů nebo křivost ve více rovinách, nastávají případy, kdy 2D vrstvu prepregu nelze položit vcelku. Nezbytné řezy jsou přesně definovány a spoje jsou prováděny na tupo, každý snopec vláken v řezu se přesně napojí. Pokud se spoje provedou pečlivě, nemusí řezy vizuálně vadit.

Následně se vrství další vrstvy, které musejí být dotlačovány stejným postupem, ale je možné je řezat častěji a napojují se jednoduše s přesahem. Podle funkce výrobku mohou být v dalších vrstvách použity odlišné druhy vláken, ale se stejným typem matrice. Pohled na přechod snopců vláken v ostrém rádiusu, v místech výřezů jasně viditelné řezy. [9]



Obr. 25 Pohled na přechod snopců vláken v ostrém rádiusu [9]

3.3.5 Vytvrzení v autoklávu

Proces pokračuje přípravou dílu k vytvrzení. Pokud je plánováno lepení dílů do vyšších sestav, použije se jako první technologická vrstva odtrhová tkanina. Poté se pokládá neperforovaná nebo perforovaná separační fólie, následuje rozváděcí tkanina vakua, rozvod vakua, plachetka a zatěsnění. Pokud by jakákoli technologická vrstva pnula v rádiusu, způsobilo by to nedotlačení laminátu. Volbou druhu odtrhové tkaniny a separační fólie se velmi účinně ovlivňuje množství matrice a výskyt pórozity. Sestava je připojena na vývěvu a po odsátí vzduchu se vrstvy stlačí. Probíhá kontrola sestavy pro vytvrzení a měření úniku vakua.

Připravená sestava se zaveze do autoklávu, kde se připojí řídicí termočlánky. Autokláv se uzavře a začíná počítačem řízené vytvrzování dle programu. Doporučené hodnoty veličin programu poskytuje výrobce prepregů. Komponenty z našeho příkladu jsou vytvrzovány při teplotě 125 °C po dobu dvou hodin při přetlaku 0,6 MPa a podtlaku 0,08 MPa. Zařazením časových prodlev při ohřevu je možné prodloužit fázi tečení matrice a tím úspěšně ovlivnit pórozitu dílu.

Po ukončení programu vytvrzování se forma vyveze z Autoklávu a odstraní se všechny pomocné materiály. Díly se odloupnou od formy pomocí stlačeného vzduchu nebo pomocí pružných plastových planžet. V případě poškrábání funkčních ploch přípravku je nutné přeleštit a přeseparovat povrch formy. Z forem je nutné odstranit zbytky vytvrzené matrice po obvodě dílů. Tyto plochy nejsou funkční a lze je odstranit běžnými šetrnými prostředky.

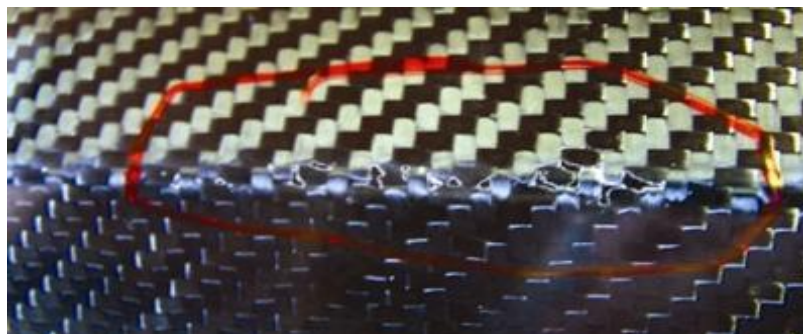


Obr. 26 Pohled na vytvrzené díly [9]

3.3.6 Dokončení dílu

Po mezioperační kontrole se díly obrábějí nástroji a stroji uzpůsobenými k obrábění vysoce abrazivních vláken uhlíku. Stroje musejí mít ochranu proti vnikání a vydírání pohyblivých

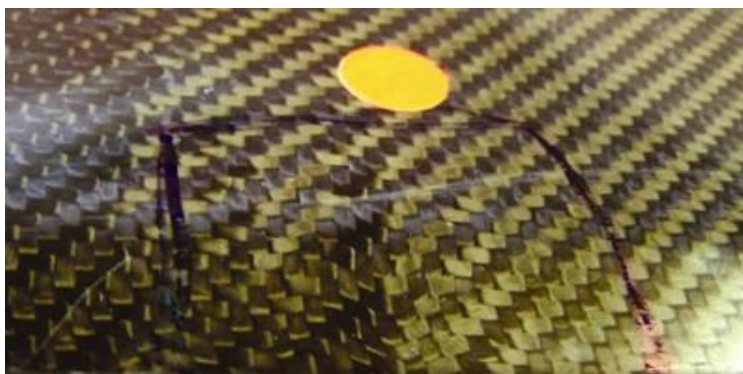
částí prachem z obrábění. Nástroje mají mnohabřitou konstrukci a v principu nařezou kompozit na jemný, zdraví škodlivý prach, který je nutné účinně odsávat. Při vrtání otvorů se používá vysokých otáček a malých přísuvů. Důvodem je riziko delaminace poslední vrstvy způsobené lokální odlupovou silou na špičce nástroje. Hojně se používají relativně drahé nástroje s diamantovým povlakem. Pórozita na hranách, pór o průměru větším než 2 mm je neopravitelný. [9]



Obr. 27 Pórozita na hranách [9]

Poslední operací je finální doladění vizuálních vlastností dílu. Z plochy je velmi jemným zrnem pod vodou vybroušen separátor formy. Pokud to lze, jsou v této fázi opraveny vady povrchu a díl je přelakován bezbarvým lakem. Základní typy vad jsou patrné z obrázků.

Pohledové karbonové díly lze charakterizovat jako produkty s vysokou přidanou hodnotou, u kterých se zvyšuje objem produkce i v době hospodářské krize. Počáteční investice do technologie a zařízení se mohou rychle vracet, pokud je zmetkovitost výroby v kalkulovaných limitech. Při náběhu výroby je dosahováno podílu nekvalitních dílů v desítkách procent a na úspěšném zvládnutí výroby musí spolupracovat celý tým. Klíčovou úlohu v něm však hrají zručnost operátora skladby a správně nastavené technologické parametry. [9]



Obr. 28 Popotažený vzor tkaniny [9]

4 RÁFKY ZÁVODNÍCH KOL

U ráfků závodních kol je důležité, aby byla pevná, pružná a lehká. V minulosti se ráfky závodních kol vyráběly z ocelových plechů, která časem nahradily slitiny hliníku. V České republice vyrábí ráfky závodních kol společnost Remerx s.r.o. na jejichž webových stránkách informuje o stávající nabídce těchto ráfků.

4.1 Vlastnosti stávajících ráfků závodních kol ze slitin hliníku

4.1.1 Povrchová úprava

- Základní vzhled ráfku z hliníkové slitiny
- Stříbrný elox – atraktivní a lesklý vzhled s výhodou vyšší stálosti a odolnosti povrchu ráfku vlivem eloxování
- Černý elox – velmi atraktivní černý vzhled
- Bílá barva – hit posledních let

4.1.2 Technologie zvyšující užité vlastnosti ráfků

- Soustružené brzdné plochy vynikají vyšší účinností V-brzd
- Jednonýtem zvýšená pevnost a odolnost otvoru pro špice a niple
- Dvojnýtem zvýšená pevnost ráfku v okolí špice

4.1.3 Zvláštní vlastnosti ráfků

- Dvojitě fixovaný spoj s vysokou pevností a odolností proti prasknutí
- Otvory pro špice jsou vrtány pod dvěma úhly pro stabilnější výplet
- Ráfek určen pro diskové brzdy

4.1.4 Bezpečnostní systém ráfků

- Zesílení základu háků pláště proti odlomení brzdné plochy [6]

4.2 Konstrukční řešení společnosti Remerx s.r.o.

Společnost Remerx s.r.o. nabízí na svých webových stránkách ráfky pro tyto druhy jízdních kol: cestovní a městská, silniční, galuskové, elektrokola

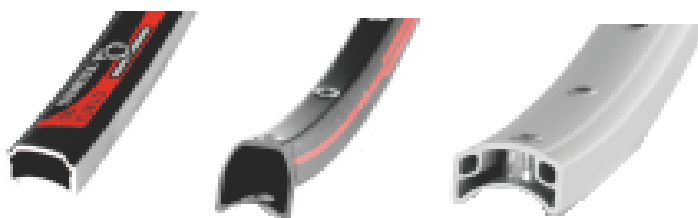
Rozdíl jednotlivých ráfků je především v konstrukci, jež je navržena s ohledem na jejich užití a požadované vlastnosti uživatelů.



Obr. 29 Konstrukce ráfků pro cestovní a městská kola [6]



Obr. 30 Konstrukce ráfků pro silniční kola [6]



Obr. 31 Konstrukce ráfků pro galuskové kola [6]



Obr. 32 Konstrukce ráfků pro elektrokola [6]



Obr. 33 Konstrukce jednotěnných ráfků [6]

4.3 Návrh ekvivalentního materiálu ráfků závodních kol

Jak již bylo řečeno, na ráfky závodních kol jsou kladeny velké požadavky především na nízkou hmotnost, pevnost a pružnost, ale také na vysokou odolnost proti opotřebení a pro-
ražení, což může mít dopad i na rám samotného závodního kola.

Rámy závodních kol se v minulosti vyráběly ze dřeva a oceli, nyní se běžně vyrábějí ze slitin hliníku, v posledních letech jsou stále častěji k vidění ráfky a rámy z kompozitů, popř. části rámu, které jsou velmi namáhány.

Ráfky závodních kol se nyní vyrábějí ze slitin hliníku a z uhlíkových kompozitů. Někteří výrobci se vrací k duralovým ráfkům, vzhledem k požadavkům na bezpečnost a ochranu zdraví při práci, tak i nakládání s materiálem a jeho uskladněním.

K vidění jsou ráfky trojího typu:

- Ze slitin hliníku s černým eloxem a nátěrem imitujícím uhlíkový kompozit
- Ze slitin hliníku potažený uhlíkovým kompozitem
- Z uhlíkového kompozitu

5 REŠERŠE NA KARBONOVÉ RÁFKY ZÁVODNÍCH KOL

Patentovou rešerši na stav techniky jsem provedl v databázi Esp@cenet, která obsahuje přes 80 milionů záznamů z celého světa. Ve všech rešerších jsem se zaměřil nejprve na klíčová slova v názvu a následně v názvu a abstraktu: „*rim and racing and bicycles*“, „*rim and cnt**“, „*carbon and rim**“, „*carbon and disk and composite and wheel*“. Dále jsem provedl rešerši z výstupů rešerše dle klíčových slov, dle jména původce technického řešení: „*Jibing Tu*“, „*Fioravanti Moreno*“, „*Testa Sandro*“.

Technická řešení se týkají jednak stránky konstrukce ráfku, včetně uchycení špicí, ale také materiálu ráfků a způsobu jejich výroby.

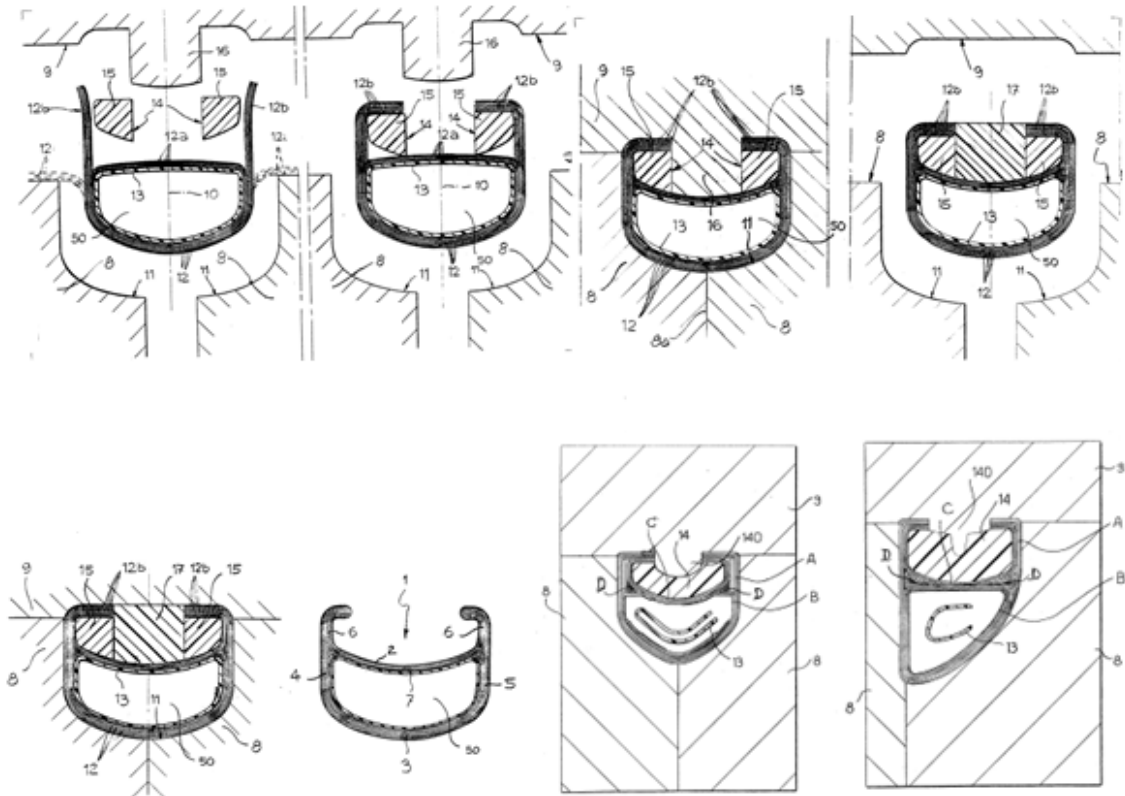
V databázi Úřadu průmyslového vlastnictví České republiky jsem vyhledával dle klíčových slov: „*ráfek*“, „*disk*“, „*obruč*“ - Dále jsem provedl rešerši z výstupů rešerše dle klíčových slov, dle jména původce technického řešení: „*Klabal*“.

V databázi Patentového a známkového úřadu Spojených států amerických jsem vyhledával dle klíčových slov: „*carbon and disk and composite and wheel*“, „*carbon and rim and composite and wheel*“, „*carbon and disk and composite and wheel and bike*“ a dále dle majitele nalezených technických řešení: „*edge and composites*“.

5.1 Výběr z rešerše technických řešení na stav techniky

5.1.1 Způsob výroby ráfku kola bicyklu, zařízení pro provádění tohoto způsobu a ráfek kola bicyklu získaný podle tohoto způsobu

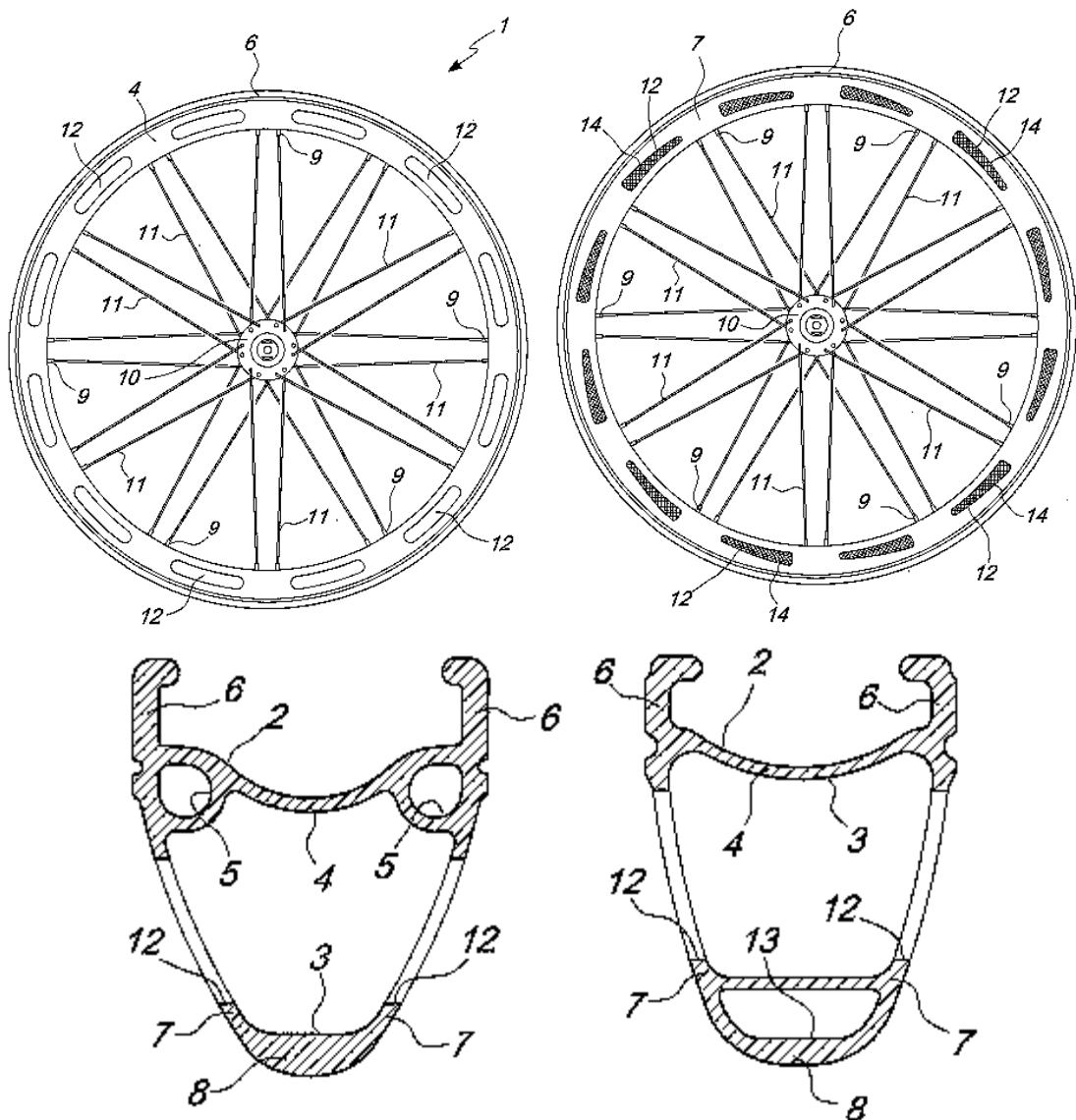
Při způsobu výroby ráfku kola bicyklu se nejprve vytvoří vnitřní stěny (3), vnější stěny (2) dvou bočních stěn (4, 5) a křidel (6) pomocí vrstev (12, 12a, A, B) plastu vyztužených vláknem. Ráfek se zhotovuje jako celistvý díl s použitím plastu vyztuženého konstrukčními vláknem mající dvě obvodová křídla (6) pro ukotvování pneumatiky, která jsou vyvedena radiálně vnějším směrem od dvou stran vnější obvodové stěny (2) ráfku. Na vrstvy (12, 12a, A, B) je umístěn nafukovací vak (13), přes který byl uložen určitý počet vrstev (12a), na které se uloží nejméně jedno jádro (14), přes které jsou přeloženy další vrstvy (12b) a forma (8, 9) uzavřena. Dále je vak (13) nafouknut a zvýšena teplota formy (8, 9). Po vyjmutí z formy (8, 9) a odstranění jádra (14) se získá jednolitý díl. [11]



Obr. 34 Výkresy ráfku z přihlášky vynálezu č. 2002-513 [11]

5.1.2 Ventilační ráfek závodního a horského kola

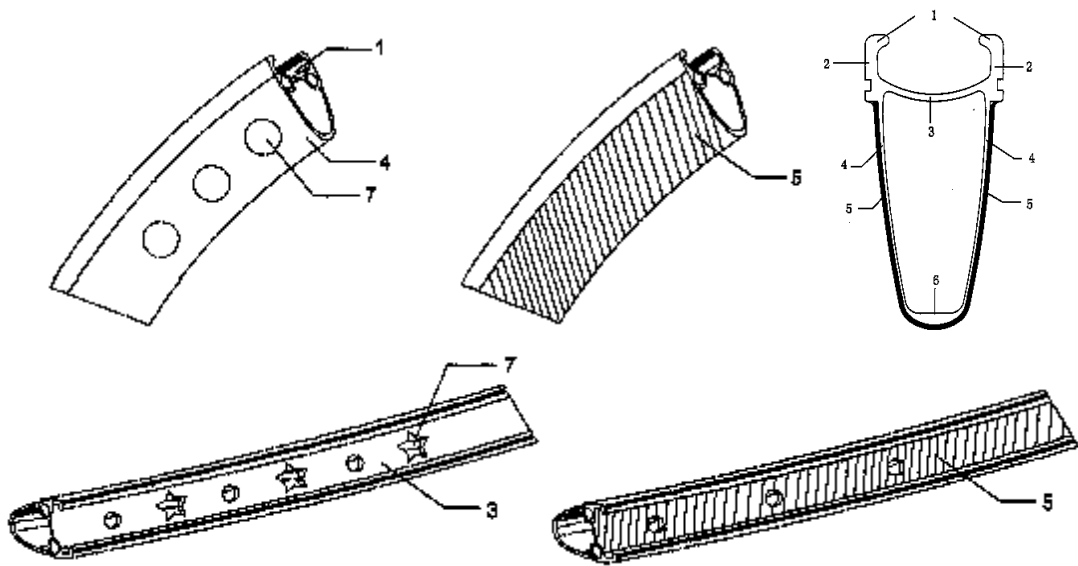
Ventilační ráfek, zejména pro závodní a horská kola, tvořený profilovaným prvkem, který je zakřivený do prstencového tvaru a tvoří otevřený distální prstencovou komoru (2), pro montáž pneumatik a alespoň jeden proximální prstencový prostor (3) pro stanovení množství výstupků (9) pro koaxiální připojení k náboji (10) pomocí paprsků (11), okraj je ovlivněn otvory (12), které umožňují cirkulaci vzduchu uvnitř proximálního prstencového prostoru (3), tak, aby se usnadnilo odstranění tepla konvekcí z ráfku.



Obr. 35 Výkresy ráfku z přihlášky vynálezu č. WO2004091937 [12]

5.1.3 Ráfek jízdního kola

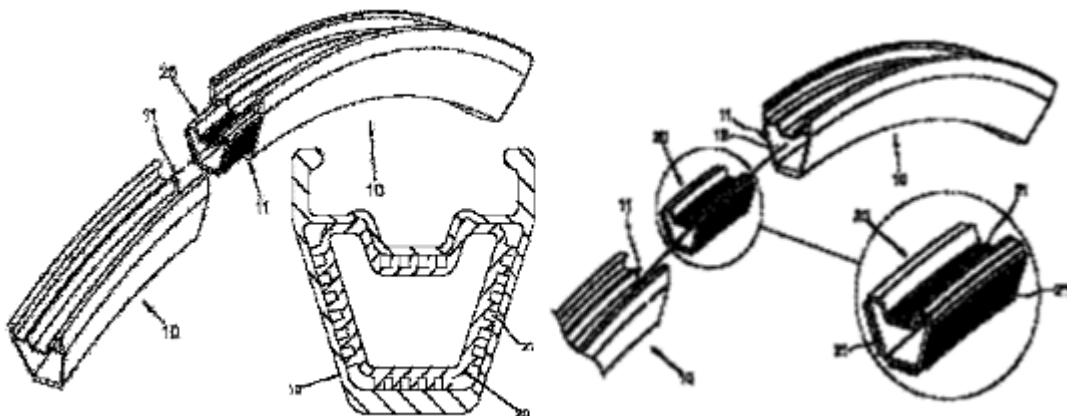
Užitný vzor se týká součásti jízdního kola, a to zejména ráfku kola s nízkou hmotností. Ráfek kola obsahuje instalační část ve tvaru prstence pneumatiky, instalační část ve tvaru prstence pneumatiky tvoří tvar U tak, že oba konce dvou symetrických částí výšky stěny jsou pevně spojeny ze spodní části šířky pneumatiky a okrajové části, resp. instalace části ve tvaru prstence paprsku je pevně spojen s montážní částí ve tvaru prstence pneumatiky. Hmotnost ráfku se sníží a výkonost se zvýší, ráfek lze aplikovat na závodní i civilní kola.



Obr. 36 Výkresy k přihlášce užitečného vzoru č. CN201300664 [13]

5.1.4 Spojovací struktura ráfku

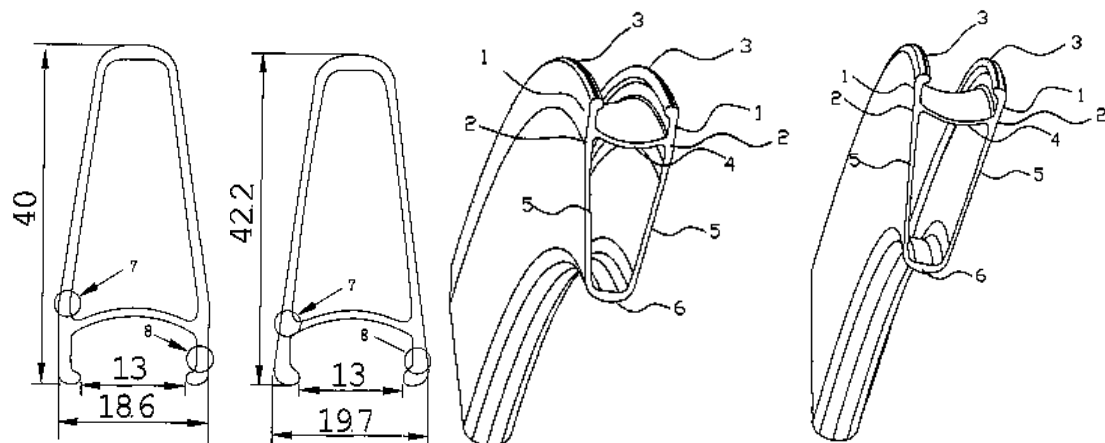
Užitný vzor popisuje spojovací strukturu, která zahrnuje ráfek a spojovací díl. Spojovací díl odpovídá tvaru úložného drážky, s množstvím drážek uspořádaných na okraji spojovací části axiálně a trvale, spojovací díl je vložen do obou drážek pro vkládání na obou koncích hrany, spojované konce se zahřívají při nastavené teplotě, a je vytvářen tlak na připojované konce tak, aby spojované konce byly pevně mezi sebou navzájem spojeny. Stavební díly jsou jednoduché a pohodlné pro montáž, a celá konstrukce je praktická.



Obr. 37 Výkresy k užitečnému vzoru č. CN202911455 [14]

5.1.5 Ráfek jízdního kola o tvaru průřezu písmena „V“

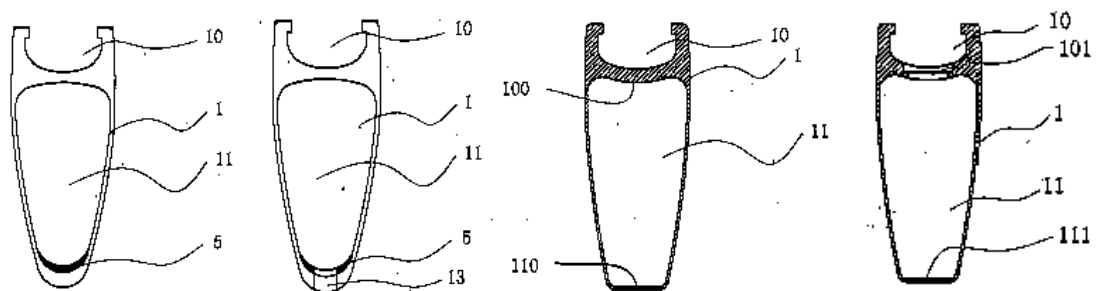
Užitný vzor se týká příslušenství jízdních kol, a to zejména ráfku jízdního kola, obsahující instalační část pneumatiky a kruhovou instalační část. Pneumatika může být instalován na straně pneumatiky, kdy je pevně spojena dvěma symetrickými částmi. Užitný vzor má výhodu vyšší odolnosti proti průřezu a nižší hmotnost.



Obr. 38 Výkresy užitného vzoru č. CN201366904 [15]

5.1.6 Ráfek z uhlíkových vláken s vylepšenou strukturou

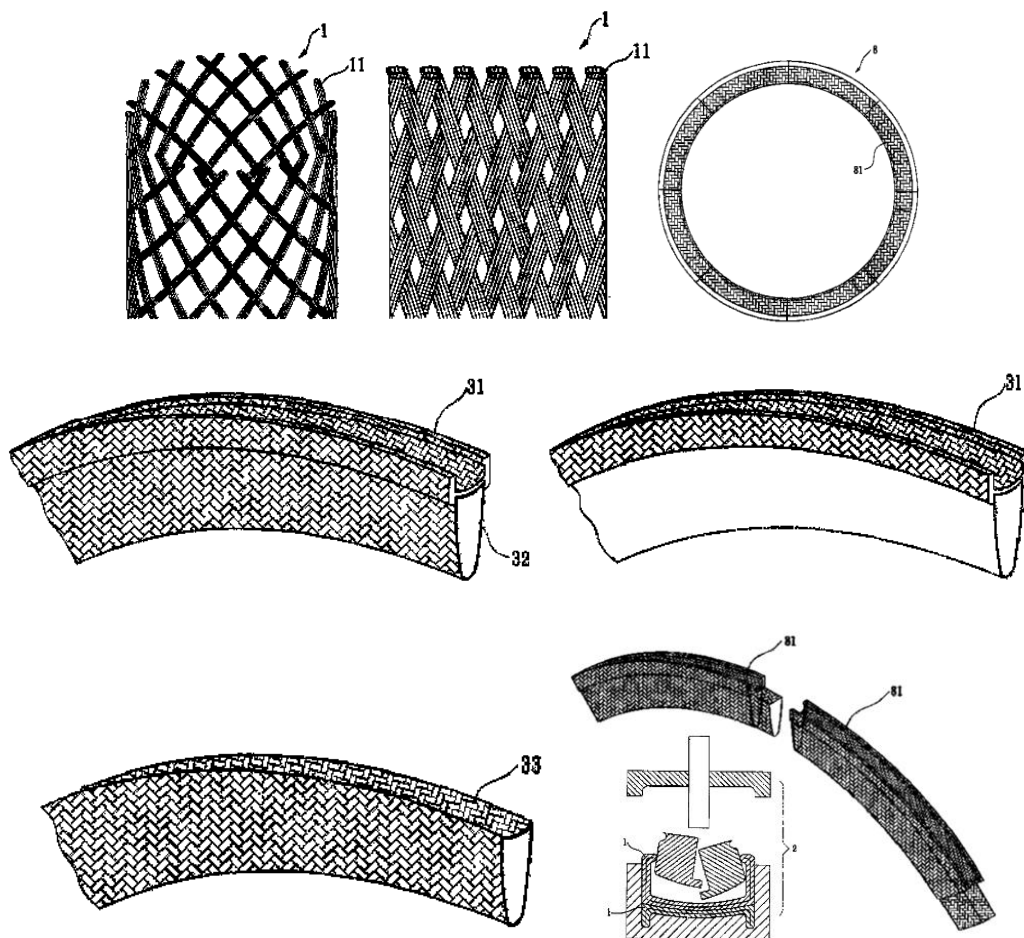
Těleso ráfku (1) s výhodou z uhlíkových vláken se zlepšenou strukturou a množstvím hliníkových krytů (2). Tělo ráfku (1) je opatřeno polo uzavřenou pneumatikou u pozičního otvoru (10) a uzavřené komory (11), které jsou uspořádaný nahoře a dole. Stěny pneumatiky u pozičního otvoru (10), a v uzavřené komoře (11) jsou vytvořeny z vrstvy vláknitého uhlíku jako celku. Stěna tělesa (100), na spodní části pneumatiky polohy poziční otvoru (10), a na zdi těla (110), na spodní části uzavřené komory (11) jsou opatřeny vnitřními polohovacími otvory (101) a vnějšími polohovacími otvory (111), přes otvory (22) protaženy paprsky z matice a počet hliníkových krytů (2), odpovídá počtu polohovacích otvorů. Hliníkové kryty (2), se upínají na vnitřní polohy otvorů (101) a vnější polohovacích otvorů (111), a lepí se do okraje tělesa (1). Věvec se zmíněné struktury má výhodu vysoké pevnosti, rychlá montážní rychlosti, zkrácení výrobního času, vysokou účinnost, úsporu materiálu a nízké náklady.



Obr. 39 Výkresy přihlášky vynálezu č. WO2011140826 [16]

5.1.7 Konstrukce ráfku kola ze zapletených uhlíkových vláken a způsob jeho výroby

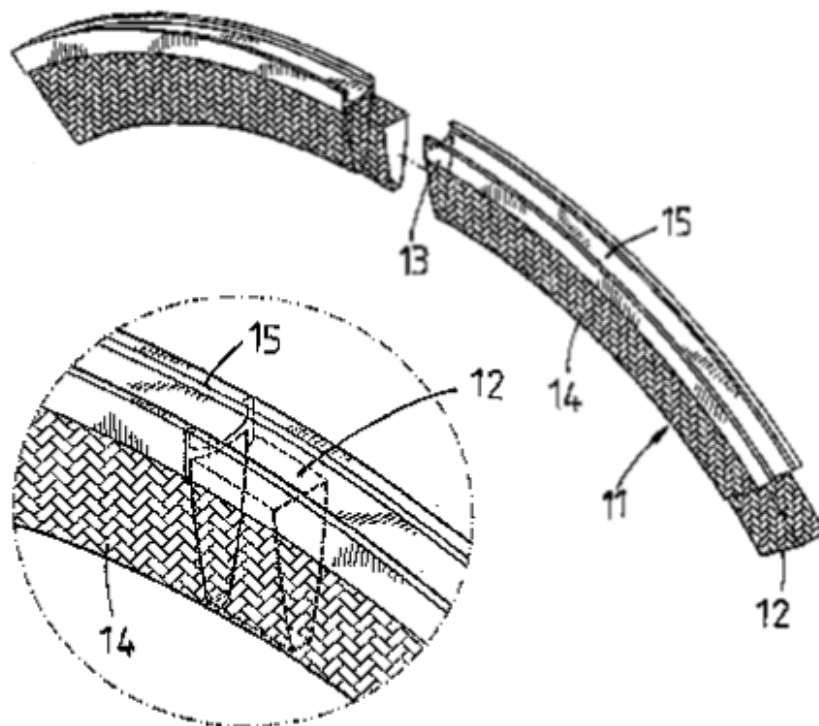
Konstrukce ráfku kola ze zapletených uhlíkových vláken a způsob jeho výroby, který obsahuje tkaninu z uhlíkových vláken, vyznačující se tím, že oběma konci každé z uhlíkových vláken svazku tvoří ve tvaru trubice, nebo pás ve tvaru dlouhého hřídele z uhlíkových vláken, které se namáčejí do pryskyřice a tvaruje se ve tvarovací formě předem stanovené jako tvar potřebného ráfku, po vytvrzení uhlíkových vláken v tvarovací formě se vytvoří na kole okraj. Ráfek je pohledově pěkný a pevný. Tepelně disperzní věnce jsou lepší.



Obr. 40 Výkresy k přihlášce vynálezu č. CN101269611 [17]

5.1.8 Metoda pro montáž plastového kola, zejména s výztuží z uhlíkových vláken s modulárním designem zámku ráfku se segmenty držené okrajem vnějšího kola

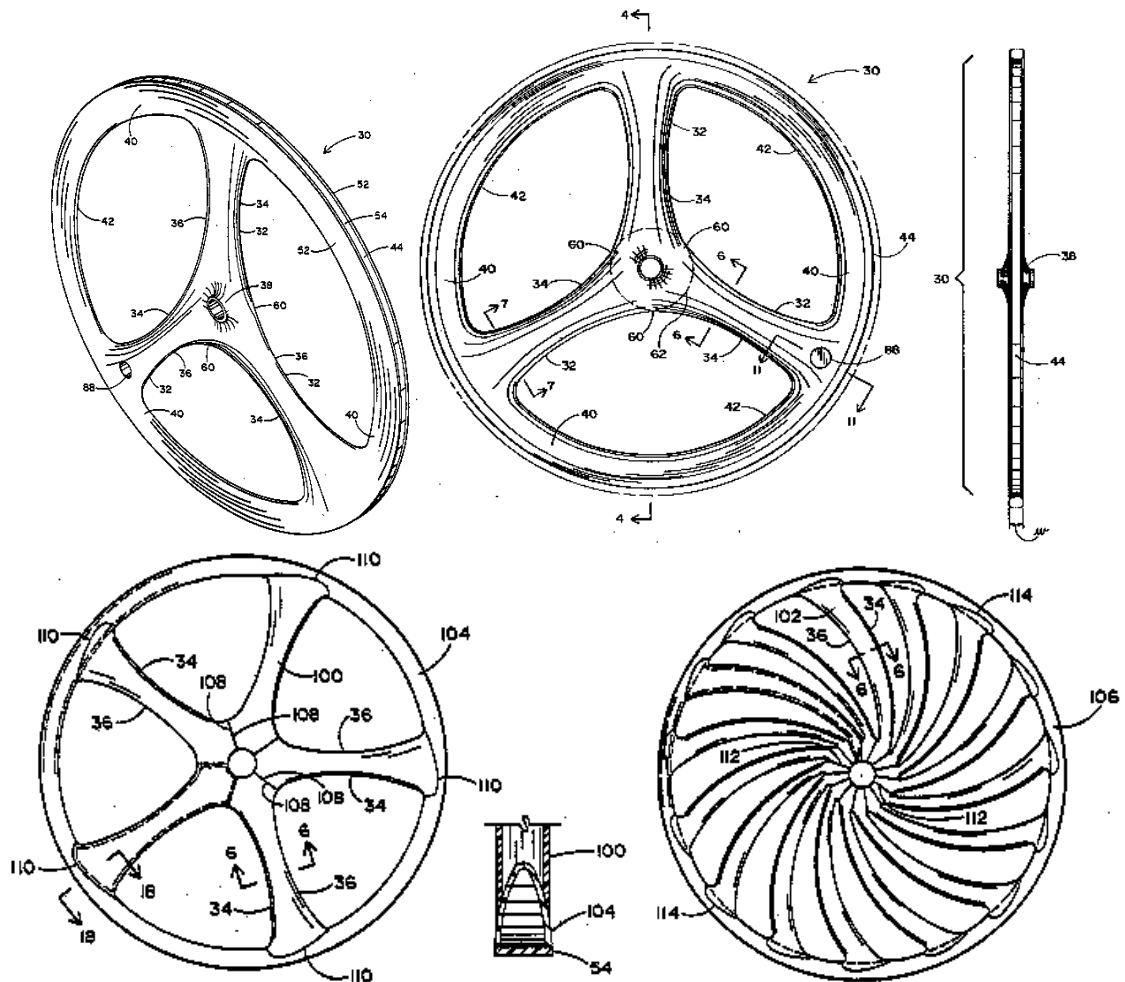
Způsob sestavování plastového kola, zejména z uhlíkových vláken, výztuž má modulární konstrukci s oddělenými segmenty (11) s blokováním zástrčky a zásuvky končí (12, 13) a zužujícím se průřezem. Blokovací konce jsou opatřeny lepidlem a segmenty jsou smontovány a slisovány na montážní přípravku. Kolo je dále spojeno do jednoho kusu vnějším ráfkem (15), buď z lehké slitiny nebo uhlíkových vláken.



Obr. 41 Výkresy patentu č. DE202005006589 [18]

5.1.9 Kola pro jízdní kola a způsob výroby

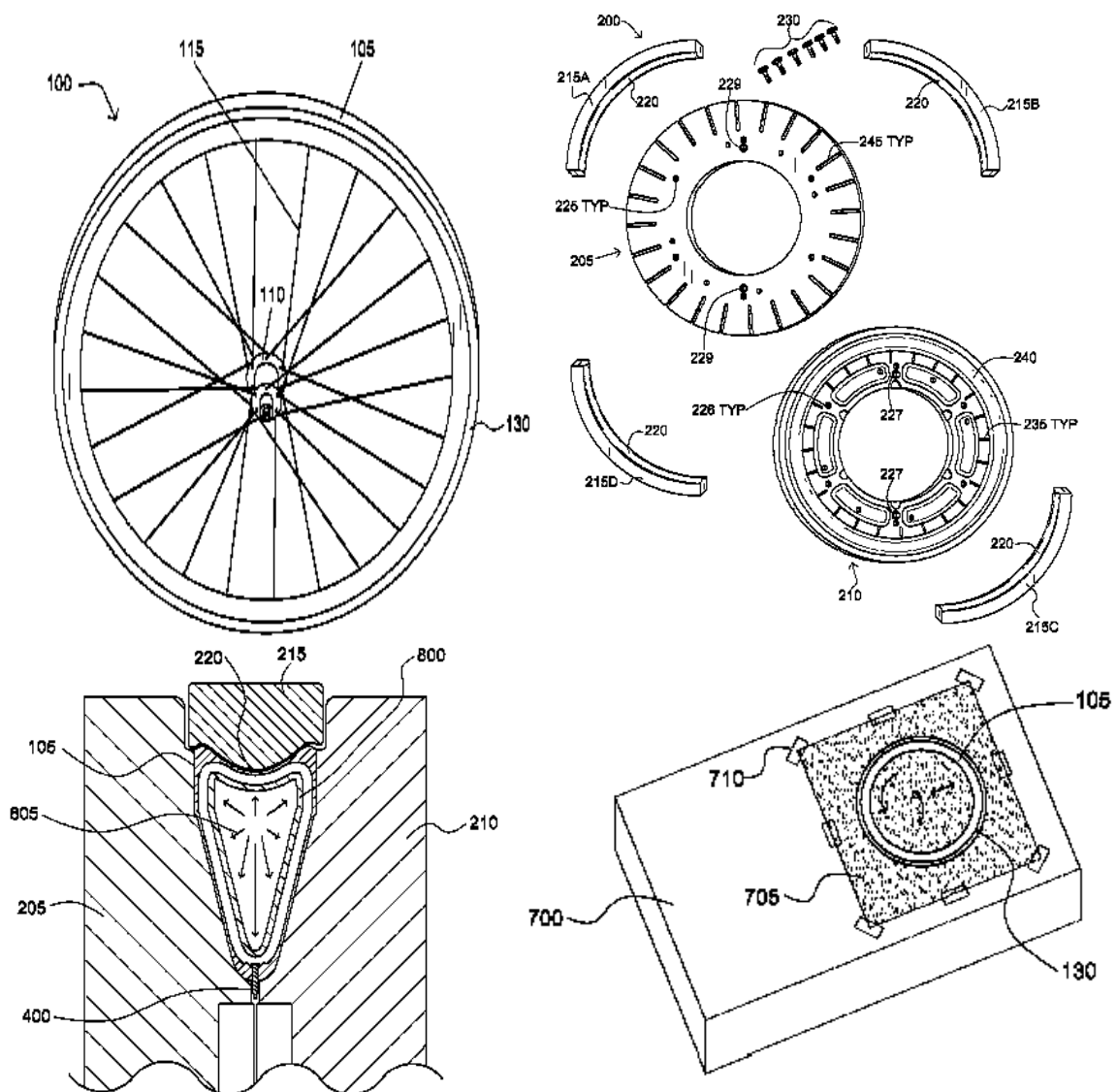
Kola pro jízdní kola a způsob výroby těchto kol vynikající svou lehkostí, s vysokou pevností mající dobré aerodynamické vlastnosti, uvedeny v tomto vynálezu. Aerodynamiku kola je stejně dobrá nebo i lepší než u diskových kol stejné velikosti a hmotnosti, zatímco s dostatečnou boční, radiální a torzní tuhostí. K dispozici je také podle vynálezu způsob výroby, přičemž je podstatnou výhodou nízká hmotnost a vysoká pevnost kompozitního kola. V jednom provedení tohoto vynálezu se skládá z kompozitní konstrukce s vysokou pevností vlákna, jako jsou aromatické polyamidy nebo uhlíková vlákna. V jiném provedení je kompozitní struktura dutá pro snížení hmotnosti kola. [19]



Obr. 42 Výkresy patentu č. US5246275 [19]

5.1.10 Kompozitní ráfky s otvory pro dráty

Provedení tohoto vynálezu zahrnuje kompozitní ráfek, používaný u paprskových kol, jako jsou u jízdního kola. Jedná se o vylisované otvory pro dráty spolu se způsobem výroby kompozitního ráfku. Výhodou vynálezu je výrazné snížení namáhání ložiska a zatížení kola. Podle dosavadního stavu techniky, mají ráfky s vyvrtanými otvory pro dráty v něm již po celou dobu výroby ráfku neboli obruče. [20]

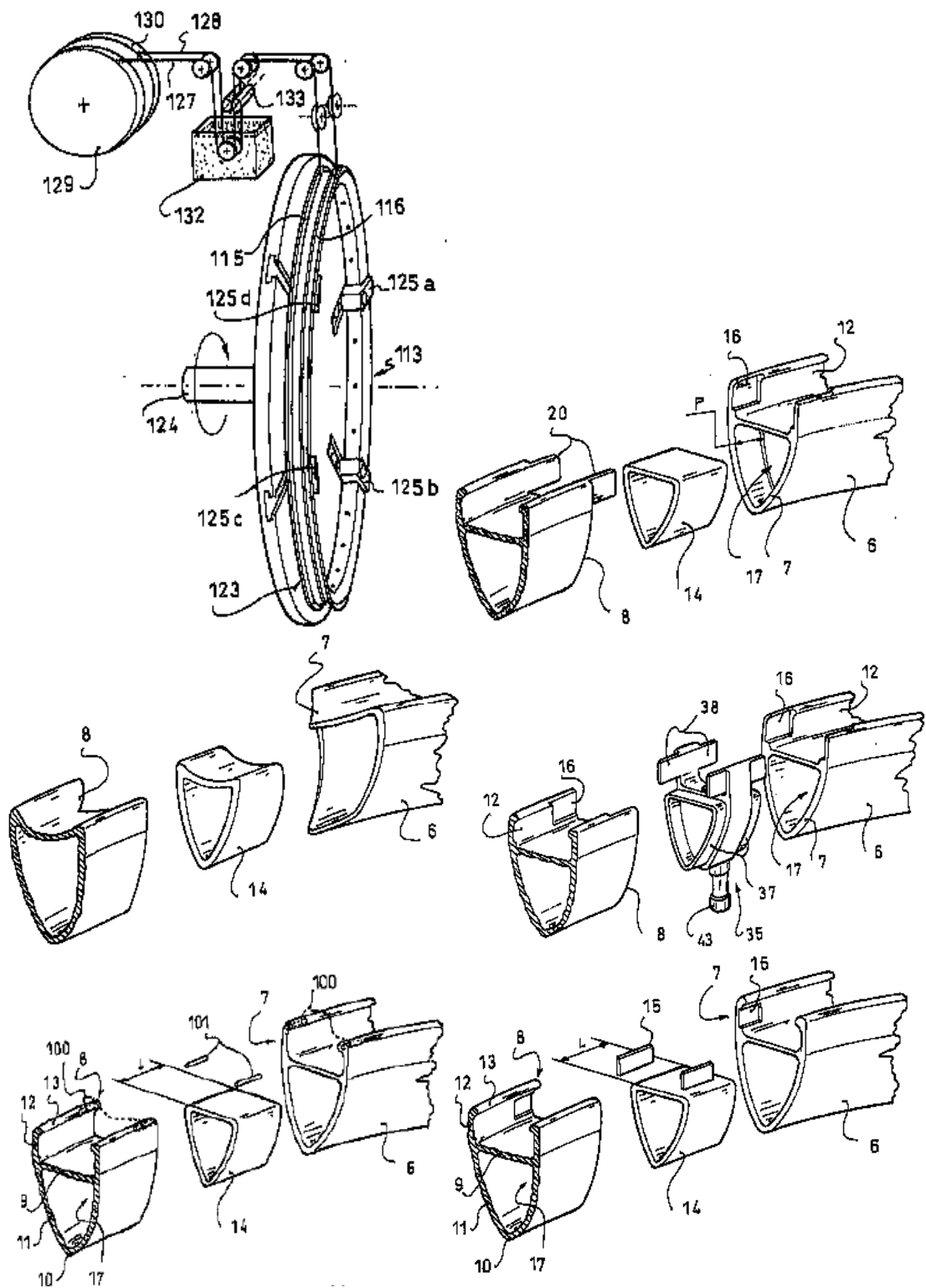


Obr. 43 Výkresy přihlášky vynálezu US201305136 [20]

5.1.11 Ráfek nebo částí ráfku vyroben z kompozitního materiálu

Ráfek má element (21), tj. tažený element, se nachází v podobě pevného bodu otáčení kolem osy otáčení. Element je vytvořen z jednoho kusu kompozitního materiálu, např. tkaničky, a skládá se z konců (7, 8), odlišných od sebe navzájem. Element představuje pevný bod rotace úhlové oblouku větší než 350 stupňů mezi konci. Kompozitní materiál elementu obsahuje vložené vlákna např. uhlíkové vlákna, které tvoří 50 procent hmotnosti ráfku, a s termosetovou matricí. Jedná se také o způsob výroby ráfku kola. Tato metoda neumožňuje výrobu ráfku, který má velmi dobrou tuhost / v poměru ke hmotnosti, a to zejména proto, že vlákna použitá musí být velmi krátká, a že poměr množství vláken k množství termo-

plastické matrice je příliš slabé, aby mohli užívat plných výhod poskytovaných vláken.
[21]

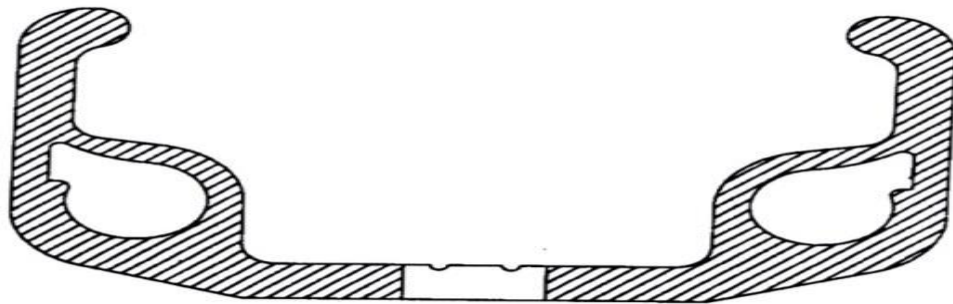


Obr. 44 Výkresy přihlášky vynálezu EP 2407319 A1 [21]

5.2 Výběr z rešerše průmyslových vzorů na stav techniky

Pro doplnění stavu techniky jsem provedl i rešerši v databázích průmyslových vzorů Úřadu průmyslového vlastnictví České republiky, Úřadu pro harmonizaci ve vnitřním trhu OHIM a databázi Patentového a známkového úřadu Spojených států amerických.

5.2.1 Průmyslový vzor Společenství č. 000031992-0001



Obr. 45 Průmyslový vzor Společenství č. 000031992-0001 [22]

5.2.2 Průmyslový vzor ČSSR č. 15809



Obr. 46 Průmyslový vzor ČSSR č. 15809 [23]

5.3 Výběr z rešerše v internetových stránkách

5.3.1 Karbonový ráfek od firmy Enve

Enve Composites je výrobcem exkluzivních cyklistických karbonových komponentů, kromě ráfků pro galusky totiž nově nabízí také karbonové ráfky pro horská kola, s certifikací UST (Universal Standard for Tubeless), a umožňují tedy použití bezdušových plášťů se všemi jejich výhodami. Firma svou aktuální novinkou reaguje na poptávku trhu po bezdušovém obutí, jež přináší lepší jízdní vlastnosti a s absencí duše také nulové riziko defektu „procvaknutím“. Proto se nová generace karbonových plášťových ráfků Enve může pochlubit nápisem „Tubeless compatible“. Podle [24]



Obr. 47 Karbonové ráfky společnosti ENVE [24]

Zakladatel progresivní firmy Enve Composites, má se zpracováním karbonu již víc než třicetileté zkušenosti. Jason Schiers, považuje výrobu karbonových bezdušových ráfků za velký technologický úspěch. „*Je to fyzické ztělesnění našeho cíle přizpůsobit karbonový kompozit požadavkům terénní cyklistiky a závodění,*“ [24]

Nové karbonové ráfky pro doznaly změn nejen ve smyslu bezdušové kompatibility. Vývojáři Enve Composites totiž zapracovali i na struktuře ráfků a znovu se jim povedlo navýšit tuhost a pevnost při zachování stejné hmotnosti. Tohoto výsledku firma Enve Composites dosáhla i díky spolupráci s týmem Santa Cruz Syndicate a jeho závodníky Stevem Peatem a Gregem Minaarem. „*Sjezdové disciplíny kladou extrémní nároky na materiál, což je pro*

nás možnosti ukázat, v čem se naše produkty liší od ostatních,“ řekl Jason Schiers. Navíc firma získala zpětnou vazbu kde a jak je možné již tak špičkové výrobky vylepšit. [24]

Od loňského roku má totiž Enve Composites k dispozici nové testovací zázemí. *„Zainvestovali jsme do nové laboratoře, díky níž teď máme kvalitní zpětnou vazbu a přístup k podrobným výsledkům. Jejich vyhodnocením a opětovnou aplikací do výrobků pak můžeme společně se subjektivními pocity jezdců i objektivně vyhodnotit změny, které jsme udělali,*“ vysvětlil inženýr ENVE Composites Kevin Nelson. Jen díky tomu bylo možné vyrobit nové bezdušové ráfky pro XC tužší a odolnější i s použitím UST bezdušové technologie. I nezávislé testy koneckonců potvrdily, že se jedná o v současnosti nejtuzší ráfky na trhu. Enve Composites se odlišuje od konkurence technologií zpracování karbonového kompozitu a strukturální úrovní jejích výrobků, například jako jediný výrobce na světě využívá patentované technologie modelování děr pro niple. [24]

Zdá se ale, že se firma zbytku výrobců vzdálí o další mílový krok. Kromě investic do vlastního vývojového vybavení totiž Enve Composites nově spolupracuje se Simonem Smartem, odborníkem na aerodynamiku, který má zkušenosti třeba i z formule 1 a stál za vznikem časovkářských speciálů Scott Plasma 3 nebo Giant Trinnity. Cena karbonových ráfků pro MTB galusky ve verzi 26" činí 18.500,- Kč za kus, bezdušová UST verze o průměru 26" i 29" činí 19.900,- Kč. [24]



Obr. 48 Čelní pohled na karbonový ráfek společnosti ENVE [24]

5.3.2 Karbonový ráfek od firmy Rolf Prima

Americká firma Rolf PRIMA vyrábí velmi pevná a odolná zapletená kola již od devadesátých let minulého století, jednalo se o velice pevná a v podstatě nezničitelná kola, která úspěšně a bez potřeby opakovaného centrování vydržela poměrně drsné zacházení a provoz na českých jarních silnicích. Zakladatelem americké firmy a značky Rolf byl v roce 1980 Rolf Dietrich. Od roku 1996 do roku 2001 byla tato kola známá především ve spojení se značkou TREK, která těmito koly osazovala některé své modelové řady. V Roce 2001 tato úspěšná spolupráce končí a Rolf Dietrich se pod novou značkou Rolf PRIMA vrací zpět k „základům“ – vývojové a konstrukční práci v menším kolektivu stejně naladěných a nadšených lidí – cyklistů, triatlonistů. Rolf Dietrich je také autorem několika patentů, které jsou při výrobě a konstrukci kol Rolf PRIMA využívány. Karbonová a hliníková zapletená kola Rolf PRIMA se vyrábí „ručně“ v malé továrně v americkém Eugene ve státě Oregon. Jedná se tedy skutečně o výrobek MADE IN USA a nikoli pouze o asijskou licenční velkovýrobu. Tuto skutečnost si čerstvý nabyvatel nových kol Rolf PRIMA možná plně uvědomí až v okamžiku, kdy ve stoupání nebude muset oproti zvyklostem povolovat zadní brzdu! Společným poznávacím znakem kol Rolf PRIMA je PÁROVÝ VÝPLET. Toto patentované řešení umožňuje použití menšího počtu drátů při zachování maximální tvrdosti kol – tedy jednak snížení jejich hmotnosti, ale hlavně výrazné zmenšení aerodynamického odporu! Další „zvláštností“, alespoň v českých podmínkách, je to, že Rolf PRIMA má modely zapletených kol na silnici, dráhu, cyklokros, případně i pro v současnosti stále populárnější Single Speed, nenabízí však kola pro MTB. [25]



Obr. 49 Karbonový ráfek společnosti Rolf Prima [25]

5.3.3 Karbonový ráfek od firmy Mad Fiber

Zapletená kola jsou prvním produktem značky Mad Fiber a váží v setu pouhých 1085 gramů, v ceně 51980,- Kč. Společnost Mad Fiber sídlí v Seattlu a spolupracuje s Kansaskou univerzitou.



Obr. 50 Zapletená kola firmy Mad Fiber [26]

Zapletená kola se liší ve dvou hlavních věcech, jednat je ráfek vyroben ze tří kusů, což ušetří pryskyřici a snižuje hmotnost a zvyšuje tuhost. Druhým základním prvkem je zcela netradiční připojení „drátů“ výpletu na náboj a ráfek. Galusková kola mají ráfky vysoké 60 mm v případě předního a 66 mm v případě zadního kola. Přední kolo je vypleteno 12 paprsky, zadní kolo 18 paprsky. Excelentní výsledky měla kola při testování ve větrném tunelu, a dobře si vedou i při bočním větru. Výplety spoolehají na titanové náboje s chrommolybdenovou osou. [26]



Obr. 51 Karbonová kola firmy Mad Fiber [26]

5.3.4 Karbonový ráfek od firmy DT SWISS



Obr. 52 Karbonový ráfek kola firmy DT SWISS [27]



Obr. 53 Karbonový ráfek kola firmy DT SWISS [27]

5.3.5 Karbonový ráfek od firmy Mavic

Po tříletém vývoji a testování přináší Mavic na trh první carbonová spolehlivá a bezpečná plášťová kola COSMIC CARBONE C40 WTS. Díky patentované technologii „TgMAX“ se podařilo Mavicu vyvinout kombinaci pryskyřic, které spolehlivě odolávají tlaku a vysokým teplotám při brždění. Cena CC40 činí 44 950,- Kč a vyrábí se i pro galuzky.

Po více než třech letech vývoje zapletených kol Cosmic Carbone 40 C WTS (dále CC40) nabízí Mavic vynikající brzdny výkon, spolehlivost a dynamickou manipulaci. Mavic po

letech vývoje s potěšením oznamuje uvedení pláštěových zapletených kol CC40C na trh. Zcela nový model je prvním spolehlivým a bezpečným modelem carbonových pláštěových kol na trhu. CC40C jsou vyrobená způsobem pro Mavic typickým. Vychází z exkluzivních materiálů, stavebních metod a funkčních konstrukčních prvků. Při vývoji se inženýři zaměřili na vlastnosti jako je nízká váha, aerodynamika 40mm vysokého ráfku, tuhost výpletu a kvalita náb. Konečným výsledkem jsou bezpečná karbonová pláštěová kola, která spolehlivě brzdí za sucha i mokra a mají perfektní ovladatelnost. Vytvořit však bezpečný pláštěový carbonový ráfek to znamená vyřešit mnoho mechanických vlastností.

Zatím to žádný výrobce zapletených kol nedokázal. Testem prošlo mnoho kol a ráfků a výsledkem byly ráfky buď, těžké, příliš křehké, příliš drahé, nebo nebyly schopny absorbovat vysokou teplotu při brždění spojenou s tlakem brzdových gumíček. Při testování bylo zjištěno, že právě vysoká teplota při brždění je nejčastějších negativním faktorem a může docházet k destrukci ráfku. Mavic tedy přistoupil ke kombinaci osvědčených materiálů s karbonem, které sám exklusivně vyvinul. Jejich kombinací se zrodil speciální ráfek pro kola CC 40C. Mavic vyvinul pryskyřici, která snáší nejvyšší možnou toleranci extrémního tepla a tlaku. Mavic to vyřešil kombinací dvou typů pryskyřic (každá s vlastní teplotou skelného přechodu [Tg]) Tato technologie se nazývá "TgMAX." Tato speciální povrchová úprava karbonu na brzdné ploše výrazně zlepšuje brzdny účinek na mokré i suché vozovce. Mavic si TgMAX patentoval. [28]

Vnitřní konstrukce ráfku pro umístění pláštěů a speciální kalíšky pro uchycení niplů paprsků, jsou vyrobené z extrémně lehkého hliníku. To nabízí následující výhody: posílení strukturální odolnosti ráfku vůči tlaku vzduchu v pneumatikách a tlaku brzdy spojené se zvýšenou teplotou při tření brzdových gumíček. Dále radiální zpevnění a zvýšení odolnosti proti nárazu. Zde se Mavic vyhnul zbytečnému nutnému zesílení karbonové stěny brzdnych ploch. Díky přesnému vnitřnímu Alu profilu ráfku je garantovaná absolutní přesnost rozměru pro montáž pláštěů. Bezpečné a přesné je i uchycení paprsků v integrovaných hliníkových kalíščích uvnitř karbonového profilu ráfku. Zde Mavic využívá svého již osvědčeného patentu „FORE“. Paprsky jsou uchycené pouze ve spodní části ráfku. Ráfek je tak extrémně pevný, protože jeho kompaktní profil není oslabený otvory pro umístění paprsků. Není tedy potřeba ani páska do ráfku, čímž se šetří. Zatížení ráfku tahem paprsků je pak rovnoměrné, výplet je stabilní a velmi dobře přenáší kroučící moment. Niple paprsků jsou samosvorné a nepovolují se, neboť jsou uchycené na spodní straně ráfku a dají se tak jednoduše servisovat. Vyvinutá technologie karbonové brzdny plochy: stěna ráfku je zde o

polovinu tenčí, než u současně nabízených karbonových ráfků na trhu. Procesy a práce vývojového týmu trvala více než tři roky. Během vývoje byla snaha o zachování jízdních vlastností, které jsou běžným standardem u zapletených kol na trhu, zejména na nízkou váhu ráfku a nízkou setrvačnost v porovnání s konkurencí. Dále volba materiálu paprsků, způsob vyplétání a konstrukce náboje, jsou optimalizovány pro tuhost, funkčnost, životnost a profesionální zatížení. Celková hmotnost kol je tedy srovnatelná s podobnými koly, ale kvalita jízdy je více dynamická. To je docílené díky konstrukci celého systému. Hlavní pozornost byla věnována brzdnému výkonu. S rozsáhlými testy v laboratoři a v terénu, byly vyvinuty metody a materiály, které zvýšily brzdný výkon a snížili brzdovou dráhu za vlhka až o 50% ve srovnání s většinou konkurentů. Poslední fáze testování v aerodynamickém tunelu v Ženevě ukázala, že oválný, 40mm vysoký profil ráfku přináší jak stabilitu při bočním větru, tak i nízký čelní odpor. [28]



Obr. 54 Karbonový ráfek od firmy Mavic [28]

5.3.6 Zapletená kola Mavic COSMIC CARBONE 40 2014 WTS + galuska - pár

CC40 byla testována a vyvíjena s předními profi týmy. Po třech letech testování jak v plášťové, tak galuskové verzi nabízí Mavic bezkonkurenční výrobek ve své třídě. Využití CC40 začíná v časovkách, triatlonu, silničních etapách, vrchařských časovkách, extrém-

ních dlouhých sjezdech, cyklokrosu a končí nejtvrďšími terény jako jsou jarní klasiky včetně velkých dlažebních kostek na Paris-Roubaix. Ano čtete dobře. Další vyjímečností na světovém trhu je jejich plášťová verze. Jedná se skutečně o jediné 100% bezpečné "CELOKARBONOVÉ" plášťové ráfky na trhu. Z různých časopisů a internetu jistě víte o negativních zkušenostech různých výrobců "celokarbonových" plášťových ráfků, které neunesly velké tepelné a mechanické namáhání při dlouhých sjezdech. Do karbonového profilu ráfku je vsazený tenký hliníkový profil. Na něm je nanesená celokarbonová brzdná plocha. Ta je vyrobená speciální technologií „TgMAX“. Tím je zajištěna spolehlivá brzdná účinnost a odolnost vysokým teplotám při dlouhých sjezdech. [29]

Technické vlastnosti:

- 40 mm vysoký oválný profil carbonového ráfku, tvarovaný podle výsledků v aerodynamickém tunelu, nabízí optimální aerodynamickou účinnost a současně stabilitu při působení bočního větru.
- Tělo náboje je karbonové s aerodynamickými hliníkovými přírubami a průmyslovými QRM + (seřiditelnými) ložisky.
- Ploché & profilované paprsky z nerezové oceli. Výplet má vpředu 16 radiálně zapletených paprsků a vzadu 20. U kazety jsou zapletené radiálně a na nezáberové straně jsou 1x křížené. Výplet je tak velice pevný a dobře přenáší vynaloženou energii.
- součástí balení jsou speciální brzdové špalíky (Campa nebo Shimano). Na karbonovou brzdnu plochu se musí používat výhradně speciální brzdové gumičky (žluté barvy). Žádné jiné brzdové gumičky, které uvádí někteří výrobci jako speciální na karbon, se nesmí používat. Mavic je nabízí v provedení pro Shimano i Campa brzdy. [28]
- váha: pár 1435g bez galusek, 1895 s galuskami, výrobce uvádí 5% toleranci, váha zapletených kol je bez rychloupínačů

Váhový limit zapleteného kola je 100kg jezdce. Orientační cena: 52623 Kč s DPH (43490.1 Kč bez DPH) [29]

5.3.7 SAW 38 Velmi lehký dynamický set karbonových kol předurčen k úspěchům

Optimální výška profilu galuskového ráfku tvoří set velmi nízké hmotnosti a tuhosti. Dynamický set díky své nízké obvodové hmotnosti kola výrazně usnadňuje akceleraci. Pro tyto kola je důležitá kombinace redukovaných ocelových paprsků a náboje pro přímé usazení špic. Systém výpletu je řešen tak, aby optimalizoval vlastnosti karbonových kol a dal kolům vyjímečnou lehkost z jízdy. Pro karbonové ráfky je nutné použít speciální brzdové špalíky, které na kola dodáváme. Karbonový ráfek vysoký 38 mm v sobě spojuje nízkou hmotnost a vynikající aerodynamické vlastnosti. Jedno balení obsahuje 1 pár zapletených kol (přední + zadní) + rychloupínáky AL a prodejní cena na e-shopu společnosti Remerx činí 14.790,- korun českých. Přičemž cena páru rychloupínáků činí přibližně dvě stě korun českých. [30]



Obr. 55 Boční pohledy na zapletené kolo s karbonovým ráfkem SAW 38 [30]



Obr. 56 Detail bočního pohledu na zapletené kolo s karbonovým ráfkem SAW 38 [30]

5.4 Závěr k výstupům z rešerší

Z výstupů z rešerší na stav techniky je patrné, že se problematikou karbonových ráfků závodních kol zabývá celý svět. Nejvíce se vyskytují zástupci z Asie a Ameriky, přičemž nelze opomenout i tuzemské výrobce, resp. společnost Remerx, neboť společnost TUFO si karbonové ráfky nechává vyrábět v Asii, ale pozvolna se i zde připravuje možný výrobce karbonových ráfků, zejména pro galusky (speciální pneumatiky pro závodní kola, jejichž konstrukce tvoří uzavřený tubulární toroid), které tato společnost vyrábí.

Bohužel i v tomto průmyslovém odvětví se stává, že ne vždy je ráfek vyráběn přímo společností, která jej prodává, ale jedná se o sériovou výrobu např. v Číně, kdy si firmy objednají daný počet ráfků s jejich ochrannou známkou a tytéž ráfky se pak na trhu vyskytují pod různými obchodními značkami, což pak vede k soudním sporům.

Se vstupem karbonových ráfků na trh se museli přizpůsobit i služby „cyklo servisů“, které nyní nabízí i opravy karbonových ráfků, avšak o kvalitě takovýchto oprav lze polemizovat.

Trendem je stále nové a nové zlepšování a snižování hmotnosti ráfků, neboť při jízdě je znát každý gram navíc, což motivuje výrobce k eliminaci kol se špicemi a nahrazují je loukotěmi nebo disky, popř. u kol se špicemi se snaží najít uspořádání blízké loukoťovým

kolům. Výhodou proti špicím je i vyšší odolnost v tahu, takže nehrozí přetržení špice a možné poškození ráfku potažmo kola.

Praktická část obsahuje návrh materiálového složení ráfku s návrhem prototypové formy pro výrobu segmentu ráfku, mechanické zkoušky materiálu a zkušebních vzorků.

6 MECHANICKÉ VLASTNOSTI KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ

6.1 Krátkodobé zkoušky mechanických vlastností kompozitů

Nejčastěji se u materiálů určují mechanické vlastnosti. Podstatou mechanických zkoušek je zjišťování, jak působí mechanická síla na zkoumaný materiál. Podle typu působení síly se zkoušky dělí na: v tahu, v ohybu, v tlaku a v krutu.

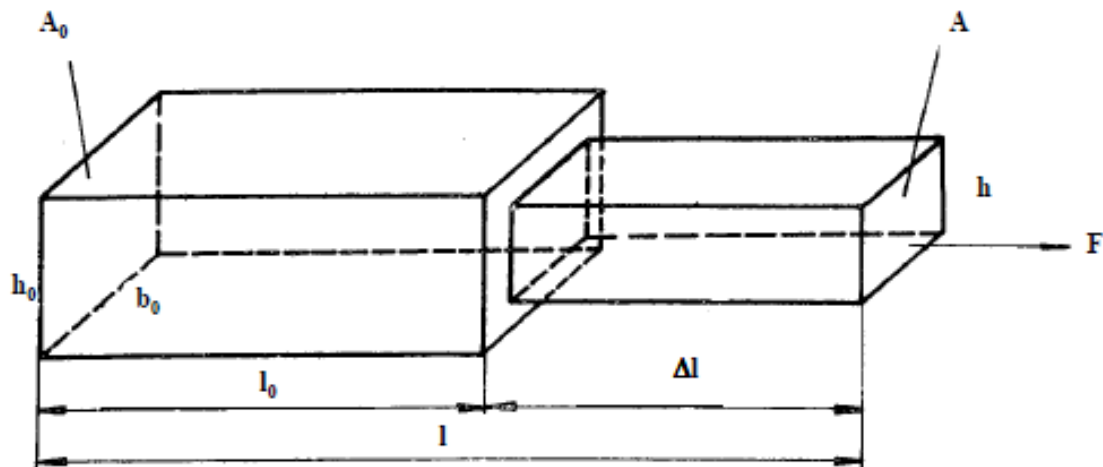
Z hlediska doby a způsobu působení síly se mechanické zkoušky dělí na krátkodobé a dlouhodobé a na jednorázové a cyklické. [8]

6.1.1 Tahové zkoušky

Princip tahové zkoušky je velmi jednoduchý, na zkušební těleso se působí silou v tahu až do jeho roztrhnutí, přitom se snímá síla a deformace (prodloužení) v různých stádiích zkoušky. Základní parametry, které se při zkoušce tahem stanovují jsou pevnost, prodloužení při přetrhnutí a moduly. Při tahové zkoušce je zkušební těleso upnuto do čelistí trhacího stroje, postupně se konstantní rychlostí natahuje, přičemž s rostoucí deformací roste i síla, která je potřebná na udržení konstantní rychlosti posunu čelistí. S nárůstem síly roste ve vzorku i napětí (síla vztažená na jednotku průřezu vzorku) podle rovnice:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (1)$$

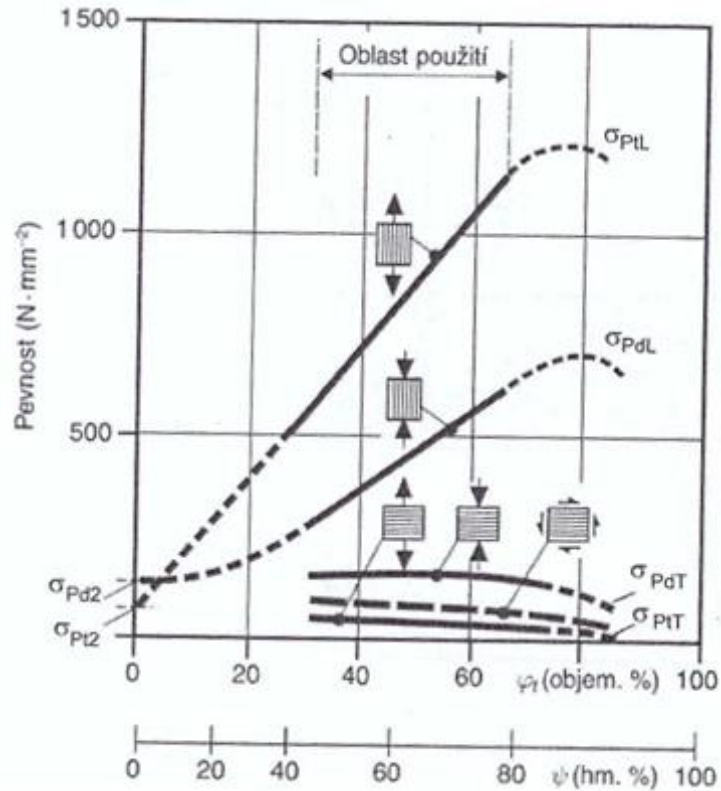
Závislost napětí s velikostí deformace se nazývá tahová křivka a její tvar závisí na typu namáhaného (zkoušeného) materiálu. Při sestrojování tahových křivek a výpočtu napětí v okamžiku diskrétní deformace nastává problém, protože vlivem deformačních změn dochází ke změně průřezu zkušebního tělesa. Při určitém zjednodušení je možno znázornit změny v geometrii vzorku podle Obr. 42 (l_0 je původní délka zkušebního tělesa, b_0 je původní šířka zkušebního tělesa, h_0 je původní hloubka zkušebního tělesa, l , b , h , jsou tyto veličiny po deformaci). [8]



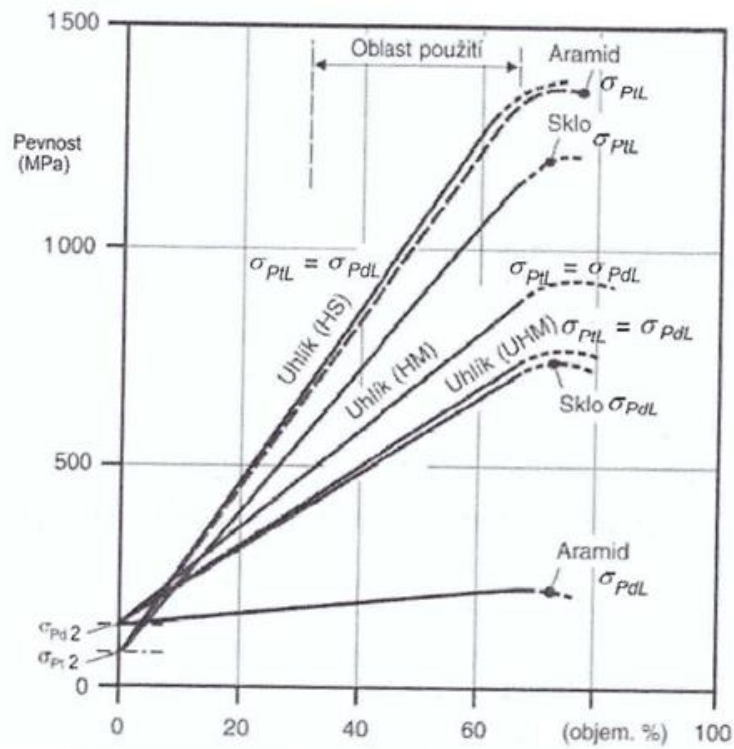
Obr. 57 Změna geometrie vzorku při tahové zkoušce [8]

6.1.2 Pevnost

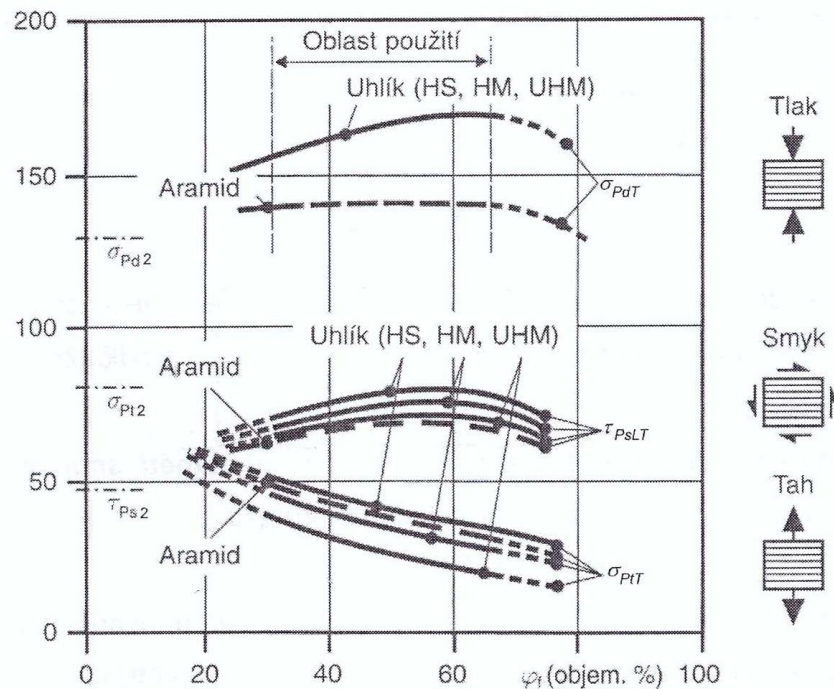
Mez pevnosti v tahu představuje základní hodnotu pevnosti homogenních a izotropních materiál, u vlákní vyztužených materiál je situace složitější. Pevnost vláknových kompozitů závisí značnou měrou na typu namáhání a na jeho směru. Pevnosti v tahu a tlaku jsou závislé na podílu vláken. Na rozdíl od nevyztužených plastů je pevnost v tahu vláknitých materiál obvykle vyšší než pevnost v tlaku, viz Obr. 59, kde jsou vyneseny hodnoty pevností v tahu, tlaku a smyku pro jednosměrnou výztuž skelnými vlákny. Pokles pevnosti v tlaku vůči pevnosti v tahu, je způsoben vybočením tlačných vláken v pružném prostředí relativně poddajné matrice. Srovnání pevnosti v tahu a tlaku jednosměrně vyztužených kompozitních struktur ve směru příčném k orientaci vláken je znázorněno na Obr. 60. Pevnosti v tahu a tlaku uhlíkových kompozitů jsou prakticky shodné. Naproti tomu značný rozdíl těchto hodnot vykazují aramidové kompozity. Hodnoty tahových a tlakových příčných pevností a pevnosti ve smyku jsou uvedeny na Obr. 61. Jak patrně, 10hodnoty tahové příčné pevnosti leží pod tahovou pevností nevyztužené matrice. [10]



Obr. 58 Hodnoty pevností v tahu, tlaku a smyku pro jednosměrnou výztuž skelnými vlákny [10]



Obr. 59 Srovnání pevnosti v tahu a tlaku jednosměrně vyztužených kompozitních struktur ve směru příčném k orientaci vláken [10]

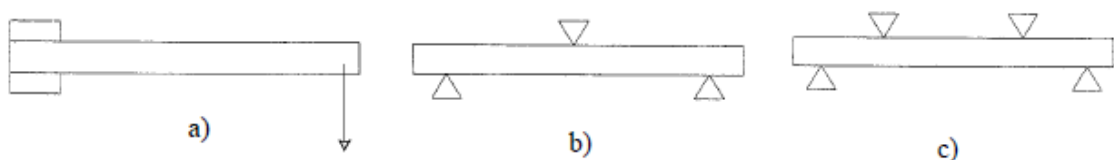


Obr. 60 Hodnoty tahových a tlakových příčných pevností a pevnosti ve smyku [10]

6.1.3 Ohybové zkoušky

Měření modulu a pevnosti v ohybu pro tuhé plasty je skoro tak běžné jako tahové zkoušky. Při ohybové zkoušce je ve zkušebním tělese napětí rozloženo kontinuálně, přičemž na venkovním ohybu je maximální hodnota napětí v tahu, které postupně v průřezu vzorku klesá, přechází přes neutrální osu, za kterou postupně narůstá napětí v tlaku, které dosahuje maxima na povrchu vnitřní strany ohybu zkušebního tělesa.

Při ohybových testech může být těleso upevněné jako jednoduchá konzola (a), případně jako trojbodové (b) anebo čtyřbodové (c) uspořádání viz Obr. 62.



Obr. 61 Základní možnosti experimentálního uspořádání při zkoušce ohybem [8]

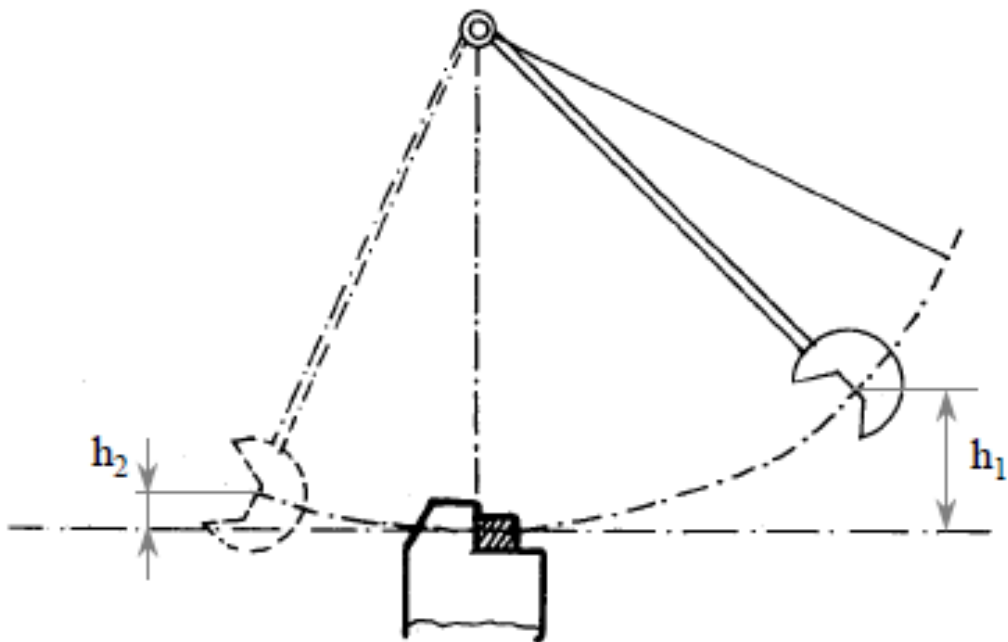
6.1.4 Rázová houževnatost

Často zkoušenou vlastností materiálů je odolnost proti nárazu, tzv. rázová houževnatost. Při malých rychlostech je polymerní materiál schopný poměrně velké deformace, což

umožňuje pohltit značnou část mechanické energie. Při zvyšování rychlosti působící síly se dodaná energie nestačí v tělese disipovat a těleso se jeví jako křehké. Stanovení rázové houževnatosti Charpyho metodou, za pomoci padajícího kyvadlového kladiva na vzorek upnutý ve zkušebním zařízení viz Obr. 58 (h_1 je výchozí a h_2 je konečná poloha kladiva).

Zkouška se používá zejména u ocelí. Vzhledem k jejich většinou velké houževnatosti by se v některých případech zkušební tyč nepřerazila, ale pouze plasticky deformovala. Proto se tyče opatřují vrubem (U – vrub, V - vrub), v jehož kořenu dochází při úderu kladiva ke koncentraci napětí a vzniká oblast složité napjatosti, což usnadní nukleaci trhliny a vytvoří předpoklady pro křehké porušení.

Charpyho kladivo otočné kolem osy, se zdvihne a upevní v počáteční poloze. V nejnižší poloze kladiva se umístí ve stojanu kyvadlového kladiva zkušební tyč ze zkoušeného materiálu. Po uvolnění z počáteční polohy se kladivo pohybuje po kruhové dráze, narazí na zkušební tyč, přerazí ji a vykývne do konečné polohy. Tato poloha je nižší než poloha počáteční, protože na přeražení zkušební tyče se spotřebovala určitá práce.

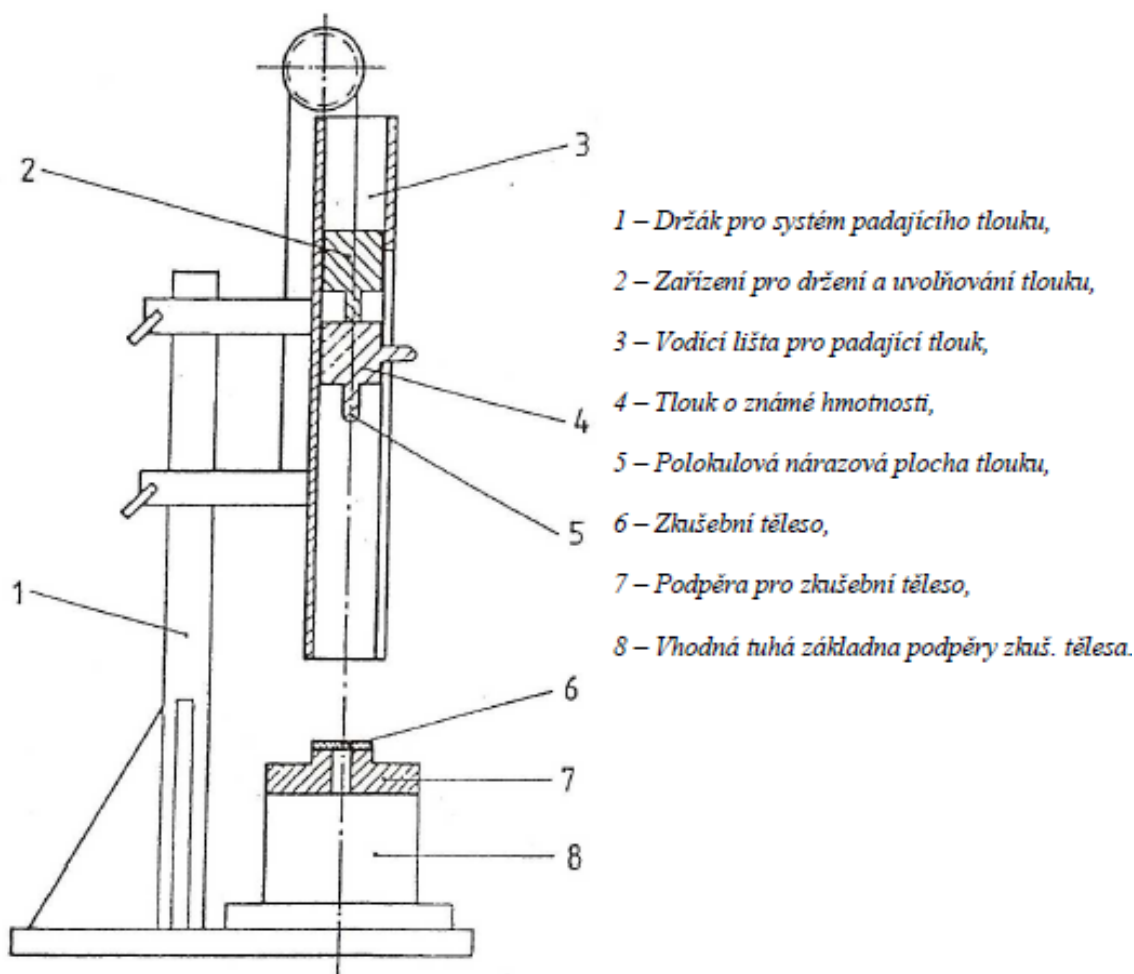


Obr. 62 Schéma uspořádání při rázové zkoušce houževnatosti Charpyho metodou [8]

6.1.5 Impact test - průraz

Norma uvádí zkušební metodu pro stanovení rázových vlastností plastů průrazem desky ČSN EN ISO 6603-1 se používá v případech, kdy k popisu rázového chování postačuje jediná prahová hodnota rázové energie potřebné k porušení tělesa. Tato část ISO 6603

se používá v případech, kdy je požadován celý průběh procesu rázu, vyjádřený pomocí křivky síla-průhyb nebo síla-čas. Při zkoušce je zkušební těleso podrobeno nárazu tlouku, který dopadá nominálně konstantní rychlostí kolmo na povrch tělesa. Je předepsáno mazání nárazové plochy tlouku pro snížení tření mezi tloukem a tělesem. Upnutí zkušebního tělesa je volitelné. Tlouk je opatřen snímačem síly, výsledná křivka se zaznamenává elektronicky. [31]



Obr. 63 Schéma normalizovaného padostroje [32]

6.2 Únavové zkoušky

Při únavových zkouškách materiálů se jedná o cyklické dynamické namáhání zkušebního tělesa za podmínek, které vedou k destrukci vzorku. Způsoby deformace jsou: tah, tlak, ohyb, tah – tlak, smyk.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 STANOVENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

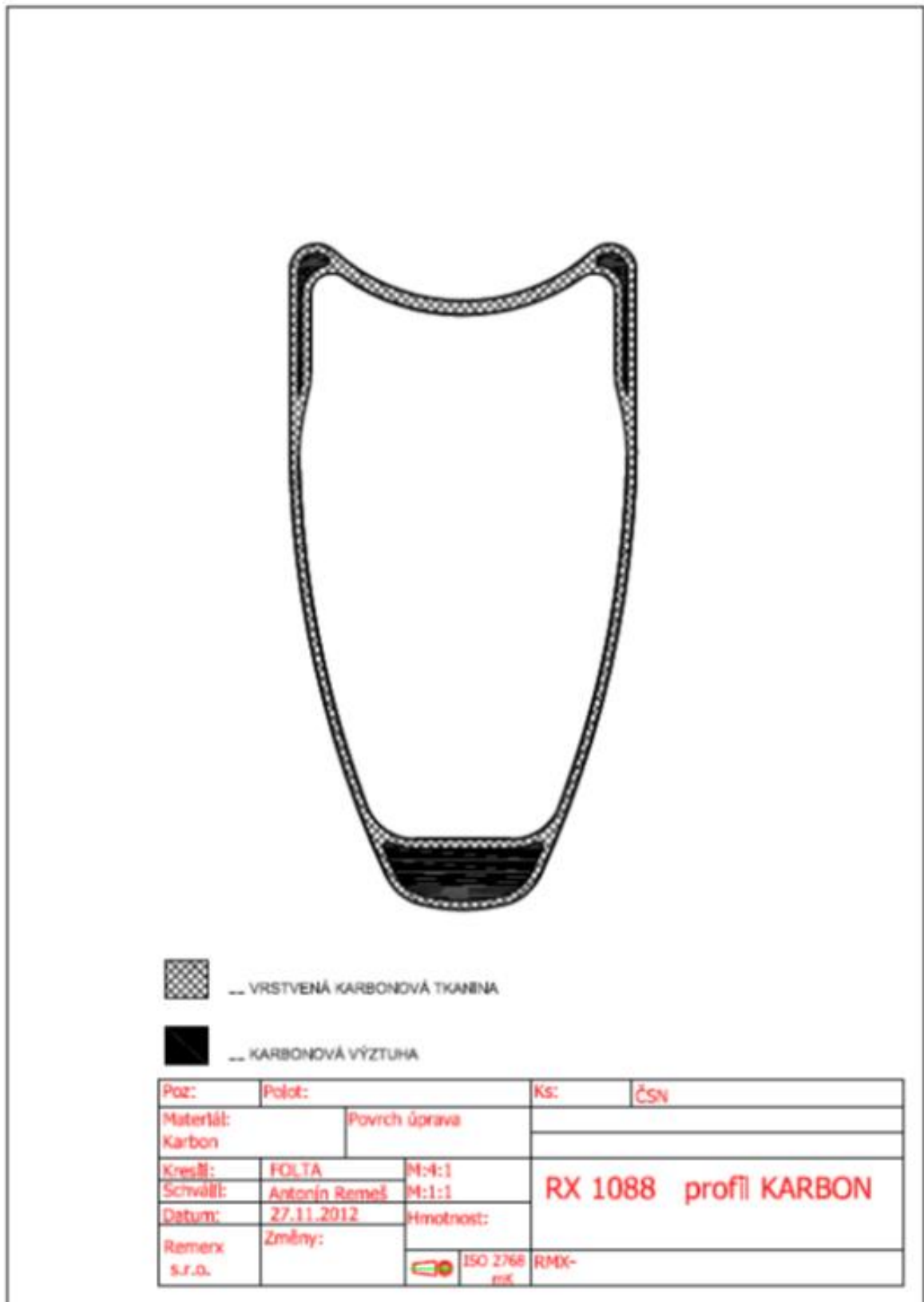
Cílem diplomové práce je:

- a) výběr vhodných materiálů pro výrobu uhlíkových galuskových ráfků (predimpregnované materiály s uhlíkovou výztuží, epoxidovou maticí a s různým vzájemným uspořádáním) a materiálu rozfukovací fólie.
- b) provedení laboratorních testů vybraných materiálů,
- c) návrhy konstrukce prototypové formy (návrh prototypové formy s otvorem pro přístup vzduchu)
- d) výroba prototypu segmentu ráfku v prototypové formě
- e) návrhy zpracovatelských podmínek (teplota, lisovací a rozfukovací tlak),
- f) selekce vhodného separačního činidla
- g) technická, materiálová a technologická doporučení (zejména s ohledem na dosažení pohledových dílů, s odstraněním přebytku matrice v rádiusech, mikroporozita mezi vlákny, nepřesně napojené řezy vláken či vzájemná posunutí vláken).

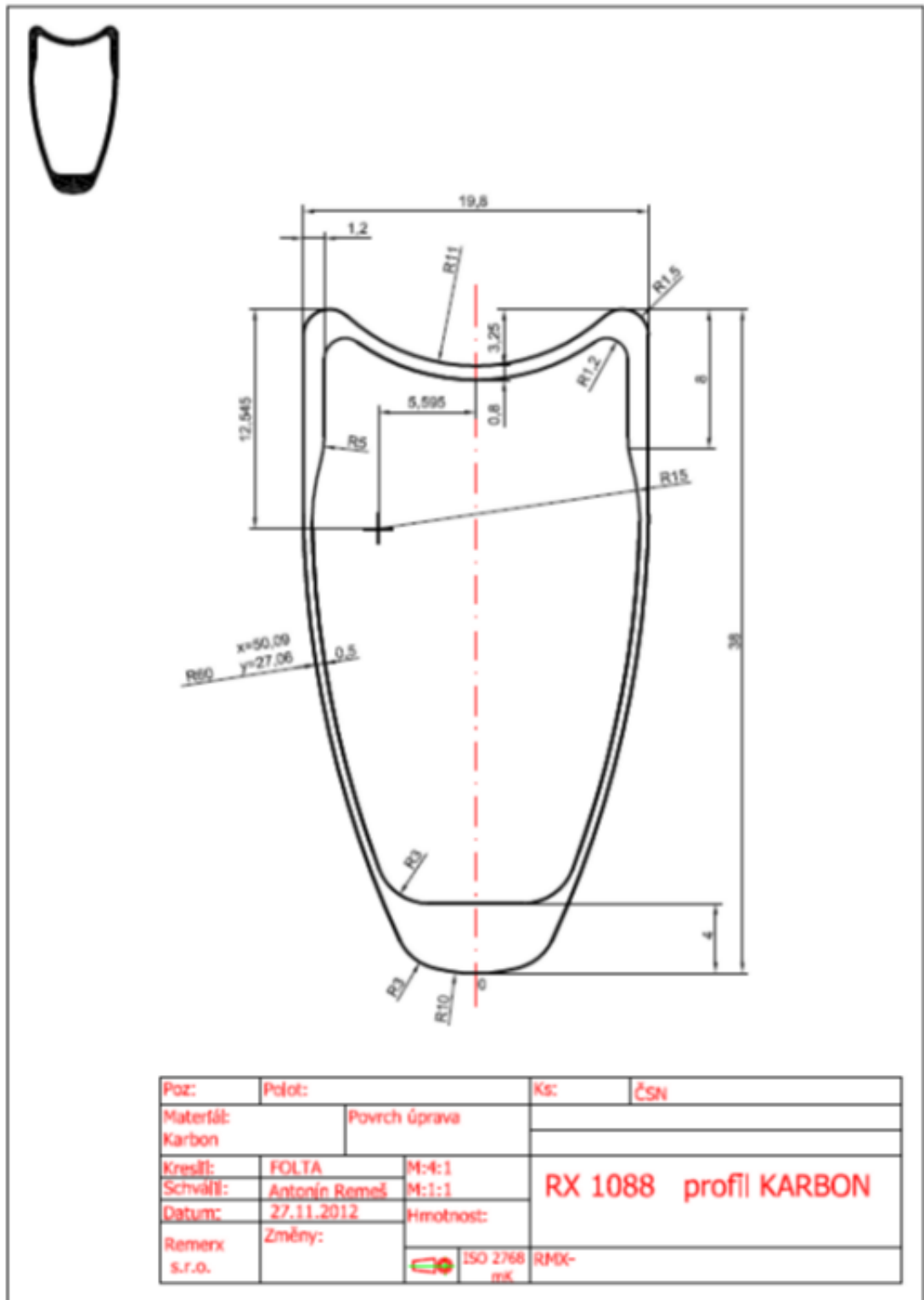
V první části bude proveden návrh materiálu a tvaru průřezu ráfku s návrhem a výrobou prototypové formy, výroby vzorků, které budou následně otestovány tahem, ohybem, rázem, tlakem a průrazem.

V závěrečné části budou provedeny laboratorní testy a vyhodnoceny výsledky u vzorků z prototypové formy a porovnány s testovanými vzorky z již vyráběných ráfků běžně dostupných v České republice.

8 PROFIL KARBONOVÉHO RÁFKU



Obr. 64 Návrh profilu pro karbonový ráfek od společnosti Remerx [33]



Obr. 65 Výrobní výkres profilu ráfku od společnosti Remerx [33]

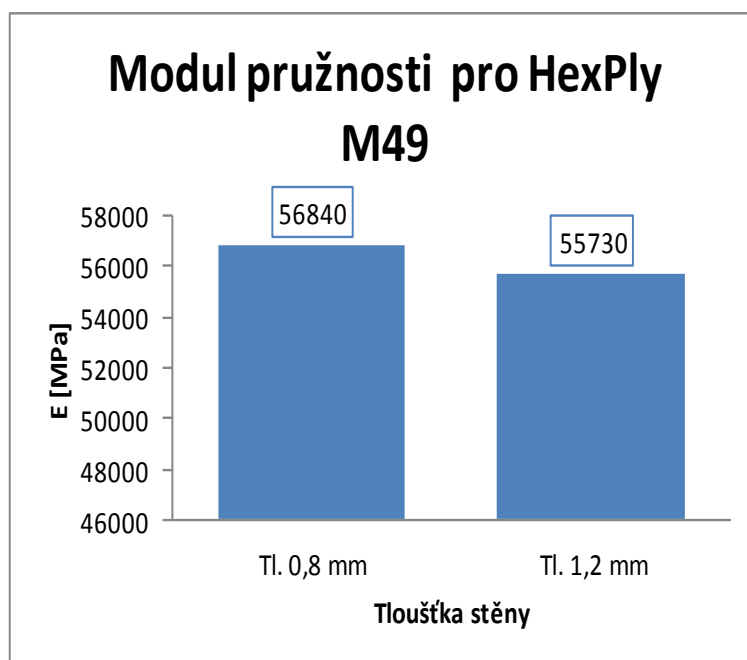
9 NÁVRH MATERIÁLOVÉHO SLOŽENÍ

Karbonový ráfek bude materiálově tvořen vrstvami karbonové předimpregnované tkaniny (prepregu). Pro první návrh byl vytipován HexPly®M49 od firmy Hexcel (více informací na <http://www.hexcel.com/resources/datasheets>). Tento prepreg je impregnovaný epoxidovou pryskyřicí vytvrditelnou již při 120°C. Na základě tloušťky stěny byly navrženy počty potřebných vrstev prepregu (tloušťka jedné vrstvy cca 0,234 mm).

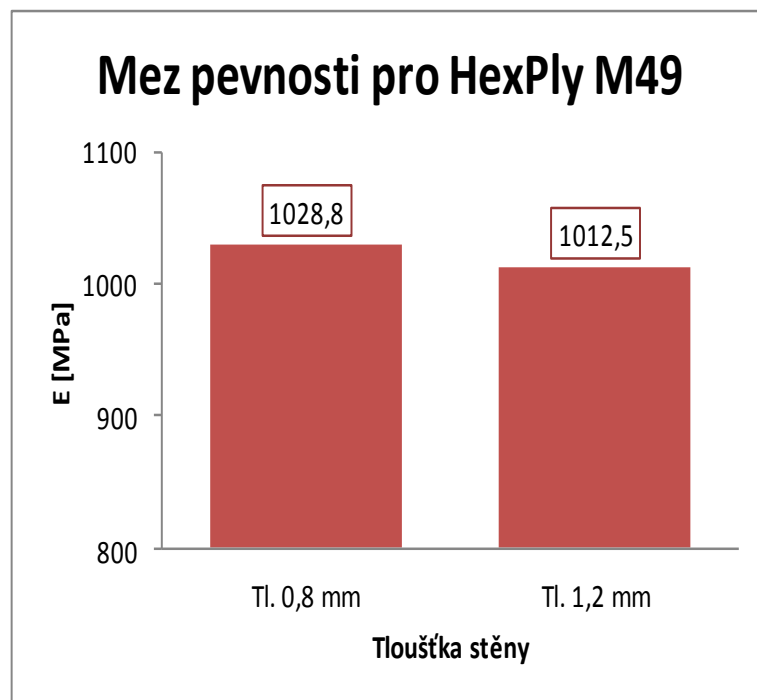
Tab. 4 Tloušťka stěny ráfku / počet vrstev prepregu

Tloušťka stěny ráfku	Počet vrstev prepregu
0,5 mm	2 (3)
0,8 mm	3 (4)
1,2 mm	5 (6)
4,0 mm	17 (18)

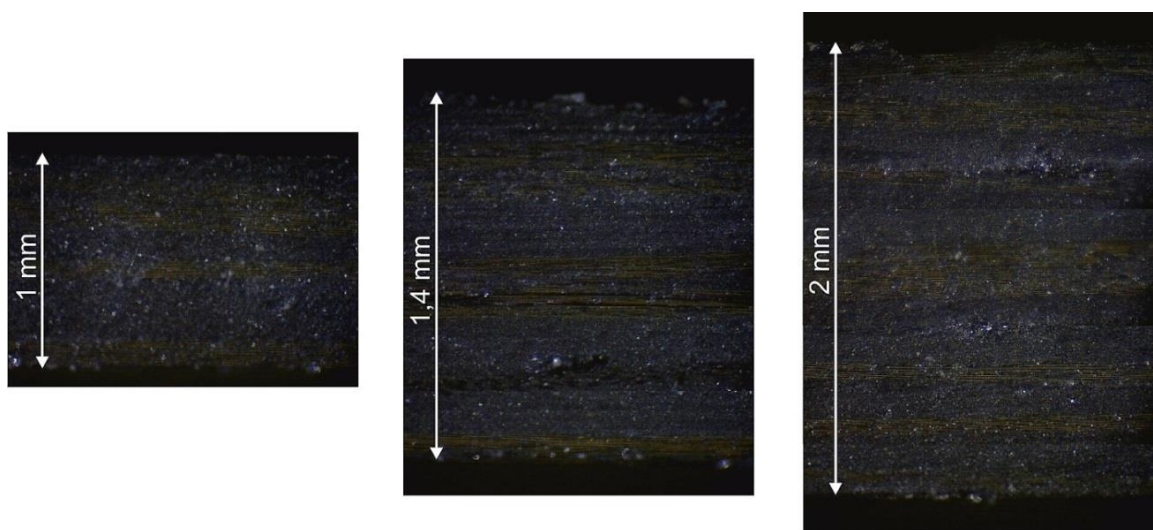
U dna profilu, který slouží k prošroubování stahovacích šroubů špic, kde tloušťka stěny dosahuje 4 mm, bude vhodné použít jiného řešení než výše uvedeného tkaninového prepregu, neboť by tato varianta byla neekonomická. Řešením by mohlo být použití jednosměrného karbonového prepregu.



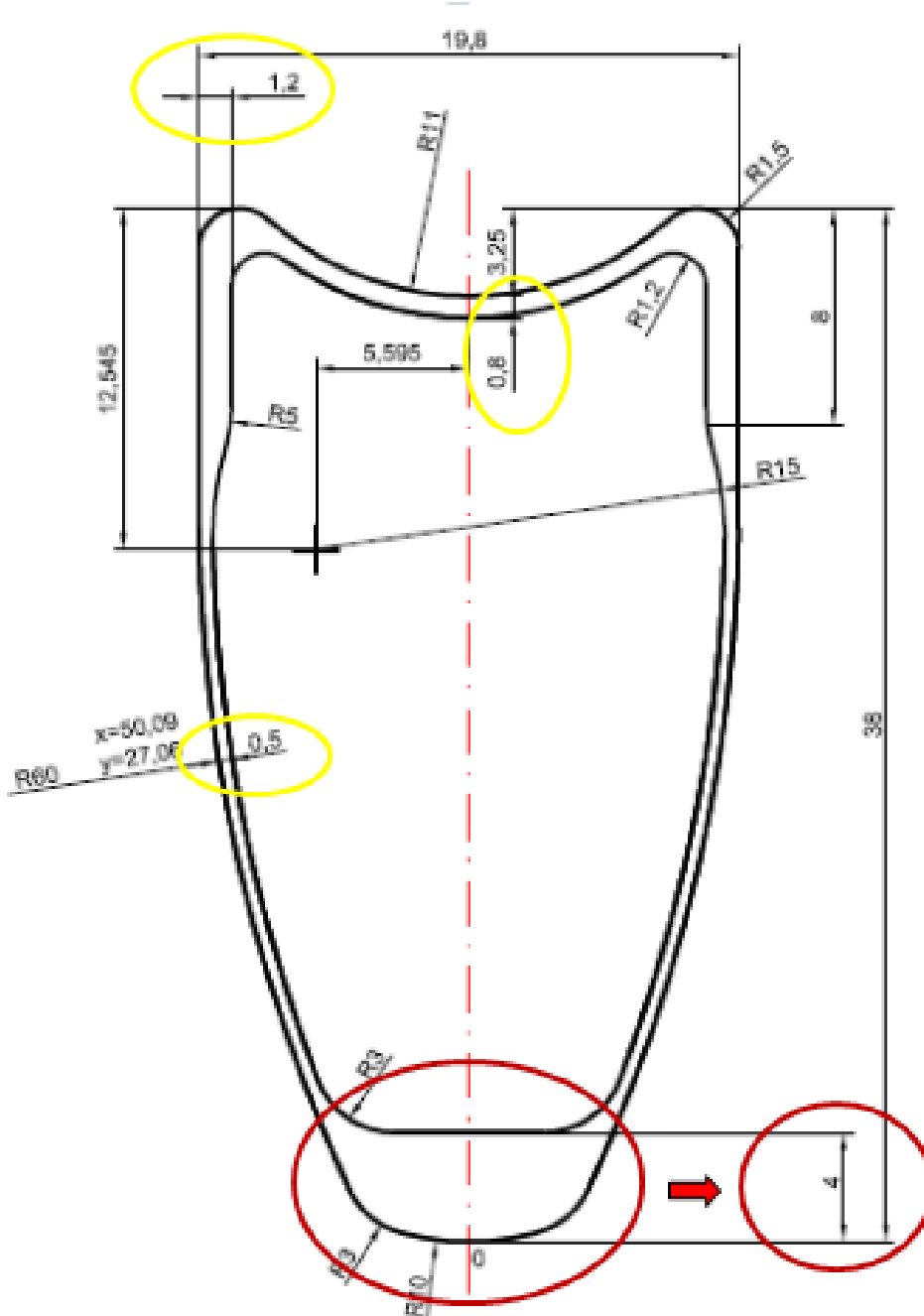
Graf 1 Modul pružnosti pro HexPly M49



Graf 2 Mez pevnosti pro HexPly M49



Obr. 66 Mikroskopické pohledy do struktury uhlíkového kompozitu

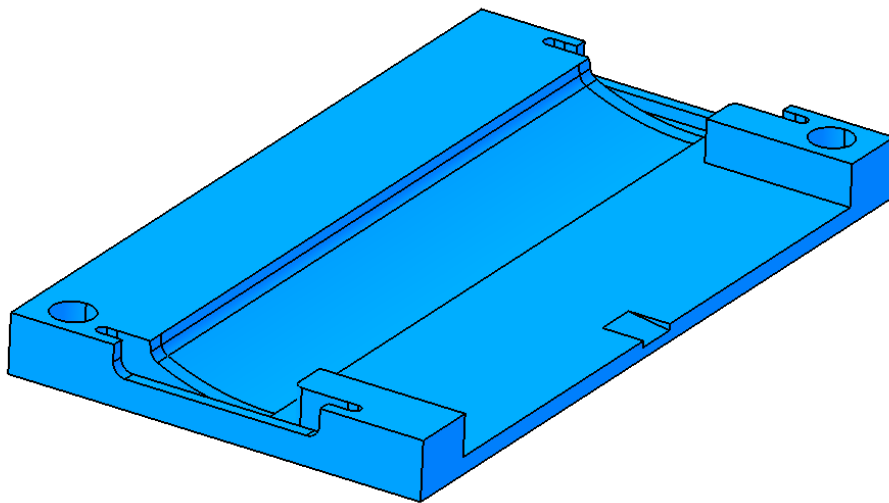


Obr. 67 Pohled na tloušťky jednotlivých částí ráfku
od společnosti Remerx [33]

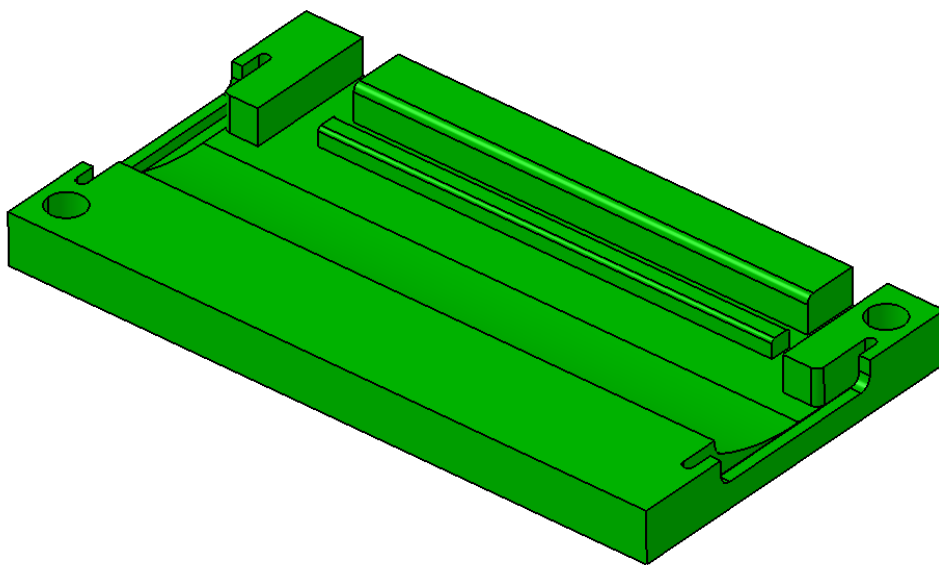
Pro přiblížení chování karbonového ráfku bylo provedeno mechanické testování vzorků karbonového prepregu. Konkrétně byl proveden tří bodový ohyb dle normy ČSN EN ISO 14125. Testování proběhlo na stroji ZWICK 1456 dostupném v laboratořích UVI a to za pokojové teploty 22°C. Proběhlo také testování materiálové skladby pro tloušťku 0,8 mm a 1,2 mm. Jednotlivé výsledky zobrazují Graf 1 a Graf 2.

10 NÁVRH PROTOTYPOVÉ FORMY

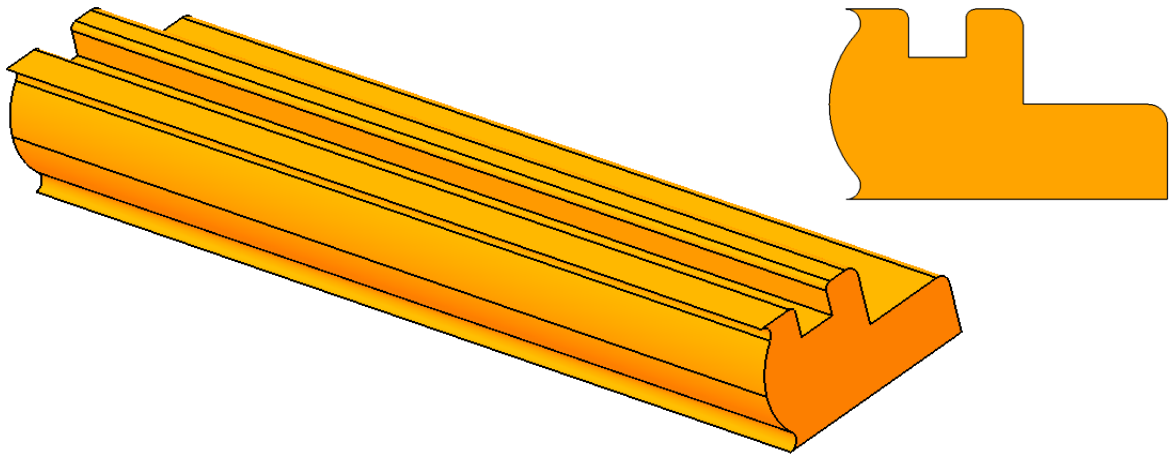
Na základě průřezu ráfku dodaného firmou Remerx byla navržena prototypová forma. Tato forma obsahuje tvarovou dutinu kopírující daný průřez ráfku, který však není zakřivený a výrobkem je tudíž profilovaná trubka. Forma se skládá z horního dílu, dolního dílu a dále tvarové kostky, tvořící část profilu, na kterou u plnohodnotného ráfku dosedá galusková pneumatika. Modely (3D) jednotlivých částí formy jsou vyobrazeny v následujících obrázcích.



Obr. 68 Dolní díl prototypové formy



Obr. 69 Horní díl prototypové formy



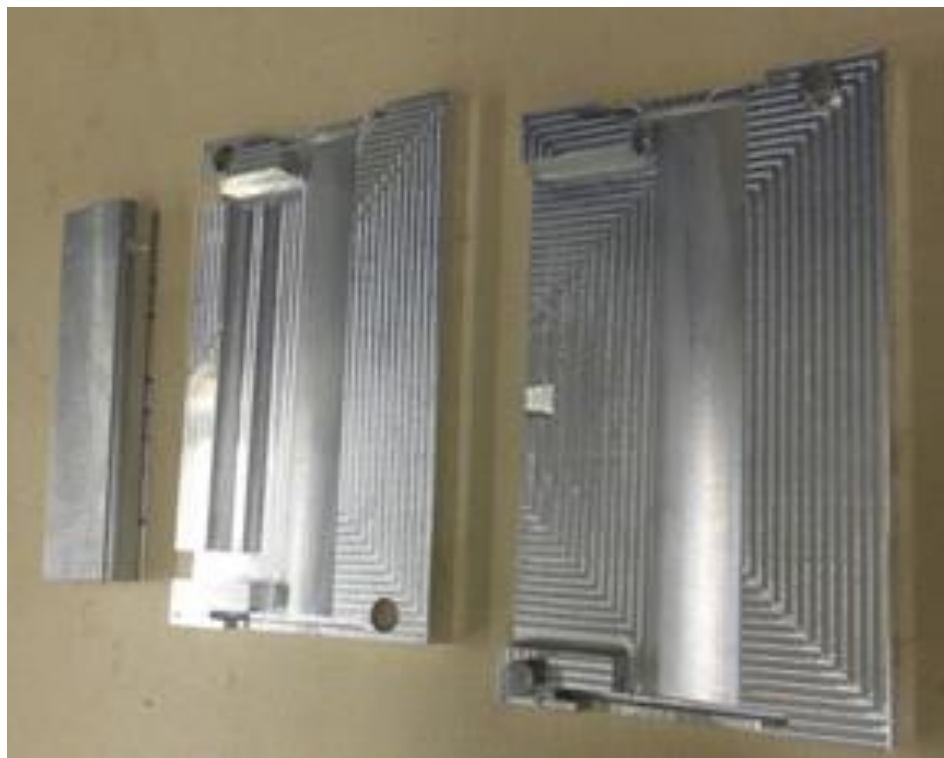
Obr. 70 Tvarová kostka

Na základě těchto 3D modelů byly vytvořeny CAM programy pro obrábění na CNC frézce dostupné na pracovišti Ústavu výrobního inženýrství. Forma byla vyrobena z hliníkových polotovárů. Dále je taktéž zvažováno vyrobít nejméně jednu polovinu formy z nástrojové oceli (např. třídy 19) nebo z ocelí 12050, popř. 14220 a to z důvodu vysokých nákladů na pořízení materiálu a následného opracování.

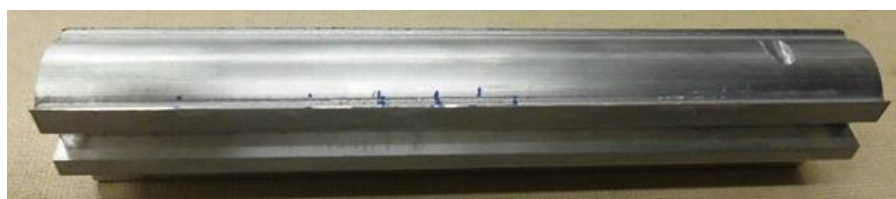
Úkolem této prototypové formy je umožnit otestování separačních prostředků pro snadné vyjímání kompozitního ráfku z formy. Dále tato forma poslouží k ověření chování rozfukovací fólie/membrány, která slouží k přitlačení materiálů uvnitř formy vnitřním přetlakem ke stěnám tvarové dutiny. Jednotlivé desky (horní i spodní) jsou vyrobeny dostatečně tenké, pro zajištění dobrého přestupu tepla od vyhřívaných desek lisu, ve kterém bude provedena prototypová výroba.

10.1 Odzkoušení prototypové formy

Zkušební, resp. prototypová forma byla vyrobena z hliníkové slitiny, která byla natřena separátem a do ní byl vložen prepreg a měděnou tyčinkou vtlačen do záhybů dolní části formy, na něj byla vložena duše a přes ni položena zbylá část prepregu a uzařena horní částí formy. Oba konce duše byly uzavřeny svorkami a natlakována stlačeným vzduchem tak, aby duše vyplnila dutinu formy a udržela prepreg na svém místě. V následujícím kroku byla forma vložena do předehřátého lisu o teplotě 140°C a ponechána zde 10 minut pro vytvrzení prepregu.



Obr. 71 Prototypová forma v rozloženém stavu



Obr. 72 Tvarová kostka



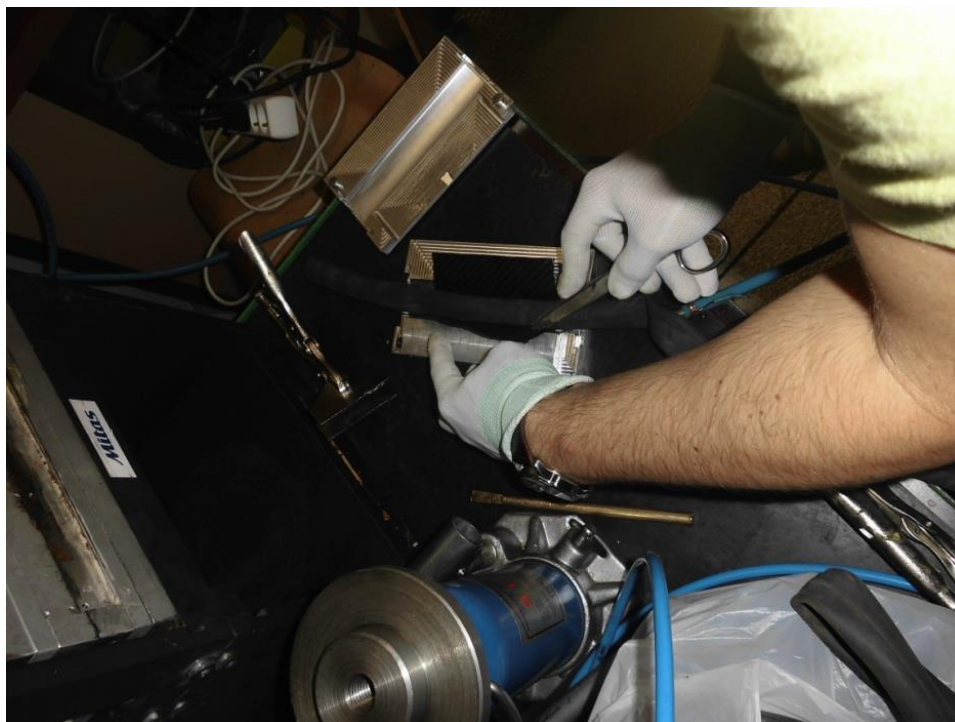
Obr. 73 Prepreg před použitím



Obr. 74 Překrytí vrstev prepregů



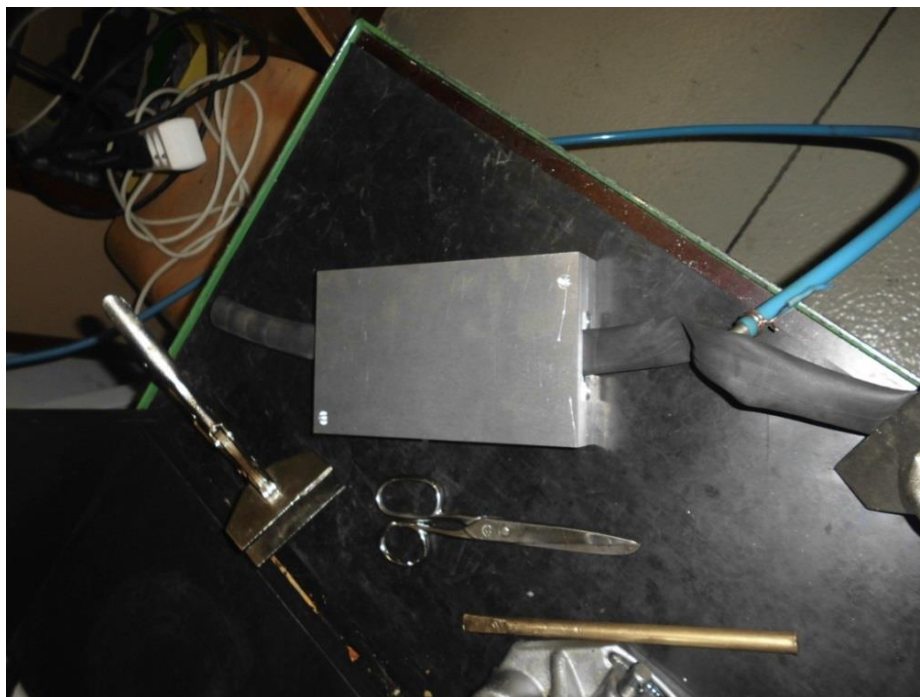
Obr. 75 Vložení prepregu do formy



Obr. 76 Uložení duše na prepreg



Obr. 77 Spodní část formy s prepregem s duší a svorkou před použitím



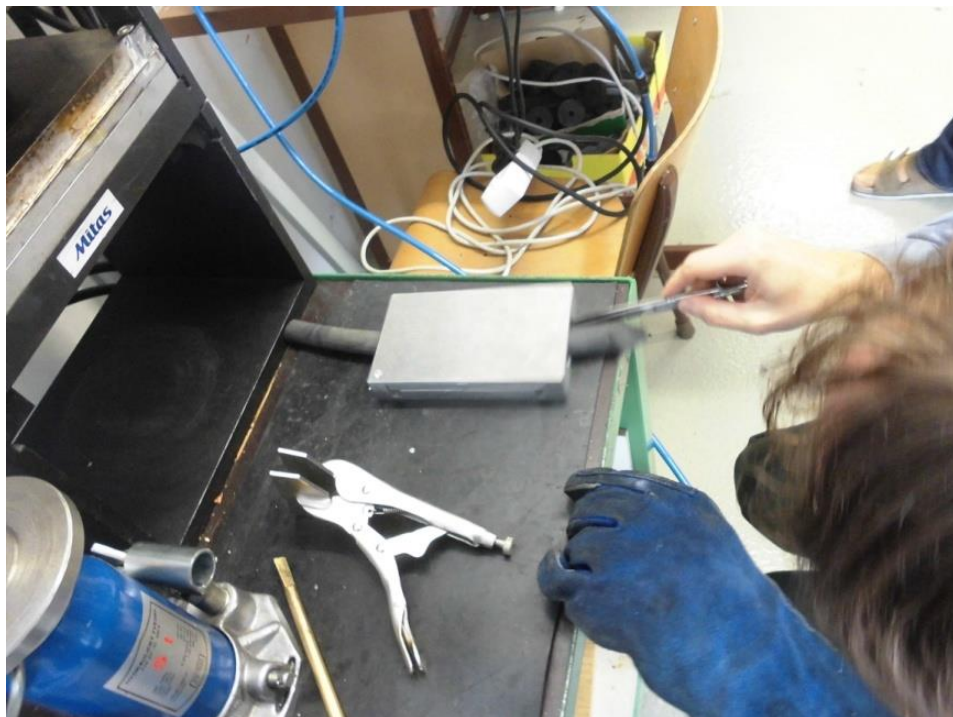
Obr. 78 Uzavřená forma před vložením do vyhřátého lisu



Obr. 79 Forma vložená v lisu



Obr. 80 Vyjmutí formy z lisu



Obr. 81 Otevírání formy



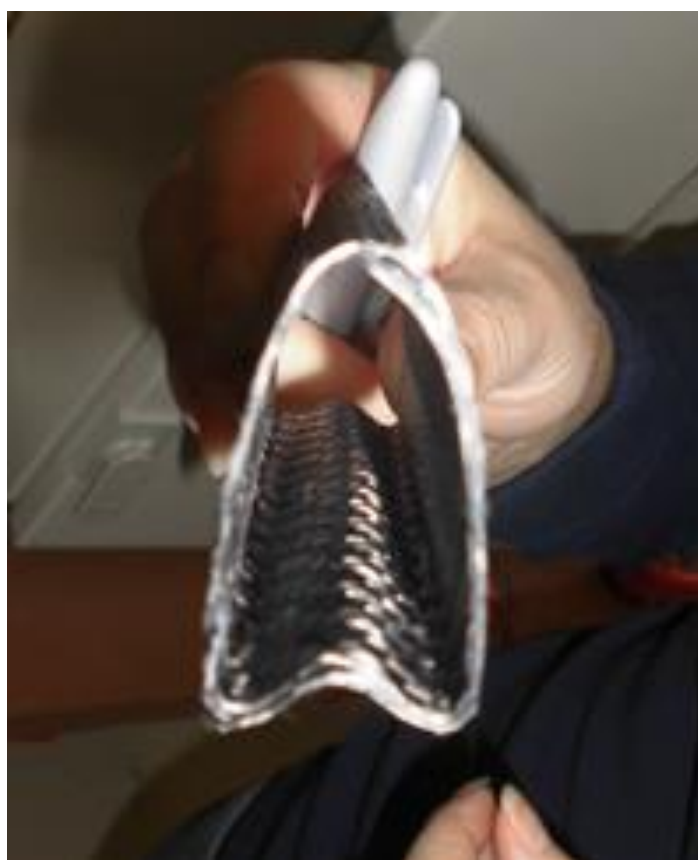
Obr. 82 Spodní díl formy s vytvrzeným prepregem



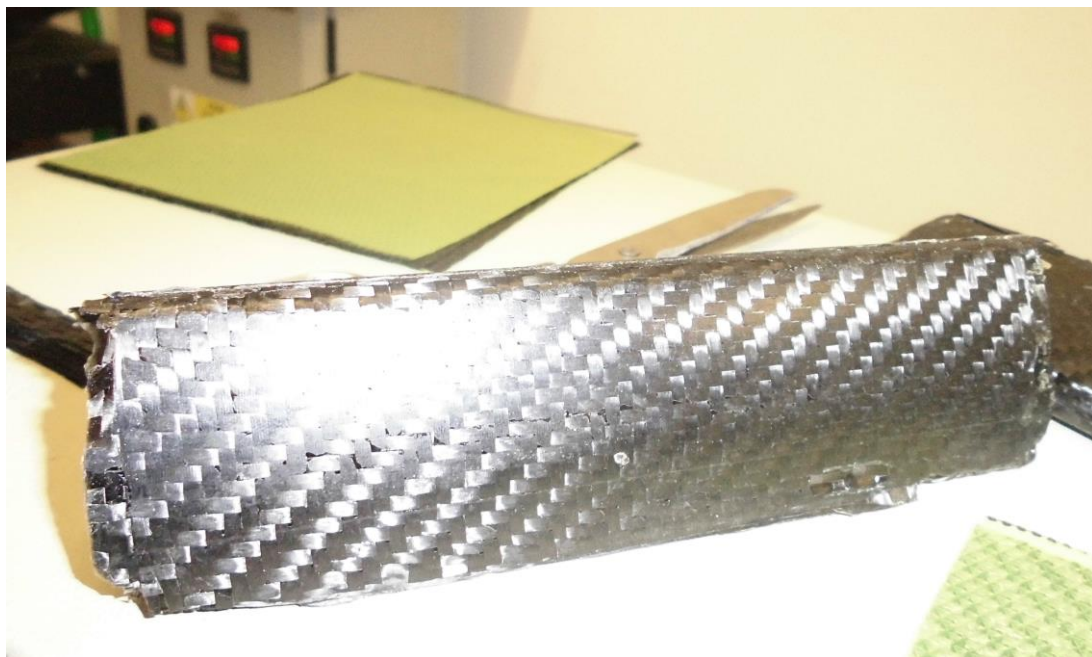
Obr. 83 Vyjímání tvarové kostky ze spodního dílu formy



Obr. 84 Vyjímání vytvrzeného prepregu s duší ze spodní části formy



Obr. 85 Vytvrzený profil po vyjmutí z formy



Obr. 86 Boční pohled na vytvrzený profil po vyjmutí z formy



Obr. 87 Čelní pohled na vytvrzený profil po vyjmutí z formy

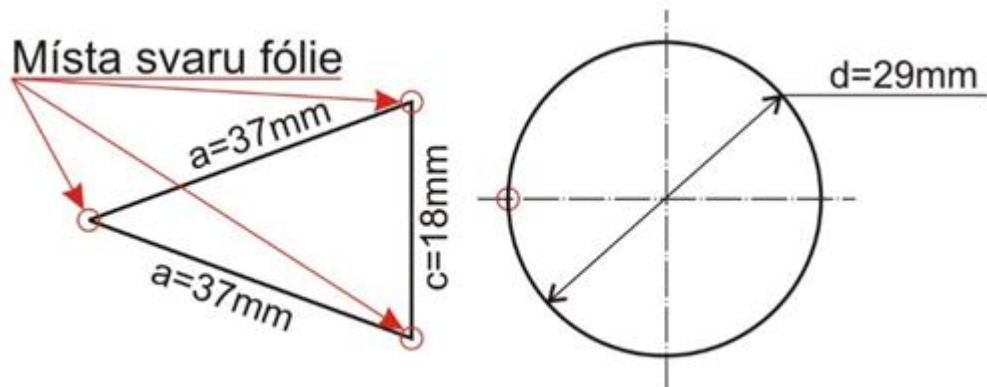
10.2 Návrh tvaru a materiálu rukávu

Pro zajištění odpovídající tloušťky stěny je třeba vyvinout dostatečný přítlak uvnitř ráfku. Na základě tohoto požadavku byly jako vhodné fólie vybrány produkty na stránkách firmy AIRTECH. Při návrhu bylo nutné zajistit, aby daná fólie měla co nejmenší tloušťku, z důvodu jejího ponechání uvnitř ráfku, ale také, aby byla teplotně odolná, konkrétně v rozmezí od 140 do 170°C. Dle těchto požadavků byly vybrány typy uvedené v tabulce (Tab. 5).

Tab. 5 Vybrané typy rozfukovacích fólií [34]

Název	Materiálový popis	Max. pracovní teplota	Prodloužení při přetržení	Barva
Stretchlon® 800	Nylon	204°C	450%	Oranžová
Stretchlon® 850	Nylon	204°C	450%	Oranžová
Ipplon® KM1300	Nylon	212°C	425%	Růžová
Ipplon® DP1000	Nylon	212°C	450%	Lososová
Ipplon® DPT1000	Nylon	246°C	375%	Oranžová
Ipplon® WN1500	Nylon	246°C	375%	Modrá
Wrightlon® 5400	Nylon	177°C	375%	Čirá
Wrightlon® 600V	-	190°C	400%	Fialová
Wrightlon® 6400	Nylon	204°C	375%	Žlutá
Wrightlon® 7400	Nylon	204°C	400%	Zelená
Wrightlon® 7400	Nylon	232°C	350%	Modrá
Dahlar® Release Bag 125	Polyolefin, multi-layer	141°C	400%	Zelená
Dahlar® Release Bag 375	Nylon, Polyolefin	155°C	475%	Červená
Dahlar® Release Bag 460	PMP, Nylon	190°C	425%	Čirá
Econolom	Nylon	149°C	375%	Čirá

Tvar samotného rukávce je dán vnitřním obvodem řezu ráfku. Ideální je zvolit fólii kruhového průřezu či trojúhelníkového průřezu. Vnitřní obvod dodaného řezu ráfku je roven 92 mm. Díky prodloužení rozfukovací fólie při zatěžování, je možné zvolit obvod fólie o jistou hodnotu nižší (cca o 10%). Navržené rozměry rozfukovacích fólií jsou uvedeny v následujícím schématu viz Obr. 86.

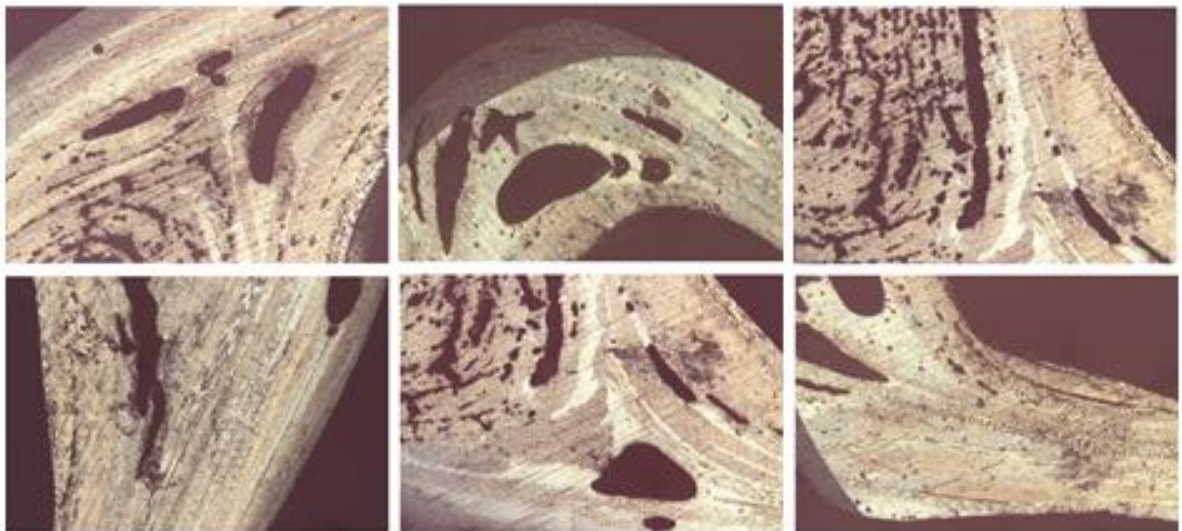


Obr. 88 Navržené tvary rozfukovacích rukávů

Rozfukovací rukávec se při výrobě polotovaru karbonového ráfku protáhne nejdříve jednou polovinou a poté následně druhou, zvláště formovanou. Po protažení se na konec umístí rozfukovací ventilek s koncovkou na připojení přívodu vzduchu.

10.3 Mikroskopická diagnostika konkurenčních ráfků

Firma Remerx dodala vzorky karbonových ráfků od amerických, respektive asijských výrobců za účelem provést diagnostiku kvality ráfků. Z dodaných ráfků byly vyřezány vzorky, na kterých byla následně pozorována kvalita vnitřní struktury. Snímky (Obr. 83) získané z mikroskopu jsou řazeny v následujících obrázcích.



Obr. 89 Mikroskopické snímky vnitřní struktury konkurenčních karbonových ráfků

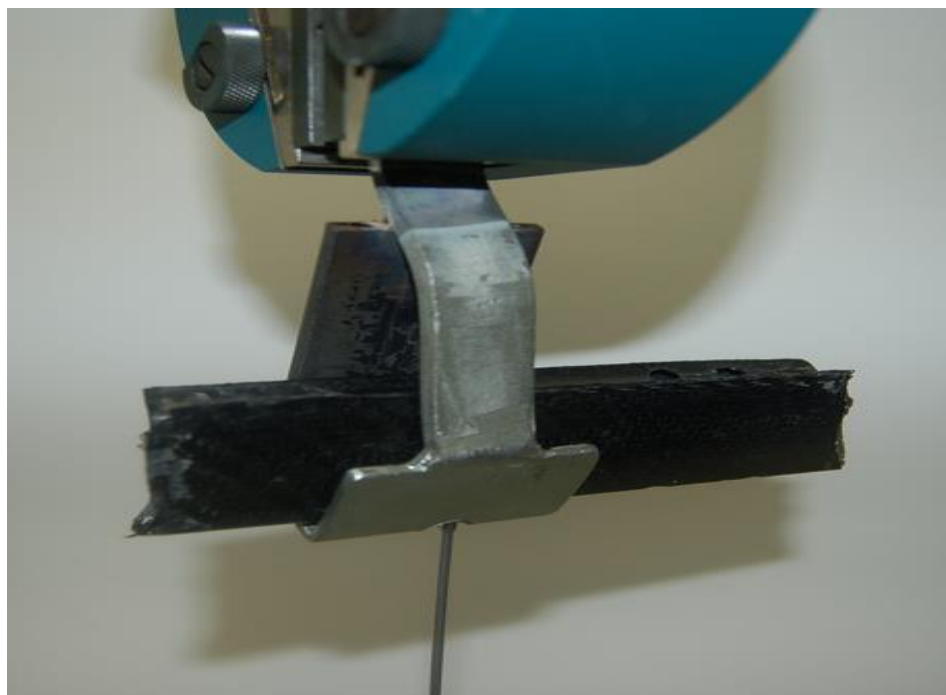
Ze získaných snímků je patrné, že konkurenční výrobky obsahují velké množství pórů, otvorů a mikrotrhlinek. Všechny tyto proměnné mohou značně ovlivňovat životnost výsledného produktu, v našem případě uhlíkového ráfku.

10.4 Testování profilu ráfku na vytržení špice

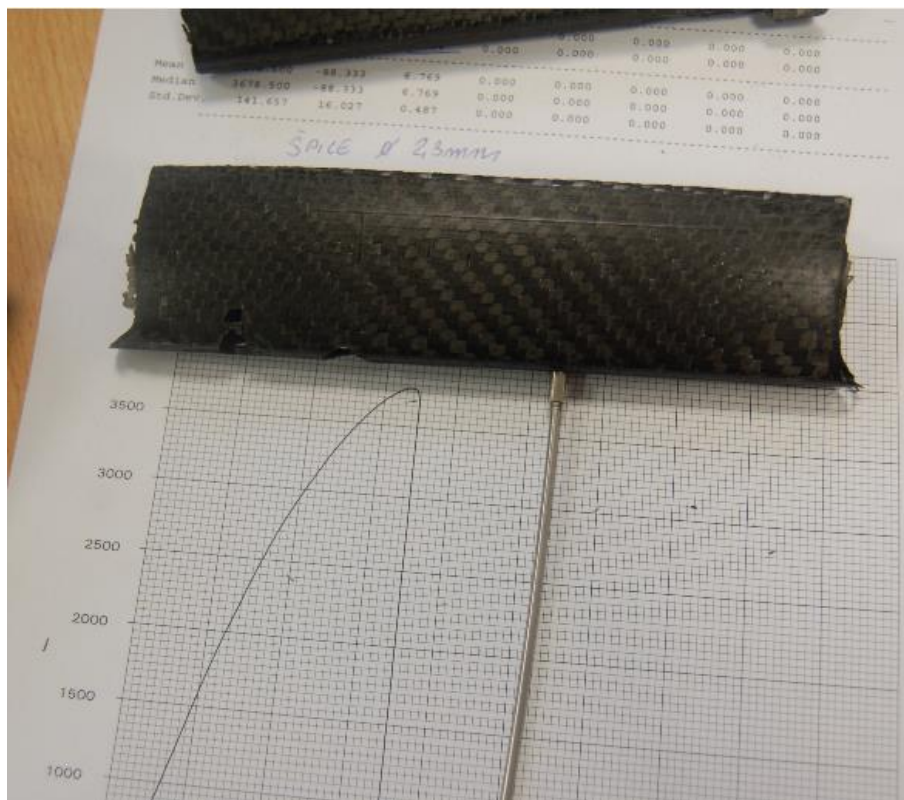
Vyrobený profil byl testován na trhacím stroji, protože bylo potřeba zjistit, zda dojde k vytržení špice z ráfku či nikoliv. Výsledkem testu bylo, že ráfek vydržel, ale přetrhla se špice a to při zatížení 3700 N, pevnost hřbetu tohoto profilu ráfku je nad 3700 N. Vyrobený profil s rozdílnou silou stěn: levá strana 0,7 mm, pravá strana 1,4 mm a hřbet 3,7 mm. Testovaný vzorek má na povrchu póry, které se vyplní plnivem.



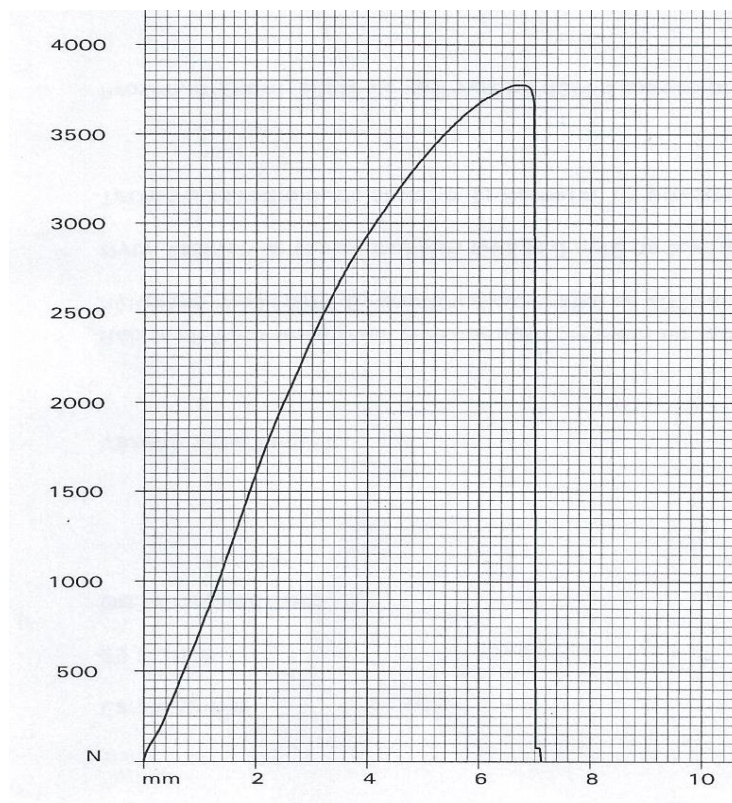
Obr. 90 Testování profilu se špicí v trhacím stroji



Obr. 91 Detail uchycení testovaného profilu se špicí v trhacím stroji



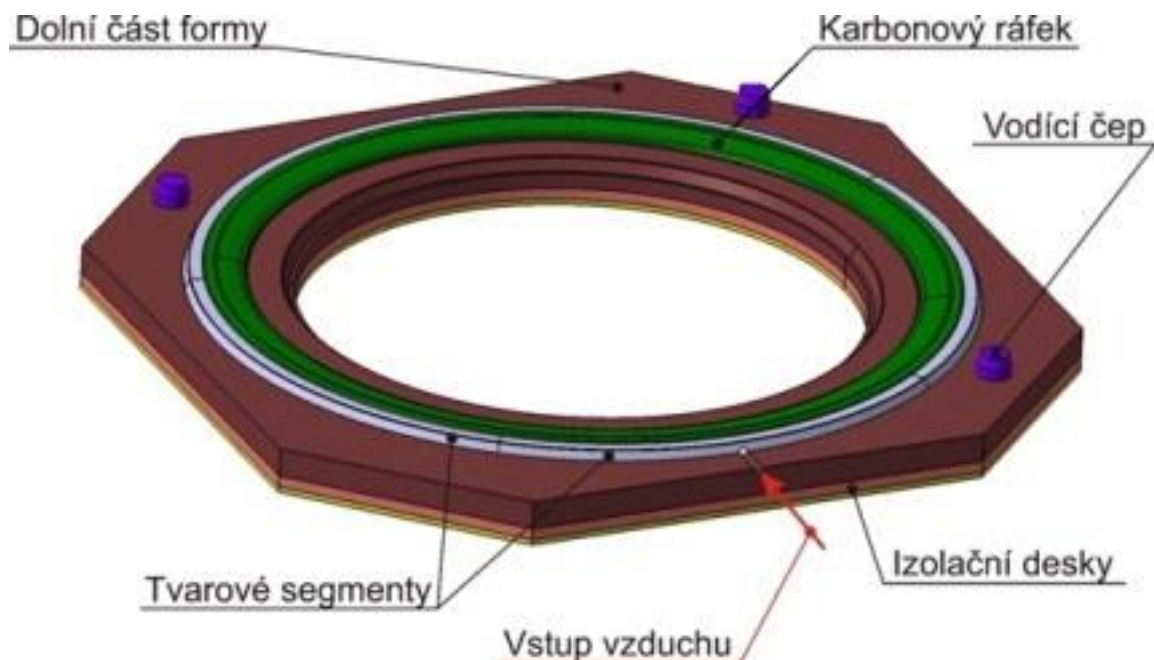
Obr. 92 Testovaný profil se špicí s grafem při přetržení špice



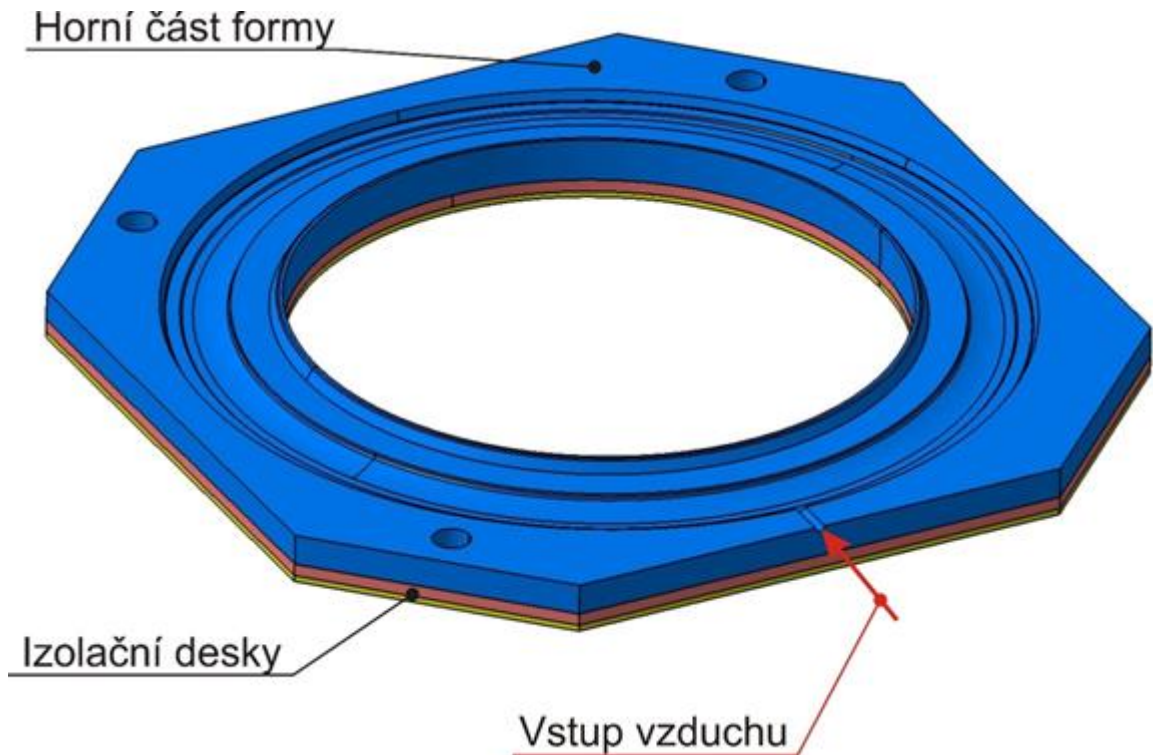
Obr. 93 Grafický průběh testu při přetržení špice

11 NÁVRH VÝROBNÍ FORMY

Ve spolupráci s konstruktérem firmy Remerx vznikaly postupné návrhy výrobní formy. Na základě tvaru a velikosti ráfku byly postupně tvořeny konstrukční návrhy formy. Ve všech se forma skládala ze dvou základních dílů, horního a dolního deskového dílu. Vedení obou dílů proti sobě zajišťují tři vodící čepy, z důvodu správného složení formy. Úkolem těchto čepů je taktéž zamezit při zalisování a rozfukování pohybu formy v osách x a y. Vnitřní stranu galuskového ráfku (místo, na kterém leží galusková pneumatika) je na výrobku vytvářeno pomocí tvarových segmentů. V průběhu řešení diplomové práce vznikala celá řada konstrukčních řešení těchto dílců, které více či méně měnily celkové návrhy formy. Jedno z řešení je uvedeno v následující sérii obrázků. Zobrazené tvarové segmenty jsou navrženy jako frézované do požadovaného zakřivení a tvaru. Toto konstrukční řešení počítá s vyjmutím daných segmentů včetně vylisovaného uhlíkového ráfku. Po zvolení vhodného separačního činidla je pak možné segmenty odstranit. Po očištění a nanesení separátoru jsou segmenty opět vloženy na své místo do formy. Jedním ze segmentů je taktéž řešen přívod vzduchu do rozfukovacího rukávu vedeného uvnitř materiálové skladby. Celkově návrh počítá s pěti tvarovými segmenty.

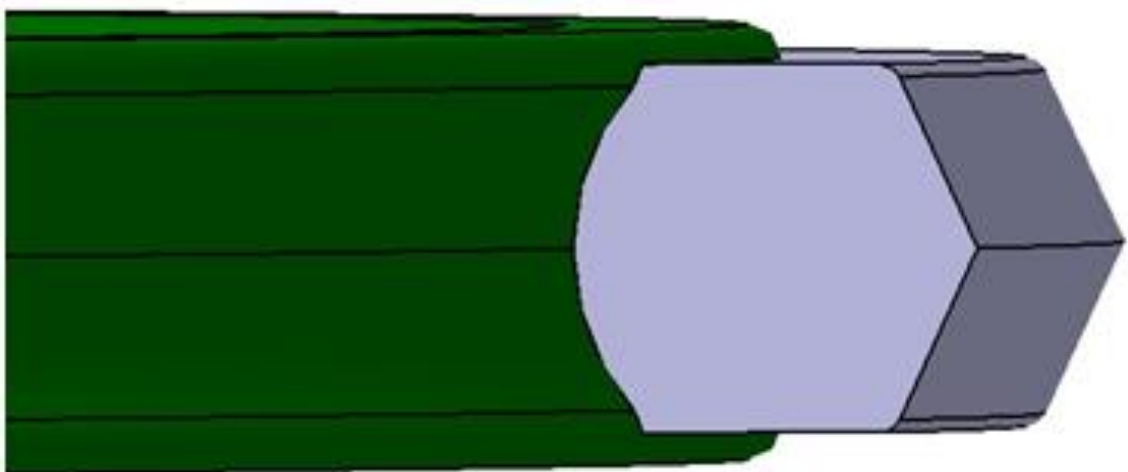


Obr. 94 Celkový pohled na dolní polovinu návrhu formy

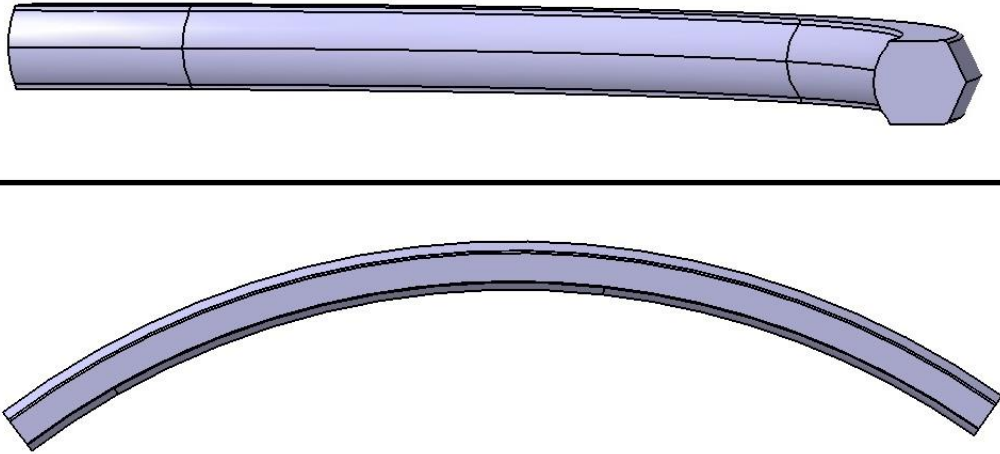


Obr. 95 Celkový pohled na horní polovinu návrhu formy

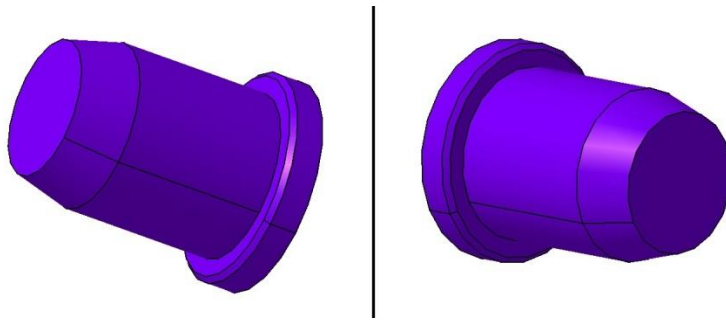
Horní i dolní část formy je uvažována jako obráběná (pomocí operací soustružení, vrtání, broušení a frézování), případně upravená pomocí elektroerozivního obrábění. Výchozím polotovarem pro obě části je blok materiálu o rozměrech 730x730x30 mm. Materiálově se jako nejvhodnější jeví konstrukční hliník pro malosériovou výrobu, lépe však nástrojová ocel třídy 19.



Obr. 96 Pohled na tvarový segment formující tvar pod galuskovou pneumatikou



Obr. 97 Tvarový segment



Obr. 98 Vodící čep

11.1 Vytápění lisovací formy

Výrobní formu je třeba vyhřát na teplotu potřebnou k vytvrzení pryskyřice uvnitř prepregu. U testovaných prepregů byla tato teplota v rozmezí 120 – 140°C. Dle uvažovaných materiálů formy (hliník, ocel) bylo navrženo vytápění ve formě topných těles, které budou uloženy ve vyfrézovaných drážkách.

Vytápění konstrukčního návrhu formy je uvažováno působením elektrického tepla, konkrétně pomocí odporových drátů. Návrh vytápění se řídí použitím následujících výpočtových vztahů:

- Množství tepla potřebné k ohřevu formy – Q [J]

$$Q = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1) \quad (2)$$

kde m [kg] je hmotnost ohřívaného tělesa, c_p [J/(kg·°C)] je měrná tepelná kapacita materiálu, T_1 [°C] je počáteční teplota materiálu a T_2 [°C] je požadovaná teplota materiálu.

- Topný výkon těles(a) – P [W]

$$P = \frac{Q}{t \cdot i \cdot \eta} \quad (3)$$

kde t [s] je doba ohřevu desek, i [-] je počet topných těles a η [-] je účinnost ohřevu.

- Průměr drátu – d [mm]

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot \rho \cdot P^2}{\pi^2 \cdot U^2 \cdot c_z}} \quad (4)$$

kde ρ [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$] je měrný odpor topného drátu, P [W] je topný výkon těles, U [V] je napětí a c_z [W/cm^2] je měrné povrchové zatížení drátu.

- Délka drátu v trubkovém profilu – l [mm]

$$l = \frac{P}{\pi \cdot d \cdot c_z \cdot i} \quad (5)$$

kde P [W] je topný výkon těles, d [mm] je průměr topného drátu, c_z [W/cm^2] je měrné povrchové zatížení drátu a i [-] je počet topných těles

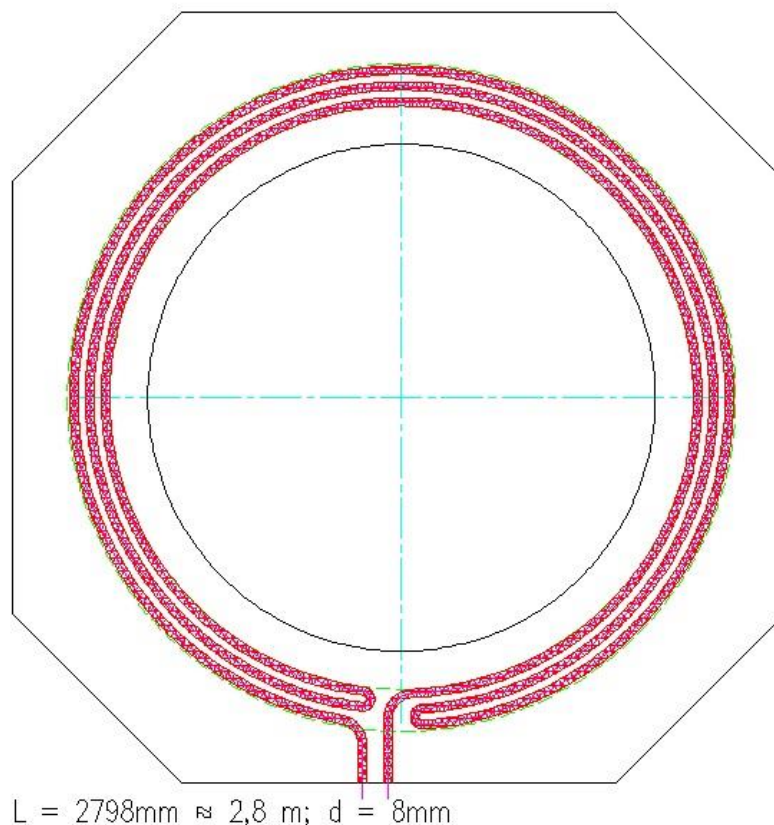
Na základě výše uvedených vztahů byl proveden výpočet potřebného průměru a délky odporového drátu pro první ohřev na pracovní teplotu hliníkové, respektive ocelové formy. Dle 3D modelů byly ze softwaru odečteny hodnoty hmotnosti. Hliníková forma daných rozměrů měla váhu 37 kg, forma z nástrojové oceli pak 106 kg. Výchozí teplota ohřeva je 20°C, formu je třeba vytemperovat na 140°C. Měrné teplo (c_p) pro hliník je 896 J/kg.°C a 469 J/kg.°C pro nástrojovou ocel. Charakteristiky odporových drátů se liší dle jejich kvality, pro výpočet byly zvoleny následující hodnoty. Měrný odpor materiálu drátu (ρ) byl zvolen 1,2 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, jeho měrné povrchové zatížení pak 1,3 W/cm^2 . Čas prvního ohřevu byl zvolen 1,5 hodiny, při účinnosti 70% za použití dvou odporových drátů (jeden trubkový profil v každé polovině formy). Napětí na vstupu bylo uvažováno 230V. Výsledky jednotlivých výše uvedených vztahů jsou uvedeny v následující tabulce (Tab. 5).

Tab. 6 Výsledky parametrů odporového drátu pro výtápění

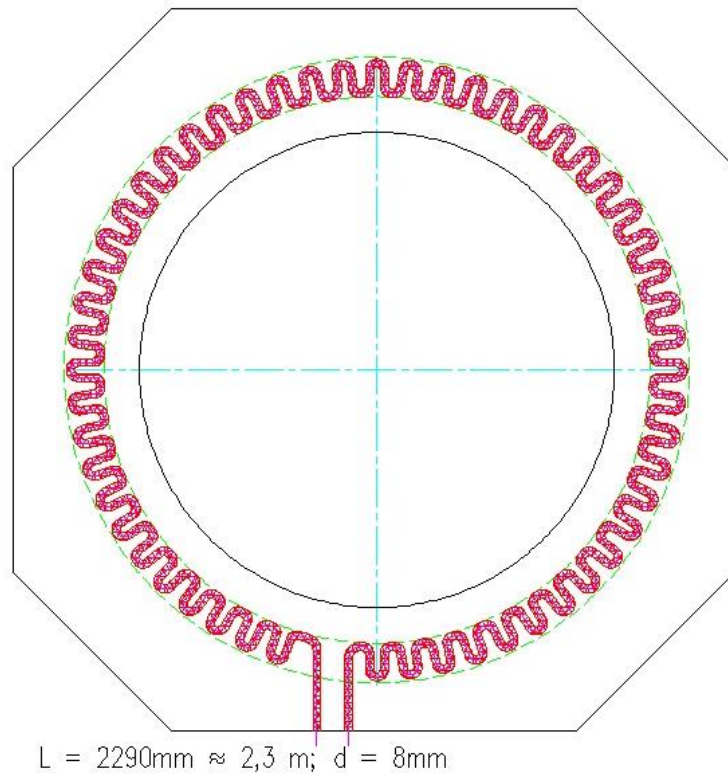
	Materiál formy	
	Hliník	Nástrojová ocel
Potřebné množství tepla	3978240 J	5965680 J
Topný výkon 1 tělesa	526 W	789 W
Minimální průměr drátu	0,58 mm	0,76 mm
Zvolený průměr drátu	1 mm	1 mm
Potřebná délka drátu	25,8 m	38,9 m

Hodnoty délek drátů jsou poměrně vysoké, avšak změnou průměru drátu dochází k ze značnému snížení tohoto parametru. Dále je nutné uvažovat, že odporový drát je v topném tělese (trubici) namotán ve spirále. Po prvním výrobním cyklu už bude potřeba mnohem menší čas na opětovný ohřev formy.

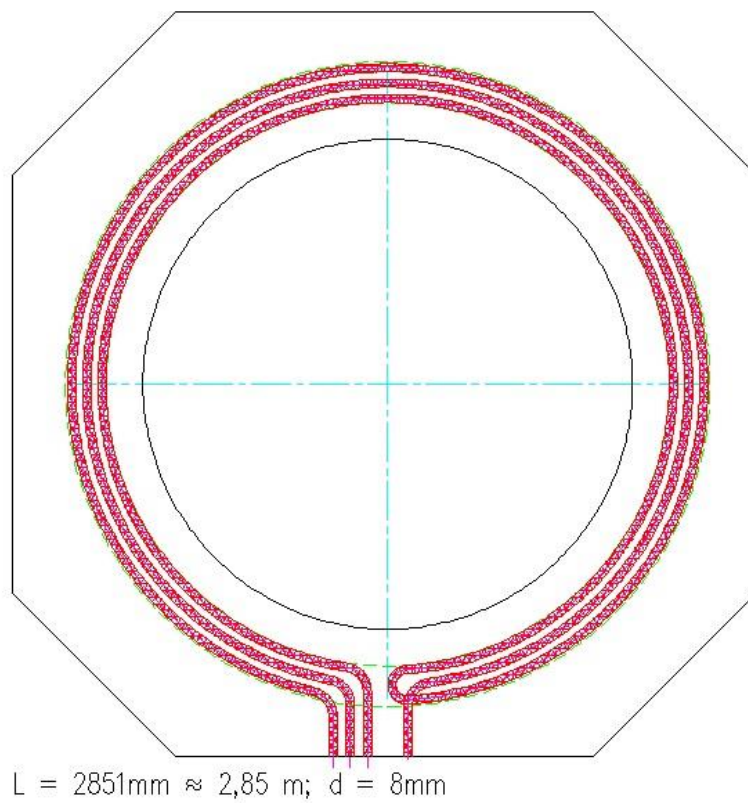
V následující obrázcích jsou zobrazeny navržené tvary topných těles (Obr. 18-20). První navržená varianta vytápění uvažuje jeden trubkový profil o vnějším průměru 8 mm o přibližné délce 2,8 m. Druhá varianta využívá opět jednoho trubkového profilu o shodném průměru, uloženého v „zig-zag“ stylu. Délka trubkového profilu v této variantě je 2,3 m. Poslední navržená varianta využívá dvou trubkových profilů o průměru 8 mm, kdy celková délka obou profilů je 2,85 m. Do navrženého trubkové profilu bude vloženo potřebné množství odporového drátu.



Obr. 99 Varianta vytápění č.1



Obr. 100 Varianta vytápění č.2



Obr. 101 Varianta vytápění č.3

11.2 Návrh technologického postupu výroby

Na základě literární rešerše a výroby na prototypové formě byl navržen následující technologický postup výroby:

1. Nanesení separačního přípravku na všechny části formy
2. Vyhřátí lisovací formy na zpracovatelskou teplotu prepreg materiálů
3. Přiložení tvarových segmentů k polotovaru uhlíkového ráfku
4. Vložení polotovaru uhlíkového ráfku do formy
5. Uzavření formy, lisování po dobu potřebnou k vytvrzení pryskyřice
6. Otevření formy, vyjmutí karbonového ráfku
7. Odstranění tvarových segmentů
8. Příprava formy na nový cyklus

Uvedený technologický postup lze libovolně modifikovat na základě úpravy formy, například budou-li tvarové segmenty pohyblivě uloženy jako součást formy, není možné jejich přiložení k polotovaru uhlíkového ráfku a jejich odstranění je řešeno pomocí odformovacího mechanismu.

Při lisování pohledových dílců, jako v našem případě, se v průmyslu používají taktéž plniče póru. Tento přípravek je k dostání na příklad od firmy Henkel => plnič B-15, který se dvakrát nanese na formu a nechá se 24 hodin vytvrdit. Potom se opět přímo na formu nanese separátor Frekote 700 anebo Frekote770 od stejného výrobce. Separátoru je třeba nanést celkově 4 vrstvy. Další možností je použít systém od konkurenčního výrobce, konkrétně FLEX-Z a SEALER GP od firmy ZYVAX. Materiálové listy jsou uvedeny v přílohách.

11.3 Penetrační a separační prostředky

11.3.1 Loctite Frekote B-15 Penetrační nátěr - plnič

Loctite® Frekote® B-15 je prostředek na zaplnění pórů formy, který utěsňuje porézní místa a zaplní mělké povrchové poškrábání. Používá se ve spojení s dalšími produkty Loctite® Frekote® a slouží jako vynikající podklad, který zlepšuje vlastnosti použitých separátorů. Nanáší se tenká stejnoměrná vrstva na čistý povrch formy nástřikem, štětcem, namáčením nebo roztíráním měkkým bavlněným hadříkem nezanechávajícím chloupky. Nanáší se minimálně 2 vrstvy a každá vrstva se nechá 30 minut zaschnout před nanesením další. Ko-

nečné tvrdnutí trvá nejméně 24 hod. při pokojové teplotě. Čirá tekutina, aplikuje se při teplotě 15 až 60 °C. [35]

11.3.2 Loctite Frekote 700-NC Separátor

Loctite® Frekote® 700-NC je univerzální separační prostředek s vysokým skluzem vhodný pro případy, kde jsou problémy s geometrií formy. Rychle tvrdne za pokojové teploty a vytváří lesklý povrch na výliscích. Nanáší se na čistý povrch formy nástřikem, štětcem nebo potřením čistým bavlněným hadříkem nezanechávajícím vlákna. Nanášejí se až 4 vrstvy, jednotlivé vrstvy se nechávají 5-10 min. zasychat. Podle potřeby se provede retuše. Čirá tekutina, aplikuje se při teplotě 15 až 135 °C. Konečná doba vytvrzení při 100 °C je 5 minut. Tepelná stabilita separátoru až do 400 °C. [35]

11.3.3 Loctite Frekote 770-NC Separátor

Loctite® Frekote® 770-NC je univerzální separační prostředek s vysokým skluzem vhodný pro případy, kde jsou problémy s geometrií formy. Rychle tvrdne za pokojové teploty a vytváří lesklý povrch na výliscích. Nanáší se na čistý povrch formy nástřikem, štětcem nebo potřením čistým bavlněným hadříkem nezanechávajícím vlákna. Nanášejí se až 4 vrstvy, jednotlivé vrstvy se nechávají 5-10 min. zasychat. Podle potřeby se provede retuše. [35]

11.4 Postupu úpravy povrchu ráfků

Po vyjmutí z lisovací formy může karbonový ráfek obsahovat místní přetoky epoxidové pryskyřice v důsledku jejího toku vlivem působení tlaků ve formě. Tyto přetoky je nutné ručně, pomocí brousícího papíru jemné zrnitosti obrousit. Po navrtání potřebných otvorů pro špice je třeba přebrousit celý povrch ráfků pod vodou pomocí brousícího papíru jemné zrnitosti. Výsledný vzhled povrchu po lisování může obsahovat nedokonalosti ve formě bublinek či míst bez pryskyřice. Tyto místa je třeba ošetřit pomocí speciálních tmelů. Poté je třeba místa opětovně přebrousit a celý povrch zkontrolovat. Po kompletním ošetření může následovat nanesení značení, obtisků či nálepek. Po tomto kroku je potřeba všechny úpravy zafixovat. Zafixování se provádí nanesením lesklého laku. Je nutné však zamezit zalakování brzdných ploch na ráfku, neboť by byla značně snížena účinnost brždění.

Jedním z možných řešení je použití kompletního systému od firmy Basler Lacke, který má tuzemského zástupce ve firmě Bokatech. Společnost Basler Lacke se specializuje na výro-

bu vysoce kvalitních dvoukomponentních nátěrů, které jsou aplikovány na kompozitní materiály. Po aplikaci lakovacího systému od této firmy je povrch kompozitu chemicky odolný, odolný proti UV záření a mechanickému poškození.

Aplikace laků: uhlíkové díly pro automobily a tuning, sportovní kola, tenisové rakety, přilby, výrobky pro jachting a ortopedické protézy.

Nátěrový systém:

- Plnič
- Podkladový nátěr
- Aplikace barevného designu nebo speciálních efektů
- Ochranné nátěry jako je lesk nebo mat

Veškeré dodávané produkty od firmy Basler Lacke jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tab. 7 Produkty pro úpravu povrchu od firmy Basler Lacke [36]

Tmel / Výplň / Nátěr	Produkt	Oblast použití	Vlastnosti produktů	Způsob nanášení	Komentář
BascoFill	53-9000-100	Vhodné pro vyplnění otvorů pro kolíky na rovných plochách společně s BascoPrime.	Na bázi rozpouštědla. Bez pojidla.	Kusem tkaniny nebo ručně s rukavicemi	Vyplní menší otvory pro kolíky a tím pomáhá v procesu plnění základní barvou. Použijte kus tkaniny nebo houbu Scotch-Brite k lehkému broušení Poznámka: Poté se zviditelní černé tečky
BascoFill	53-9002-900	Vhodné jako výplň větších děr	Na bázi rozpouštědla, dvousložkový polyesterový tmel	Stěrka	Zaplní hlubší otvory vhodné pro broušení doba zpracování < 15 minut Poznámka: Černý povrch je viditelný
BascoPrime	53-0004-340	Vhodné pro vyplnění porů a na zlepšení přilnavosti	Na bázi rozpouštědla, dvousložkový PU základní nátěr, transparentní	Nástřík. Válcování je možné.	Vyplňuje otvory pro kolíky, absolutně transparentní, vhodný pro broušení. Poznámka: Nutný opakovaný nátěr
BascoPrime	53-0005-340	Zlepšení přilnavosti	Na bázi rozpouštědla, dvousložkový PU základní nátěr, transparentní	Nástřík	
BascoPrime	53-0007-340	Vhodné pro vyplnění porů a na zlepšení přilnavosti	Na bázi rozpouštědla, dvousložkový PU základní nátěr, transparentní	Nástřík. Válcování je možné.	Vyplňuje otvory pro kolíky, absolutně transparentní, vhodný pro broušení, 3D efekt, obsah pevné látky větší než u 53-0004-340 Poznámka: max. 100 μm suchá vrstva (dvojitý nátěr)
BascoPrime	53-9003-300	Vhodné pro vyplnění porů a na zlepšení přilnavosti	Na bázi rozpouštědla, dvousložkový EP základní nátěr, černý	Nástřík. Válcování je možné.	Vyplňuje otvory pro kolíky, vhodný pro broušení, tixotropní základní nátěr, 3D efekt, obsah pevné látky větší než u 53-0004-340 Poznámka: max. 100 μm suchá vrstva (dvojitý nátěr)
BascoPrime	53-9003-300	Vhodné pro vyplnění porů a na zlepšení přilnavosti	Na bázi rozpouštědla, dvousložkový EP základní nátěr, černý	Nástřík. Válcování je možné.	Vyplňuje otvory pro kolíky, vhodný pro broušení, tixotropní základní nátěr, 3D efekt, obsah pevné látky větší než u 53-0004-340 Poznámka: max. 100 μm suchá vrstva (dvojitý nátěr)

Tab. 8 Produkty pro úpravu povrchu od firmy Basler Lacke [36]

Tmel / Výplň / Nátěr	Produkt	Oblast použití	Vlastnosti produktů	Způsob nanášení	Komentář
BascoBase	56-xxxx-xxx	Barevný nátěrový systém ve spojení s BascoPrime a BascoClear	Na bázi rozpouštědla, dvou-složkový PU barevný nátěr	Nástřík	Plochy vhodné pro barevné provedení
BascoClear	54-0111-341 lesklý	Čirá ochranná vrstva pro uhlík. Vhodné buď přímo na uhlík nebo ve spojení s BascoPrime	Na bázi rozpouštědla, dvou-složkový PU čirý nátěr	Nástřík	Absolutně transparentní, vysoká odolnost vůči UV záření, přímé lepení na uhlík. 3D efekt pomocí 54-0111-341, dobrá chemická odolnost VDA 621-412, vysoká teplotní odolnost
BascoClear	54-0121-345 matný				
BascoClear	54-0113-341	Čirý ochranný nátěr pro uhlík. Vhodné buď přímo na uhlík nebo ve spojení s BascoPrime	Na bázi rozpouštědla, dvou-složkový PU čirý nátěr	Nástřík	Absolutně transparentní, vysoká odolnost vůči UV záření, přímé lepení na uhlík. 3D efekt, dobrá chemická odolnost, vysoká tepelná odolnost, nižší teplota sušení, 1h při 60°C
BascoClear	54-0114-341	Bodové opravy čirých uhlíkových nátěrů	Na bázi rozpouštědla, dvou-složkový PU čirý nátěr	Nástřík	Absolutně transparentní, vysoká odolnost vůči UV záření, přímé lepení na uhlík. 3D efekt, dobrá chemická odolnost, vysoká tepelná odolnost, nižší teplota sušení, 1h při 60°C
BascoClear	54-0110-341 lesklý	Čiré nátěry s přímým lepením na uhlík nebo ve spojení s BascoPrime	Na bázi rozpouštědla, dvou-složkový PU čirý nátěr	Nástřík	Míchání s cílem upravit úroveň lesku Poznámka: Méně odolný než 54-0111-341 / 54-0121-345
BascoClear	54-0120-345 matný				

Tab. 9 Produkty pro úpravu povrchu od firmy Basler Lacke [36]

Tmel / Výplň / Nátěr	Produkt	Oblast použití	Vlastnosti produktů	Způsob nanášení	Komentář
Bas- coClear	54-0027- 356	Čirý nátěr s efektem měkkého povrchu	Na bázi rozpouštědla, dvou- složkový PU čirý nátěr	Nástřík	Povrch je měkký a teplý na dotek, dobrá odolnost proti poškrábání ve srovnání s ostatními produkty s měkkým efektem
Bas- coClear	54-0021- 340	Přilnavý nátěr	Na bázi rozpouštědla, dvou- složkový PU čirý nátěr, vysoce flexibilní a transparentní	Nástřík	Dobrá vyplňovací schopnost, vysoký podíl pevné látky, velmi vysoká dlouhodobá pružnost
Bas- coClear	54-0130- 360 střední	Hrubé nátěry	Na bázi rozpouštědla, dvou- složkový PU čirý nátěr	Nástřík	Hrubý povrch
Bas- coClear	54-0131- 360 hrubý				
Bas- coClear	54-0132- 360 jemný				

12 MECHANICKÉ ZKOUŠKY VZORKŮ

Byly prováděny na zařízení vyrobeném společností Zwick Roell 1456, jedná se o univerzální testovací stroj určený pro statické a dynamické (nizkocyklové) zkoušky: tah, tlak, ohyb, smyk, creep. Stroj je určen k testování polymerů (plasty, pryže) a kompozitních materiálů na polymerní bázi. Teplotní rozsah zkoušek: -70°C až $+290^{\circ}\text{C}$.

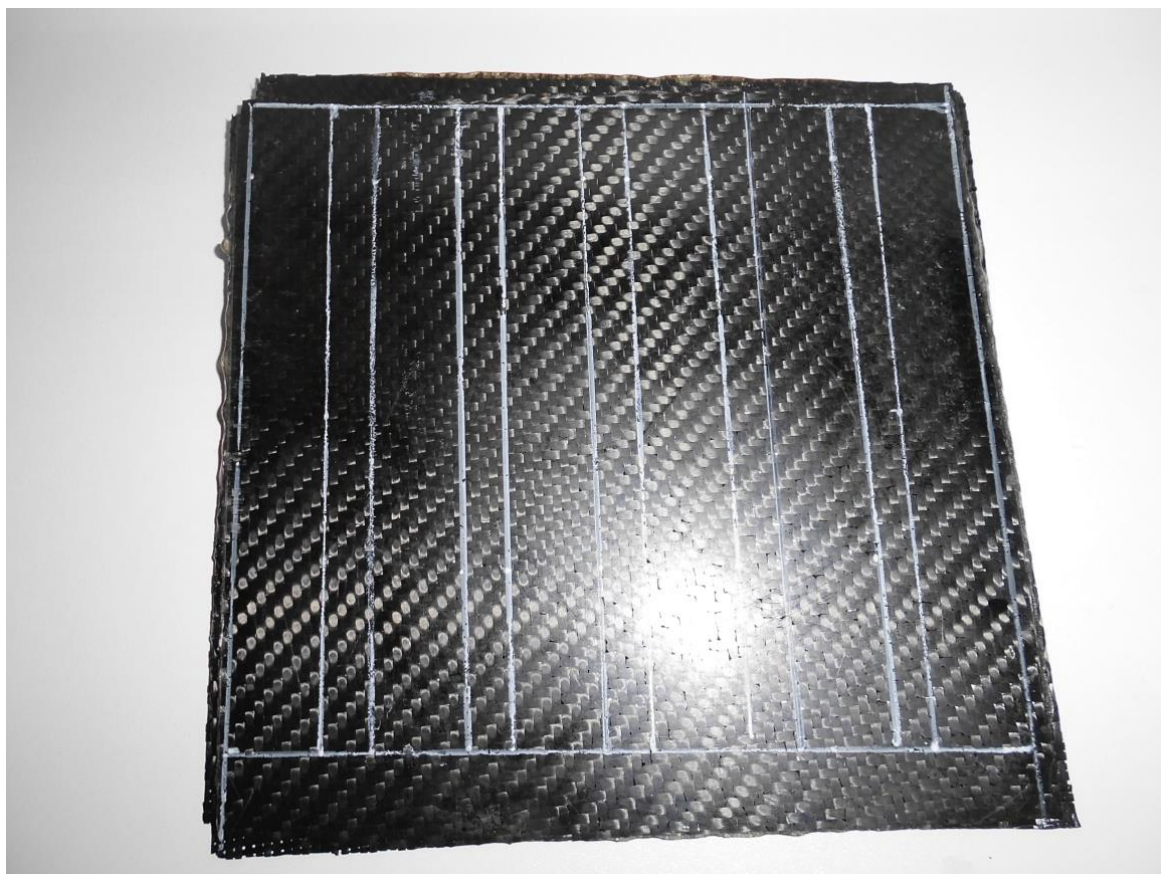
Snímače síly: 25 kN, 2.5 kN



Obr. 102 Univerzální testovací stroj Zwick Roell 1456 [37]

12.1 Příprava zkušebních těles

Pro zkoušku na trhačím stroji byly vylisovány tři krát 3 vzorky desek o dvou, čtyřech a pěti vrstvách prepregu o rozměru 160 x 170 mm. Tyto desky byly následně orýsovány na rozměr 20 x 150 mm tak, aby z každého vzorku desky bylo alespoň 6 zkušebních vzorků, resp. 18 kusů od každého druhu.



Obr. 103 Vylisovaná deska s orýsovanými rozměry pro řezání pásků 20 x 150 mm

12.2 Zkouška tahem

Při zkoušce tahem je zkušební těleso zatěžováno statickým jednoosým tahem a obvykle končí destrukcí zkušebního tělesa, které je ve zkušebním stroji zatěžováno pomalu rostoucí silou až do přetržení. Zkušebními tělesy v tomto případě byly nařezané pásky o různých tloušťkách a to: 0,5; 0,95 a 1,13 mm. Zkouška a rozměr vzorků je v souladu s normou ČSN EN ISO 275.

Vzhledem k tomu, že tuto zkoušku nebylo možné provést z důvodu „vytahování“ pásku z čelistí, bylo přistoupeno ke zkoušce ohybem.

12.3 Zkouška ohybem

Při zkoušce ohybem je zkušební těleso uložena na podpěrách a uprostřed zkušební tělesa působí zatěžující síla. Napětí průřezu je rozděleno nerovnoměrně, tj. od nulové hodnoty v neutrální ose roste do maxima v povrchových vláknech. Při postupně rostoucím zatížení odměřujeme průhyb zkušební tělesa y až do okamžiku, kdy se zkušební těleso přelomí nebo se trvale prohne. Zjišťuje se pevnost v ohybu R_{mo} a průhyb zkušební tělesa y až do okamžiku, kdy se zkušební těleso přelomí nebo trvale prohne

$$\sigma_o = \frac{M_o \max}{\frac{J_z}{u_{max}}} = \frac{M_o \max}{W_o} \quad [\text{MPa}] \quad (6)$$

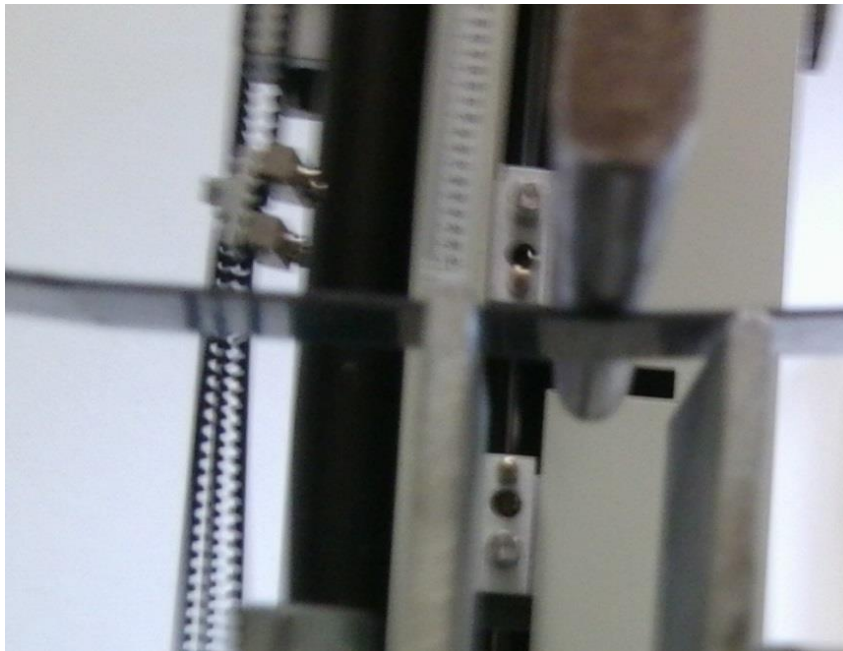
$$W_o - \text{modul průřezu v ohybu pro obdelíkový průřez } W_o = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad [\text{N} \cdot \text{mm}^3] \quad (7)$$

$$M_o - \text{ohybový moment } M_o \max = \frac{F \cdot L_p}{4} \quad [\text{N} \cdot \text{mm}] \quad (8)$$



Obr. 104 Zkušební pásek mezi trnem a podpěrami

Průběh zatěžování zkušebních pásků o tloušťkách 0,5 mm (2 vrstvy); 0,95 mm (4 vrstvy) a 1,13 mm (5 vrstev prepregů); viz. grafy č.1, 2 a 3, pro každý typ materiálu bylo provedeno 10 měření.



Obr. 105 Detail zkušebního pásku mezi trnem a podpěrami

12.4 Vyhodnocení ohybových zkoušek

- Aritmetický průměr \bar{x} - hodnota popisující soubor mnoha hodnot. Je to součet všech hodnot vydělený jejich počtem.
- Medián M - polovina hodnot výběrového (základního) souboru leží pod resp. nad mediánem. Soubor je však nutno uspořádat vzestupně (sestupně). V souborech o sudém počtu členů je za medián považována hodnota v půli intervalu mezi dvěma prostředními hodnotami.
- Směrodatná odchylka s - průměrná hodnota, o kterou se průměrně liší naměřené hodnoty od aritmetického průměru.
- Variační rozpětí R - rozdíl mezi minimální a maximální hodnotou výběrového (základního) souboru.
- Minimum x_{min} - minimální hodnota z naměřených dat.

- Maximum x_{max} - maximální hodnota z naměřených dat
- Chyba měření \bar{s} – podíl aritmetického průměru odmocninou počtu měření

Tab. 10 Naměřené hodnoty pro 2 vrstvy prepregů o tloušťce 0,5 mm

Tloušťka vzorku	E	σ_{max}	$\epsilon_{F max}$	σ_B	ϵ_B	$W\sigma_{max}$
[mm]	[MPa]	[MPa]	[%]	[MPa]	[%]	[N. mm]
0,5	36400	753	2,5	366	2,8	293,72
	35900	707	2,4	310,02	2,6	268,93
	33700	671	2,6	316,11	2,7	297,89
	35300	754	3	445,79	3,1	409,42
	36700	763	2,9	419,27	3	402,23
	32500	641	2,5	310,63	2,7	262,94
	32100	654	2,9	364,12	3	348,33
	36100	657	2,2	260,36	2,3	249,65
	36400	637	1,9	223,79	2,1	197,64
	34800	690	2,6	327,95	2,7	308,02

Tab. 11 Naměřené hodnoty pro 4 vrstvy prepregů o tloušťce 0,95 mm

Tloušťka vzorku	E	σ_{max}	$\epsilon_{F max}$	σ_B	ϵ_B	$W\sigma_{max}$
[mm]	[MPa]	[MPa]	[%]	[MPa]	[%]	[N. mm]
0,95	42700	939	2,3	620,4	2,3	615,6
	44000	977	2,3	659,48	2,3	646,75
	41800	854	2,1	591,88	2,3	510,35
	29800	795	2,5	552,97	2,6	521,15
	39200	902	2,3	552,34	2,3	548,15
	43600	976	2,4	710,52	2,4	703,85
	39400	905	2,3	593,41	2,3	582,74
	43300	872	2,3	674,32	2,7	591,77
	38700	868	2,5	660	2,6	640,85
	46100	1010	2,2	663,04	2,3	651,37

Tab. 12 Naměřené hodnoty pro 5 vrstev prepregů o tloušťce 1,13 mm

Tloušťka vzorku	E	σ_{\max}	$\epsilon_{F \max}$	σ_B	ϵ_B	$W\sigma_{\max}$
[mm]	[MPa]	[MPa]	[%]	[MPa]	[%]	[N. mm]
1,13	49000	1080	2,3	830,22	2,3	827,7
	54700	1140	2	710,57	2	696,87
	53000	1090	2	777,84	2,1	689,61
	42700	863	2,3	755,03	2,5	665
	45600	900	2,2	860	2,8	631,2
	44800	1050	2,3	881,78	2,7	805,55
	40600	878	2,4	728,64	2,8	660,34
	44400	985	2,4	812,21	2,6	772,16
	42800	1040	2,3	834,02	2,6	799,48
	43900	902	2,5	873,75	3,1	758,71

Tab. 13 Vyhodnocení hodnot pro vzorky tloušťky 0,5 mm

Tloušťka 0,5 mm	E	σ_{\max}	$\epsilon_{F \max}$	σ_B	ϵ_B	$W\sigma_{\max}$
n = 10	[MPa]	[MPa]	[%]	[MPa]	[%]	[N. mm]
\bar{x}	35000	693	2,6	334,4	2,7	303,88
M	35600	680,5	2,55	322,03	2,7	295,805
s	1680	48,9	0,3	67,28	0,3	66,72
R	4600	126	1,1	222	0,9	211,78
x_{\min}	32100	637	1,9	223,79	2,1	197,64
x_{\max}	36700	763	3	445,79	3	409,42
\bar{s}	531,263	15,4635	0,09487	21,2758	0,09487	21,0987

Tab. 14 Vyhodnocení hodnot pro vzorky tloušťky 0,95 mm

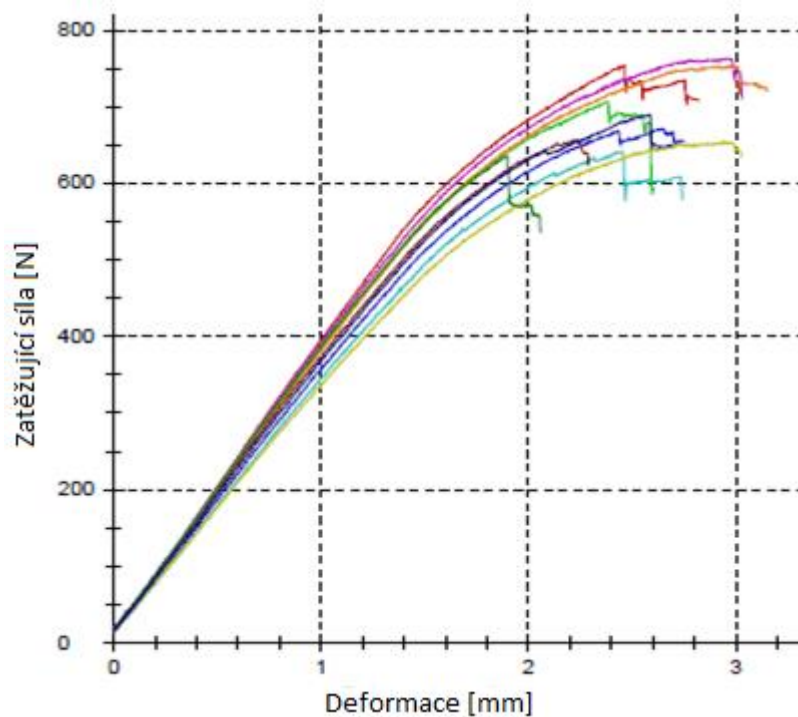
Tloušťka 0,95 mm	E	σ_{\max}	$\epsilon_{F \max}$	σ_B	ϵ_B	$W\sigma_{\max}$
n = 10	[MPa]	[MPa]	[%]	[MPa]	[%]	[N. mm]
\bar{x}	40900	910	2,3	627,84	2,4	601,26
M	42250	903,5	2,3	639,94	2,3	603,685
s	4570	66,4	0,1	53,86	0,2	62,2
R	16300	215	0,4	158,18	0,4	193,5
x_{\min}	29800	795	2,1	552,34	2,3	510,35
x_{\max}	46100	1010	2,5	710,52	2,7	703,85
\bar{s}	1445,16	20,9975	0,03162	17,032	0,06325	19,6694

Tab. 15 Vyhodnocení hodnot pro vzorky tloušťky 1,13 mm

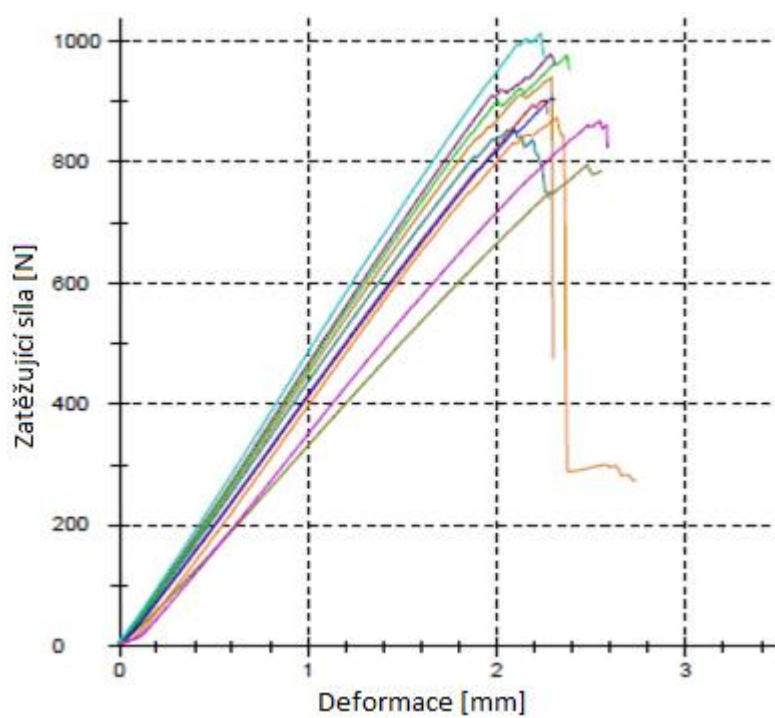
Tloušťka 1,13 mm	E	σ_{\max}	$\epsilon_{F \max}$	σ_B	ϵ_B	$W\sigma_{\max}$
n = 10	[MPa]	[MPa]	[%]	[MPa]	[%]	[N. mm]
\bar{x}	46100	992	2,3	806,4	2,5	730,66
M	44600	1012,5	2,3	821,215	2,6	727,79
s	4620	99,9	0,2	60,68	0,3	70,12
R	14100	277	0,4	171,21	0,8	174,35
x_{\min}	40600	863	2	710,57	2	631,2
x_{\max}	54700	1140	2,4	881,78	2,8	805,55
\bar{s}	1460,97	31,5912	0,06325	19,1887	0,09487	22,1739

12.4.1 Vyhodnocení výsledků testů

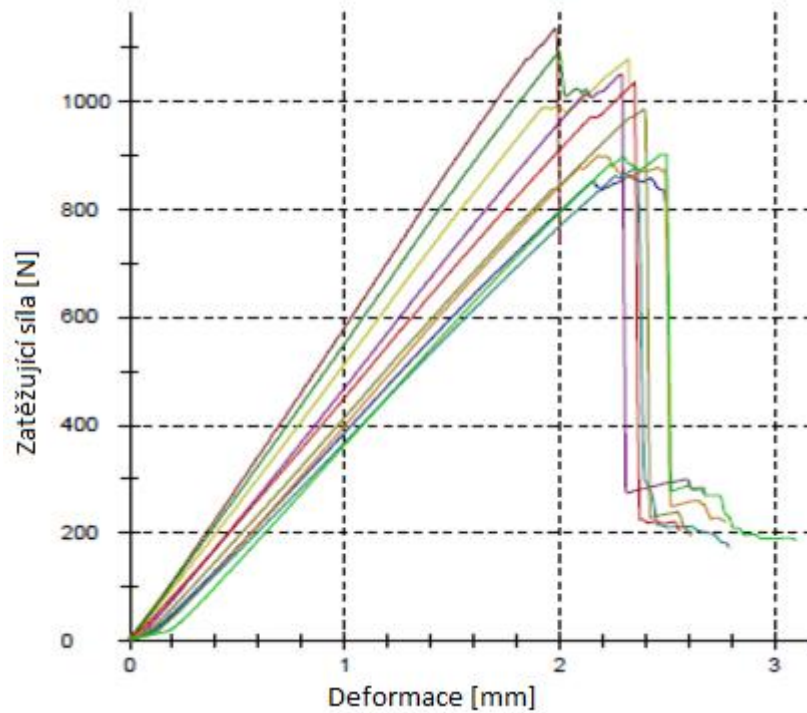
V programu TextXpert II byly získány grafy závislosti napětí σ [MPa] na poměrné deformaci ϵ [%]. Dále program vyhodnotil průměrnou hodnotu \bar{x} a směrodatnou odchylku s . Měření proběhlo za pokojové teploty 22 °C.



Graf. 3 Průběh zatěžování do přelomení 2-vrstvého pásku

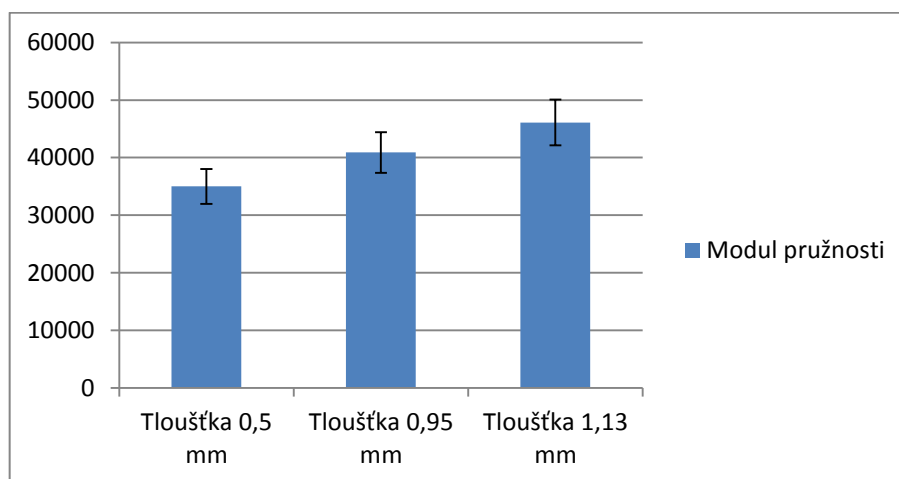


Graf. 4 Průběh zatěžování do přelomení 4-vrstvého pásku

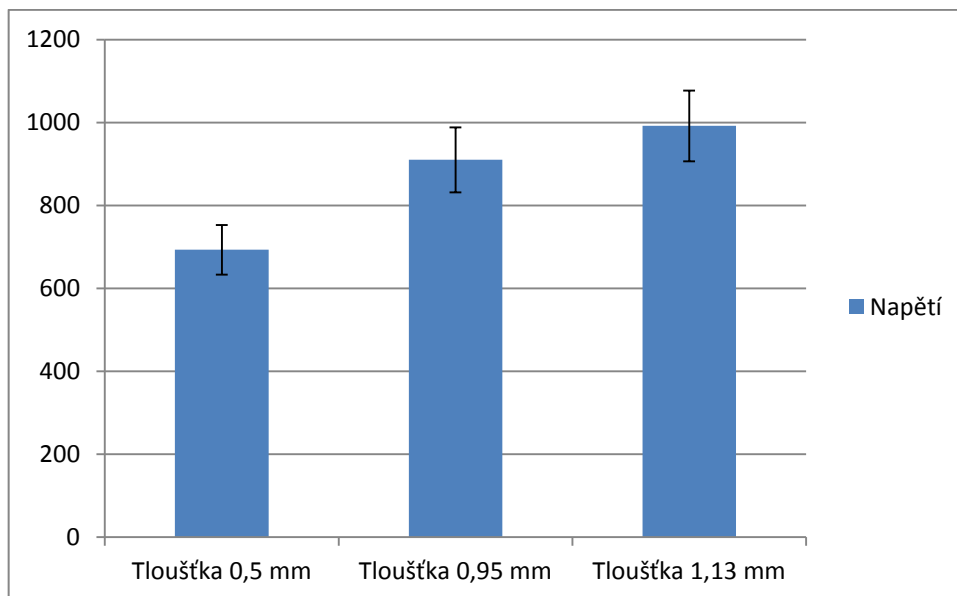
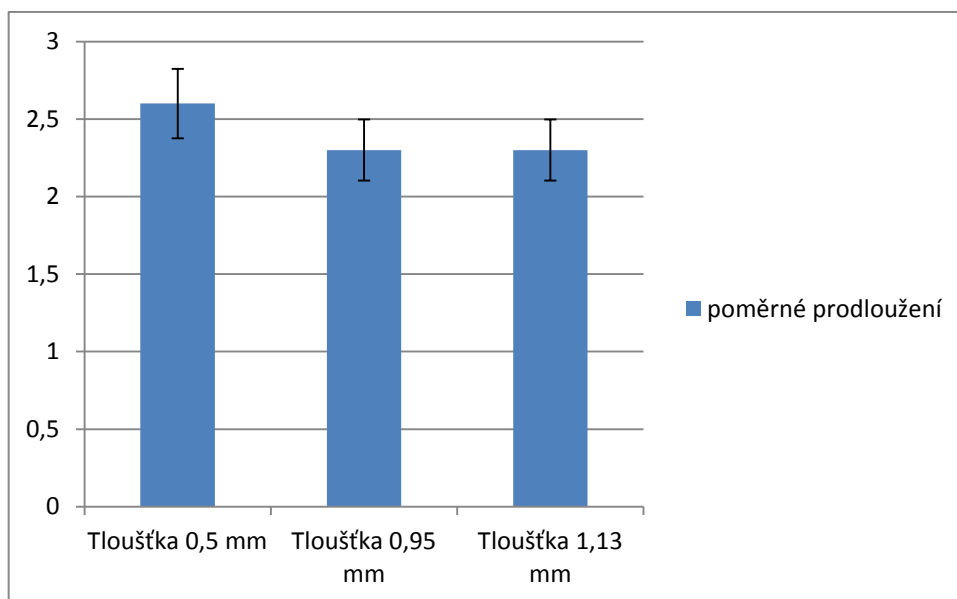


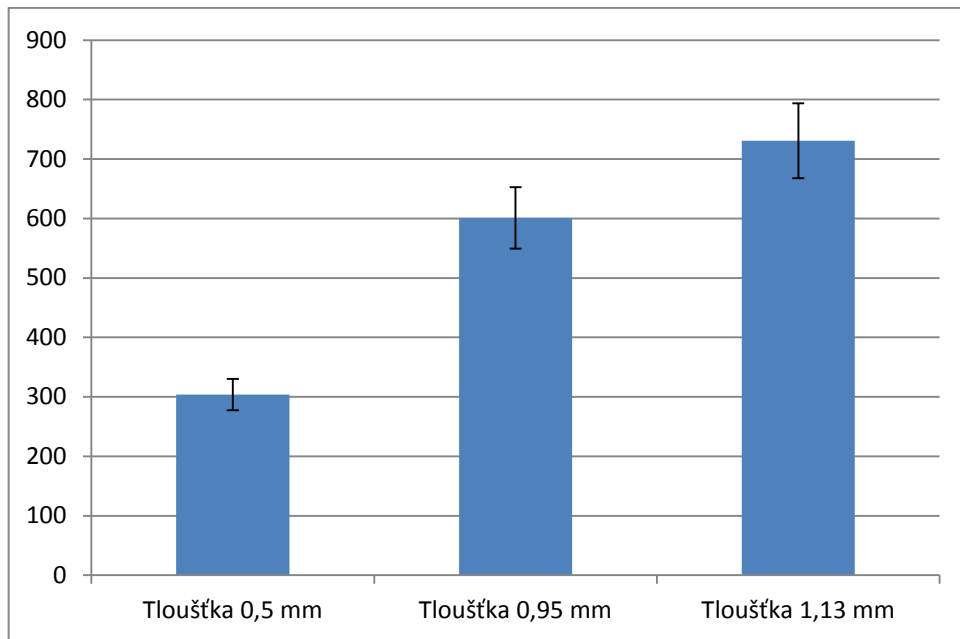
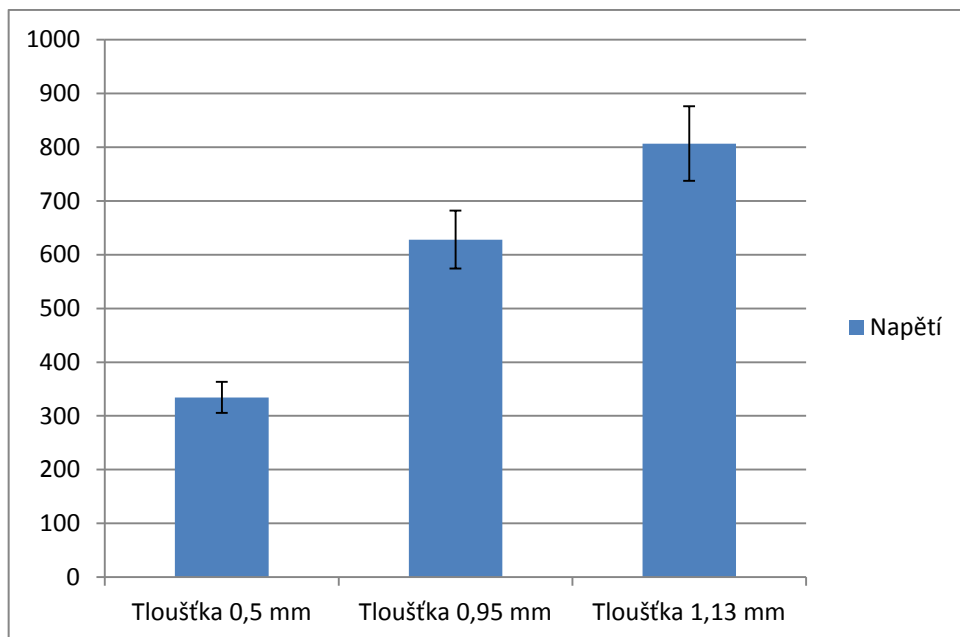
Graf. 5 Průběh zatěžování do přelomení 5-vrstvého pásku

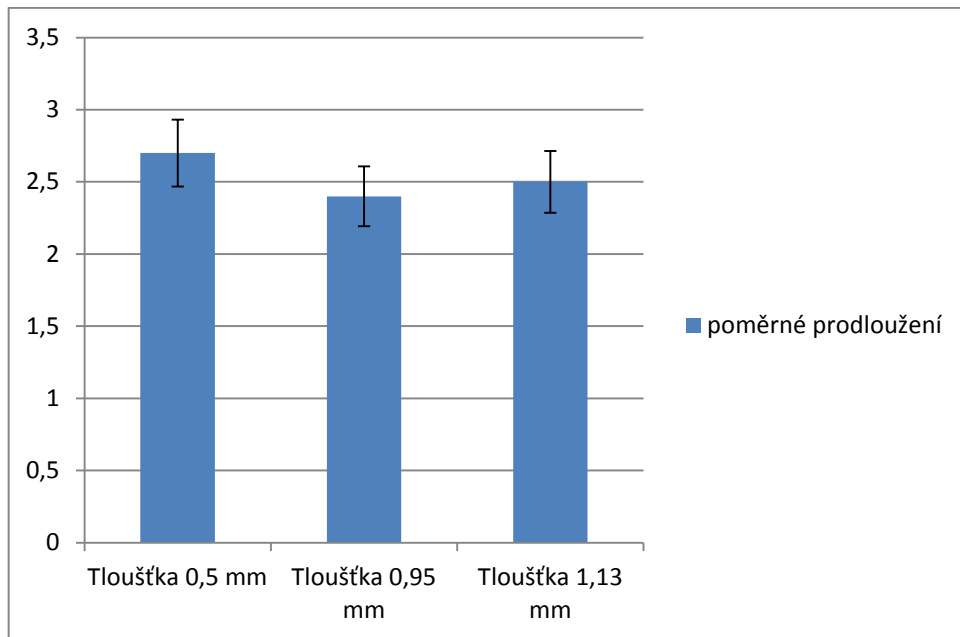
Modul pružnosti E se se zvyšující tloušťkou pásku zvyšuje, stejně tak i napětí σ . Avšak u vzorků tloušťky 0,5 mm je patrná odolnost proti přelomení prohnutím, která se snižuje s rostoucí tloušťkou vzorků. Při konstrukci ráfku, resp. poměr stran profilu ráfku, musí zohlednit „chování“ ráfku při zatížení v provozu.



Graf. 6 Vyhodnocení modulu pružnosti s přírůstkou

Graf. 7 Vyhodnocení napětí σ_{\max} s přírůstkýGraf. 8 Poměrné prodloužení $\varepsilon_{F \max}$ s přírůstký

Graf. 9 $W_{\sigma_{\max}}$ s přírůstkyGraf. 10 Vyhodnocení napětí σ_B s přírůstky

Graf. 11 Vyhodnocení poměrného prodloužení ϵ_B s přírůstkou

12.5 Rázová ohybová zkouška vrubové houževnatosti

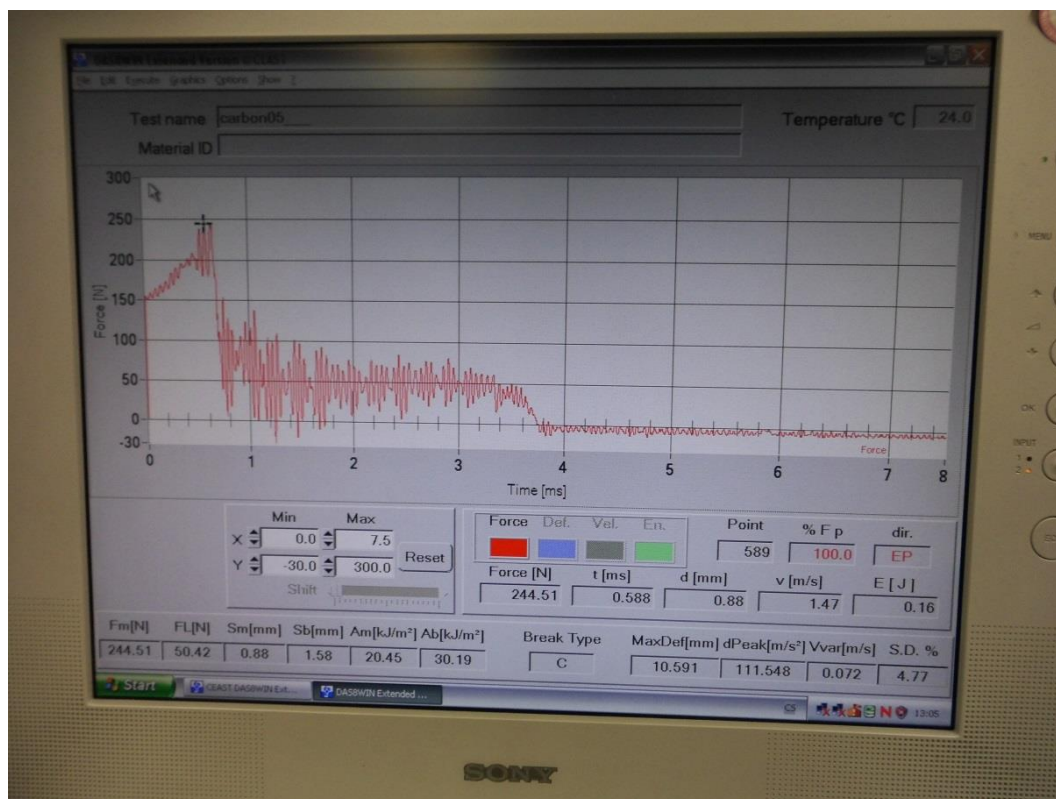
Rázová ohybová zkouška vrubové houževnatosti byla provedena na zkušebním stroji společnosti CEAST Resil Impactor Junior spočívá v přeražení zkušební vzorku jedním rázem kyvadlového kladiva a v určení nárazové práce, která se přitom spotřebovala. Energie kladiva 7.5 J – 3.7 m/s.



Obr. 106 CEAST Resil Impactor Junior [37]



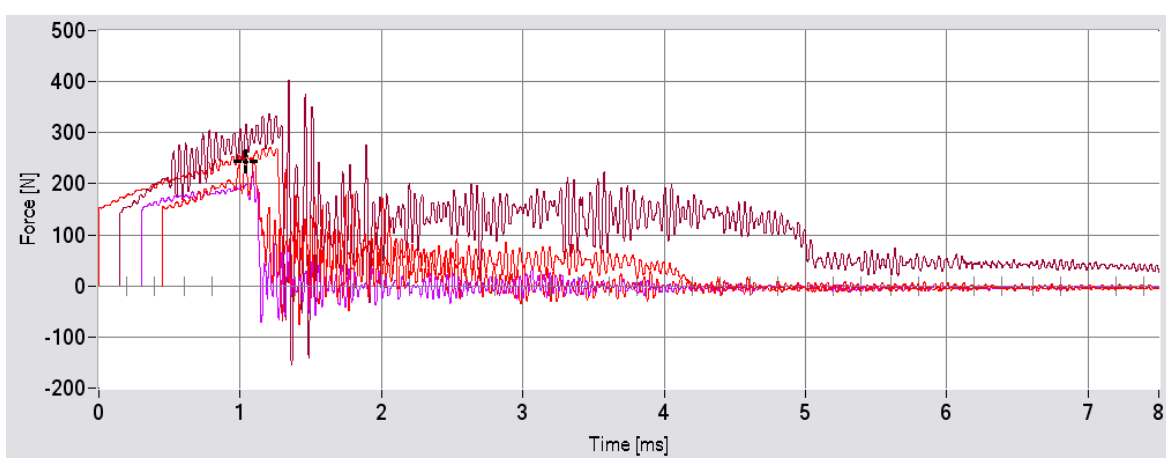
Obr. 107 CEAST Resil Impactor Junior během rázové zkoušky



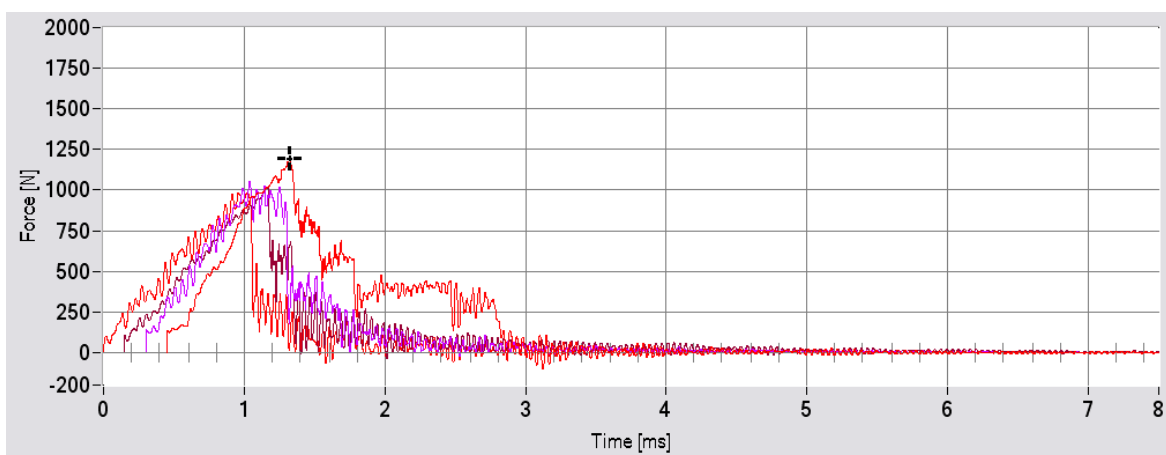
Obr. 108 CEAST Resil Impactor Junior průběh rázové zkoušky



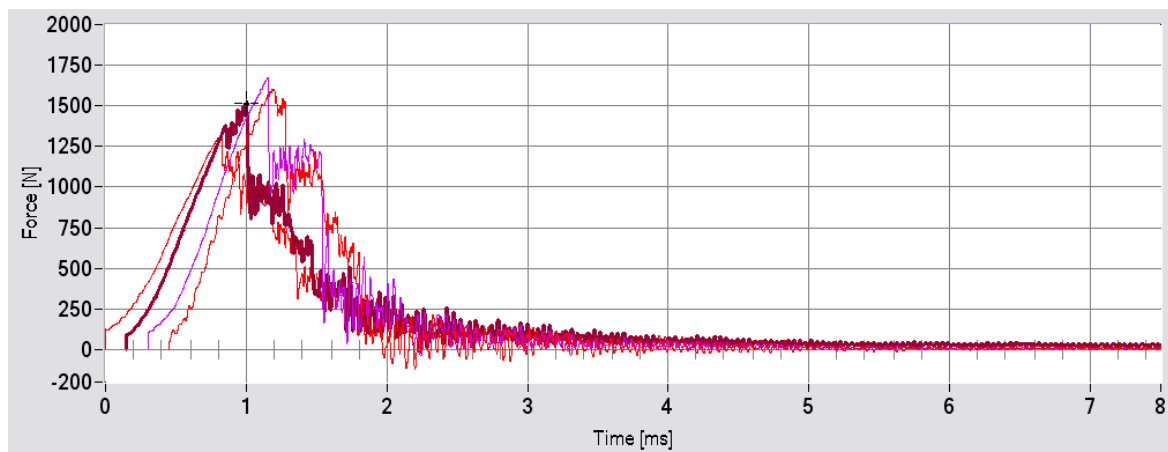
Obr. 109 Zkušební vzorek 15 x 50 x 0,5 mm pro rázovou zkoušku



Graf. 12 Průběh rázové zkoušky pásku o síle 0,5 mm



Graf. 13 Průběh rázové zkoušky pásku o síle 0,95 mm



Graf. 14 Průběh rázové zkoušky pásku o síle 1,13 mm

12.6 Příprava zkušebních vzorků

Zkušební vzorky byly připraveny z ráfků běžně dodávaných do České republiky.



Obr. 110 Karbonový ráfek Remerx Saw 38, asijské výroby k otestování vzorek č. 1



Obr. 111 Karbonový ráfek asijské výroby k otestování vzorek č. 2



Obr. 112 Karbonový ráfek asijské výroby k otestování vzorek č. 3



Obr. 113 Karbonový ráfek americké výroby vzorek č. 4

12.7 Tlaková ohybová zkouška

Tlaková zkouška byla prováděna na univerzální testovací stroj Zwick Roell 1456, testovány byly ráfky z prototypové formy a použité ráfky, které byly vyrobeny ve Spojených státech amerických a Asii, pro společnosti American classic a Remerx a další, které se prodávají v České republice.



Obr. 114 Příprava prototypu k rozřezání pro tlakovou zkoušku



Obr. 115 Zkušební vzorky pro tlakovou zkoušku z prototypu



Obr. 116 Zkušební vzorky pro tlakovou zkoušku z použitých ráfků č.1



Obr. 117 Zkušební vzorky pro tlakovou zkoušku z použitých ráfků č.2



Obr. 118 Zkušební vzorky pro tlakovou zkoušku z použitých ráfků č.3



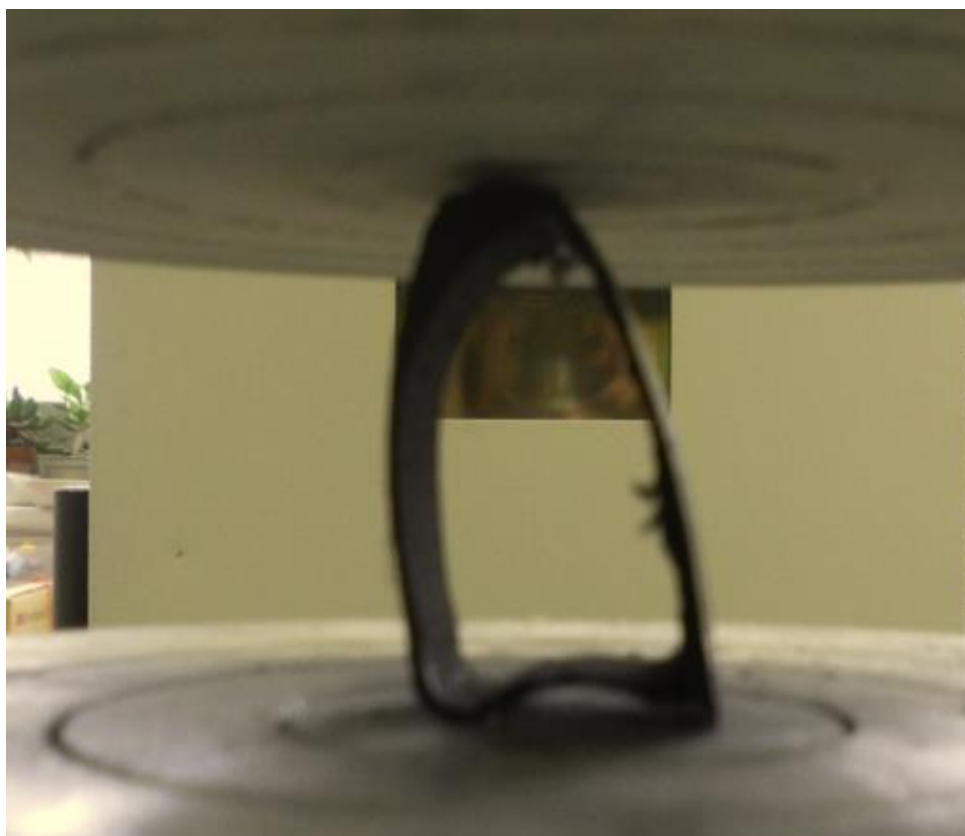
Obr. 119 Zkušební vzorky pro tlakovou zkoušku z použitých ráfků č.4



Obr. 120 Čelní pohled na použité ráfky č. 1, 2, 3 a 4



Obr. 121 Horní pohled na použité ráfky č. 1, 2, 3 a 4



Obr. 122 Zkušební prototypový vzorek před tlakovou zkouškou



Obr. 123 Zkušební prototypový vzorek při tlakové zkoušce



Obr. 124 Detail zkušebního prototypového vzorku při tlakové zkoušce



Obr. 125 Průběh zatěžování prototypového vzorku při tlakové zkoušce

12.7.1 Vyhodnocení tlakových zkoušek

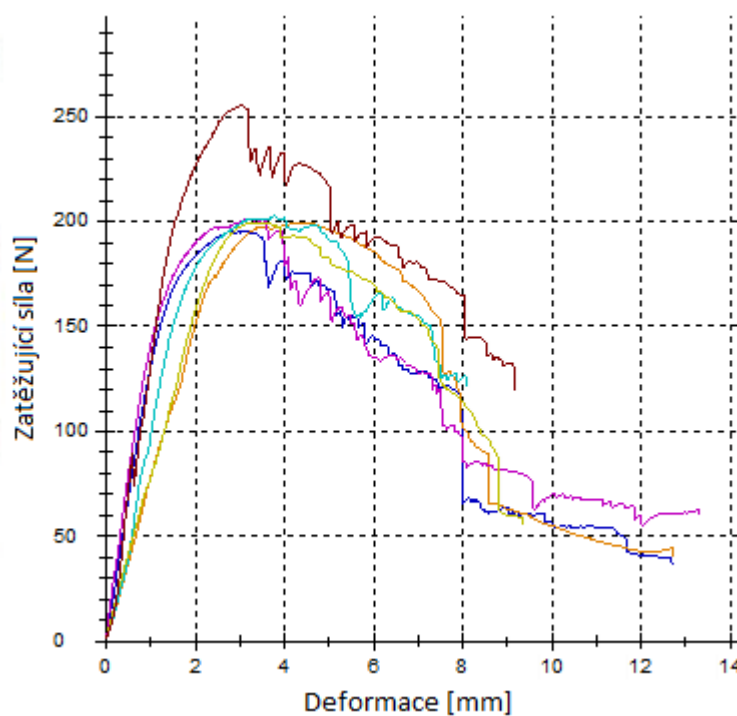
Prototyp ráfku odpovídá hodnotám již používaných ráfků.

Tab. 16 Vyhodnocení mediánu hodnot pro prototyp a vzorky č. 1, 2, 3, a 4

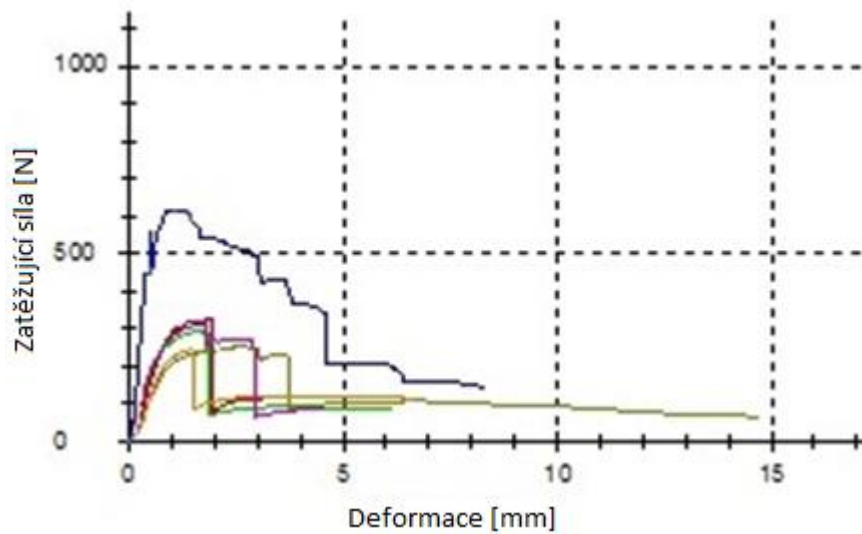
Číslo vzorku	E	F _{max}	Wσ _{max}
jednotka	[GPa]	[N]	[N. mm]
prototyp	2,47	200,5	495,715
č. 1	14,2	316	405,02
č. 2	21,9	494	149,25
č. 3	1,02	401	670,5
č. 4	21,7	355	242,95

12.7.2 Výsledky testů

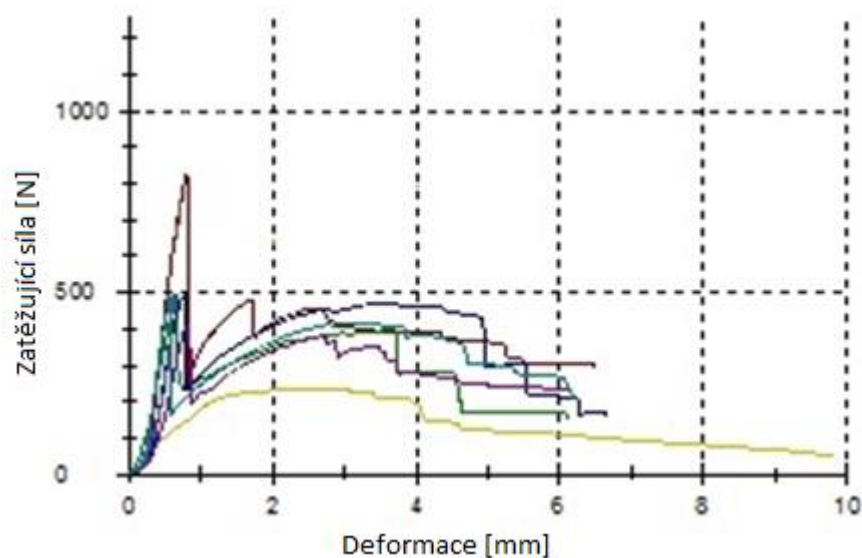
V programu TextXpert II byly získány grafy závislosti napětí σ [MPa] na poměrné deformaci ε [%]. Dále program vyhodnotil průměrnou hodnotu \bar{x} a směrodatnou odchylku s . Měření proběhlo za pokojové teploty 22 °C.



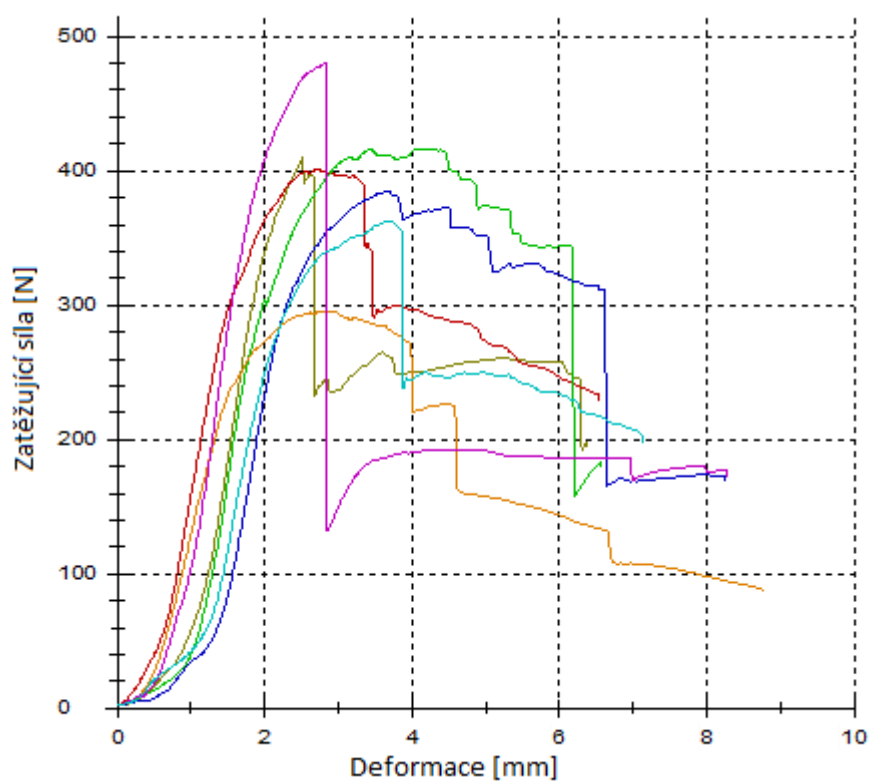
Graf. 15 Průběh zatěžování prototypu do prasknutí



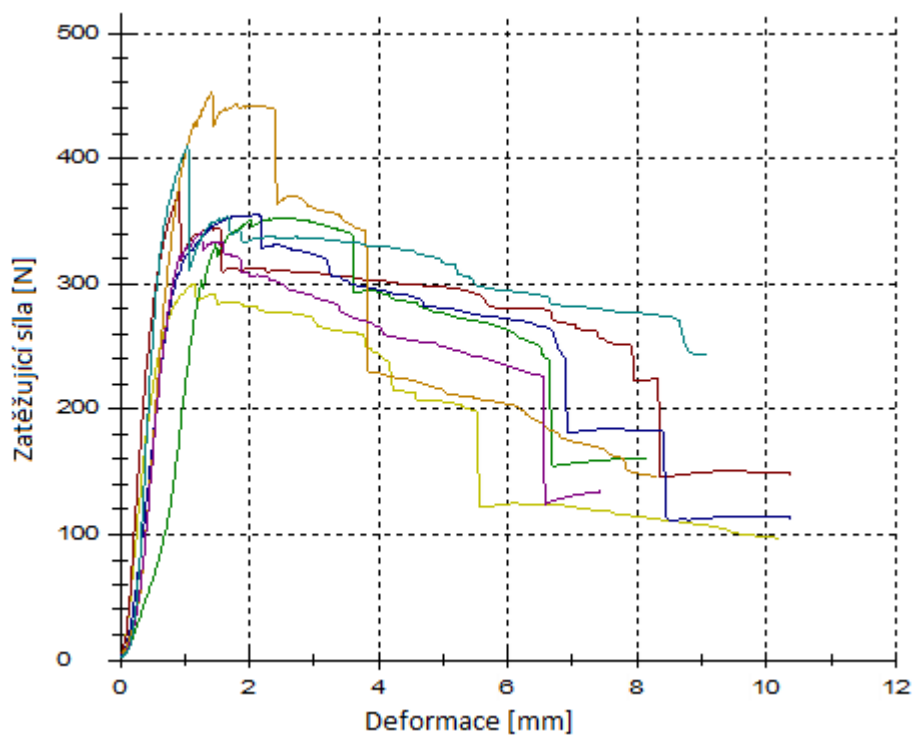
Graf. 16 Průběh zatěžování do prasknutí zkušebního vzorku č. 1



Graf. 17 Průběh zatěžování do prasknutí zkušebního vzorku č. 2

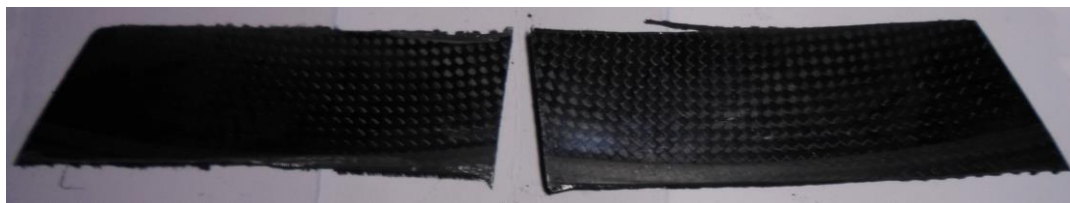


Graf. 18 Průběh zatěžování do prasknutí zkušebního vzorku č. 3



Graf. 19 Průběh zatěžování do prasknutí zkušebního vzorku č. 4

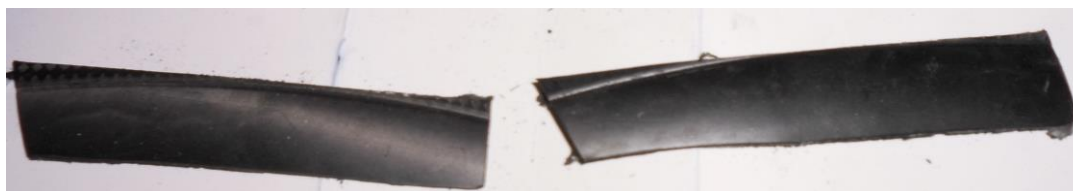
12.8 Příprava vzorků pro Impact test



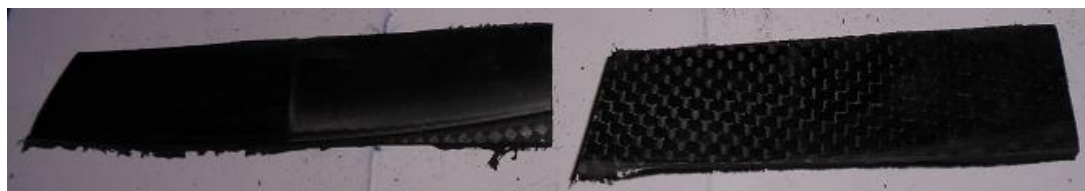
Obr. 126 Zkušební vzorky č. 1 a 2 pro Impact test



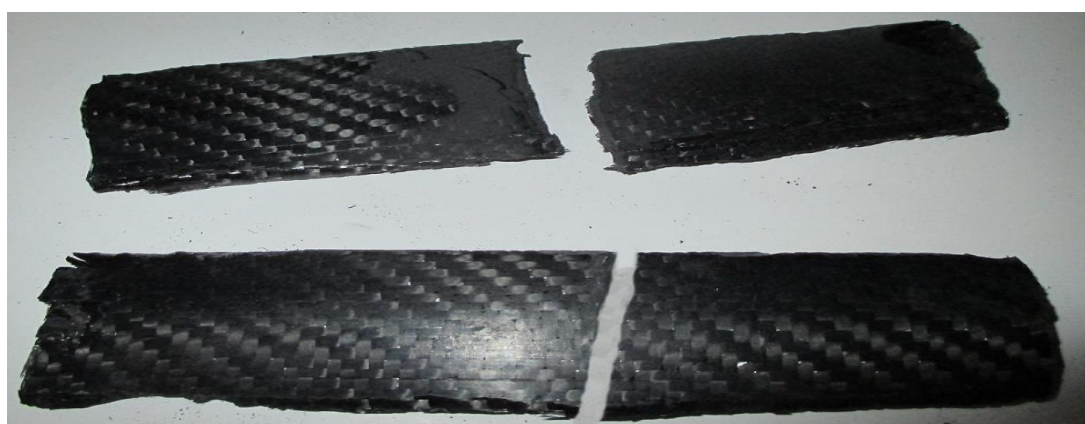
Obr. 127 Zkušební vzorky č. 3 a 5 pro Impact test



Obr. 128 Zkušební vzorky č. 4 a 6 pro Impact test



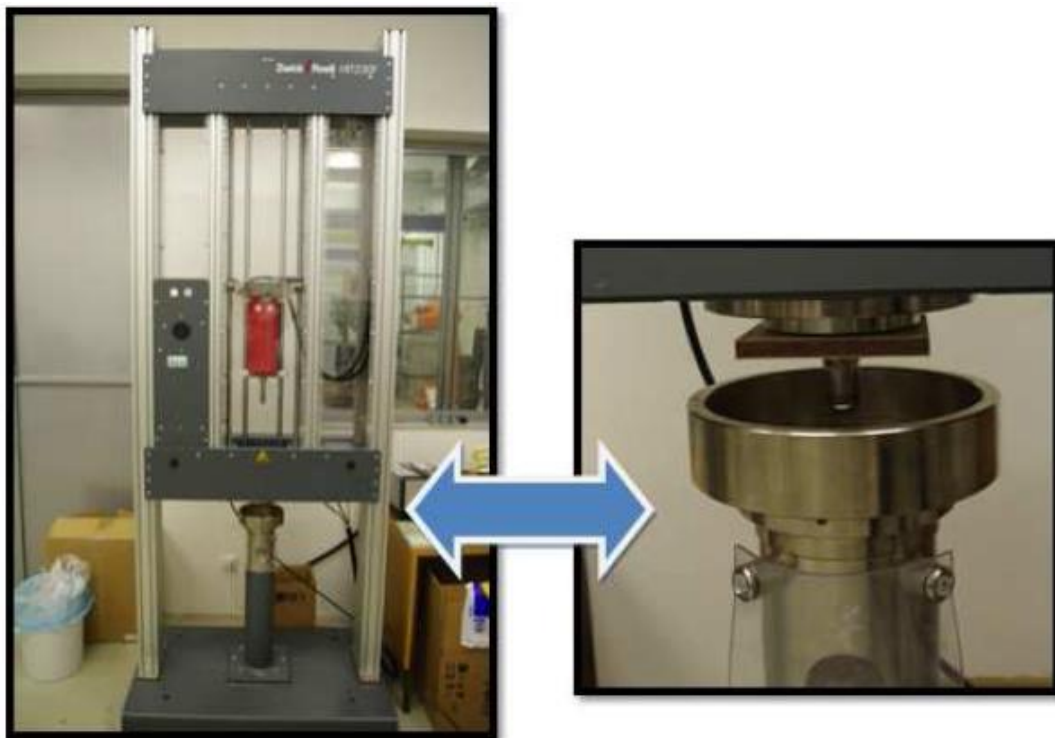
Obr. 129 Zkušební vzorky č. 7 a 8 pro Impact test



Obr. 130 Zkušební vzorky z prototypu pro Impact test

12.8.1 Vyhodnocení Impact testu

Impact testy byly prováděny na padostroji vyrobeném společností Zwick Roell HIT 230 F.



Obr. 131 Padostroj společnosti Zwick Roell HIT 230 F [31]



Obr. 132 Zkušební vzorky č. 1 až 8 po Impact testu

Tab. 17 Rozdělení vzorků č. 1, 2, 3, a 4 při Impact testu

Zkušební vzorek	Číslo vzorku z Impact testu
č. 1	3 a 5
č. 2	7 a 8
č. 3	4 a 6
č. 4	1 a 2



Obr. 133 Zkušební série prototypu po Impact testu

12.8.2 Vyhodnocení výsledků testů

V programu TextXpert II byly získány grafy závislosti napětí σ [MPa] na poměrné deformaci ε [%]. Dále program vyhodnotil průměrnou hodnotu \bar{x} a směrodatnou odchylku s . Měření proběhlo za pokojové teploty 22 °C. Výška pádu 440 [mm].

Tab. 18 Vyhodnocení hodnot pro vzorky č. 1

Zkušební vzorek č. 1	Teoretická nárazová rychlost	Celková hmotnost	Jmenovitá energie	Fmax	Sm	Wm	V{lo Begin}	V{lo End}	Pokles rychlosti	lp	Fp	Ep	W{lo konec}
n=2	m/s	kg	J	N	mm	J	m/s	m/s	%	mm	N	J	J
{ol x}	2,94	23,2	100	1331	9,24	6,69	2,93	2,84	3,28	10,8	666	8,32	10,7
s	0	0	0	84,2	3,08	2,83	0	0,03	1,3	4,85	42,1	4,62	2,56
{ny}	0	0	0	6,33	33,3	42,3	0,15	1,19	39,5	44,9	6,33	55,6	23,9

Tab. 19 Vyhodnocení hodnot pro zkušební vzorky č. 2

Zkušební vzorek č. 2	Teoretická nárazová rychlost	Celková hmotnost	Jmenovitá energie	Fmax	Sm	Wm	V{lo Begin}	V{lo End}	Pokles rychlosti	lp	Fp	Ep	W{lo konec}
n=2	m/s	kg	J	N	mm	J	m/s	m/s	%	mm	N	J	J
{ol x}	2,94	23,2	100	1648	8,08	7,94	2,94	2,77	5,77	10,8	824	11,2	15,6
s	0	0	0	133	1,44	2,96	0	0,09	3,02	2,61	66,7	4,77	6,71
{ny}	0	0	0	8,1	17,9	37,3	0,06	3,14	52,3	24,2	8,1	42,5	42,9

Tab. 20 Vyhodnocení hodnot pro zkušební vzorky č. 3

Zkušební vzorek č. 3	Teoretická nárazová rychlost	Celková hmotnost	Jmenovitá energie	Fmax	Sm	Wm	V{lo Begin}	V{lo End}	Pokles rychlosti	Ip	Fp	Ep	W{lo konec}
n=2	m/s	kg	J	N	mm	J	m/s	m/s	%	mm	N	J	J
{ol x}	2,94	23,2	100	1416	11	9,18	2,93	2,82	3,94	12,2	708	10,6	12,6
s	0	0	0	83,6	4,49	3,11	0,01	0,05	1,39	5,29	41,8	3,99	2,05
{ny}	0	0	0	5,91	41	33,9	0,24	1,68	35,2	43,4	5,91	37,7	16,4

Tab. 21 Vyhodnocení hodnot pro zkušební vzorky č. 4

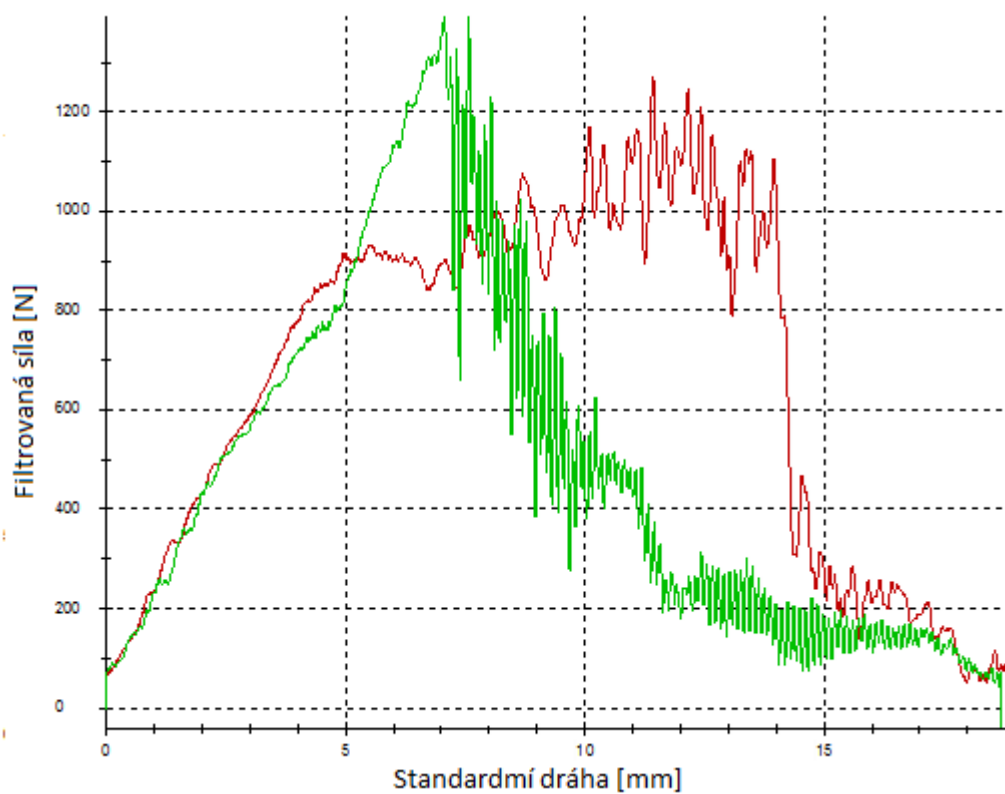
Zkušební vzorek č. 4	Teoretická nárazová rychlost	Celková hmotnost	Jmenovitá energie	Fmax	Sm	Wm	V{lo Begin}	V{lo End}	Pokles rychlosti	Ip	Fp	Ep	W{lo konec}
n=2	m/s	kg	J	N	mm	J	m/s	m/s	%	mm	N	J	J
{ol x}	2,94	23,2	100	1649	4,25	3,46	2,93	2,83	3,33	7,06	825	7,07	11
s	0	0	0	83	1,3	1,55	0,01	0,01	0,77	1,02	41,5	1,63	1,65
{ny}	0	0	0	5,03	30,5	44,7	0,38	0,42	23,1	14,4	5,03	23	15

Tab. 22 Vyhodnocení hodnot pro prototyp

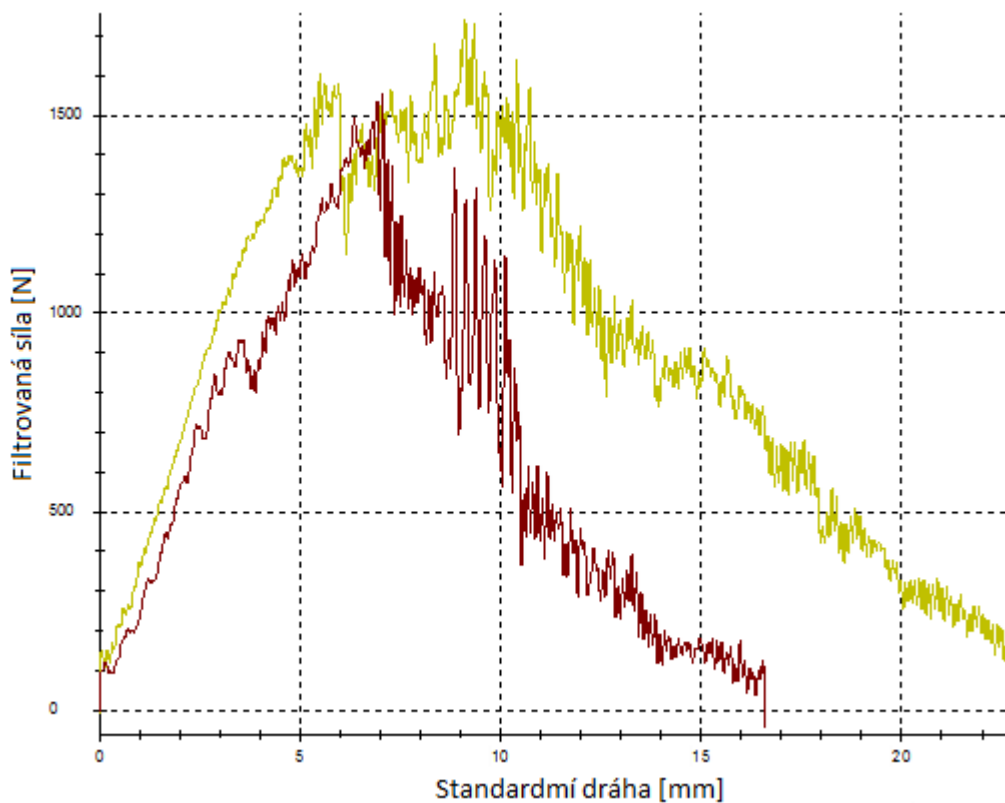
Prototyp	Teoretická nárazová rychlost	Celková hmotnost	Jmenovitá energie	Fmax	Sm	Wm	V{lo Begin}	V{lo End}	Pokles rychlosti	Ip	Fp	Ep	W{lo konec}
n=4	m/s	kg	J	N	mm	J	m/s	m/s	%	mm	N	J	J
{ol x}	2,94	23,2	100	1881	6,07	7,07	2,92	2,75	5,56	8,42	941	11,6	16,7
s	0	0	0	457	2,28	4,44	0,01	0,18	5,73	5,38	228	11,4	13,4
{ny}	0	0	0	24,3	37,5	62,9	0,44	6,48	103	63,8	24,3	98,5	80,4

Tab. 23 Vyhodnocení hodnot pro všechny testované vzorky

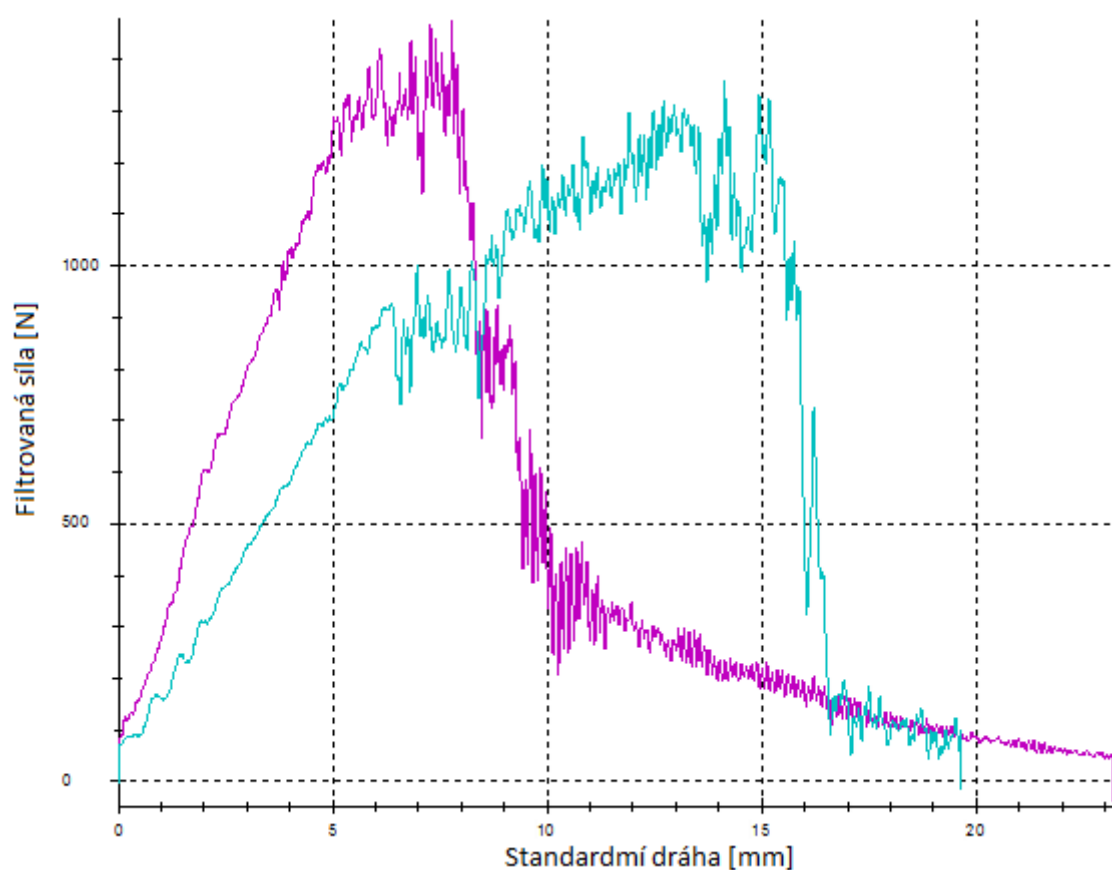
x _i	Fmax	Sm	Wm	V{lo Begin}	V{lo End}	Pokles rychlosti	Ip	Fp	Ep	W{lo konec}
Vzorek	N	mm	J	m/s	m/s	%	mm	N	J	J
č. 1	1330,99	9,24	6,69	2,93	2,84	3,28	10,81	665,5	8,32	10,71
č. 2	1647,67	8,08	7,94	2,94	2,77	5,77	10,77	823,84	11,24	15,63
č. 3	1415,98	10,95	9,18	2,93	2,82	3,94	12,2	707,99	10,57	12,55
č. 4	1649,39	4,25	3,46	2,93	2,83	3,33	7,06	824,7	7,07	11,03
Prototyp	1881,25	6,07	7,07	2,92	2,75	5,56	8,42	940,62	11,55	16,66



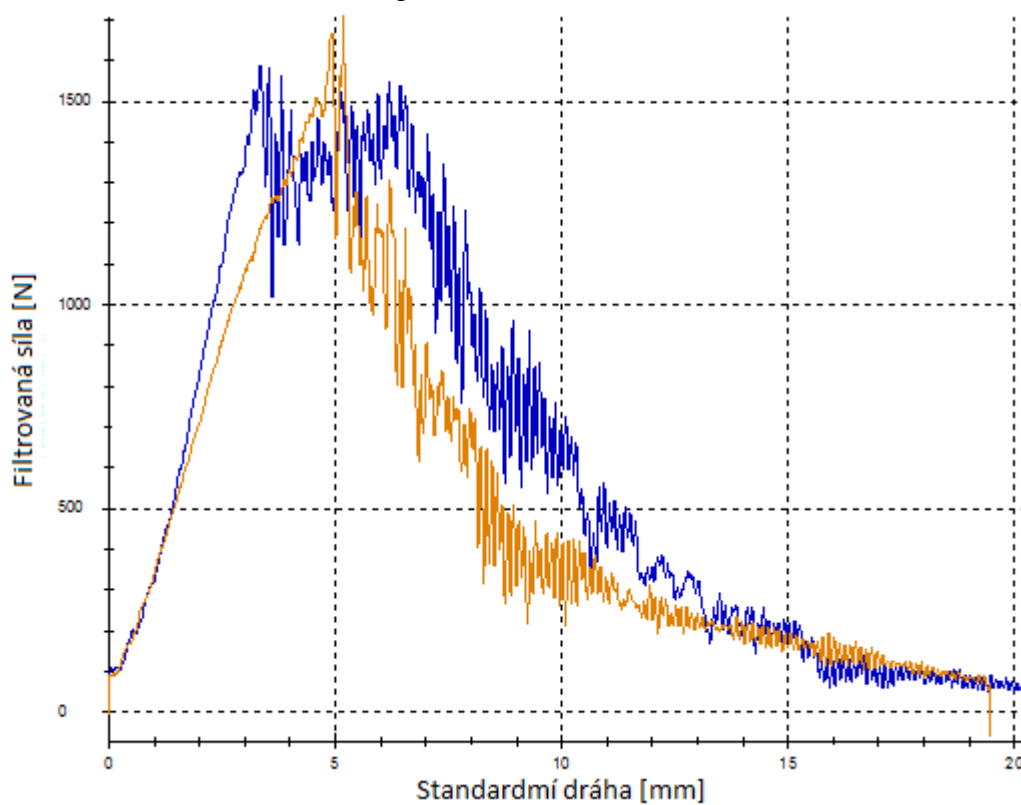
Graf. 20 Průběh Impact testu u zkušební série vzorku č. 1



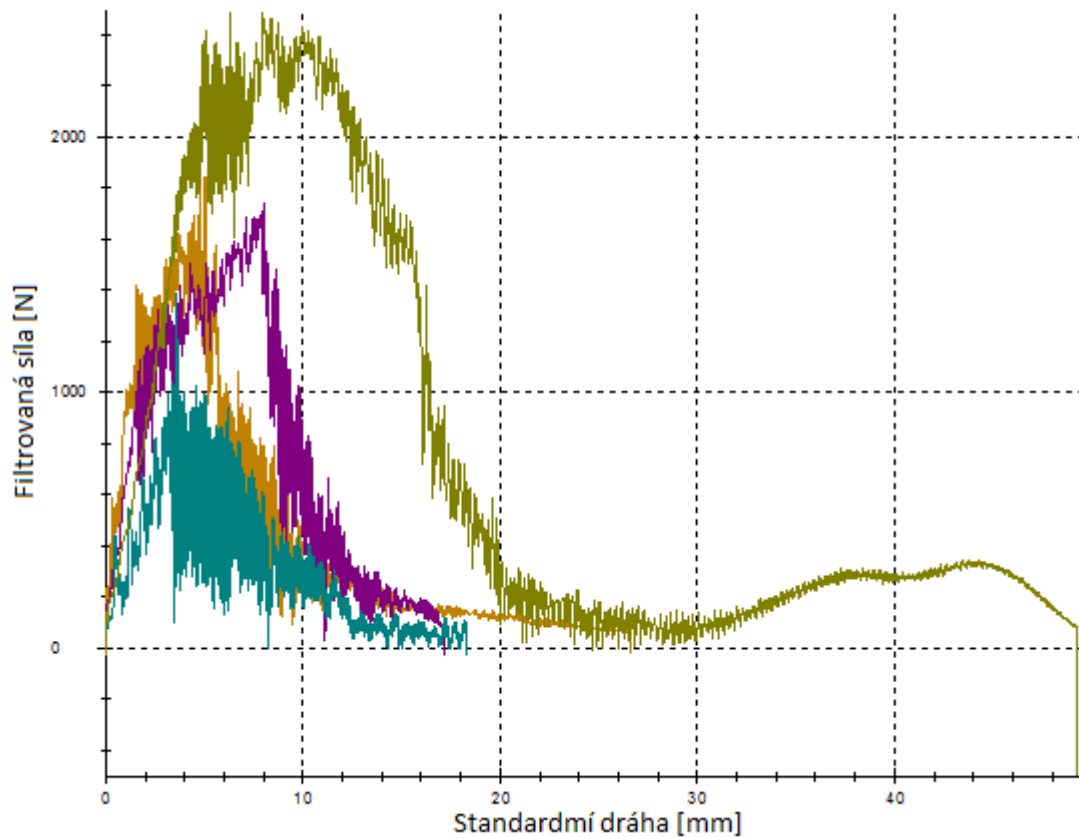
Graf. 21 Průběh Impact testu u zkušební série vzorku č. 2



Graf. 22 Průběh Impact testu u zkušební série vzorku č. 3



Graf. 23 Průběh Impact testu u zkušební série vzorku č. 4



Graf. 24 Průběh Impact testu u série prototypu













U zkušebních vzorků č. 1, 2, 3 a 4 obsahovala série dva kusy, u prototypové série čtyři kusy. Výsledné hodnoty se u jednotlivých vzorků v sérii významně liší, což bylo způsobeno tím, že jednotlivé vzorky nebyly stejného rozměru a tloušťka stěn ráfků nebyla u jednotlivých sérií zcela shodná.

13 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Jak již bylo zmíněno dříve, jsou ráfky z uhlíkových vláken cenově nákladné oproti stávajícím duralovým a ocelovým ráfkům.

13.1 Duralový ráfek

Duralové ráfky lze zakoupit v ceně začínající od desítek až po tisíce korun českých.

<p>Ráfek Remerx Well 559x19, 32 děr, bílý</p>  <p>245 Kč včetně PHE a DPH 2 - 4 dny</p> <p>přidat do košíku</p> <p>Ráfek Remerx Well 559x19, 32 děr, bílý. Soustružené brzdné plochy, jednonýt, bílý elox....</p>	<p>Ráfek Remerx Better 559x19, 36 děr, černý</p>  <p>262 Kč včetně PHE a DPH 2 - 4 dny</p> <p>přidat do košíku</p> <p>Ráfek Remerx Better 559x19, 36 děr, černý...</p>	<p>Ráfek Remerx Tubular 559x23, 24 děr, černý</p>  <p>692 Kč včetně PHE a DPH 2 - 4 dny</p> <p>přidat do košíku</p> <p>Ráfek Remerx Tubular 559x23, 24 děr, černý. Pro diskové brzdy, jednonýt....</p>
<p>Ráfek Remerx Alcyon 622x14, 20 děr, černý</p>  <p>502 Kč včetně PHE a DPH 2 - 4 dny</p> <p>přidat do košíku</p> <p>Ráfek Remerx Alcyon 622x14, 20 děr, soustružené brzdné plochy, jednonýt, černý...</p>	<p>Ráfek Remerx Tubular 559x23, 28 děr, bílý</p>  <p>388 Kč včetně PHE a DPH 2 - 4 dny</p> <p>přidat do košíku</p> <p>Ráfek Remerx Tubular 559x23, 28 děr, pro diskovou brzdou, jednonýt, bílý...</p>	<p>Ráfek Remerx Tubular 559x23, 28 děr, černý</p>  <p>665 Kč včetně PHE a DPH 2 - 4 dny</p> <p>přidat do košíku</p> <p>Ráfek Remerx Tubular 559x23, 28 děr, pro diskovou brzdou, jednonýt, černý...</p>
<p>Ráfek Remerx Alcyon 622x14, 24 děr, černý</p>  <p>461 Kč včetně PHE a DPH 2 - 4 dny</p> <p>přidat do košíku</p> <p>Ráfek Remerx Alcyon 622x14, 24 děr, soustružené brzdné plochy, jednonýt, černý...</p>	<p>Ráfek Remerx Rapid 622x15, 24 děr, černý</p>  <p>396 Kč včetně PHE a DPH 2 - 4 dny</p> <p>přidat do košíku</p> <p>Ráfek Remerx Rapid 622x15, 24 děr, soustružené brzdné plochy, černý...</p>	<p>Ráfek Remerx Sunbow 622x13, 32 děr, černý</p>  <p>466 Kč včetně PHE a DPH 2 - 4 dny</p> <p>přidat do košíku</p> <p>Ráfek Remerx Sunbow 622x13, 32 děr. Soustružené brzdné plochy, jednonýt, černý elox....</p>
<p>Ráfek Remerx Eagle 559x16, 32 děr, černý</p>  <p>494 Kč včetně PHE a DPH 2 - 4 dny</p> <p>přidat do košíku</p> <p>Ráfek Remerx Eagle 559x16 RMX 7217, 32 děr. Soustružené brzdné plochy, dvou nýt, černý elox....</p>	<p>Ráfek Remerx Taurus 622x14, 32 děr, stříbrný</p>  <p>296 Kč včetně PHE a DPH 2 - 4 dny</p> <p>přidat do košíku</p> <p>Ráfek Remerx Taurus 622x14, 32 děr. Soustružené brzdné plochy, stříbrný elox....</p>	<p>Ráfek Remerx Natural 203x21, 16 děr</p>  <p>57 Kč včetně PHE a DPH 2 - 4 dny</p> <p>přidat do košíku</p> <p>Jednostěnný ráfek Remerx Natural 203x21, 16 děr, vyráběný z materiálu s vylepšenými charakteristikami....</p>

Obr. 134 Přehled cen duralových ráfků [38]

13.2 Karbonový ráfek

Karbonové ráfky lze zakoupit od čtyř do třiceti tisíc korun českých.

 <p>přední EASTON EA70XC od 4 000 Kč (3 e-shopy) ☆☆☆☆☆ <input type="checkbox"/> Uložit ke srovnání</p>	 <p>EASTON EA70 přední od 4 000 Kč (1 e-shop) ☆☆☆☆☆ <input type="checkbox"/> Uložit ke srovnání</p>	 <p>Easton EA70 X FRNT BLKC9x100 4 300 Kč (Veloservis Pešek a syn) ☆☆☆☆☆ <input type="checkbox"/> Uložit ke srovnání</p>	 <p>EASTON Zapletená kola Vista SL Road 5 990 Kč (Mojekolo.cz) ☆☆☆☆☆ <input type="checkbox"/> Uložit ke srovnání</p>
 <p>EASTON EA70 SL Front 700C AM 14 6 000 Kč (Progress Cycle) ☆☆☆☆☆ <input type="checkbox"/> Uložit ke srovnání</p>	 <p>EASTON Zapletená kola AERO Road 6 290 Kč (Mojekolo.cz) ☆☆☆☆☆ <input type="checkbox"/> Uložit ke srovnání</p>	 <p>zadní EASTON EA70XC od 6 371 Kč (2 e-shopy) ☆☆☆☆☆ <input type="checkbox"/> Uložit ke srovnání</p>	 <p>přední EASTON EA70XCT od 6 490 Kč (2 e-shopy) ☆☆☆☆☆ <input type="checkbox"/> Uložit ke srovnání</p>

Obr. 135 Přehled cen karbonových ráfků [39]

ZÁVĚR

Teoretická část je věnována kompozitním materiálům, jejich rozdělení, využití a následné recyklaci, zejména z uhlíkových vláken, tj. karbonovým kompozitům, ale také skelným, rovingovým, hybridním a aramidovým vláknům, tkaninám a prepregům.

Jsou zde popsány stávající ráfky závodních kol, které v České republice vyrábí společnost Remerx s.r.o. a jiných výrobců ze slitin hliníku, jejich vlastnosti, konstrukční řešení s návrhem ekvivalentního materiálu pro jejich výrobu.

Obsahuje také výsledky z provedených rešerší v databázích duševního vlastnictví Evropského patentového úřadu, Úřadu průmyslového vlastnictví České republiky a Úřadu pro harmonizaci ve vnitřním trhu. Relevantní výsledky byly využity při návrhu tvaru profilu ráfku, prototypové formy a postupu pro výrobu segmentu ráfku, rešerše je v příloze této diplomové práce.

Součástí je také rešerše v internetových stránkách, která mi pomohla při provádění rešerše chráněných technických a designových řešení.

V praktické části byl podle stavu techniky, určeného z rešerší, navržen tvar profilu ráfku.

Prototypová forma segmentu ráfku byla vyrobena ze slitin hliníku, přičemž materiál formy pro zhotovení celého ráfku navrhuji nástrojovou ocel třídy 19.

Pro výrobu segmentu ráfku byl jako materiál doporučen a užit prepreg, jednak z důvodu příznivého kopírování stěn formy, při použití rozfukovací fólie, ale také pro zjednodušení výroby a zkrácení pracovních a strojních časů.

Jednotlivé části ráfku mají rozdílnou tloušťku, z důvodu různého namáhání ráfku během provozu. Dále byly vyrobeny vzorky materiálu pro testování o síle 0,5 mm, 0,95 mm a 1,13 mm. Následně otestovány na tah, ohyb, ráz a průraz. V prototypové formě byly vyrobeny segmenty ráfku, na vtlačení prepregu do formy byla použita duše na místo rozfukovací fólie, vzhledem k tomu, že duše neměla potřebný tvar, měl segment ráfku snahu nevyplnit obvodovou část formy, ale vnitřní část resp. dutinu. Z tohoto důvodu je navržen rozfukovací rukávec ve tvaru trojúhelníku, který dalekolépe bude kopírovat tvar formy.

Vylisované prototypové segmenty ráfku byly otestovány na vytržení špice. Prototypový ráfek odolal vytržení špice, přičemž došlo k přetržení špice. Dále byl prototypový ráfek testován na zatížení tlakem.

Prototypový ráfek byl testován tlakovou zkouškou, pro porovnání výsledků byly testovány i stávající ráfky výrobců ze Spojených států amerických a Asie, které se běžně prodávají v České republice. Vzhledem k různým konstrukcím a výrobním vadám, což se projevilo především v tloušťce stěn profilu ráfků a počtu vrstev prepregu, nelze tedy s jistotou určit nejlepší typ ze zkoušených ráfků, což je patrné z naměřených hodnot, které se značně liší. Svou roli zde hraje i kvalita zalisování, počet dutin a přelisů a nedokonalost zpracování ráfků samotných.

Praktická část dále obsahuje návrh formy pro výrobu ráfku s vyhříváním pomocí odporového drátu s několika možnostmi jeho vedení z vnější strany formy. Pro finální vrstvu ráfku je doporučen produkt společnosti Basler Lacke, která se specializuje na výrobu vysoce kvalitních dvoukomponentních nátěrů, které jsou aplikovány na kompozitní materiály. Po aplikaci lakovacího systému od této firmy je povrch kompozitu chemicky odolný, odolný proti UV záření a mechanickému poškození.

V porovnání vlastností prototypového ráfku se stávajícími ráfkami, prototypový ráfek obstál. Průběh zatížení se sice liší, ale to je způsobeno tím, že stávající ráfky i prototyp mají nedokonalosti, ve smyslu nestejně vrstvy v celém průřezu stěny.

Výhodou konstrukce resp. profilu prototypového ráfku je především různá tloušťka stěn profilu ráfku, což umožní odlehčení ráfku o 20 až 30% z celkové hmotnosti, hmotnost předního zapleteného kola by tak mohla být 500 gramů a hmotnost zadního zapleteného kola 800 gramů, celkem tedy 1300 gramů. Např. zapletená kola Shimano SH-WHR 501 – 30 mm má pár hmotnost 2001 g, WTB Speed TCS ALL Mountain 622 má pár hmotnost 2237 g.

Důraz byl kladen především na mechanické vlastnosti, resp. odolnost proti proražení nebo poškození ráfku, ale také na jeho hmotnost, nyní lze říci, že konstrukce a materiálové složení ráfku byli navrženy vhodně, což plyne z výsledných hodnot ze všech zkušebních testů. Další snižování hmotnosti lze u nábojů např. plastovými ložisky, popř. odlehčením konstrukce náboje.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] EHRENSTEIN, Gottfried W. *Polymerní kompozitní materiály*. V ČR 1. vyd. Praha: Scientia, 2009, 351 s. ISBN 978-80-86960-29-6.
- [2] Výroba karbonových kompozitů. TECHNOFIBER S.R.O. [online]. [cit. 2014-01-01]. Dostupné z: <<http://www.technofiber.cz/karbon.cz.html>>
- [3] Kompozitní profily. 5M. 5M [online]. 2012 [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <<http://www.5m.cz/cz/kompozitni-profilu/>>
- [4] SÝKORA, Radek. *Obrábění kompozitních materiálů* [online]. Plzeň, 2012 [cit. 2014-03-01]. Bakalářská práce. Dostupné z: <<https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/2606/bakalarska%20prace.pdf?sequence=1>>
- [5] HEXCEL. *Prepreg Technology* [online]. 2013 [cit. 2014-01-01]. Dostupné z: <http://hexcel.com/Resources/DataSheets/Brochure-Data-Sheets/Prepreg_Technology.pdf>
- [6] Remerx. *Remerx* [online]. [cit. 2014-01-01]. Dostupné z: <http://www.remerx.cz/>
- [7] Prepregy. BOKATECH, s.r.o. [online]. 2012. vyd. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <<http://www.bokatech.cz/produkty/prepregy/>>
- [8] LIPTÁKOVÁ, Tatiana, Pavol ALEXÝ, Ernest GONDÁR a Viera KHUNOVÁ. ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE. *Polymérne konštrukčné materiály*. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2012. ISBN 978-80-554-0505-6.
- [9] Výroba pohledových dílů z polymerů vyztužených uhlíkovými vlákny. In: PANCL, Ondřej a Jan SUCHÁNEK. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 2010 / 11. 2010, 18.11.2010 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/vyroba-pohledovych-dilu-z-polymeru-vyztuzenych-uhlikovymi-vlakny.html>>
- [10] ŠUBA, Oldřich. *Dimenzování a navrhování výrobků z polymerů*. Vyd. 3. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 112 s. ISBN 978-80-7318-948-8.
- [11] MARIO, Maggiolan. CAMPAGNOLO SRL. *Způsob výroby ráfku kola bicyklu, zařízení pro provádění tohoto způsobu a ráfek kola bicyklu získaný podle tohoto způsobu* [patent]. Itálie. Příhláška vynálezu, CZ 2002-513. Dostupné z: <http://spisy.upv.cz/Applications/2002/PPVCZ2002_0513A3.pdf>

- [12] MORENO, Fioravanti. VUELTA INTERNAT S P A. *SELF-VENTILATING WHEEL RIM, PARTICULARLY FOR RACING AND MOUNTAIN BICYCLES* [patent]. Itálie. Přihláška vynálezu, WO2004091937. Dostupné z:
<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20041028&CC=WO&NR=2004091937A1&KC=A1>
- [13] TU, Jibing. KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY. *Bicycle rim* [patent]. Čína. Přihláška vynálezu, CN201300664. Dostupné z:
<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20090902&CC=CN&NR=201300664Y&KC=Y>
- [14] TU, Jibing. KUNSHAN HENRY METAL TECH CO. *Rim connecting structure* [patent]. Čína. Patent, CN202911455. Uděleno 1.5.2013. Dostupné z:
<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20130501&CC=CN&NR=202911455U&KC=U>
- [15] TU, Jibing. KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY CO., LTD. *Bicycle wheel rim with V-shaped cross section* [patent]. Čína. Patent, CN201366904. Uděleno 23.12.2009. Dostupné z:
<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20091223&CC=CN&NR=201366904Y&KC=Y>
- [16] JINGSHAN. XIAMEN HONGJI WEIYE INDUSTRIAL CO., LTD, ; WANG, JINGSHAN. *CARBON FIBER RIM WITH AN IMPROVED STRUCTURE* [patent]. Čína. Přihláška vynálezu, WO2011140826. Dostupné z:
<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20111117&CC=WO&NR=2011140826A1&KC=A1>
- [17] QIU, Zhangxun a LIN. ZHANGXUN QIU. *Bicycle rim structure manufactured with carbon fiber knit material and method thereof* [patent]. Čína. Přihláška vynálezu, CN101269611. Dostupné z:
<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=CN&NR=101269611A&KC=A&FT=D&ND=3&date=20080924&DB=EPODOC&locale=en_EP>

- [18] LI MU RONG. *Method for assembling plastic bicycle wheel especially with carbon fibre reinforcement has a modular design with interlocking rim segments held by an outer wheel rim* [patent]. Tajvan (Německo). Patent, DE202005006589. Uděleno 27.10.2005. Dostupné z:
<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20050922&CC=DE&NR=202005006589U1&KC=U1>
- [19] ARREDONDO, Rene. *Wheel for bicycles and method of producing* [patent]. Spojené státy americké. Patent, US5246275. Uděleno 21.9.1993. Dostupné z:
<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=19930921&CC=US&NR=5246275A&KC=A>
- [20] SCHIERS, Jason. EDGE COMPOSITES LLC. *ADVANCED COMPOSITE RIM HAVING MOLDED IN SPOKE HOLES* [patent]. Spojené státy americké. Přihláška vynálezu, US 2013056136. Dostupné z:
<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20130307&CC=US&NR=2013056136A1&KC=A1>
- [21] MERCAT a SAILLET. MAVIC S A S. *Rim or rim portion made of a composite material* [patent]. Francie. Přihláška vynálezu, EP2407319A1. Dostupné z:
<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20120118&CC=EP&NR=2407319A1&KC=A1>
- [22] CELESTINO, Pego. A.J. MAIAS, LDA. *Bicycle wheel rim profiles* [patent]. Portugalsko. Průmyslový vzor Společenství, 31992-0001. Uděleno 28.5.2003. Dostupné z:
<<https://oami.europa.eu/eSearch/#details/designs/000031992-0001>>
- [23] ŠAMAN, Otto. *Ráfek obruče jízdních kol*. Československo. Průmyslový vzor, 15809. Uděleno 22.12.1984.
- [24] Enve představuje UST karbonové ráfky. In: GLADIŠ, Tomáš. [online]. 2011 [cit. 2014-01-01]. Dostupné z: <<http://mtbs.cz/clanek/enve-predstavuje-ust-karbonove-rafky/kategorie/tech-news>>
- [25] Americká kola pro české silnice. In: [online]. [cit. 2014-01-01].

- Dostupné z: <<http://www.triatlet.cz/4163-rolf-prima-americka-kola-pro-ceske-silnice.html>>
- [26] Karbonová kola na hranici kilogramu?. In: [online]. 2010 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <<http://bikestream.cz/technika-recenze/593-karbonova-kola-na-hranici-kilogramu.html>>
- [27] DT Swiss EXC 1550 Carbon All-Mountain wheels - Previewed. In: [online]. 2010 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <<http://www.pinkbike.com/news/DT-Swiss-EXC-1550-Carbon-wheels-Previewed-2010.html>>
- [28] První celocarbonová plášt'ová zapletená kola jsou na světě!!!. In: [online]. [cit. 2014-01-01].
Dostupné z: <<http://www.kastar.cz/prvni-celocarbonova-plastova-zapletena-kola-jsou-na-svete-aktuality-str-1002-1-0-1.html?clanek=507&co=2>>
- [29] Zapletená kola Mavic COSMIC CARBONE 40 2014 WTS + galuska - pár. In: [online]. [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: <<http://www.kastar.cz/zapletena-kola-mavic-cosmic-carbone-40-2014-wts--galuska---par--det-654-62-3-2-62.html>>
- [30] Remerx 2014: Zapletená kola i ráfky. In: *Remerx* [online]. 2014 [cit. 2014-04-26].
Dostupné z: <http://www.remerx.cz/data/files/remerx_katalog_cz_2014.pdf>
- [31] ROLEK, Vítězslav. *Studium Prepreg sendvičových konstrukcí s fenolickou maticí* [online]. Zlín, 2012, 2012-02-13 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <<http://dspace.k.utb.cz/handle/10563/22817>>. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Soňa Rusnáková.
- [32] ZBRANEK, Ondřej. *Rekonstrukce zařízení pro 2D rázové zkoušky polymerů a kompozitů*. Zlín, 2013. Dostupné z: <http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/15728/zbranek_2011_dp.pdf?sequence=1>. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Milan Žaludek.
- [33] REMERX S.R.O. *Výkresová dokumentace*. 2013.
- [34] AIRTECH Europe Sarl. AIRTECH EUROPE SARL. *Vacuum Bagging Materials Composite Tooling Products* [online]. 2010 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://catalogue.airtech.lu/category.php?category_id=2&lang=EN>

- [35] Loctite. HENKEL ČR SPOL. S R.O. GENERAL INDUSTRY. *Www.loctite-eshop.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-04-27]. Dostupné z: <<http://www.loctite-eshop.cz/frekote-produkt-a480>>
- [36] Carbon-coatings. BOKATECH S.R.O. [online]. 2012 [cit. 2014-04-25]. Dostupné z: <<http://www.bokatech.cz/produkty/carbon-coatings/carbon-coatings/>>
- [37] PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ. In: [online]. Ústav výrobního inženýrství. Fakulta technologická: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.utb.cz%2Ffile%2F40095_1_1%2F&ei=o14SU-_RHIfp4wSguYDIBA&usg=AFQjCNETIaWMD-i9-Ffwc0DP5GEn-YtIcg&bvm=bv.62286460,d.bGE>
- [38] Ráfky. BC. JIŘÍ POUČ - CYKLOVYBAVA.CZ. *Cyklovybava* [online]. [cit. 2014-04-25]. Dostupné z: <<http://www.cyklovybava.cz/category/rafky:224/>>
- [39] Zapletená kola Easton. NASPERS OCS CZECH REPUBLIC, s.r.o., Heureka.cz. *Heureka* [online]. [cit. 2014-04-25]. Dostupné z: <<http://easton.heureka.cz/zapletena-kola/f:p:3999-/?o=4&m=2>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CNT	Carbon nanotube
MTB	Mountain bike
UST	Universal Standard for Tubeless
PMC	Plastic Matrix Composite
APA	Aromatické polyamidy
PI	Polyimid
PET	Polyetyltereftalát
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CSM	Chopped strands mats
TGS	Tubular Gluing Systém
n	Počet měření
W	Rázová energie [J]
ε	Poměrná deformace [%]
σ	Napětí [MPa]
ρ	Hustota [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]
E	Modul pružnosti [MPa]
F_{\max}	Síla maximální [N]
σ_{mo}	Mez pevnosti v ohybu [MPa]
σ_{mt}	Mez pevnosti v tahu [MPa]
δp	Mez pevnosti
\bar{x}	Aritmetický průměr
M	Medián
S	Směrodatná odchylka
R	Variační rozpětí

x_{min}	Minimum
x_{max}	Maximum
\bar{s}	Chyba měření
v	Variační koeficient
εF_{max}	Poměrné prodloužení při maximálním napětí [%]
εB	Poměrné prodloužení při přetržení [%]
Q	Množství tepla potřebné k ohřevu formy [J]
m	Hmotnost ohřívaného tělesa
c_p	Měrná tepelná kapacita [J/(kg·°C)]
T_1	Počáteční teplota materiálu [°C]
T_2	Požadovaná teplota materiálu [°C]
P	Topný výkon těles [W]
t	Doba ohřevu desek [s]
i	Počet topných těles
η	Účinnost ohřevu
d	Průměr drátu [mm]
U	Napětí [V]
c_z	Měrné povrchové zatížení drátu [W/cm ²]
ρ	Měrný odpor topného drátu [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$]
l	Délka drátu v trubkovém profilu [mm]
W_o	Modul průřezu v ohybu pro obdelíkový průřez [N·mm ³]
b	Šířka vzorku [mm]
h	Výška vzorku [mm]
M_o	Ohybový moment [N·mm]

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1 SCHÉMATICKÉ ROZDĚLENÍ KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ [1]	14
OBR. 2 VÝROBA TRIAXIÁLNÍHO NÁPLETU [2]	19
OBR. 3 JEDNOSMĚRNĚ A DVOUSMĚRNĚ ORIENTOVANÝ PREPREG [5]	23
OBR. 4 VÝROBA JEDNOSMĚRNĚ ORIENTOVANÉHO PREPREGU [5]	24
OBR. 5 TECHNOLOGIE JEDNOKROKOVÉ VÝROBY PREPREG MATERIÁLŮ [5]	25
OBR. 6 TECHNOLOGIE DVOUKROKOVÉ VÝROBY PREPREG MATERIÁLŮ [5]	25
OBR. 7 SKELNÝ, ARAMIDOVÝ, UHLÍKOVÝ A HYBRIDNÍ PREPREG [7]	25
OBR. 8 DRUHY VAZEB VÝZTUŽNÝCH TKANIN [5]	26
OBR. 9 SKELNÁ VLÁKNA [8]	27
OBR. 10 ŘEZ UHLÍKOVÝM VLÁKNEM [8]	28
OBR. 11 ARAMIDOVÉ VLÁKNA [8]	29
OBR. 12 SKELNÁ TKANINA [7]	30
OBR. 13 ROVINGOVÁ TKANINA [7]	31
OBR. 14 UHLÍKOVÁ TKANINA [7]	31
OBR. 15 HYBRIDNÍ TKANINA [7]	32
OBR. 16 ARAMIDOVÁ TKANINA [7]	32
OBR. 17 EMULZNÍ ROHOŽ [7]	33
OBR. 18 PRÁŠKOVÁ ROHOŽ [7]	34
OBR. 19 SCHÉMA AUTOKLÁVU [9]	36
OBR. 20 FORMA PŘIPRAVENÁ KE SKLADBĚ [9]	37
OBR. 21 DETAIL FORMY PŘIPRAVENÉ KE SKLADBĚ [9]	37
OBR. 22 PREPREG V ROLÍCH [9]	38
OBR. 23 PREPREG V ROLÍCH A ŘEZACÍ PLOTR ZUND [9]	39
OBR. 24 SCHÉMA SKLÁDÁNÍ PREPREGU DO FORMY [9]	39
OBR. 25 POHLED NA PŘECHOD SNOPCŮ VLÁKEN V OSTRÉM RÁDIUSU [9]	40
OBR. 26 POHLED NA VYTVRZENÉ DÍLY [9]	41
OBR. 27 PÓROZITA NA HRANÁCH [9]	42
OBR. 28 POPOTAŽENÝ VZOR TKANINY [9]	42
OBR. 29 KONSTRUKCE RÁFKŮ PRO CESTOVNÍ A MĚSTSKÁ KOLA [6]	44
OBR. 30 KONSTRUKCE RÁFKŮ PRO SILNIČNÍ KOLA [6]	44
OBR. 31 KONSTRUKCE RÁFKŮ PRO GALUSKOVÉ KOLA [6]	44
OBR. 32 KONSTRUKCE RÁFKŮ PRO ELEKTROKOLA [6]	44
OBR. 33 KONSTRUKCE JEDNOSTĚNNÝCH RÁFKŮ [6]	44
OBR. 34 VÝKRESY RÁFKU Z PŘIHLÁŠKY VYNÁLEZU Č. 2002-513 [11]	47
OBR. 35 VÝKRESY RÁFKU Z PŘIHLÁŠKY VYNÁLEZU Č. WO2004091937 [12]	48
OBR. 36 VÝKRESY K PŘIHLÁŠCE UŽITNÉHO VZORU Č. CN201300664 [13]	49

OBR. 37 VÝKRESY K UŽITNÉMU VZORU Č. CN202911455 [14]	49
OBR. 38 VÝKRESY UŽITNÉHO VZORU Č. CN201366904 [15]	50
OBR. 39 VÝKRESY PŘIHLÁŠKY VYNÁLEZU Č. WO2011140826 [16]	51
OBR. 40 VÝKRESY K PŘIHLÁŠCE VYNÁLEZU Č. CN101269611 [17]	51
OBR. 41 VÝKRESY PATENTU Č. DE202005006589 [18]	52
OBR. 42 VÝKRESY PATENTU Č. US5246275 [19]	53
OBR. 43 VÝKRESY PŘIHLÁŠKY VYNÁLEZU US201305136 [20]	54
OBR. 44 VÝKRESY PŘIHLÁŠKY VYNÁLEZU EP 2407319 A1 [21]	55
OBR. 45 PRŮMYSLOVÝ VZOR SPOLEČENSTVÍ Č. 000031992-0001 [22]	56
OBR. 46 PRŮMYSLOVÝ VZOR ČSSR Č. 15809 [23]	56
OBR. 47 KARBONOVÉ RÁFKY SPOLEČNOSTI ENVE [24]	57
OBR. 48 ČELNÍ POHLED NA KARBONOVÝ RÁFEK SPOLEČNOSTI ENVE [24]	58
OBR. 49 KARBONOVÝ RÁFEK SPOLEČNOSTI ROLF PRIMA [25]	59
OBR. 50 ZAPLETENÁ KOLA FIRMY MAD FIBER [26]	60
OBR. 51 KARBONOVÁ KOLA FIRMY MAD FIBER [26]	60
OBR. 52 KARBONOVÝ RÁFEK KOLA FIRMY DT SWISS [27]	61
OBR. 53 KARBONOVÝ RÁFEK KOLA FIRMY DT SWISS [27]	61
OBR. 54 KARBONOVÝ RÁFEK OD FIRMY MAVIC [28]	63
OBR. 55 BOČNÍ POHLEDY NA ZAPLETENÉ KOLO S KARBONOVÝM RÁFKEM SAW 38 [30]	65
OBR. 56 DETAIL BOČNÍHO POHLEDU NA ZAPLETENÉ KOLO S KARBONOVÝM RÁFKEM SAW 38 [30]	66
OBR. 57 ZMĚNA GEOMETRIE VZORKU PŘI TAHOVÉ ZKOUŠCE [8]	69
OBR. 58 HODNOTY PEVNOSTÍ V TAHU, TLAKU A SMYKU PRO	70
OBR. 59 SROVNÁNÍ PEVNOSTI V TAHU A TLAKU JEDNOSMĚRNĚ VYZTUŽENÝCH	70
OBR. 60 HODNOTY TAHOVÝCH A TLAKOVÝCH PŘÍČNÝCH PEVNOSTÍ	71
OBR. 61 ZÁKLADNÍ MOŽNOSTI EXPERIMENTÁLNÍHO USPOŘÁDÁNÍ PŘI ZKOUŠCE OHYBEM [8]	71
OBR. 62 SCHÉMA USPOŘÁDÁNÍ PŘI RÁZOVÉ ZKOUŠCE HOUŽEVNATOSTI	72
OBR. 63 SCHÉMA NORMALIZOVANÉHO PADOSTROJE [32]	73
OBR. 64 NÁVRH PROFILU PRO KARBONOVÝ RÁFEK OD SPOLEČNOSTI REMERX [33]	76
OBR. 65 VÝROBNÍ VÝKRES PROFILU RÁFKU OD SPOLEČNOSTI REMERX [33]	77
OBR. 66 MIKROSKOPICKÉ POHLEDY DO STRUKTURY UHLÍKOVÉHO KOMPOZITU	79
OBR. 67 POHLED NA TLOUŠŤKY JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ RÁFKU	80
OBR. 68 DOLNÍ DÍL PROTOTYPOVÉ FORMY	81
OBR. 69 HORNÍ DÍL PROTOTYPOVÉ FORMY	81
OBR. 70 TVAROVÁ KOSTKA	82
OBR. 71 PROTOTYPOVÁ FORMA V ROZLOŽENÉM STAVU	83
OBR. 72 TVAROVÁ KOSTKA	83
OBR. 73 PREPREG PŘED POUŽITÍM	83
OBR. 74 PŘEKRYTÍ VRSTEV PREPREGŮ	84

OBR. 75 VLOŽENÍ PREPREGU DO FORMY	84
OBR. 76 ULOŽENÍ DUŠE NA PREPREG	85
OBR. 77 SPODNÍ ČÁST FORMY S PREPREGEM S DUŠÍ A SVORKOU PŘED POUŽITÍM	85
OBR. 78 UZAVŘENÁ FORMA PŘED VLOŽENÍM DO VYHŘÁTÉHO LISU	86
OBR. 79 FORMA VLOŽENÁ V LISU	86
OBR. 80 VYJMUTÍ FORMY Z LISU	87
OBR. 81 OTEVÍRÁNÍ FORMY	87
OBR. 82 SPODNÍ DÍL FORMY S VYTVRZENÝM PREPREGEM	88
OBR. 83 VYJÍMÁNÍ TVAROVÉ KOSTKY ZE SPODNÍHO DÍLU FORMY	88
OBR. 84 VYJÍMÁNÍ VYTVRZENÉHO PREPREGU S DUŠÍ ZE SPODNÍ ČÁSTI FORMY	89
OBR. 85 VYTVRZENÝ PROFIL PO VYJMUTÍ Z FORMY	89
OBR. 86 BOČNÍ POHLED NA VYTVRZENÝ PROFIL PO VYJMUTÍ Z FORMY	90
OBR. 87 ČELNÍ POHLED NA VYTVRZENÝ PROFIL PO VYJMUTÍ Z FORMY	90
OBR. 88 NAVRŽENÉ TVARY ROZFUKOVAČÍCH RUKÁVCŮ	92
OBR. 89 MIKROSKOPICKÉ SNÍMKY VNITŘNÍ STRUKTURY KONKURENČNÍCH KARBONOVÝCH RÁFKŮ	92
OBR. 90 TESTOVÁNÍ PROFILU SE ŠPICÍ V TRHACÍM STROJI	93
OBR. 91 DETAIL UCHYCENÍ TESTOVANÉHO PROFILU SE ŠPICÍ V TRHACÍM STROJI	93
OBR. 92 TESTOVANÝ PROFIL SE ŠPICÍ S GRAFEM PŘI PŘETRŽENÍ ŠPICE	94
OBR. 93 GRAFICKÝ PRŮBĚH TESTU PŘI PŘETRŽENÍ ŠPICE	94
OBR. 94 CELKOVÝ POHLED NA DOLNÍ POLOVINU NÁVRHU FORMY	95
OBR. 95 CELKOVÝ POHLED NA HORNÍ POLOVINU NÁVRHU FORMY	96
OBR. 96 POHLED NA TVAROVÝ SEGMENT FORMUJÍCÍ TVAR POD GALUSKOVOU PNEUMATIKOU	96
OBR. 97 TVAROVÝ SEGMENT	97
OBR. 98 VODÍCÍ ČEP	97
OBR. 99 VARIANTA VYTÁPĚNÍ Č.1	99
OBR. 100 VARIANTA VYTÁPĚNÍ Č.2	100
OBR. 101 VARIANTA VYTÁPĚNÍ Č.3	100
OBR. 102 UNIVERZÁLNÍ TESTOVACÍ STROJ ZWICK ROELL 1456 [37]	107
OBR. 103 VYLISOVANÁ DESKA S ORÝSOVANÝMI ROZMĚRY PRO ŘEZÁNÍ PÁSKŮ 20 X 150 MM	108
OBR. 104 ZKUŠEBNÍ PÁSEK MEZI TRNEM A PODPĚRAMI	109
OBR. 105 DETAIL ZKUŠEBNÍHO PÁSKU MEZI TRNEM A PODPĚRAMI	110
OBR. 106 CEAST RESIL IMPACTOR JUNIOR [37]	118
OBR. 107 CEAST RESIL IMPACTOR JUNIOR BĚHEM RÁZOVÉ ZKOUŠKY	119
OBR. 108 CEAST RESIL IMPACTOR JUNIOR PRŮBĚH RÁZOVÉ ZKOUŠKY	119
OBR. 109 ZKUŠEBNÍ VZOREK 15 X 50 X 0,5 MM PRO RÁZOVOU ZKOUŠKU	120
OBR. 110 KARBONOVÝ RÁFEK REMERX SAW 38, ASIJSKÉ VÝROBY K OTESTOVÁNÍ VZOREK Č. 1	121
OBR. 111 KARBONOVÝ RÁFEK ASIJSKÉ VÝROBY K OTESTOVÁNÍ VZOREK Č. 2	121
OBR. 112 KARBONOVÝ RÁFEK ASIJSKÉ VÝROBY K OTESTOVÁNÍ VZOREK Č. 3	122

OBR. 113 KARBONOVÝ RÁFEK AMERICKÉ VÝROBY VZOREK Č. 4	122
OBR. 114 PŘÍPRAVA PROTOTYPU K ROZŘEZÁNÍ PRO TLAKOVOU ZKOUŠKU	122
OBR. 115 ZKUŠEBNÍ VZORKY PRO TLAKOVOU ZKOUŠKU Z PROTOTYPU	123
OBR. 116 ZKUŠEBNÍ VZORKY PRO TLAKOVOU ZKOUŠKU Z POUŽITÝCH RÁFKŮ Č.1.....	123
OBR. 117 ZKUŠEBNÍ VZORKY PRO TLAKOVOU ZKOUŠKU Z POUŽITÝCH RÁFKŮ Č.2.....	123
OBR. 118 ZKUŠEBNÍ VZORKY PRO TLAKOVOU ZKOUŠKU Z POUŽITÝCH RÁFKŮ Č.3.....	123
OBR. 119 ZKUŠEBNÍ VZORKY PRO TLAKOVOU ZKOUŠKU Z POUŽITÝCH RÁFKŮ Č.4.....	124
OBR. 120 ČELNÍ POHLED NA POUŽITÉ RÁFKY Č. 1, 2, 3 A 4	124
OBR. 121 HORNÍ POHLED NA POUŽITÉ RÁFKY Č. 1, 2, 3 A 4.....	125
OBR. 122 ZKUŠEBNÍ PROTOTYPOVÝ VZOREK PŘED TLAKOVOU ZKOUŠKOU	126
OBR. 123 ZKUŠEBNÍ PROTOTYPOVÝ VZOREK PŘI TLAKOVÉ ZKOUŠCE	127
OBR. 124 DETAIL ZKUŠEBNÍHO PROTOTYPOVÉHO VZORKU PŘI TLAKOVÉ ZKOUŠCE	127
OBR. 125 PRŮBĚH ZATĚŽOVÁNÍ PROTOTYPOVÉHO VZORKU PŘI TLAKOVÉ ZKOUŠCE	127
OBR. 126 ZKUŠEBNÍ VZORKY Č. 1 A 2 PRO IMPACT TEST.....	131
OBR. 127 ZKUŠEBNÍ VZORKY Č. 3 A 5 PRO IMPACT TEST.....	131
OBR. 128 ZKUŠEBNÍ VZORKY Č. 4 A 6 PRO IMPACT TEST.....	131
OBR. 129 ZKUŠEBNÍ VZORKY Č. 7 A 8 PRO IMPACT TEST.....	131
OBR. 130 ZKUŠEBNÍ VZORKY Z PROTOTYPU PRO IMPACT TEST	131
OBR. 131 PADOSTROJ SPOLEČNOSTI ZWICK ROELL HIT 230 F [31]	132
OBR. 132 ZKUŠEBNÍ VZORKY Č. 1 AŽ 8 PO IMPACT TESTU	133
OBR. 133 ZKUŠEBNÍ SÉRIE PROTOTYPU PO IMPACT TESTU.....	134
OBR. 134 PŘEHLED CEN DURALOVÝCH RÁFKŮ [38].....	141
OBR. 135 PŘEHLED CEN KARBONOVÝCH RÁFKŮ [39].....	142

SEZNAM GRAFŮ

GRAF 1 MODUL PRUŽNOSTI PRO HEXPLY M49	78
GRAF 2 MEZ PEVNOSTI PRO HEXPLY M49	79
GRAF. 3 PRŮBĚH ZATĚŽOVÁNÍ DO PŘELOMENÍ 2-VRSTVÉHO PÁSKU	114
GRAF. 4 PRŮBĚH ZATĚŽOVÁNÍ DO PŘELOMENÍ 4-VRSTVÉHO PÁSKU	114
GRAF. 5 PRŮBĚH ZATĚŽOVÁNÍ DO PŘELOMENÍ 5-VRSTVÉHO PÁSKU	115
GRAF. 6 VYHODNOCENÍ MODULU PRUŽNOSTI S PŘÍRŮSTKY	115
GRAF. 7 VYHODNOCENÍ NAPĚTÍ Σ_{MAX} S PŘÍRŮSTKY	116
GRAF. 8 POMĚRNÉ PRODLOUŽENÍ E_F Σ_{MAX} PŘÍRŮSTKY	116
GRAF. 9 $W\Sigma_{MAX}$ S PŘÍRŮSTKY.....	117
GRAF. 10 VYHODNOCENÍ NAPĚTÍ Σ_B S PŘÍRŮSTKY.....	117
GRAF. 11 VYHODNOCENÍ POMĚRNÉHO PRODLOUŽENÍ E_B S PŘÍRŮSTKY	118
GRAF. 12 PRŮBĚH RÁZOVÉ ZKOUŠKY PÁSKU O SÍLE 0,5 MM	120
GRAF. 13 PRŮBĚH RÁZOVÉ ZKOUŠKY PÁSKU O SÍLE 0,95 MM	120
GRAF. 14 PRŮBĚH RÁZOVÉ ZKOUŠKY PÁSKU O SÍLE 1,13 MM	121
GRAF. 15 PRŮBĚH ZATĚŽOVÁNÍ PROTOTYPU DO PRASKNUTÍ.....	128
GRAF. 16 PRŮBĚH ZATĚŽOVÁNÍ DO PRASKNUTÍ ZKUŠEBNÍHO VZORKU Č. 1	129
GRAF. 17 PRŮBĚH ZATĚŽOVÁNÍ DO PRASKNUTÍ ZKUŠEBNÍHO VZORKU Č. 2	129
GRAF. 18 PRŮBĚH ZATĚŽOVÁNÍ DO PRASKNUTÍ ZKUŠEBNÍHO VZORKU Č. 3	130
GRAF. 19 PRŮBĚH ZATĚŽOVÁNÍ DO PRASKNUTÍ ZKUŠEBNÍHO VZORKU Č. 4	130
GRAF. 20 PRŮBĚH IMPACT TESTU U ZKUŠEBNÍ SÉRIE VZORKU Č. 1	138
GRAF. 21 PRŮBĚH IMPACT TESTU U ZKUŠEBNÍ SÉRIE VZORKU Č. 2	138
GRAF. 22 PRŮBĚH IMPACT TESTU U ZKUŠEBNÍ SÉRIE VZORKU Č. 3	139
GRAF. 23 PRŮBĚH IMPACT TESTU U ZKUŠEBNÍ SÉRIE VZORKU Č. 4	139
GRAF. 24 PRŮBĚH IMPACT TESTU U SÉRIE PROTOTYPU.....	140

SEZNAM TABULEK

TAB. 1 TECHNICKÉ VLASTNOSTI MATERIÁLŮ [3].....	22
TAB. 2 POROVNÁNÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ VLÁKEN [1].....	29
TAB. 3 CENY VLÁKEN PODLE SUROVIN A TYPŮ [1]	30
TAB. 4 TLOUŠŤKA STĚNY RÁFKU / POČET VRSTEV PREPREGU.....	78
TAB. 5 VYBRANÉ TYPY ROZFUKOVACÍCH FÓLIÍ [34].....	91
TAB. 6 VÝSLEDKY PARAMETRŮ ODPOROVÉHO DRÁTU PRO VÝTÁPĚNÍ.....	98
TAB. 7 PRODUKTY PRO ÚPRAVU POVRCHU OD FIRMY BASLER LACKE [36]	104
TAB. 8 PRODUKTY PRO ÚPRAVU POVRCHU OD FIRMY BASLER LACKE [36]	105
TAB. 9 PRODUKTY PRO ÚPRAVU POVRCHU OD FIRMY BASLER LACKE [36]	106
TAB. 10 NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO 2 VRSTEVY PREPREGŮ O TLOUŠŤCE 0,5 MM	111
TAB. 11 NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO 4 VRSTEVY PREPREGŮ O TLOUŠŤCE 0,95 MM	111
TAB. 12 NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO 5 VRSTEVY PREPREGŮ O TLOUŠŤCE 1,13 MM	112
TAB. 13 VYHODNOCENÍ HODNOT PRO VZORKY TLOUŠŤKY 0,5 MM	112
TAB. 14 VYHODNOCENÍ HODNOT PRO VZORKY TLOUŠŤKY 0,95 MM	113
TAB. 15 VYHODNOCENÍ HODNOT PRO VZORKY TLOUŠŤKY 1,13 MM	113
TAB. 16 VYHODNOCENÍ MEDIÁNU HODNOT PRO PROTOTYP A VZORKY Č. 1, 2, 3, A 4	128
TAB. 17 ROZDĚLENÍ VZORKŮ Č. 1, 2, 3, A 4 PŘI IMPACT TESTU.....	133
TAB. 18 VYHODNOCENÍ HODNOT PRO VZORKY Č. 1	135
TAB. 19 VYHODNOCENÍ HODNOT PRO ZKUŠEBNÍ VZORKY Č. 2.....	135
TAB. 20 VYHODNOCENÍ HODNOT PRO ZKUŠEBNÍ VZORKY Č. 3.....	136
TAB. 21 VYHODNOCENÍ HODNOT PRO ZKUŠEBNÍ VZORKY Č. 4.....	136
TAB. 22 VYHODNOCENÍ HODNOT PRO PROTOTYP	137
TAB. 23 VYHODNOCENÍ HODNOT PRO VŠECHNY TESTOVANÉ VZORKY	137

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA PI – Strážnický P.: Patentová rešerše na stav techniky užití carbonu u ráfků závodních kol

PŘÍLOHA PII – Materiálový list prepregu HexPly M49

PŘÍLOHA PIII – Materiálový list prepregu Carbon Fabric TC203T EMT 125 PLUS

PŘÍLOHA PIV – Materiálový list plniče pórů Frekote B-15

PŘÍLOHA PV – Materiálový list separátoru Frekote 700-NC

PŘÍLOHA PVI – Materiálový list separátoru Frekote 770-NC

PŘÍLOHA PVII – Materiálový list separátoru FLEX-Z

PŘÍLOHA PVIII – Materiálový list ochrany na formu SEALER GP

:

PŘÍLOHA P I: PATENTOVÁ REŠERŠE NA STAV TECHNIKY UŽITÍ CARBONU U RÁFKŮ ZÁVODNÍCH KOL V DATABÁZI ESP@CENET EVROPSKÉHO PATENTOVÉHO ÚŘADU

3 results found in the Worldwide database for:

rim and racing and bicycles in the title

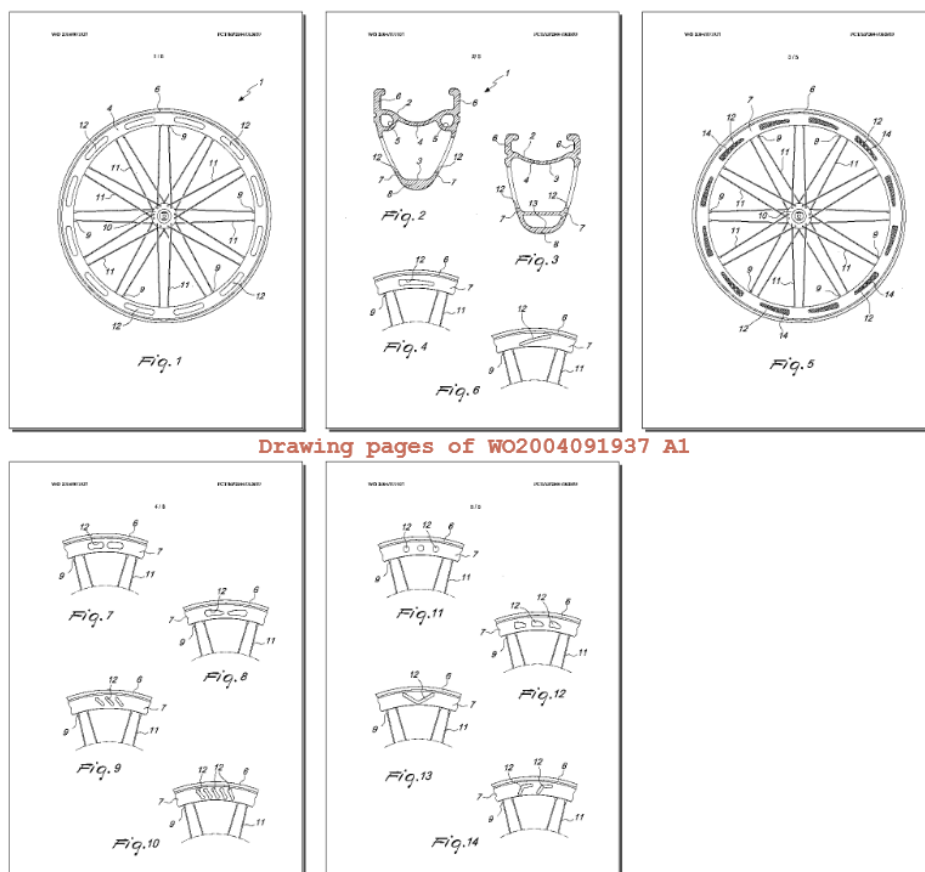
Bibliographic data: WO2004091937 (A1) — 2004-10-28

SELF-VENTILATING WHEEL RIM, PARTICULARLY FOR RACING AND MOUNTAIN BICYCLES

Inventor(s): FIORAVANTI MORENO [IT] +

Applicant(s): VUELTA INTERNAT S P A [IT]; FIORAVANTI MORENO [IT] +

A self-ventilating wheel rim, particularly for racing and mountain bicycles, constituted by a profiled element, which is curved into an annular shape and forms an open distal annular compartment (2) for fitting a tire and at least one proximal annular compartment (3) for fixing a plurality of nipples (9) for coaxial connection to a hub (10) by means of spokes (11); the rim is affected by openings (12) that allow the circulation of air inside the proximal annular compartment (3), so as to facilitate the removal of heat, by convection, from the wheel rim.



Drawing pages of WO2004091937 A1

17 results found in the Worldwide database for:

rim and racing and bicycles in the title or abstract

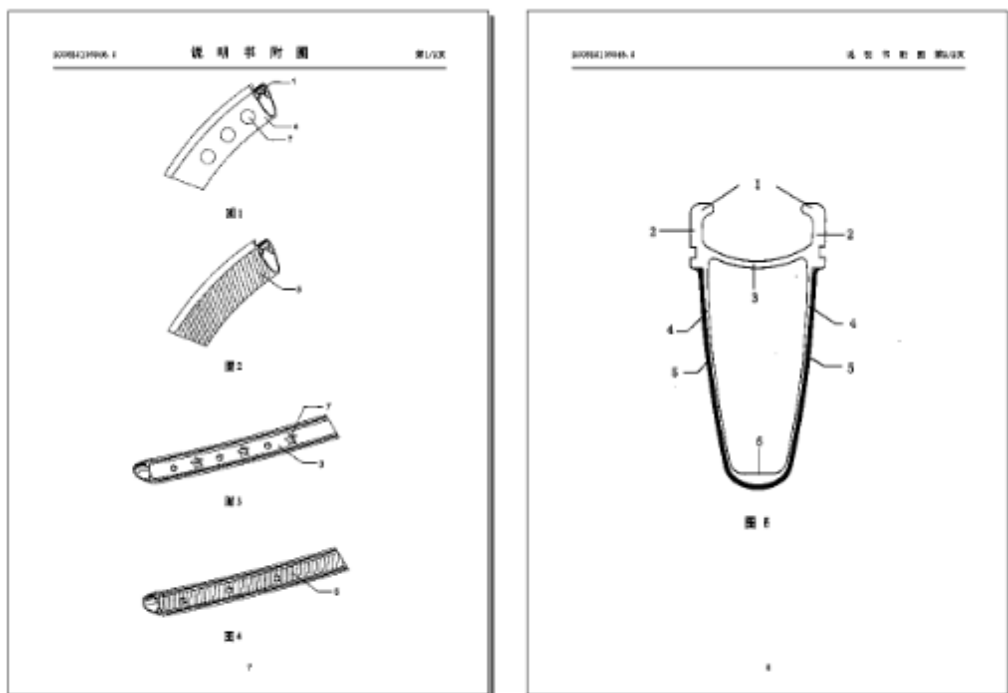
Bibliographic data: CN201300664 (Y) — 2009-09-02

Bicycle rim

Inventor(s): JIBING TU [CN] +

Applicant(s): KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY [CN] +

The utility model relates to a bicycle part, in particular to a bicycle rim with light weight. The bicycle rim comprises an installation part of a ring-shaped tire; the installation part of the ring-shaped tire forms a U shape that the two ends of two symmetrical wall height parts are fixedly connected with the bottom width part of the tire and a limes margin part respectively; the installation part of a ring-shaped spoke is fixedly connected with the installation part of the ring-shaped tire; the installation part of a ring-shaped spoke forms a ring shape which is composed of a U-shaped outer side wall part and the bottom width part of the tire, and a U-shaped bottom part of the outer side wall part is provided with a spoke installation part; holes are arranged on the installation part of the tire in a distributing way. By applying the bicycle rim, raw material is effectively saved, rim weight is reduced and the rim performance is improved. The bicycle rim is widely applied to racing bicycles and civilian bicycles.

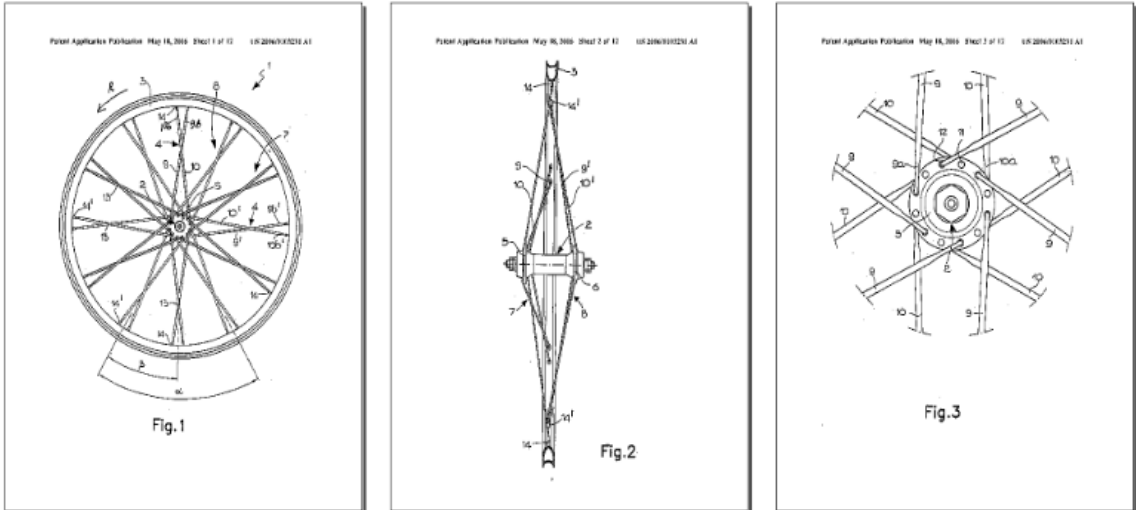


Drawing pages of CN201300664 Y

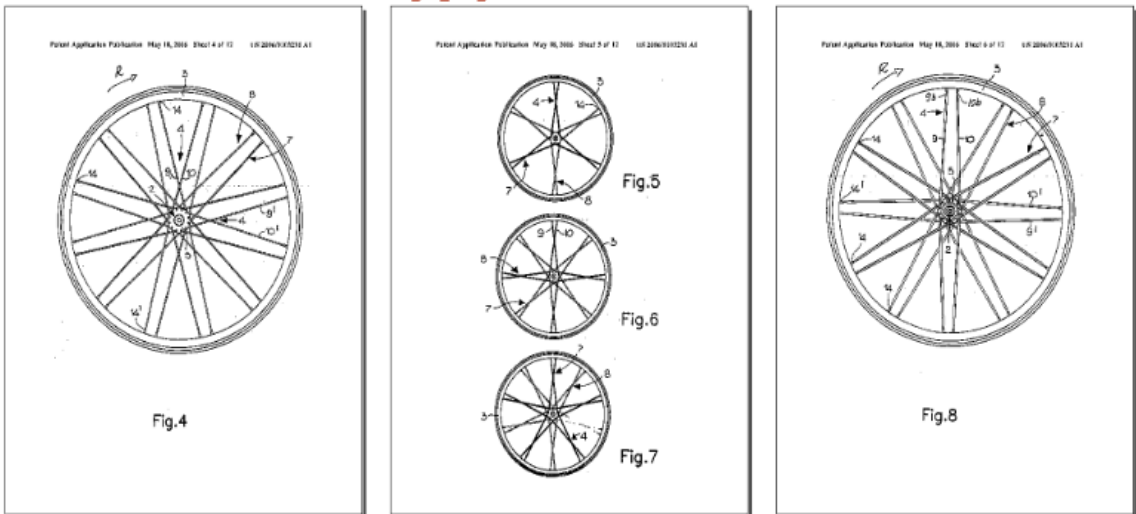
Bicycle wheel

Inventor(s): FIORAVANTIL MORENO [IT] +

A bicycle wheel, in particular for racing and mountain bicycles, is provided which comprises a hub and a rim connected with by means of a plurality of radial elements. The radial elements are grouped in a first distribution, in which said elements are arranged on one side of the wheel, and a second distribution, in which said elements are arranged on the other side of the wheel, said first and second distribution connecting said rim to respective ends of said hub. The radial elements of said first distribution are connected to said rim in respective fixing seats which are disposed alternate, along said rim, to the fixing seats of the radial elements of said second distribution.



Drawing pages of US2006103231 A1



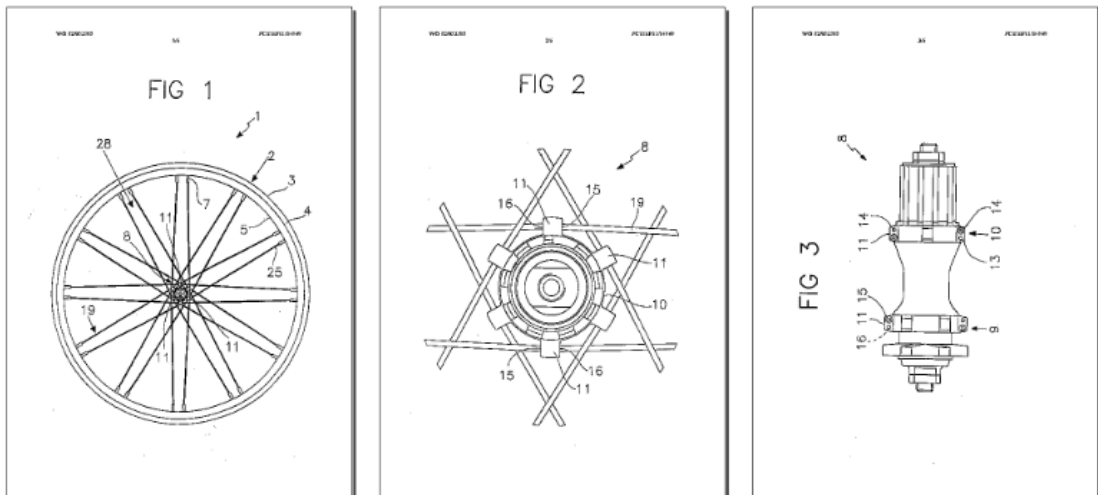
Bibliographic data: WO02053395 (A1) — 2002-07-11

BICYCLE WHEEL PARTICULARLY FOR RACING AND/OR MOUNTAIN BICYCLES

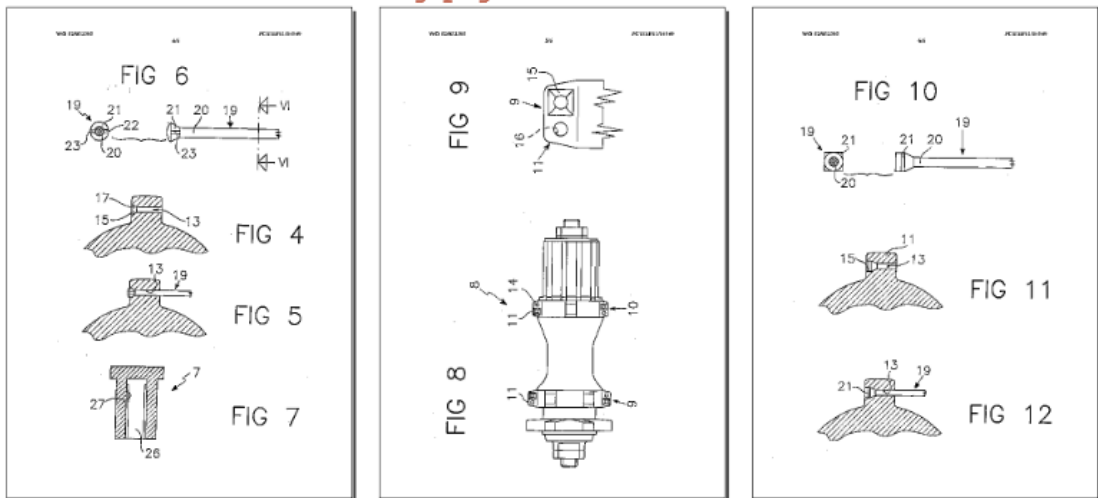
Inventor(s): FIORAVANTI MORENO [IT] +

Applicant(s): L F INTERNAT VUELTA ITALY S R [IT]; FIORAVANTI MORENO [IT] +

A bicycle wheel (1), particularly for racing and/or mountain bicycles, comprising a rim (2) which is coaxially connected to a hub (8) by means of a plurality of spokes (19) that converge on a pair of flanges (9, 10) that are coaxial to the hub, the flanges comprising coupling lugs (11) distributed on the peripheral region of the flanges and provided with tangential coupling holes (13, 14) that engage, the spokes (19) having an end (20) that engages the holes (13, 14) and an opposite end (25) that is connected to nipples (7) for coupling to the rim (2).



Drawing pages of WO02053395 A1



Bibliographic data: IT1267756 (B1) — 1997-02-07

Procedure for making spoked wheels for wheelchairs for the handicapped and racing bicycles, and wheels obtained using this procedure

Inventor(s): TESTA SANDRO [IT] +

Applicant(s): TESTA SANDRO [IT] +

The invention relates to a procedure for making spoked wheels for wheelchairs for the handicapped and racing bicycles, in which the spokes 2, prepared with the appropriate adhesive, are inserted into their seats and then extracted from their seats until their end 3 centres itself and comes into contact with the internal profile of the rim with channel 1, it being possible to make the construction parts associated with the hub, spokes and their means of connection with the rim in the various forms, all falling within the framework with the patent (fig. 1).

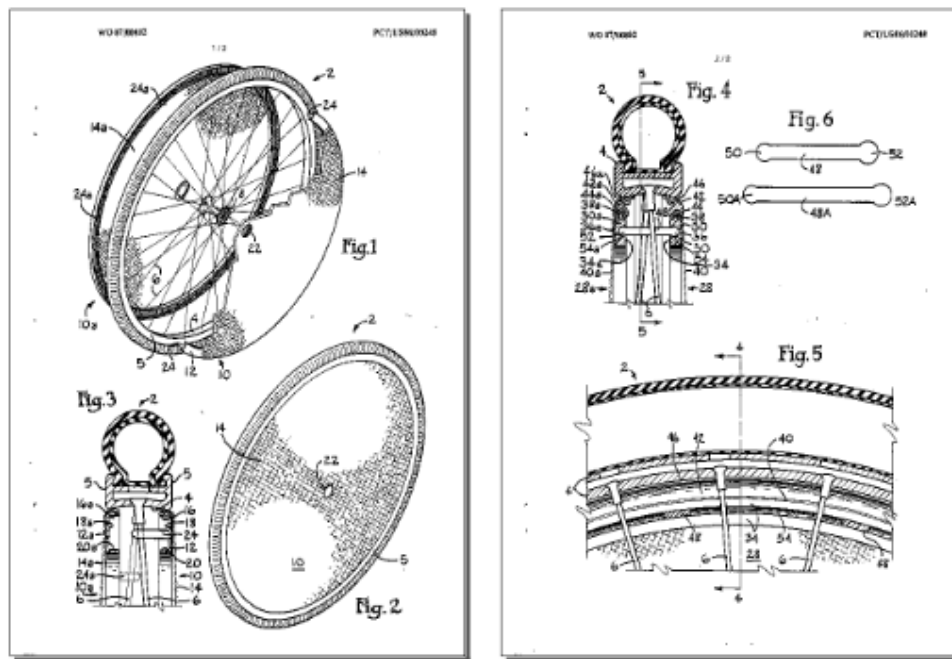
Bibliographic data: WO8700802 (A1) — 1987-02-12

FABRIC COVER FOR SPOKED WHEELS

Inventor(s): ATWOOD PAUL A [US] +

Applicant(s): ATWOOD PAUL A +

A light weight, porous wheel cover (10, 28) for reducing the aerodynamic drag and reducing the "sail" effect of side winds on covered spoked wheels (2). The cover comprises a protruded graphite/fiber ring (12, 30) sized to fit snugly within the rim (4) of the wheel (2). A porous fabric cover facing (14, 40) spans the ring (12, 30) except for a central axle opening (22). In a first embodiment, the facing (14) is stretched and adhesively attached to a U-shaped ring (12) and the ring is removably attached by split pins (24) to the spokes (6). In a preferred second embodiment, the ring (30) has a peripheral bead (38) and the facing (40) is retained on the bead (38) by a flexible retainer strip (42) having a concave channel (44) fitting over the bead, the covers (28, 28a) being retained on the wheel by interconnection of the rings (30, 30a) of opposed covers by connecting members (48) having enlarged ends (50, 52) frictionally retained within inwardly facing concave channels in the rings. The respective rings, flexible strips (42, 42a) and connectors (48) all have a like cross-section throughout, so as to be readily formable as by protrusion. The covers are of use on spoked wheels in general and are especially advantageous for use on racing bicycles, sulkies, racing wheelchairs and the like.



Drawing pages of WO8700802 A1

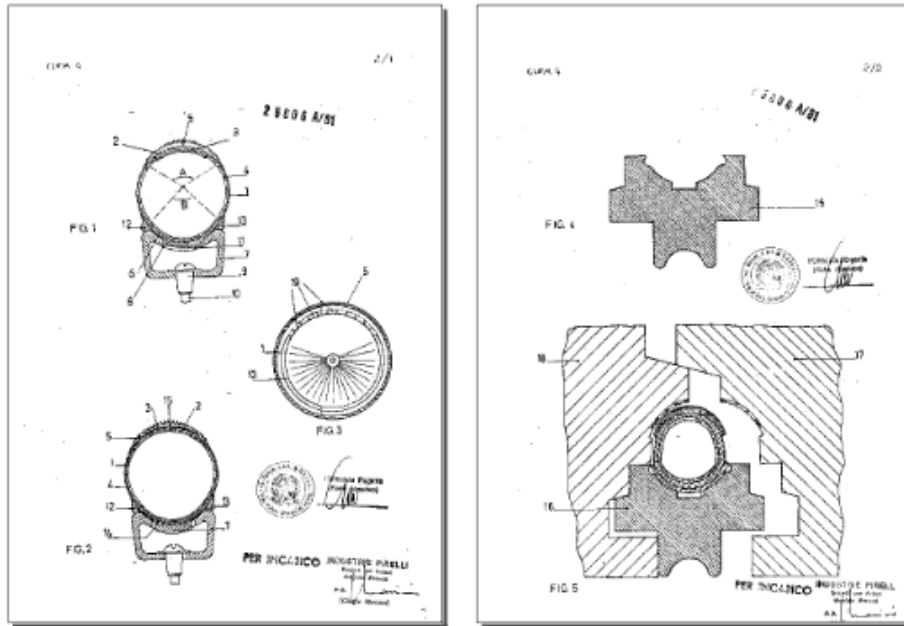
Bibliographic data: IT1139946 (B) — 1986-09-24

Racing bicycle etc. tyre

Inventor(s): CARRERA CESARE [IT]; FORMENTI GIUSEPPE [IT] +

Applicant(s): PNEUMATICI CLEMENT SPA [IT] +

The carcass of a bicycle tubular tyre is produced by joining together the longitudinal edges of a rubberised fabric using an overlapping or fabric covered butt joint to form a toroidal tube. The carcass contains an inflatable, inner, airtight tube of butyl rubber or latex. The carcass joint is on the outer periphery of the toroid and is covered with the tread of the tyre which generally extends over a 90 deg.arc. On the inner circumference, a rubberised fabric tape is applied. This extends over at least a 60 deg. arc. The tape has projections which engage holes in the wheel rim and continuous edge profiles. The tubular tyre produced is designed basically for racing bicycles which employ flangless wheel rims but the process can be modified to produce tyres suitable for mounting on conventional rims. The tyre is easier and cheaper to produce and is designed to hold the rim of the wheel more securely without resorting to fixing putties. It is strong, puncture resistant, and gives good all round performance.



Drawing pages of IT1139946 B

1 result found in the Worldwide database for:

rim and cnt* in the title

Patentová řešerše dle původce

JIBING TU as the inventor

Bibliographic data: CN202911455 (U) — 2013-05-01

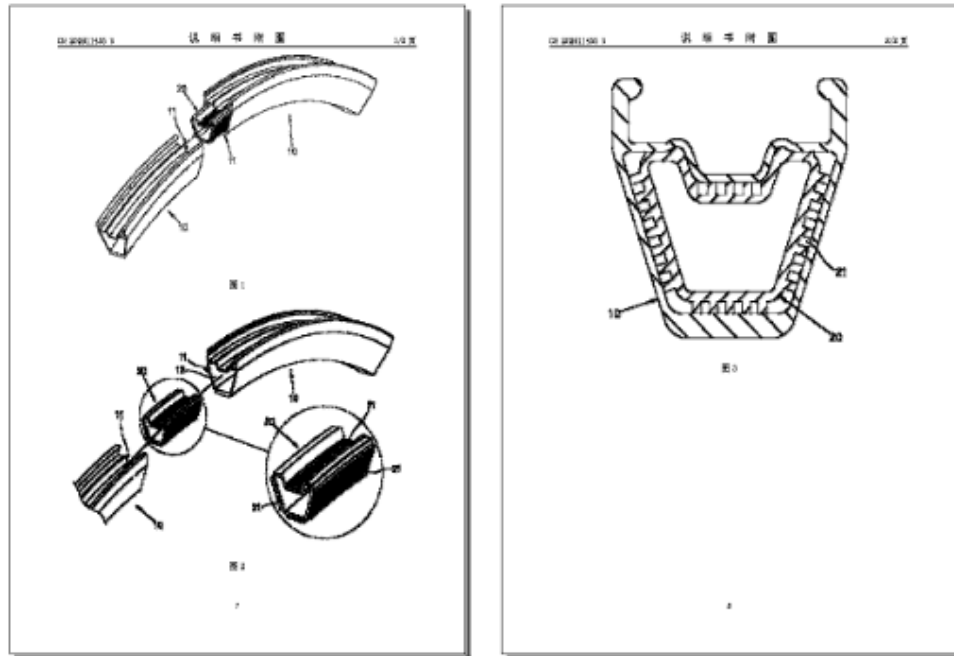
Rim connecting structure

Inventor(s): TU JIBING +

Applicant(s): KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY CO LTD +

The utility model mainly provides a rim connecting structure which comprises a rim and a joining piece. The rim is a frame-shaped rod body, a connecting end is respectively arranged at two ends of the rim, and an embedding groove is respectively arranged at the connecting ends. The joining piece corresponds to the shape of the embedding groove, a plurality of grooves are arranged on the periphery of the joining piece axially and continuously, the joining piece is inserted in both the embedding grooves at two ends of the rim, the connecting ends at two ends of the rim are heated at preset temperature, and pressure is exerted on the connecting ends so as to enable the connecting ends to be connected and fixed with each other. By means of the construction members and the plurality of grooves on the periphery of the joining piece, contact area between inner walls of the embedding grooves can be reduced, and a purpose of fast assembling is achieved. By means of a heating and

pressurizing connecting method between the two connecting ends, indentation or burrs are prevented from being generated at connecting positions effectively. The construction members are simple and convenient to assemble, and the whole structure can be convenient and practical.



Drawing pages of CN202911455 U

Bibliographic data: CN202826957 (U) — 2013-03-27

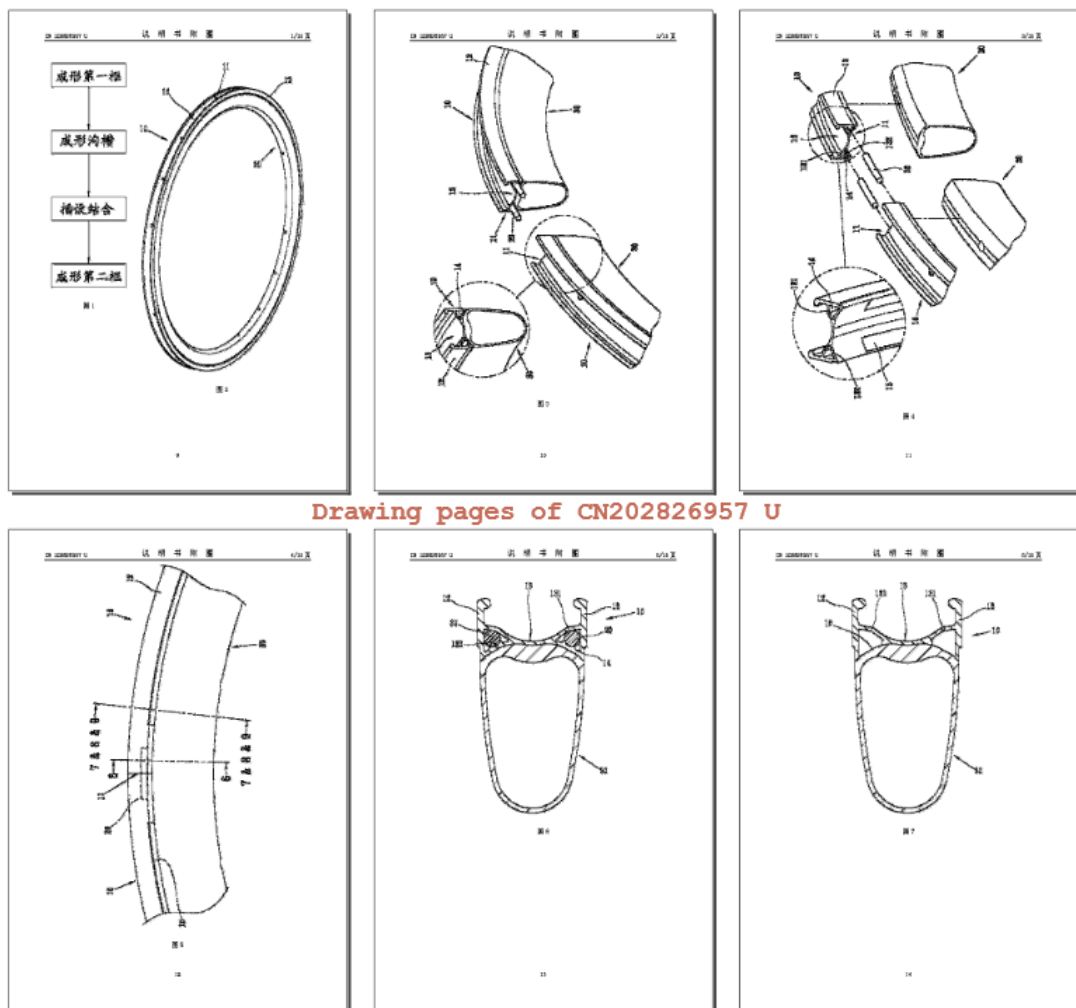
Bicycle wheel rim structure combined by aluminum material and composite material

Inventor(s): TU JIBING +

Applicant(s): KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY CO LTD +

The utility model mainly provides a bicycle wheel rim structure combined by aluminum material and composite material. The bicycle wheel rim structure combined by the aluminum material and the composite material comprises a first frame which is made of aluminum material, at least one linking element and a second frame. Two ends of the first frame are respectively an assembly connection ends. Each of two side frames which correspond to each other is respectively arranged on the two sides of the first frame. A connection frame part is arranged between two inner sides of the two side frames. An assembly connection space is arranged between the connection frame part and the two side frames. An upper bridge plate and a lower bridge plate are arranged on each of the two sides of the connection frame part. Each of the upper bridge plates and each of the lower bridge plates are both connected with each of the two side frames, so that an assembly connection space is respectively formed. A groove is arranged on each of the lower bridge plates. At least

one linking element is arranged inside each of the assembly connection spaces of the two assembly connection ends in an inserted mode. The second frame made of composite material is formed on the inner side of the first frame. By means of the construction member, the two ends of the first frame are mutually connected through the linking elements, so that the wheel rim structure combined by aluminum material and composite material is formed. The functions of convenience and solid connection are achieved. Moreover, weight is light and structural strength is improved.



Drawing pages of CN202826957 U

Bibliographic data: CN202806183 (U) — 2013-03-20

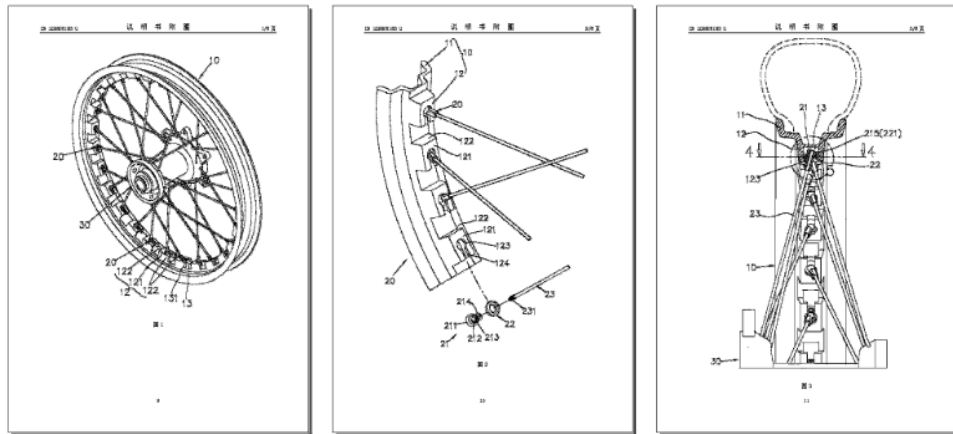
Composite structure of hub and spoke assemblies

Inventor(s): TU JIBING +

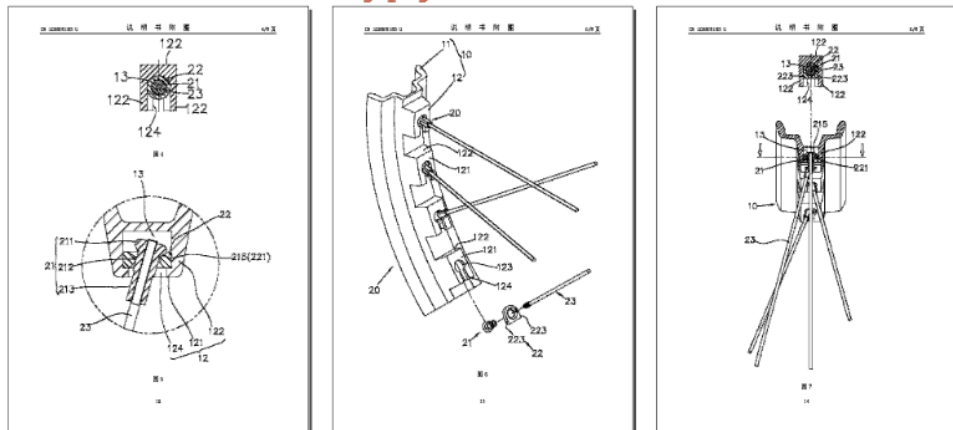
Applicant(s): KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY CO LTD +

The utility model mainly provides a composite structure of a hub and spoke assemblies. The composite structure comprises the hub and a plurality of spoke assemblies; the hub is

provided with a wheel frame and a plurality of positioning bosses, the wheel frame is provided with an opening facing the outer edge of the wheel frame, the positioning bosses are annularly arranged at the inner edge of the wheel frame, and space is formed inside each positioning boss and is provided with a laterally through opening side; and one end of each spoke assembly is positioned in the space of the corresponding positioning boss from the opening side of the space, the other end of each spoke assembly is connected with a hub seat, each spoke assembly comprises a clamping part and a positioning seat which penetrate through each other and are accommodated in the space of the corresponding positioning boss, each clamping part is connected with one end of a spoke, and each positioning seat is penetratingly inserted in the corresponding clamping part, so that each clamping part and the corresponding spoke are stably positioned in the space of the corresponding positioning boss without being separated from the space of the positioning boss. Accordingly, the spoke assemblies are embedded at the inner edge of the wheel frame and are fixedly embedded with the hub, and effects of quick assembly and simplicity and convenience in maintenance are achieved. Besides, the positioning bosses arranged annularly at intervals can realize a lightening effect, and the manufacturing cost and the maintenance cost can be reduced.



Drawing pages of CN202806183 U



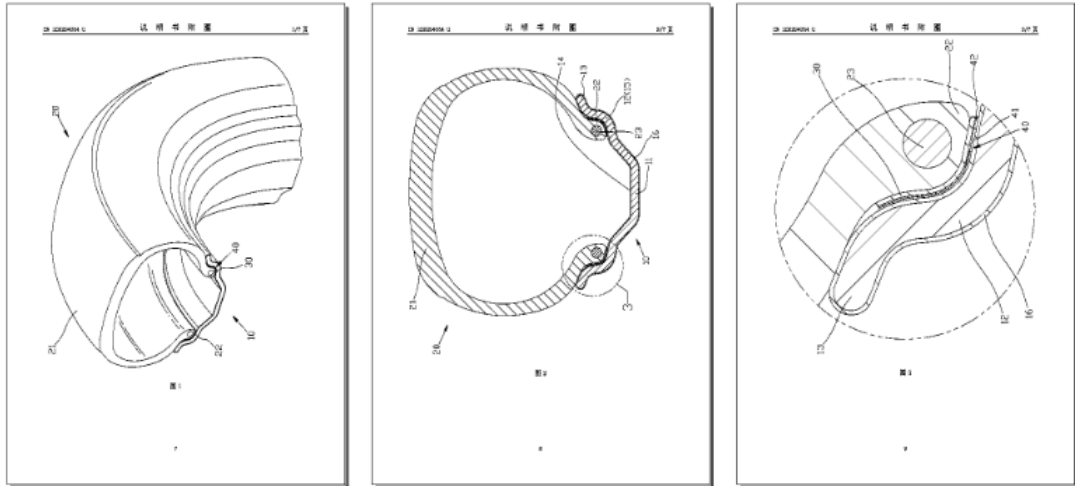
Bibliographic data: CN202294054 (U) — 2012-07-04

Connecting structure of carbon fiber wheel rings

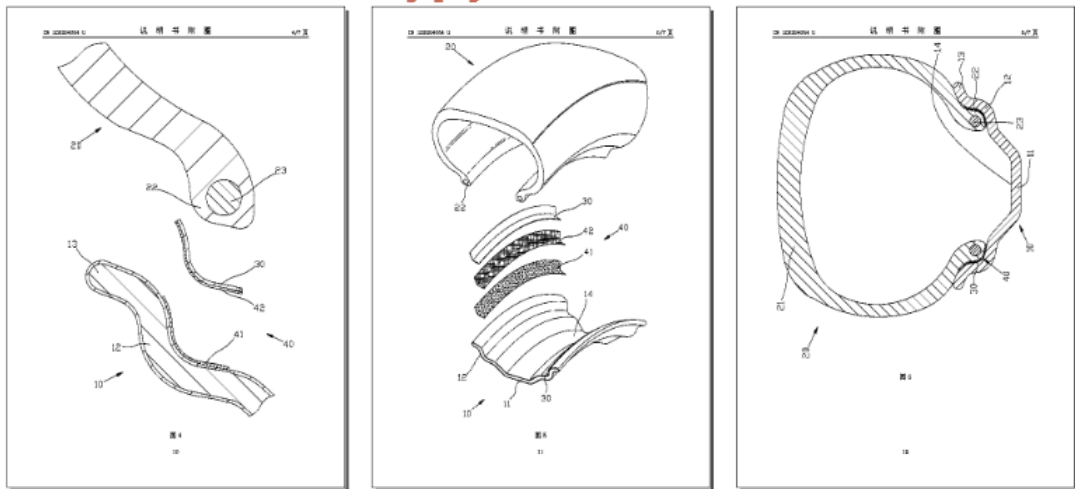
Inventor(s): JIBING TU; GUANGHAO BAI +

Applicant(s): KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY CO LTD +

The utility model mainly provides a connecting structure of a carbon fiber wheel ring. The connecting structure includes the carbon fiber wheel ring, a tire, a reinforcing member and a connecting piece set, wherein the carbon fiber wheel ring is provided with a bridge plate and two side frames; the two side frames are oppositely provided with a hook part; a groove is formed between the bridge plate and each of the two side frames; two sides of the tire are provided with a tire bead part for being connected with the hook part; the reinforcing member is in the shape of a sheet body; the connecting piece set is provided with first and second connecting pieces which can be mutually connected and can be assembled and disassembled; the first connecting piece is arranged on the wall of each side frame; and the second connecting piece is arranged at one side of the reinforcing member. By means of the above members, the first and second connecting pieces are mutually connected, so that the reinforcing member can be fixed between the carbon fiber wheel ring and the tire bead part. The connecting structure of the carbon fiber wheel ring is simple and fast to assemble and disassemble, and is capable of effectively saving the working time, reducing the cost and achieving the effects of convenience, practicality and cost efficiency.



Drawing pages of CN202294054 U



Bibliographic data: CN202046152 (U) — 2011-11-23

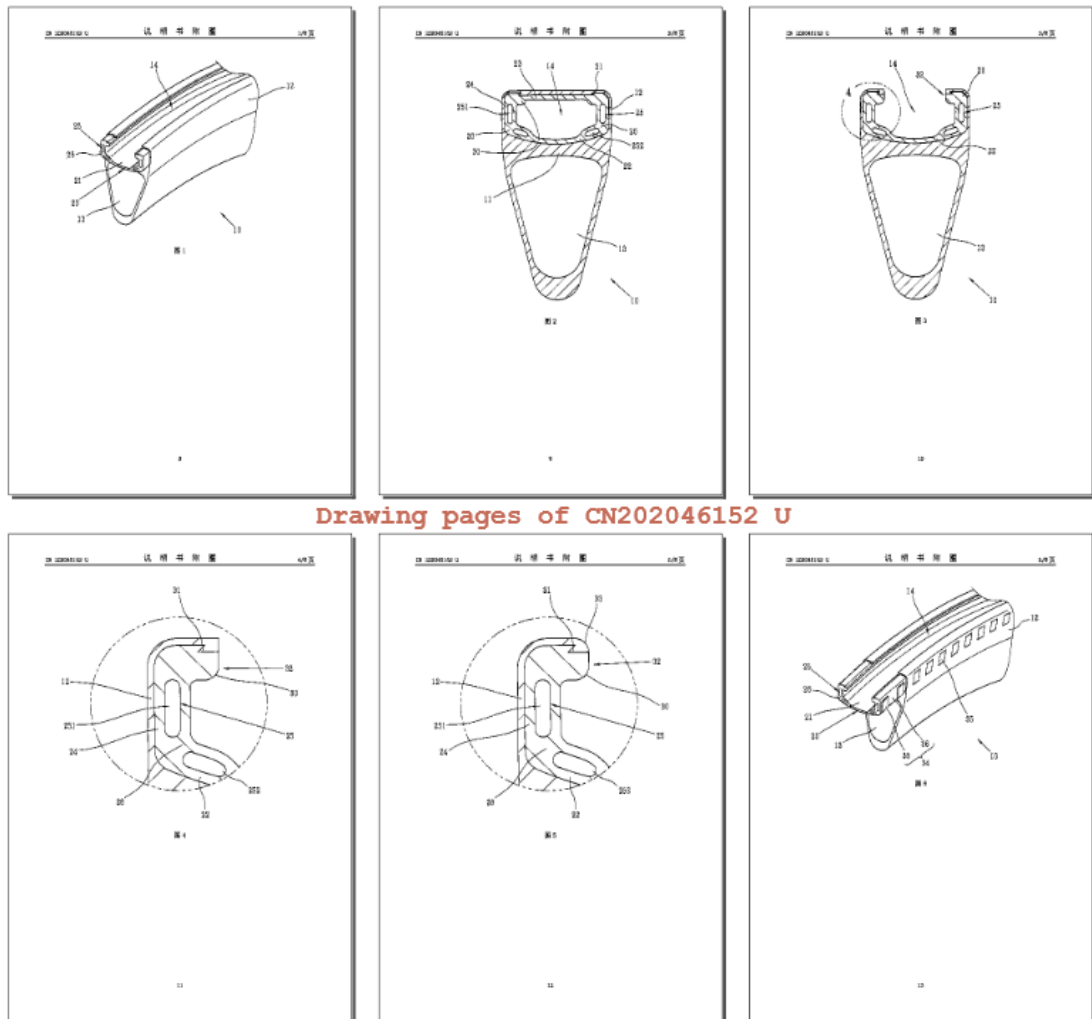
Carbon fiber rim structure

Inventor(s): JIBING TU; JINGSHAN WANG +

Applicant(s): KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY CO LTD; JINGSHAN WANG +

The utility model mainly provides a carbon fiber rim structure, which comprises a rim body and a reinforcing element, wherein the rim body is integrally formed by carbon fiber materials, the cross section of the rim body is in a frame shape, the rim body is formed by connecting at least one bridge plate and two parallel side walls, an independent inner cavity and an independent outer cavity are separated at two end areas of the bridge plate, the inner cavity is in a sealed shape, the outer cavity is in an opening shape, in addition, two hook parts are formed at the inner sides of the two side walls, the shape of the reinforcing element is matched with the shape of the outer cavity, the reinforcing element is arranged

at the inner wall of the outer cavity and is provided with an inner frame and two side frames, a plurality of hollow parts are arranged between the inner frame and the two side frames, and in addition, a rib part is formed in each hollow part. Through the components, the rib parts are formed in the hollow parts, the effects of heat radiation and stable support are provided, in addition, the integral structure forming is easy and fast, and convenience and practicability can be reached.



Drawing pages of CN202046152 U

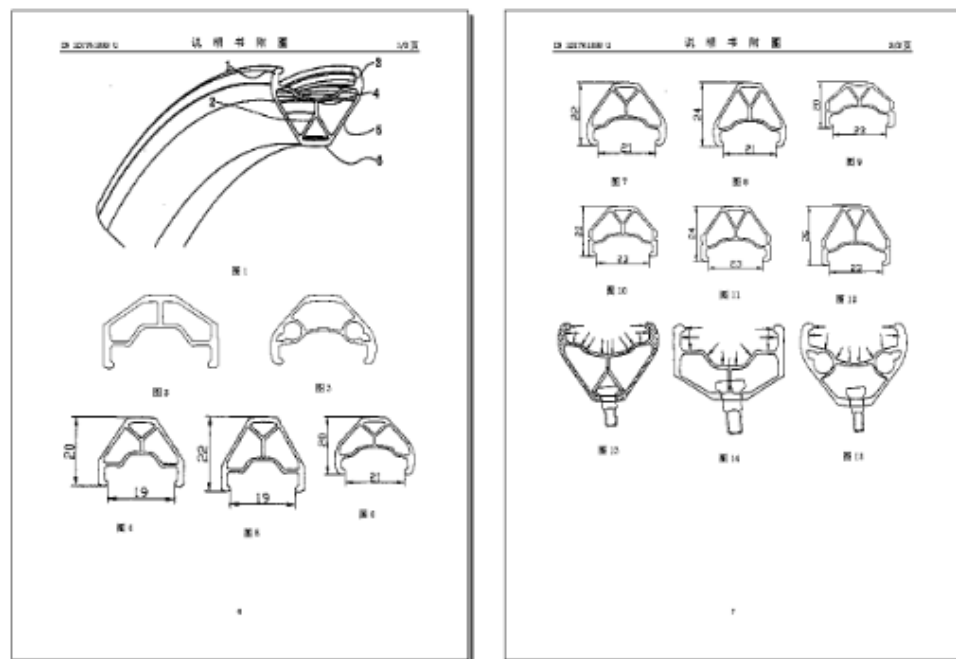
Bibliographic data: CN201761292 (U) — 2011-03-16

Bicycle wheel rim

Applicant(s): KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY CO LTD +

The utility model relates to a bicycle part, specially a bicycle wheel rim, which comprises a tire mounting part on which the tire is mounted, wherein, the tire mounting part is composed of two symmetrical wall high parts and a tire bottom wide part which are fixedly connected, ditch side parts are fixedly connected with two ends of the tire mounting part; a

spoke mounting part fixedly connected with the tire mounting part, wherein, the spoke mounting part forms an ring shape by connecting external wall parts at two sides of the spoke mounting part respectively with the tire bottom wide part and the spoke mounting part; a crossbeam connected with the tire bottom wide part and the spoke mounting part, wherein, the crossbeam forms a reverse V shape by connecting one tire bottom wide part and two spoke mounting parts. The utility model has advantages of light weight of wheel rim sections, high strength and collision resistance.



Drawing pages of CN201761292 U

Bibliographic data: CN101905627 (A) — 2010-12-08

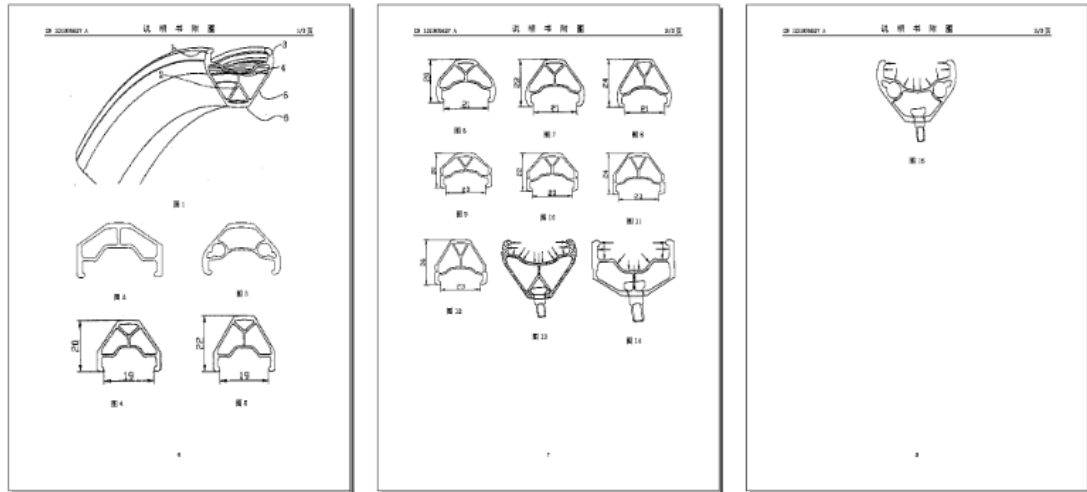
Bicycle rim

Inventor(s): JIBING TU +

Applicant(s): KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY CO LTD +

The invention relates to a bicycle part, in particular to a bicycle rim. The bicycle rim comprises a tyre mounting part and a spoke mounting part, wherein a tyre can be arranged on the tyre mounting part; the tyre mounting part is formed by fixedly connecting two symmetrical wall height parts and a tyre bottom wide part, and the two ends of the tyre mounting part are fixedly connected with groove edge parts; the spoke mounting part is fixedly connected with the tyre mounting part, and the outside wall parts on two sides are connected with the tyre bottom wide part and the spoke mounting part respectively to form a ring; the tyre bottom wide part and the spoke mounting part are connected by a cross

beam; and the cross beam is connected with one branch of the tyre bottom wide part and two branches of the spoke mounting part to form a 'herringbone' shape.; The bicycle rim has the advantages of light tyre section weight, high strength and impact resistance.



Drawing pages of CN101905627 A

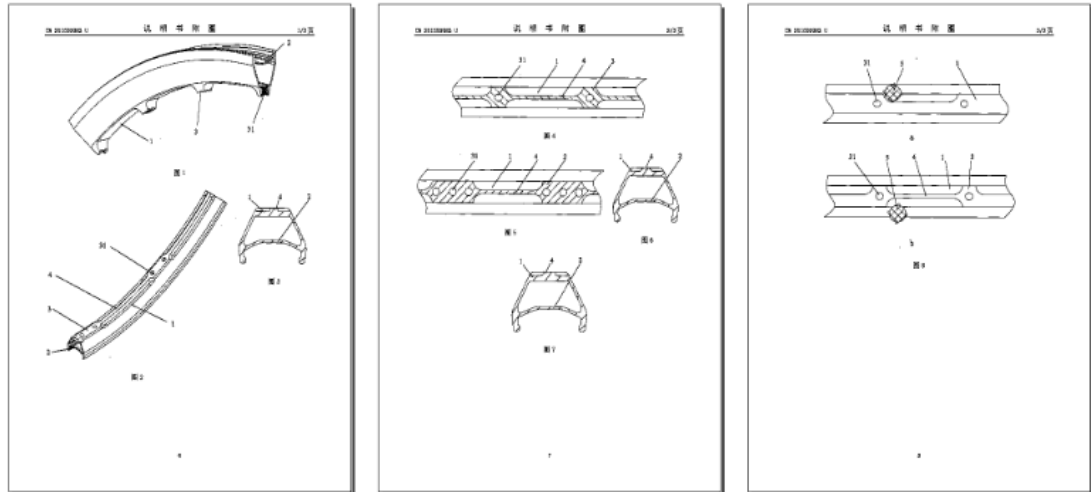
Bibliographic data: CN201693982 (U) — 2011-01-05

Arc-milling rim using tubeless tyre

Inventor(s): JIBING TU +

Applicant(s): KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY CO LTD +

The utility model relates to a rim, in particular to an aluminium alloy rim using a tubeless tyre for a bicycle and a motorcycle. An arc-milling rim using the tubeless tyre comprises a tyre lip surface and a steel wire surface, wherein a plurality of lug bosses are formed on the surface on the steel wire surface, which is toward one side of spokes, and spoke holes are arranged in the lug bosses. The arc-milling rim using the tubeless tyre is characterized in that every two adjacent lug bosses are connected by a rib, each rib and each lug boss are integrated, and space between every two lug bosses is equal. At least one spoke hole is arranged on each lug boss. The arc-milling rim using the tubeless tyre can improve the performance of the rim on the basis of lightening the weight of the rim.



Drawing pages of CN201693982 U

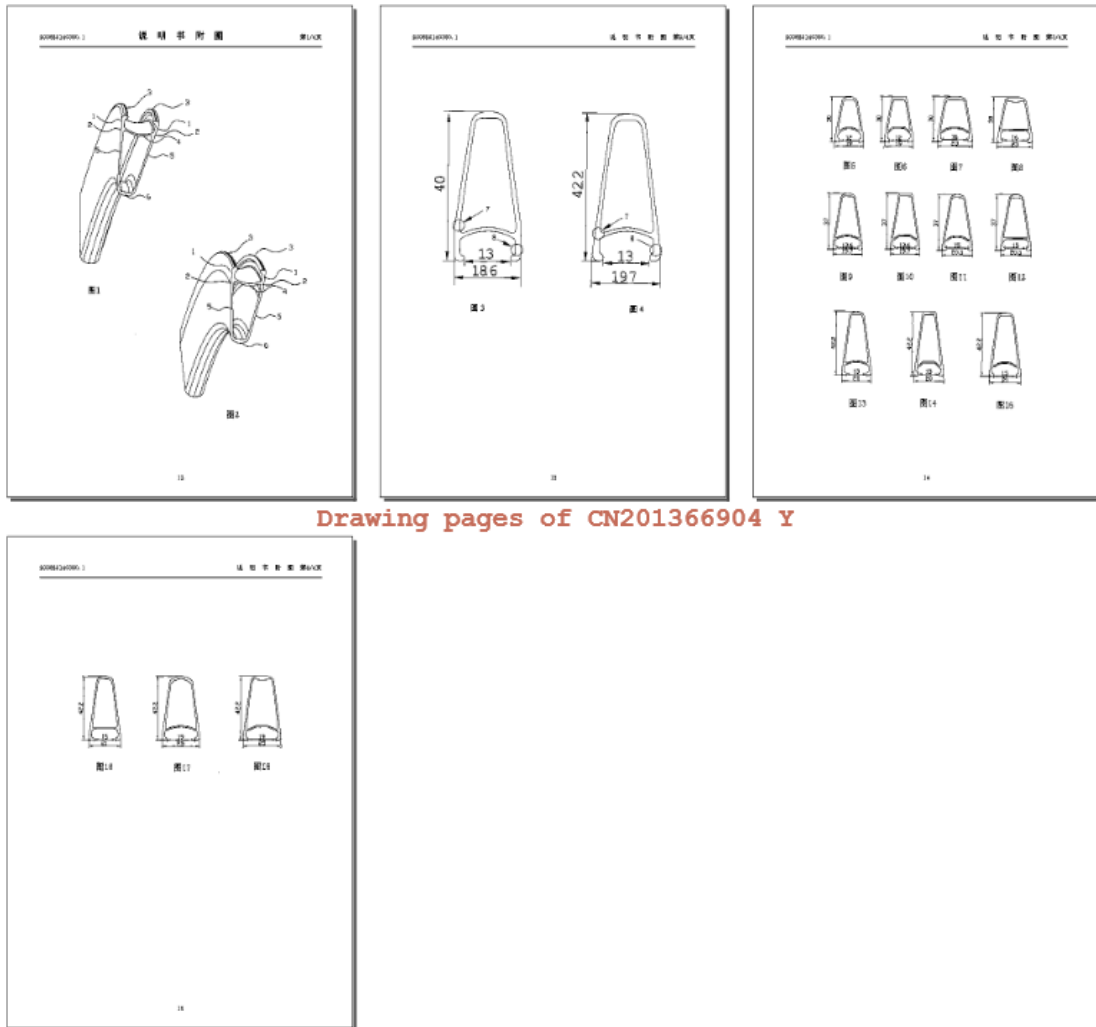
Bibliographic data: CN201366904 (Y) — 2009-12-23

Bicycle wheel rim with V-shaped cross section

Inventor(s): JIBING TU [CN] +

Applicant(s): KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY [CN] +

The utility model relates to a bicycle accessory, in particular to a bicycle wheel rim comprising a tire installation part and an annular spoke installation part. A tire can be installed on the tire installation part; the tire installation part is fixedly connected with two symmetric wall height parts and two symmetric tire bottom width parts to be in a U shape; two ends of the U-shaped tire installation part are fixedly connected with groove margin parts; the annular spoke installation part is fixedly connected with the tire installation part; the annular spoke installation part is respectively connected with the tire bottom width parts through outer side walls at two sides to be in an annular shape; with regard to the V-shaped cross section of the bicycle wheel rim, the thickness of the wall of the bicycle wheel rim can be ignored relative to the length of the wall height parts and the length of the outer side walls, both the wall height parts and the outer side walls can be considered as line segments; and the wall height parts and the outer side walls are in the same line and share the same endpoint. The utility model has the advantages of higher collision resistance, higher cross section and lighter weight.



Drawing pages of CN201366904 Y

Bibliographic data: CN101554827 (A) — 2009-10-14

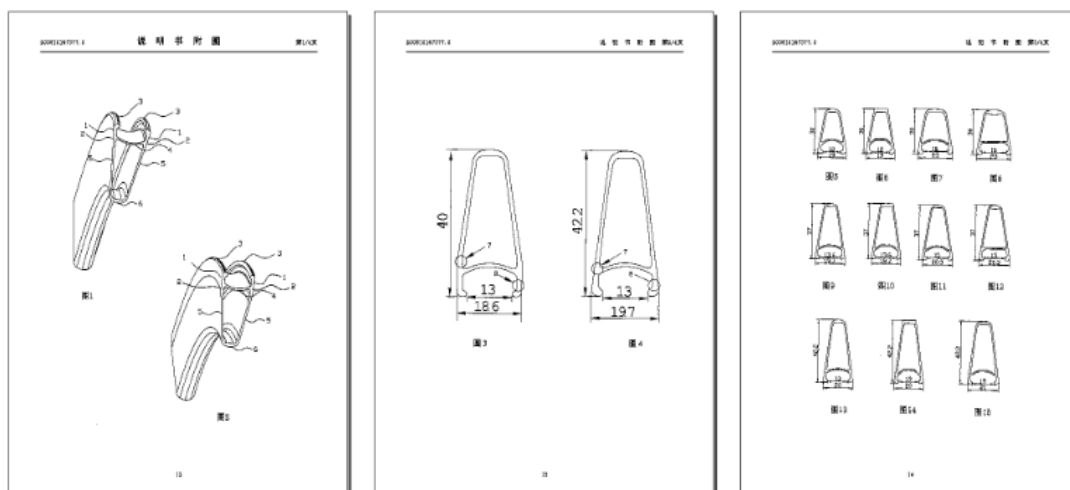
Bicycle rim with V-shaped section

Inventor(s): JIBING TU [CN] +

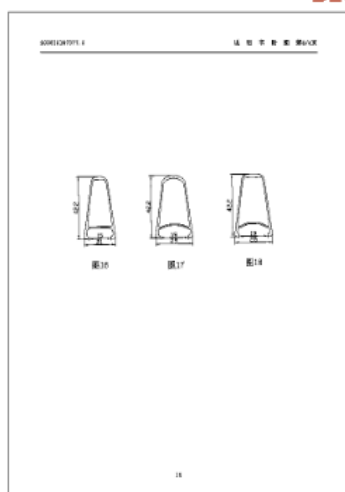
Applicant(s): KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY [CN] +

The invention relates to a bicycle fitting, in particular to a bicycle rim. The rim comprises a wheel mounting part on which a wheel is mounted, wherein, the wheel mounting part is a U shape formed by fixedly connecting a wall upper part and a wheel bottom wide part which are symmetrical, and two ends of the U-shaped wheel mounting part are fixedly connected with a trench edge part; an annular wheel spoke mounting part which is fixedly connected with the wheel mounting part, wherein, the annular wheel spoke mounting part consists of two outer lateral wall parts which are respectively connected with the wheel bottom wide part and the wheel spoke mounting part to form an annular shape, in the V-shaped section of the bicycle, wall thickness of the rim can be ignored relative to length of

thewall upper part and length of the outer lateral wall part, for the section of the rim, the wall upper part and the outer lateral wall part can be regarded as line segments; and the wall upper part andthe outer lateral wall part are arranged on the same straight line and have a common end point. The rim has the advantages of high collision resistance, high section and lighter weight.



Drawing pages of CN101554827 A



Bibliographic data: CN201070963 (Y) — 2008-06-11

Rim of bicycle and electric vehicle increasing brake security

Inventor(s): JIBING TU [CN] +

Applicant(s): KUNSHAN GIANT LIGHT METAL TECH [CN] +

The utility model provides a wheel rim for increasing the brake safety of a bicycle or a motorbicycle, wherein a protective film is covered on the wheel rim, brake strips free of protective film are arranged at two sides of the wheel rim, and a plurality of raised brake stoppers are arranged on the brake strips. The wheel rim has several color and performan-

ces in the same ring, the hardness of each part can be set and machined according to the requirements for wheel rims in different kinds of vehicles, so that the safety of rim brake is greatly increased.

Bibliographic data: CN101066657 (A) — 2007-11-07

Wheel rim for bicycle and electric bicycle with raised braking safety and its treating process

Inventor(s): TU JIBING [CN] +

Applicant(s): KUNSHAN GIANT LIGHT ALLOY SCI [CN] +

The present invention discloses one kind of wheel rim for bicycle and electric bicycle with raised braking safety and its treating process. The wheel rim has part covered with protecting film and parts with braking salient points and no protecting film serving as the braking zones. The technological process of producing the wheel rim includes the following steps: the first surface treatment, eliminating coating from the braking zones, and roughening the braking zones. The wheel rim has several parts with different colors and performances and possesses raised braking safety.

20 results found in the Worldwide database for:

FIORAVANTI MORENO as the inventor

Bibliographic data: WO2009015597 (A1) — 2009-02-05

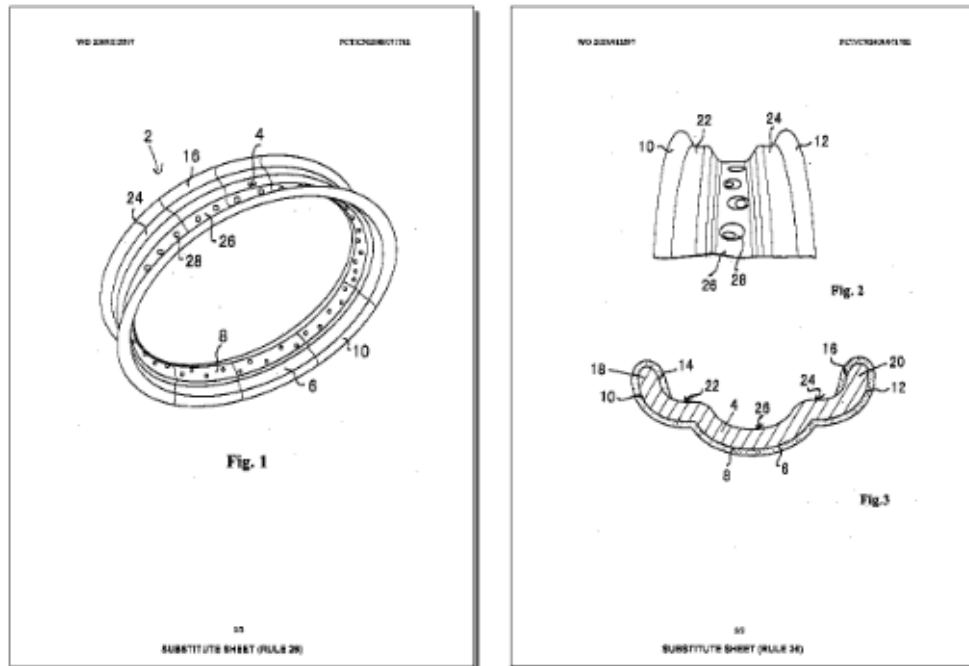
MOTOR BICYCLE RIM AND METHOD OF MAKING THE SAME

Inventor(s): FIORAVANTI MORENO [IT]; THO KEE PING [CN] +

Applicant(s): KUNSHAN VUELTA WHEEL CO LTD [CN]; FIORAVANTI MORENO [IT]; THO KEE PING [CN] +

A motor bicycle rim (2) comprises a basic rim structure (4) out of aluminum alloy which basic rim structure is covered at least in part by a glass fiber and/or carbon fiber reinforced resin layer(6) adapted to the use of an adhesive material designed to bond the reinforced prepreg material to the basic rim structure of aluminum alloy. A method of producing the motor bicycle rim comprises fixing glass fiber and/or carbon fiber reinforcement material to the basic rim structure out of aluminum alloy, providing a prepreg resin to the basic rim structure having glass fiber and/or carbon fiber reinforcement material fixed thereto; and curing the prepreg resin together with the glass fiber and/or carbon fiber reinforcement and

using an adhesive material designed to bond the reinforced prepreg material to the basic rim structure of aluminum alloy. Another method of producing a motor bicycle rim comprises fixing glass fiber and/or carbon fiber reinforced prepreg material to the basic rim structure out of aluminum alloy; and curing the prepreg resin together with the glass fiber and/or carbon fiber reinforced prepreg material.



Drawing pages of WO2009015597 A1

Bibliographic data: WO2008113487 (A1) — 2008-09-25

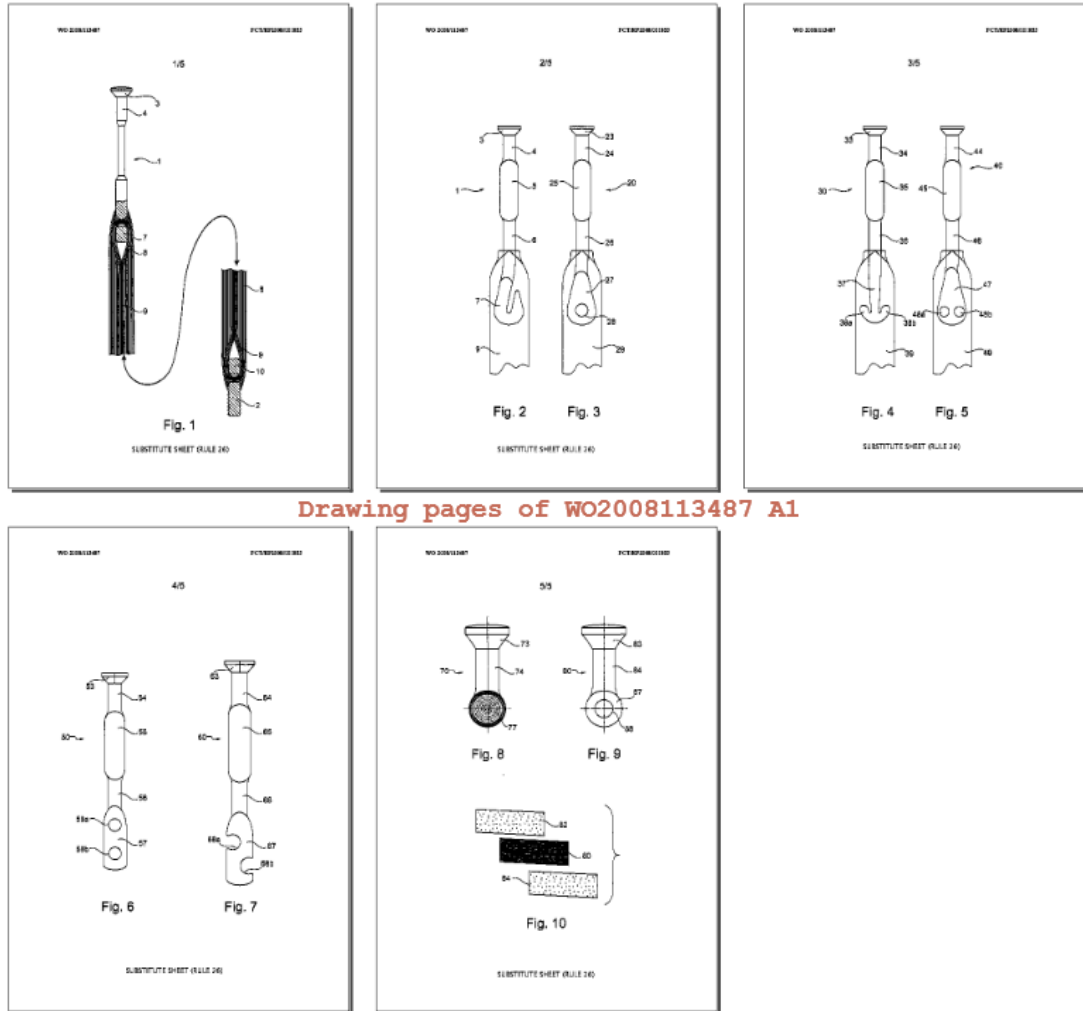
CARBON FIBER SPOKE FOR A BICYCLE WHEEL AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

Inventor(s): LIN JOHN; FIORAVANTI MORENO [IT] +

Applicant(s): MEKKEM IND INC; FORTUNA ENTPR SRL [IT]; LIN JOHN; FIORAVANTI MORENO [IT] +

A carbon fiber spoke for a bicycle wheel, comprises first and second metal end parts for attaching the spoke to a hub and a rim, respectively, of the bicycle wheel, and carbon fibers passing between the metal end part; each of the first and second metal end parts comprising an anchoring means for anchoring the carbon fibers to the metal end parts; the fibers being mutually molded together and to the metal end parts by means of a prepreg resin forming a shaft of the spoke between the two metal end parts. A method of manufacturing a carbon fiber spoke for a bicycle wheel comprises fixing the position of first and second metal end parts each having an anchoring means for carbon fibers to be anchored to the

metal end parts.wrapping the carbon fibers in at least one bundle about the anchoring means of the metal end parts, providing a prepreg resin, and curing the carbon fibers and the prepreg resin.



Drawing pages of WO2008113487 A1

Bibliographic data: EP2033809 (A1) — 2009-03-11

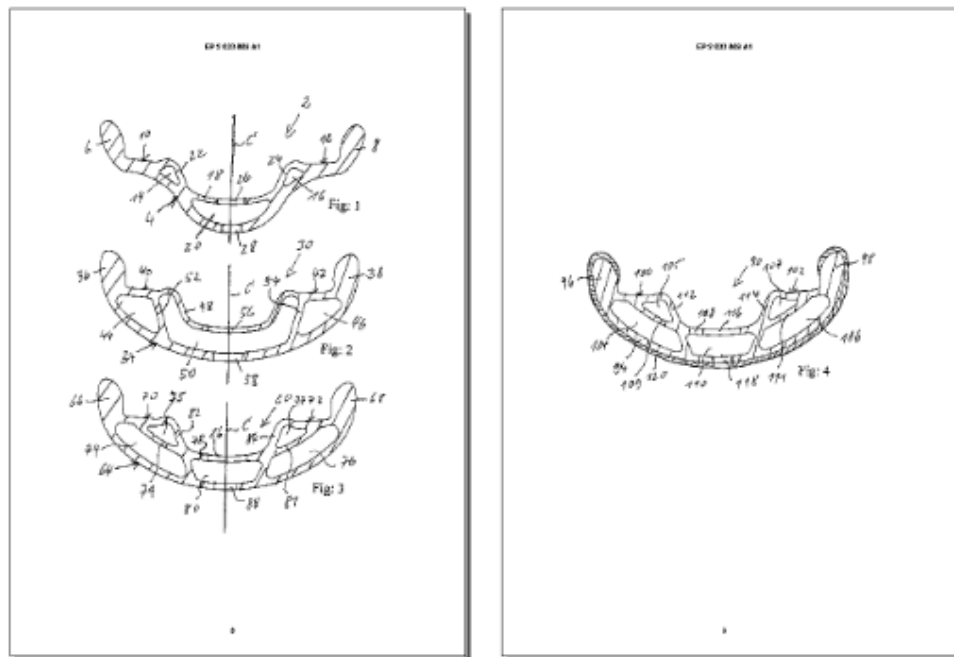
Motorcycle wheel rim and method of making the same

Inventor(s): FIORAVANTI MORENO [IT] +

Applicant(s): KUNSHAN VUELTA WHEEL CO LTD [CN] +

A motorcycle wheel rim comprises a profiled element which forms a circular rim (2), is symmetrical with respect to a centerline (C) plane of the wheel, has an outer profile wall (4) ending in two rim flanges (6,8) and comprises, inside of the rim flanges a pair of seats (10,12) for beads of a tire to be mounted on the rim (2), wherein at least two hollow annular chambers (14,16) are provided next to and below the seats and are connected to each other by an annular connecting wall (18) which forms an annular hollow central chamber

(20) with the outer profile wall (4).; The seats (10,12) are supported, at their outer ends, by the outer profile wall (4) and, at their inner ends, by a supporting wall (22,24) extending from the respective inner end of the associated seat (10,11) to the outer profile wall (4) of the rim (2) in an oblique direction such that the junction of the supporting wall (22,24) with the outer profile wall (4) is closer to the centerline (C) of the rim than the junction of the supporting wall with the seat wall. The basic rim structure is covered at least in part by a glass fiber or carbon fiber reinforced resin layer (120).



Drawing pages of EP2033809 A1

Bibliographic data: ES2370871, EP2020306 (A1) (T3) — 2011-12-23

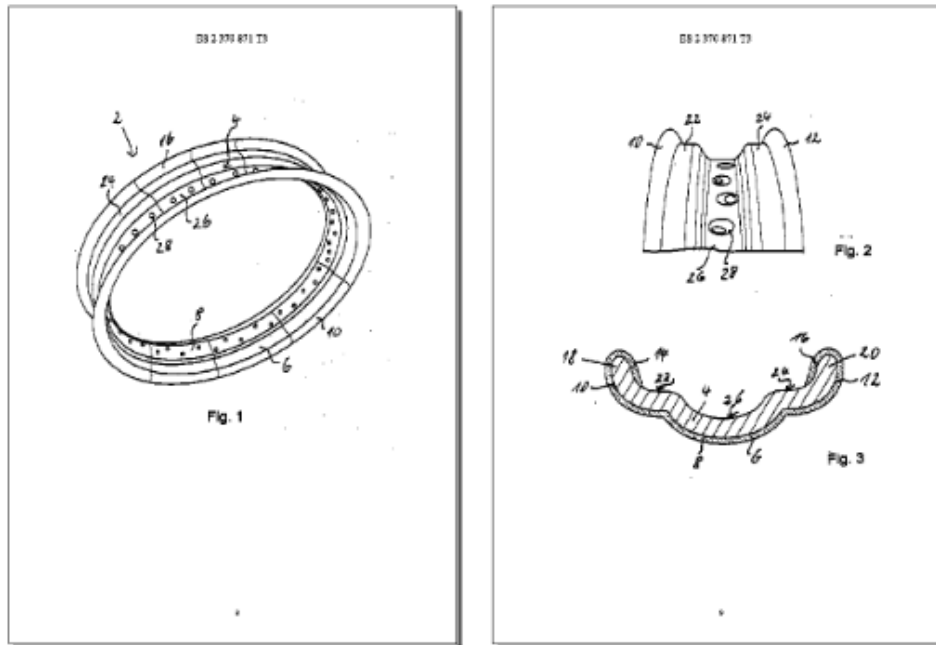
Motor bicycle rim and method of making the same

Inventor(s): FIORAVANTI MORENO; THO KEE PING +

Applicant(s): KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY CO LTD [CN] +

A motor bicycle rim (2) comprises a basic rim structure (4) out of aluminum alloy which basic rim structure is covered at least in part by a glass fiber or carbon fiber reinforced resin layer (6) adapted to the use of an adhesive material designed to bond the reinforced prepreg material (6) to the basic rim structure (4) of aluminum alloy. A method of producing the motor bicycle rim (2) comprises fixing glass fiber or carbon fiber reinforcement material (6) to the basic rim structure (4) out of aluminum alloy, providing a prepreg resin to the basic rim structure (4) having glass fiber or carbon fiber reinforcement material (6) fixed thereto; and curing the prepreg resin together with the glass fiber or carbon fiber rein-

forcement (6) and using an adhesive material designed to bond the reinforced prepreg material to the basic rim structure (4) of aluminum alloy. Another method of producing a motor bicycle rim (2) of claim 1, comprises fixing glass fiber or carbon fiber reinforced prepreg material (6) to the basic rim structure (4) out of aluminum alloy; and curing the prepreg resin together with the glass fiber or carbon fiber reinforced prepreg material.



Drawing pages of ES2370871 T3

TESTA SANDRO as the inventor

Bibliographic data: FR2619749 (A1) — 1989-03-03

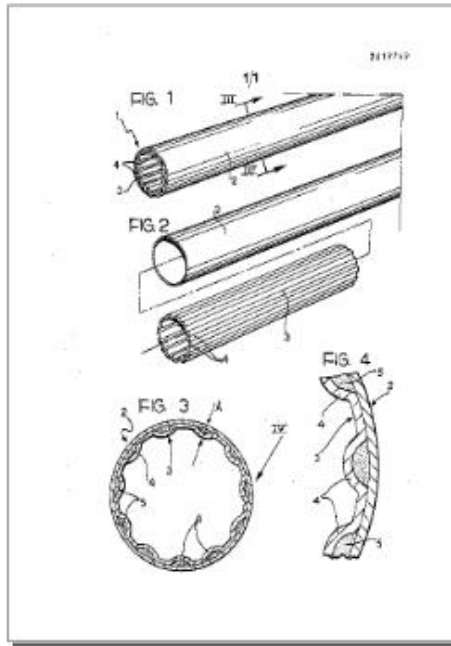
Tubular structure and method of manufacturing this structure

Inventor(s): TESTA SANDRO +

Applicant(s): CAMPAGNOLO SPA [IT] +

Abstract of FR2619749 (A1)

The invention relates to tubular structures. This structure comprises two tubes 2, 3 which are fixed, one inside the other, and are shaped so as to define between them a plurality of longitudinal channels 5. At least some of these channels 5 are filled with fibres pre-impregnated with resin. In the preferred embodiment, the outer tube 2 possesses a smooth wall and the inner tube has a plurality of longitudinal depressions 4 which define the channels 5. Main application: tubular structures which have to be both lightweight and strong.



Drawing pages of FR2619749 A1

Patentová rešerše dle klíčových slov

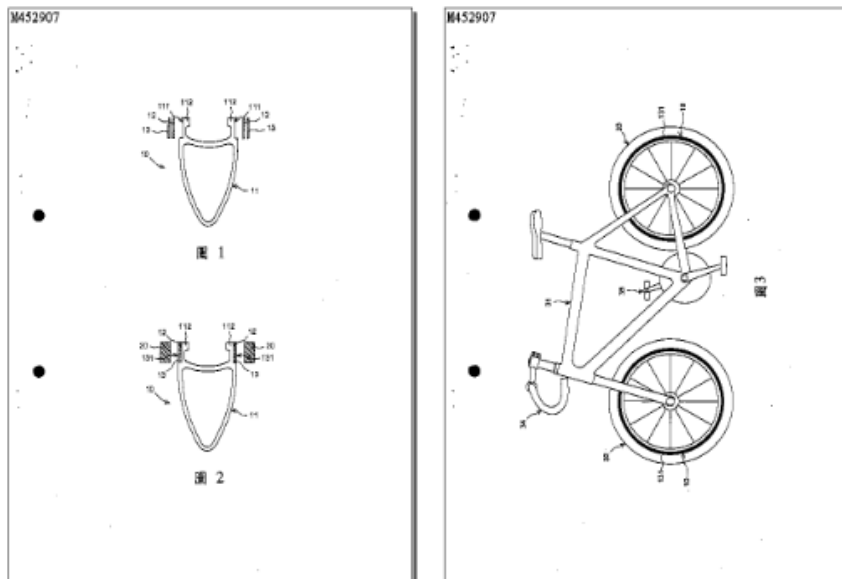
Approximately **67** results found in the Worldwide database for:
carbon and rim* in the title

Bibliographic data: TWM452907 (U) — 2013-05-11

Carbon fiber wheel rim and bicycle having the same

Inventor(s): CHUANG PHILIP [TW] +

Applicant(s): AWISE FIBER TECHNOLOGY CO LTD [TW] +



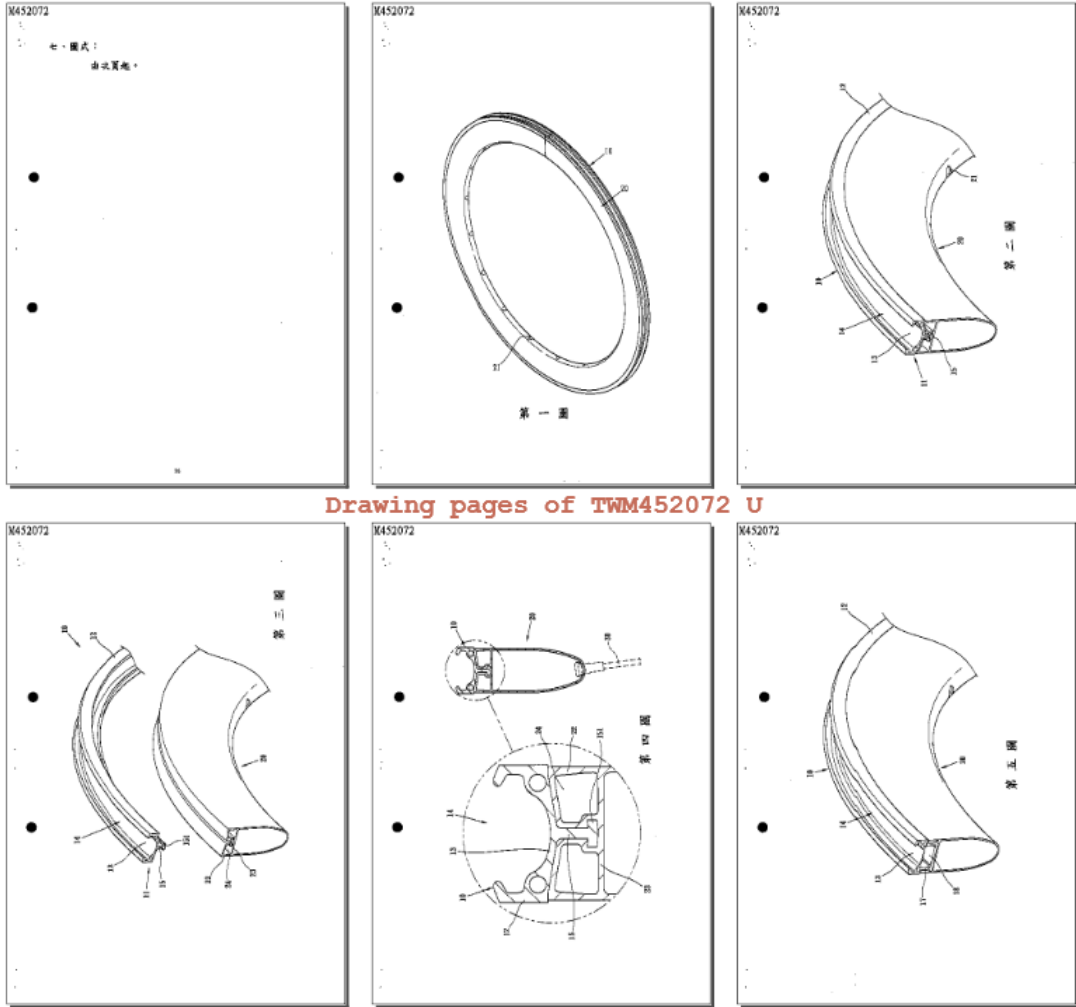
Drawing pages of TWM452907 U

Bibliographic data: TWM452072 (U) — 2013-05-01

Wheel rim structure combining aluminum and carbon fiber material

Inventor(s): TU JI-BING [MY]; BAI GUANG-HAO [TW] +

Applicant(s): KUNSHAN HENRY METAL TECHNOLOGY CO LTD [CN] +



Bibliographic data: TW201311478 (A) — 2013-03-16

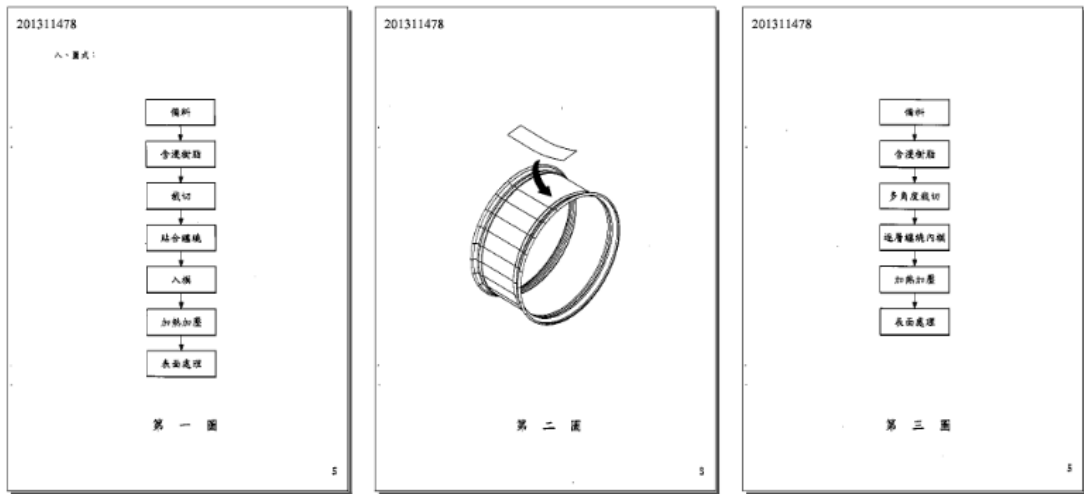
Composite material rim using single longitudinal-weaved carbon fiber and manufacturing method thereof

Inventor(s): MA SHUI-YUAN [TW] +

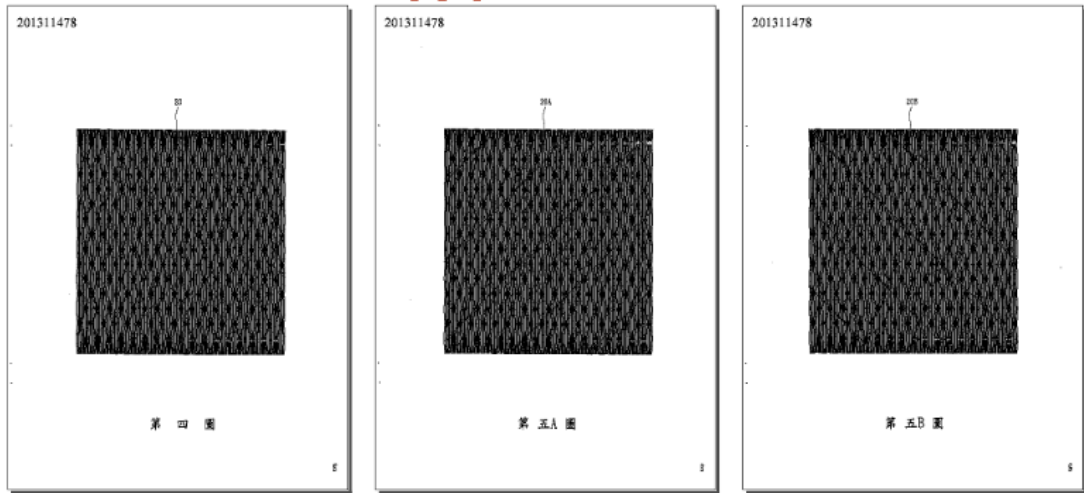
Applicant(s): MA SHUI-YUAN [TW] +

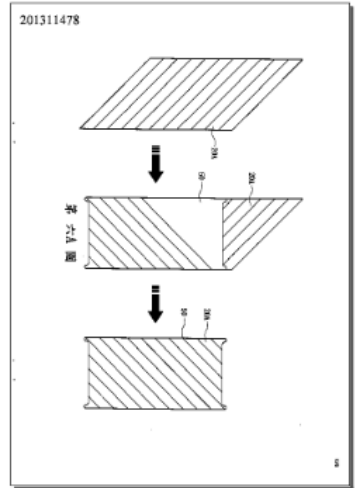
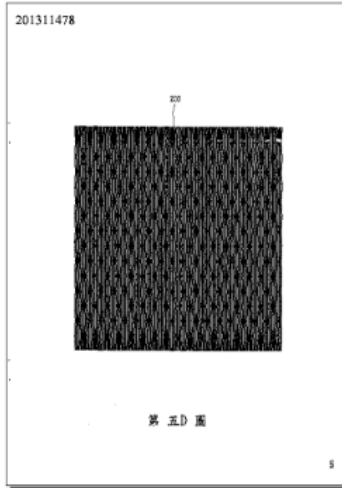
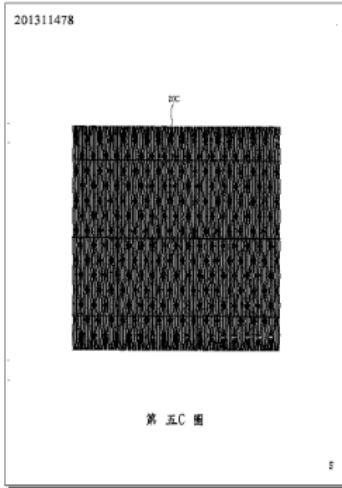
This invention relates to a composite material rim using single longitudinal-weaved carbon fiber and its manufacturing method, especially for a composite material rim having lightweight and high strength. The composite material rim is formed by winding a plurality of sheet-shaped carbon fiber cloth and a plurality of strip-shaped carbon fiber cloth layer

by layer, wherein the carbon fiber cloth is selected from single longitudinal-weaved carbon fiber cloth, and the sheet-shaped carbon fiber cloth and the adjacent strip-shaped carbon fiber cloth are arranged in different included angles. Accordingly, the composite material rim of this invention, obtained by impregnating with resin and heating and pressuring, takes advantage of multiple-layer and multi-angle design. Not only the composite material rim can have continuity, integration and lightweight, but also the materials and working hours can be saved significantly and the strength of the composite material rim can be enhanced.

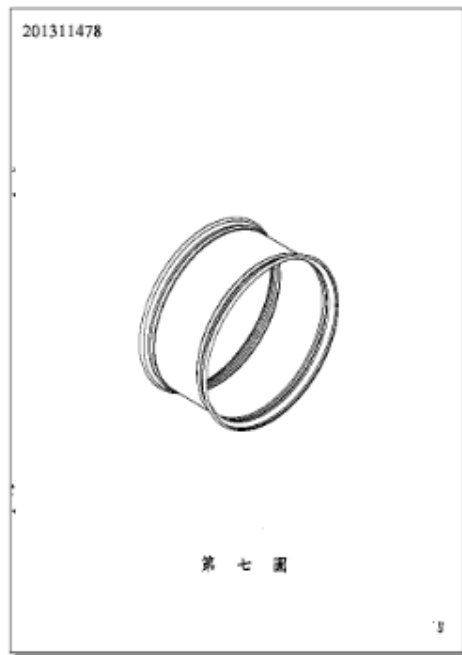
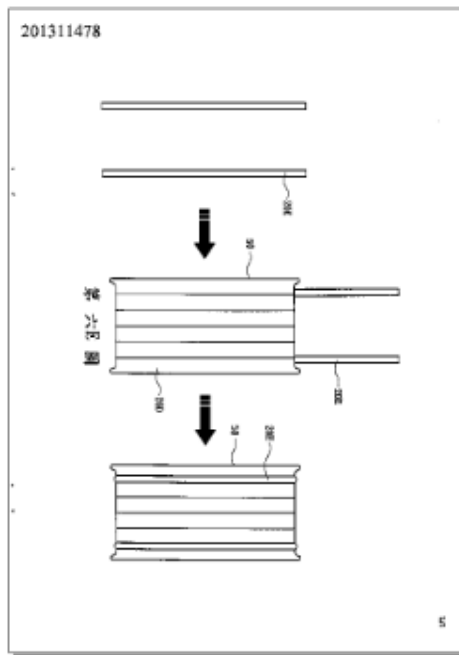
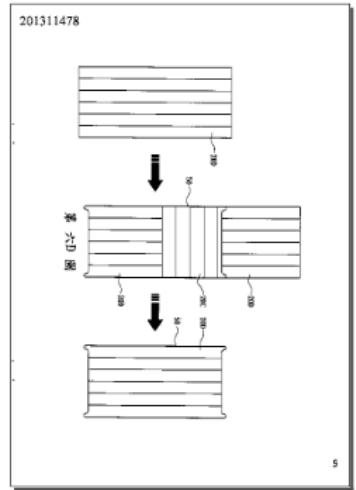
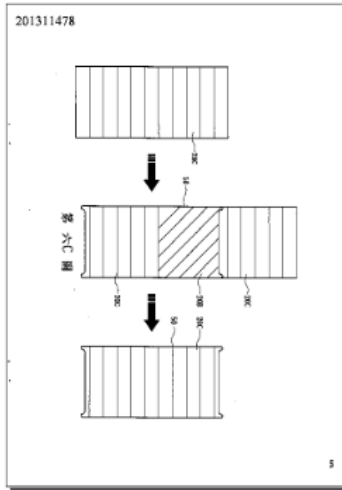
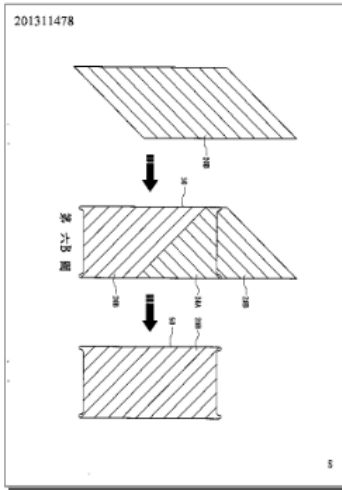


Drawing pages of TW201311478 A





Drawing pages of TW201311478 A



Drawing pages of TW201311478 A

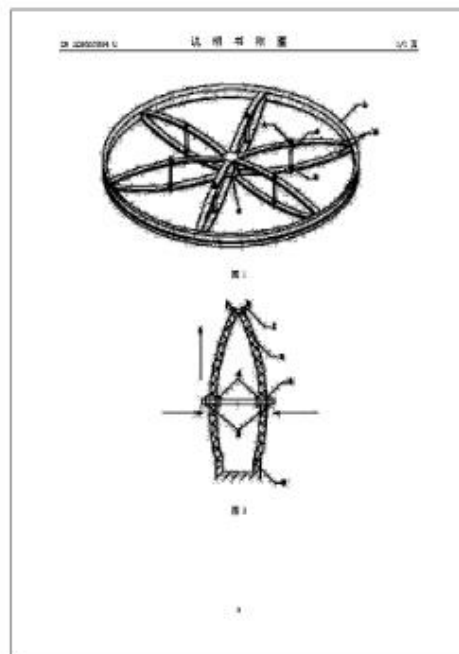
Bibliographic data: CN202557204 (U) — 2012-11-28

Adjustable carbon fiber rim combination structure

Inventor(s): GUORONG LONG; XIAOBING YANG; ZHIYONG BIAN; CHUNQING WANG +

Applicant(s): TAISHAN SPORTS INDUSTRY GROUP; SHANDONG MOUNT TAI RUIBAO COMPOSITE MATERIAL CO LTD +

The utility model belongs to the field of wheel accessories, in particular discloses an adjustable carbon fiber rim combination structure. The adjustable carbon fiber rim combination structure comprises a wheel frame, spokes and a wheel hub, and is characterized in that the wheel and the spokes are made from carbon fiber composites, two ends of the spokes are respectively connected with two sides of the wheel frame and the wheel hubs, and the spokes are symmetrically arranged on two sides of the wheel hub in pairs and evenly distributed on the wheel frame. The adjustable carbon fiber rim combination structure is simple in structure, convenient to use, and applicable to composite wheels with inner tubes or without inner tubes, and can realize roundness change of the wheel frame by simple adjustment, thus ensuring the roundness of the whole wheel, and improving the quality reliability of the carbon fiber composite wheels.



Drawing pages of CN202557204 U

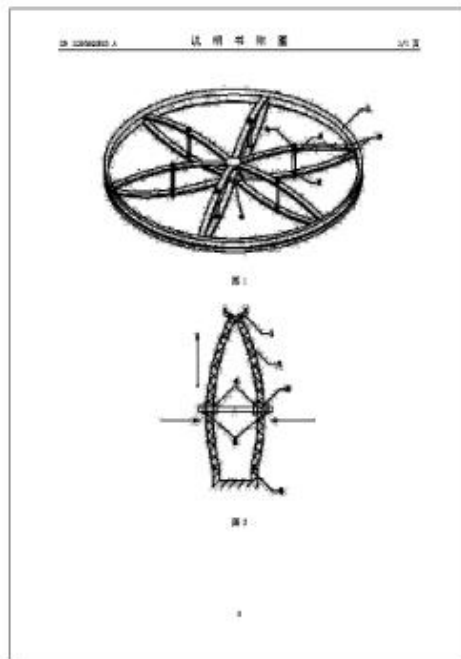
Bibliographic data: CN102582353 (A) — 2012-07-18

Adjustable carbon fiber wheel rim combined structure

Inventor(s): GUORONG LONG; XIAOBING YANG; ZHIYONG BIAN; CHUNQING WANG +

Applicant(s): TAISHAN SPORTS INDUSTRY GROUP; SHANDONG TAISHAN RUIBAO COMPOSITE MATERIALS CO LTD +

The invention belongs to the field of vehicle wheel accessories and particularly discloses an adjustable carbon fiber wheel rim combined structure which comprises a wheel frame, spokes and a hub. The adjustable carbon fiber wheel rim combined structure is characterized in that the wheel frame and the spokes are both made of a carbon fiber composite material, the two ends of the spokes are respectively connected with the two sides of the wheel frame and the hub, and the spokes are arranged symmetrically on two sides of the hub and distributed on the wheel frame evenly. The adjustable carbon fiber wheel rim combined structure is simple in structure, is convenient to use and is applicable to composite material vehicle wheels with or without an inner tube. By the adjustable carbon fiber wheel rim combined structure, the circular degree of the wheel frame can be changed through simple adjustment so that circular degree of a whole vehicle wheel can be ensured and the quality reliability of the carbon fiber composite material vehicle wheel can be improved.



Drawing pages of CN102582353 A

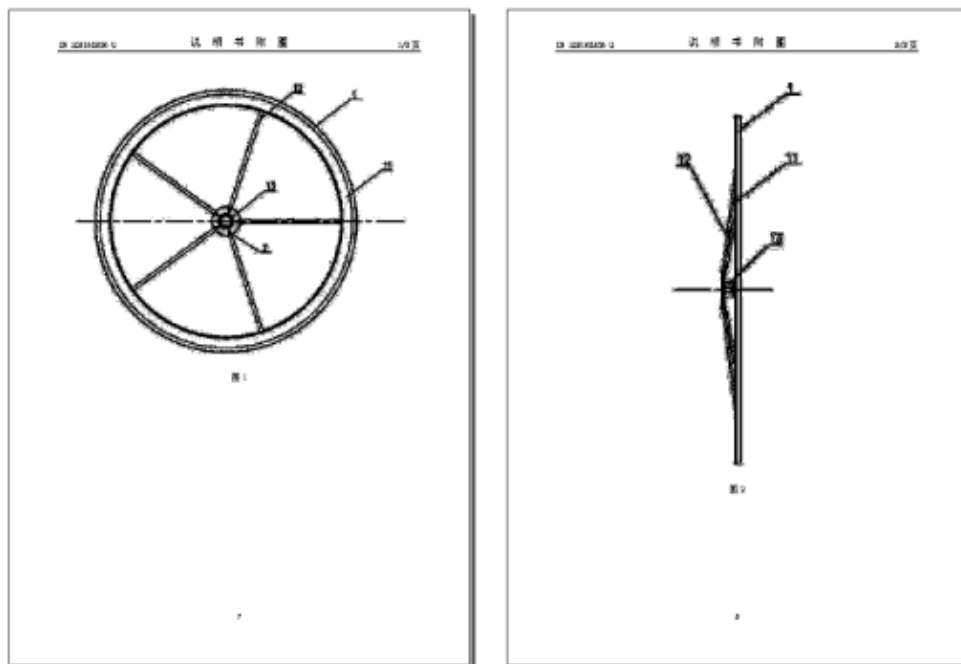
Bibliographic data: CN202163236 (U) — 2012-03-14

Gluing type wheel rim made of full-carbon fiber composite material wholly

Inventor(s): DAOWU XIONG; QINGHAI SHANG +

Applicant(s): GUANGZHOU DNK CARBON FIBER TECHNOLOGY CO LTD +

The utility model discloses a gluing type wheel rim made of a full-carbon fiber composite material wholly, which comprises a ring part, spokes and a hub. The hub is positioned in the center of the ring part; the spokes are connected between the hub and the ring part; the hub mainly consists of a shell and a transmission mechanism arranged in the shell; the shell of the hub, the ring part and the spokes are all made of the carbon fiber composite material; mounting holes for mounting the spokes are respectively arranged at the inner circle of the ring part and the outer circle of the hub; and the two ends of each of the spokes are respectively inserted into corresponding mounting holes in the ring part and in the hub and are glued and fixed. The ring part, the spokes and the shell of the hub of the rim are all made of the carbon fiber composite material so that the rim is light, and the strength of the rim is high; a small amount of spokes are adopted in the rim so that the running wind resistance is little; therefore, the running resistance is greatly reduced, and the running speed is increased; moreover, the rim made of the carbon fiber composite material has attractive appearance and is deeply loved by consumers.



Drawing pages of CN202163236 U

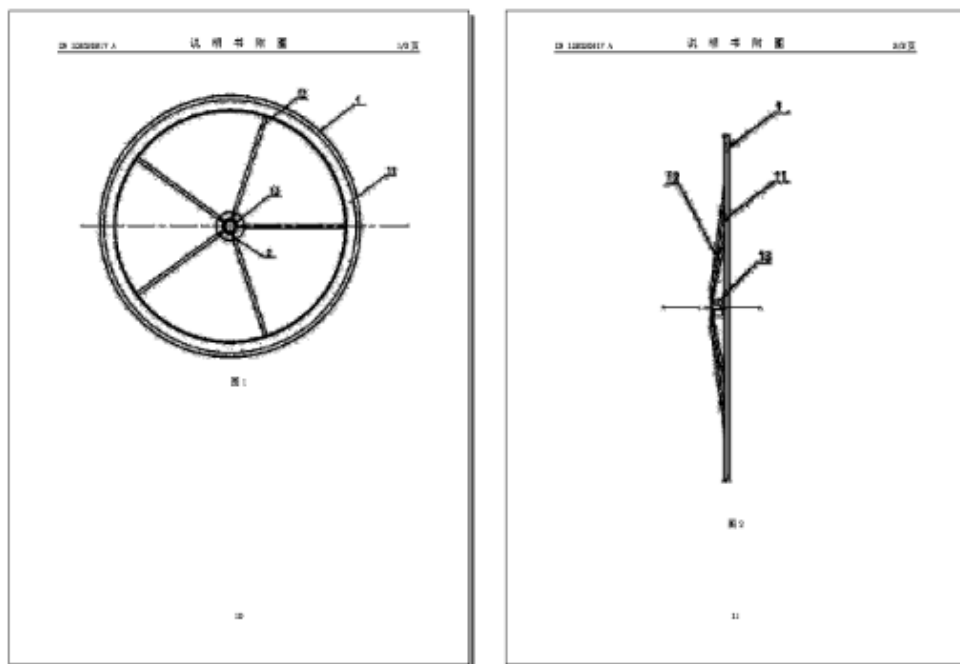
Bibliographic data: CN102320217 (A) — 2012-01-18

Gluing type integral full-carbon fiber composite material wheel rim and manufacturing method thereof

Inventor(s): DAOWU XIONG; QINGHAI SHANG +

Applicant(s): GUANGZHOU DNK CARBON FIBER TECHNOLOGY CO LTD +

The invention discloses a gluing type integral full-carbon fiber composite material wheel rim. The gluing type integral full-carbon fiber composite material wheel rim comprises a rim part, spokes and a hub, wherein the hub is arranged at the center of the rim part, the spokes are connected between the hub and the rim part, the hub mainly comprises a shell and a transmission mechanism arranged in the shell, the shell of the hub, the rim part and the spokes are all made from a carbon fiber composite material, installation holes for installing the spokes are respectively arranged on the inner circle of the rim part and the outer circle of the hub, and two ends of each spoke are respectively inserted in the corresponding installation holes on the rim part and the hub and fixed in a gluing manner; and the invention further discloses a manufacturing method of the wheel rim. In the invention, as the rim part, the spokes and the shell of the hub are all made from the carbon fiber composite material, the rim has light weight and high strength, is small in wind resistance during driving, can be used for greatly lowering the driving resistance and improving the driving speed by adopting fewer spokes; and the wheel rim made from the carbon fiber composite material has attractive appearance, thus being well popular with broad consumers.



Drawing pages of CN102320217 A

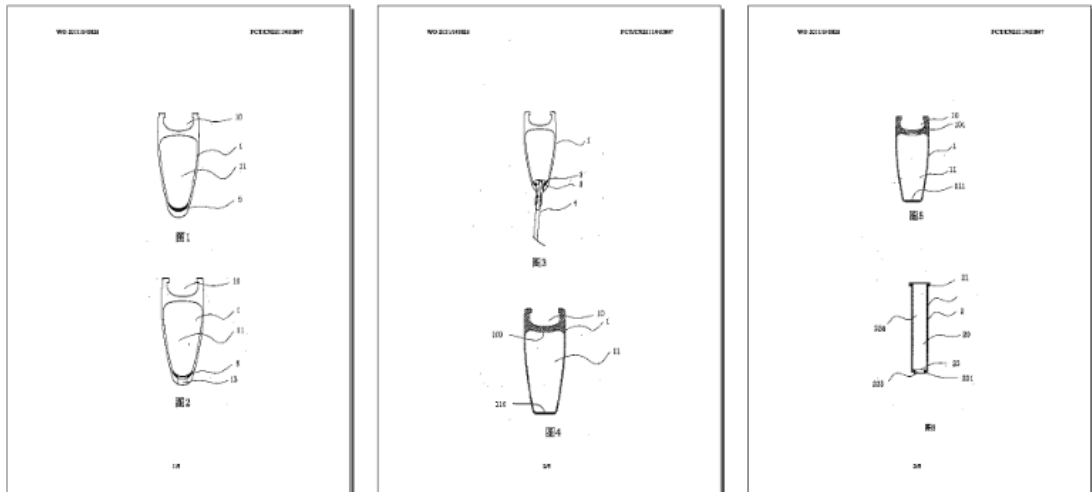
Bibliographic data: WO2011140826 (A1) — 2011-11-17

CARBON FIBER RIM WITH AN IMPROVED STRUCTURE

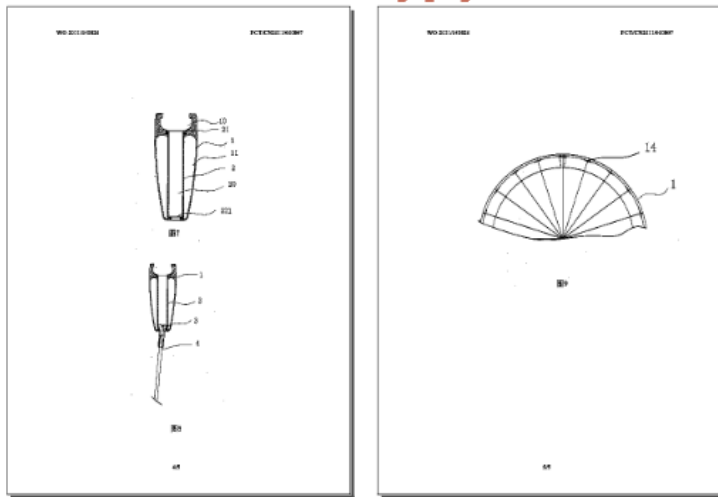
Inventor(s): WANG JINGSHAN [CN] +

Applicant(s): XIAMEN HONGJI WEIYE IND CO LTD [CN]; WANG JINGSHAN [CN]

A carbon fiber rim with an improved structure comprises a rim body (1) and a plurality of aluminum covers (2). The rim body (1) is provided with a semi-closed tyre-position trench hole (10) and a closed chamber (11) which are arrayed up and down. The wall bodies of the tyre-position trench hole (10) and the closed chamber (11) are formed by a carbon fibrous layer as a whole. The wall body (100) at the bottom part of the tyre-position trench hole (10) and the wall body (110) at the bottom part of the closed chamber (11) are provided with a plurality of equal-divided and corresponding inner positioning holes (101) and outer positioning holes (111); through holes (22) for receiving spoke nuts are provided in the aluminum covers (2), and the number of the aluminum covers (2) matches the number of the positioning holes. The aluminum covers (2) are clamped in the inner positioning holes (101) and the outer positioning holes (111), and are adhesively bonded with the rim body (1). The rim with said structure has the advantages of even stress, high strength, fast assembly speed, shortened production time, high efficiency, material saving, low cost etc.



Drawing pages of WO2011140826 A1

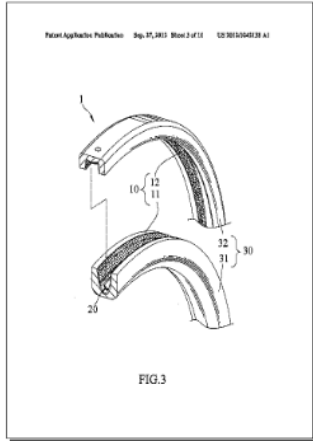
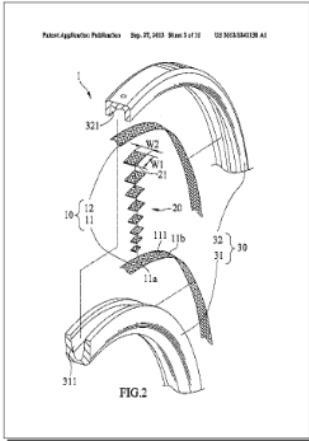
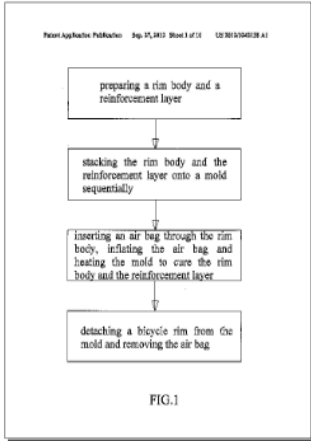


Bibliographic data: US2012242138 (A1) — 2012-09-27

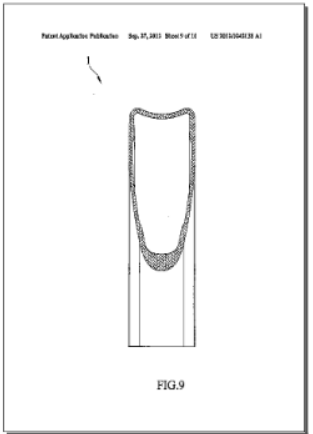
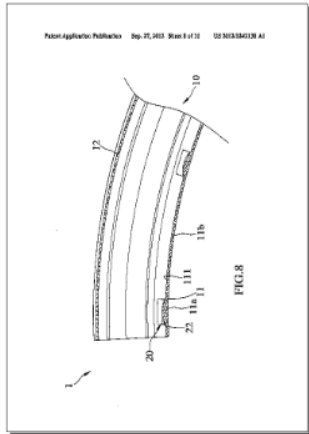
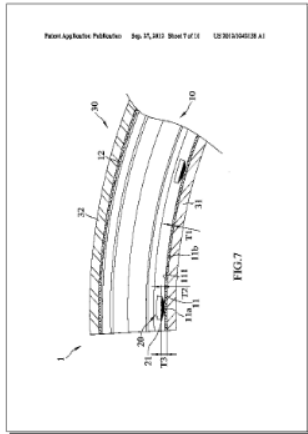
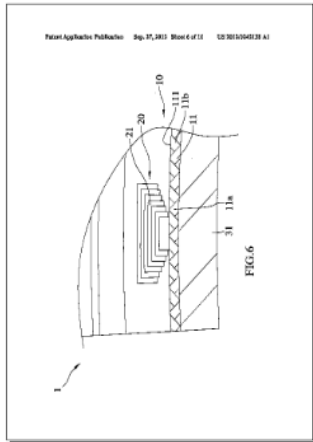
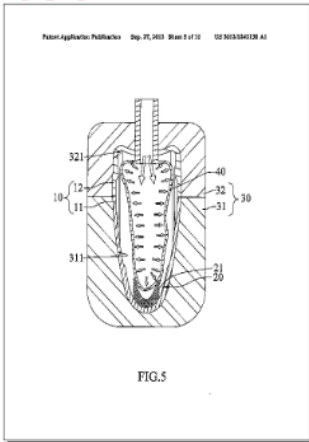
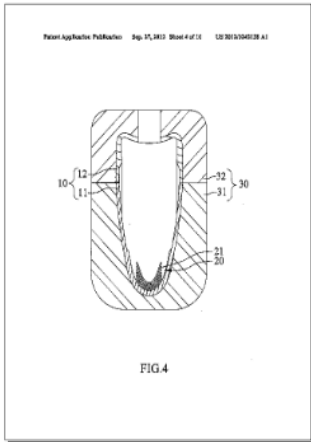
Carbon Bodied Bicycle Rim with Reinforcement Layer

Inventor(s): TSAI WEN-FENG [TW] +

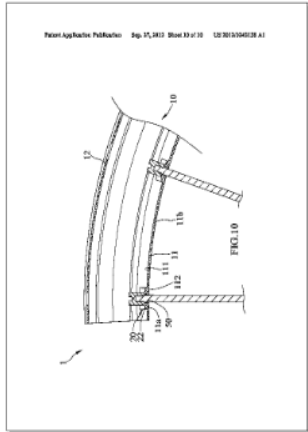
According to the present invention, a bicycle rim comprises a rim body and a reinforcement layer. Each of the rim body and the reinforcement layer is constructed of carbon fiber, and the reinforcement layer is integrally formed on the rim body.



Drawing pages of US2012242138 A1



Drawing pages of US2012242138 A1



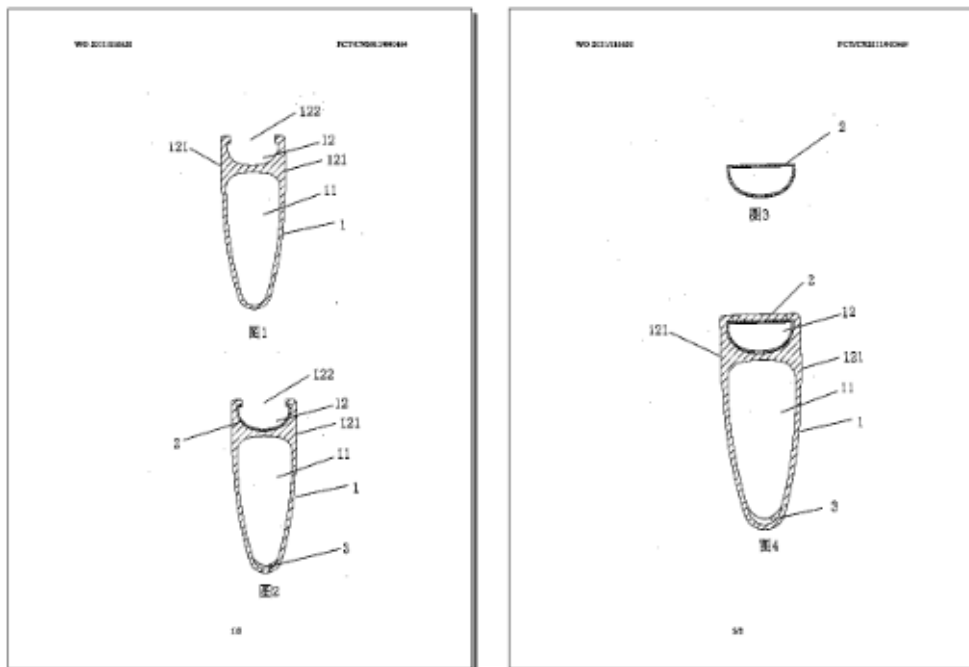
Bibliographic data: WO2011116630 (A1) — 2011-09-29

IMPROVED BICYCLE CARBON FIBER RIM STRUCTURE AND MANUFACTURE METHOD THEREOF

Inventor(s): WANG JINGSHAN [CN]; ZHUO JIANYI [CN] +

Applicant(s): XIAMEN HONGJI WEIYE IND CO LTD [CN]; WANG JINGSHAN [CN]; ZHUO JIANYI [CN] +

An improved bicycle carbon fiber rim (1) structure comprises an independent inner cavity (11) and an independent outer cavity (12). The two cavities are formed by carbon fiber layers in an integrated manner. A metal shell strengthening piece (2) matching with the shape of the outer cavity (12) is arranged in the inner wall of said outer cavity (12). A manufacture method of said rim (1) structure comprises the follow steps: making an aluminum core shaft, making an outer cavity (12) blank, making an inner cavity (11) blank, making a rim (1) blank, pressing, heating, cooling and solidifying said rim (1) blank, and forming a gap (122) on said outer cavity (12). The structure can improve the braking stability of the bicycle, and prevent the rim (1) from being damaged and cracked, thus prolong the service life of the rim (1).



Drawing pages of WO2011116630 A1

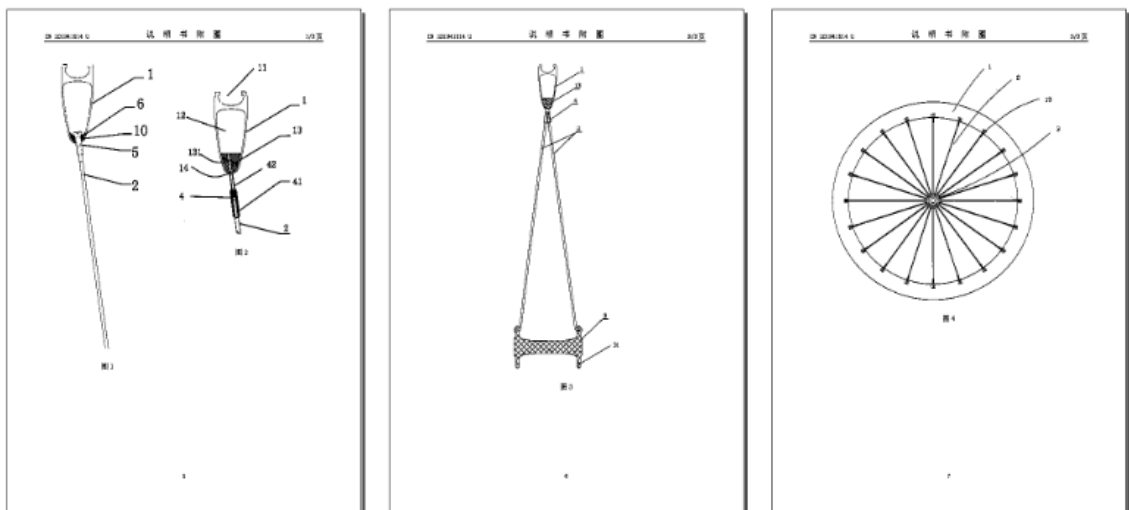
Bibliographic data: CN201941514 (U) — 2011-08-24

Assembly-convenient carbon fiber bicycle rim component

Inventor(s): JINGSHAN WANG +

Applicant(s): JINGSHAN WANG +

The utility model provides an assembly-convenient carbon fiber bicycle rim component which comprises a carbon fiber rim main body, connecting pieces and a plurality of spokes and hubs, wherein a plurality of equidistant aluminum pieces are buried at the bottom part of a chamber of the carbon fiber rim main body and are provided with inner threaded holes; angles of the inner threaded holes are adapted to the assembling angles of the spokes; the number of the aluminum pieces is matched with that of the spokes; one ends of the spokes are fixed on the aluminum pieces of the carbon fiber rim main body in a locked manner by the connecting pieces, and the other ends are fixed on the hubs; and a wall body of the bottom part of the chamber of the carbon fiber rim main body is also provided with passing-through holes where the spokes passing through. As the plurality of aluminum pieces are buried at the bottom part of the chamber of the carbon fiber rim main body, and the steel spokes are fixed on the aluminum pieces in a locked manner by the connecting pieces, passing-through holes are not needed to be machined on the wall body of the bottom part of slotted holes of a tire, and therefore, the completeness of the wall body is kept; machining processes are reduced; labor and materials are saved; the tensile strength of the rim main body is enhanced; and the service life of the rim main body is prolonged; moreover, as lead wires do not need to pass through nuts of the spokes, the assembling efficiency of the spokes is improved, the production time is reduced, and the product strength is improved.



Drawing pages of CN201941514 U

Bibliographic data: CN102555144 (A) — 2012-07-11

Manufacturing process of carbon fiber rim of motorcycle

Inventor(s): SHAODAN FAN +

Applicant(s): BORUISI TECHNOLOGY DALIAN CO LTD +

The invention relates to the field of carbon fibers, in particular to a carbon fiber and a manufacturing method thereof. The technical scheme disclosed by the invention can be divided into following two steps of: (1) preparing a reinforcing material into a mould in a shape of a rim of a motorcycle; covering carbon fiber cloth on the mould in different directions and different layer numbers, wherein the mould covered by the carbon fiber cloth is a pre-molded piece; and (2) putting the pre-molded piece into a closed mould and injecting resin into the mould to be cured and molded under vacuum and pressure conditions, wherein the pressure is atmospheric pressure from 1.5 to 2.0. The carbon fiber and the manufacturing method thereof, provided by the invention, have the characteristics that: (1) the process is simple and a middle link of pre-immersing materials is avoided; (2) rubber is injected at low pressure and the cost of additional equipment is saved; (3) the operation is carried out in the closed mould and a work environment is clean; (4) the automation and the computer control can be easily realized; and (5) the quality of the surface of a manufactured piece is good.

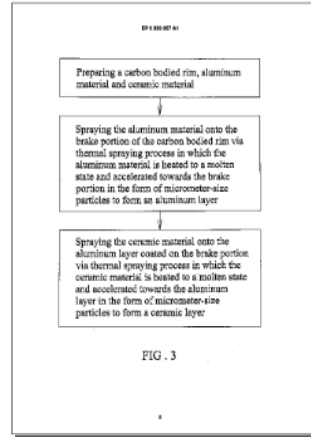
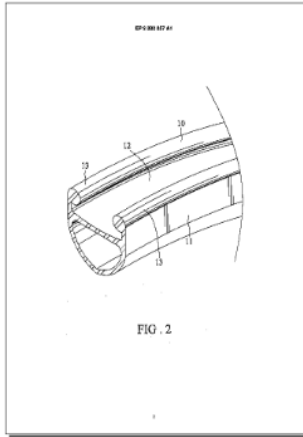
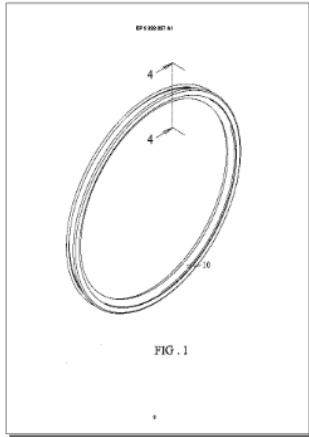
Bibliographic data: EP2322357 (A1) — 2011-05-18

Carbon fibre reinforced plastic bicycle rim with ceramic brake portion

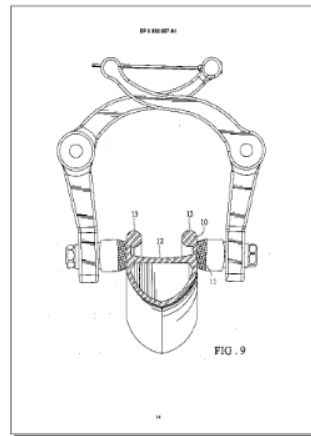
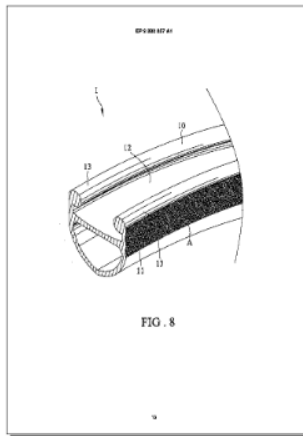
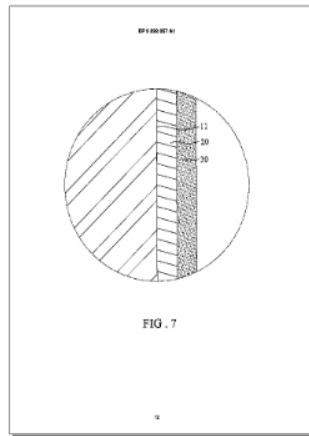
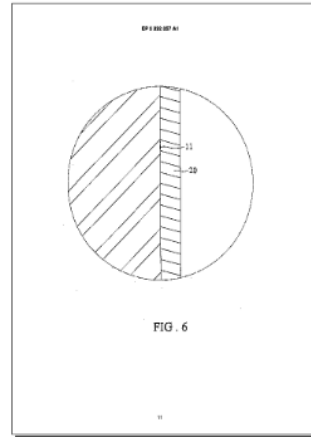
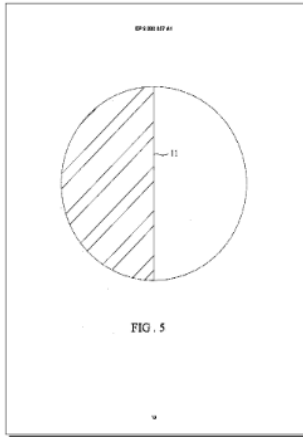
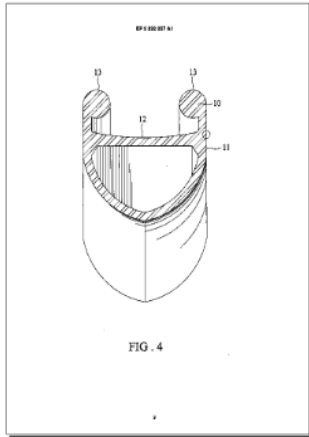
Inventor(s): TSAI CARLOS [TW] +

Applicant(s): BRAINCO COMPOSITES INC [CN] +

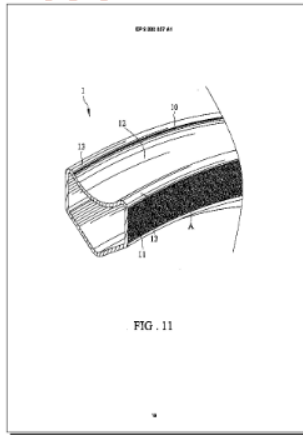
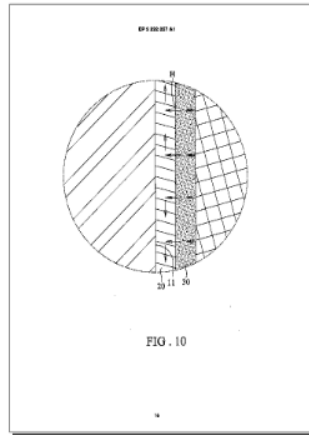
According to the present invention, a carbon bodied bicycle rim with ceramic brake portion (1) comprises a carbon bodied bicycle rim (10) and a protective film (A) thermal sprayed on the carbon bodied bicycle rim (10). The carbon bodied bicycle rim (10) includes two brake portion (11) respectively formed on two sides thereof. Each brake portion (11) has an outer surface (111). The protective film (A) is thermal sprayed on the outer surface (111) of the brake portion (11), by which the brake portion (11) has a characteristic of wear-resisting and thermal dissipation. The protective film (A) includes an aluminum layer (20) thermal sprayed on the brake portion (11) and a ceramic layer (30) thermal sprayed on the aluminum layer (20).



Drawing pages of EP2322357 A1



Drawing pages of EP2322357 A1

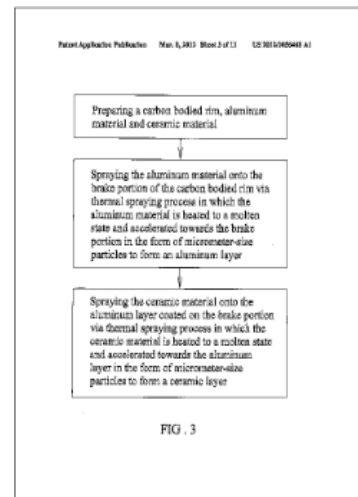
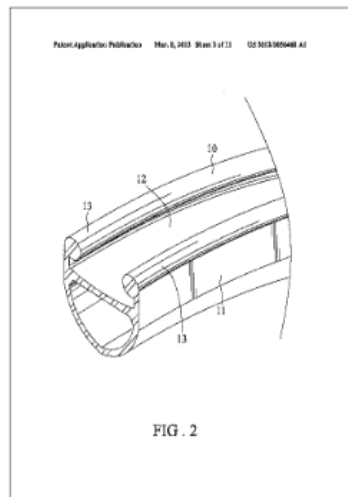
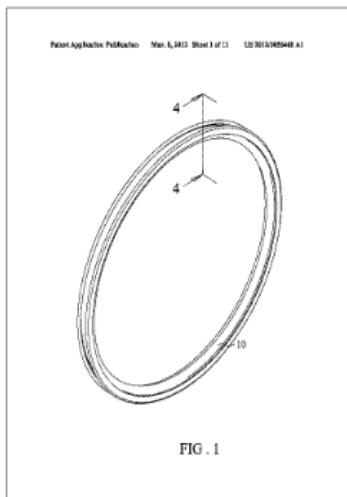


Bibliographic data: US2012056468 (A1) — 2012-03-08

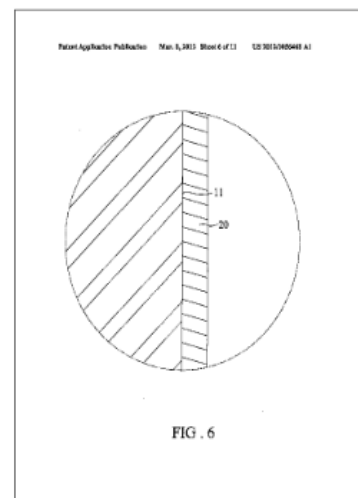
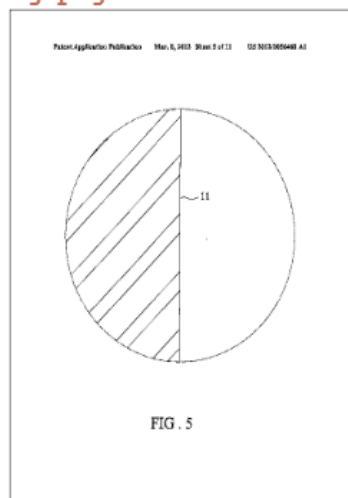
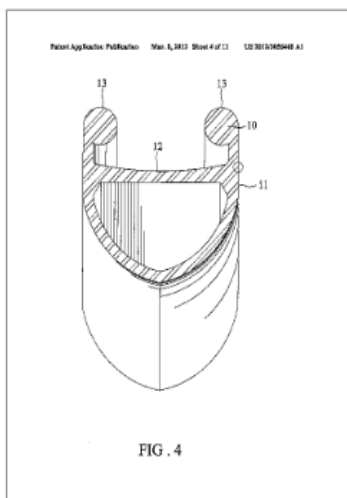
Carbon Bodied Bicycle Rim with Ceramic Brake Portion

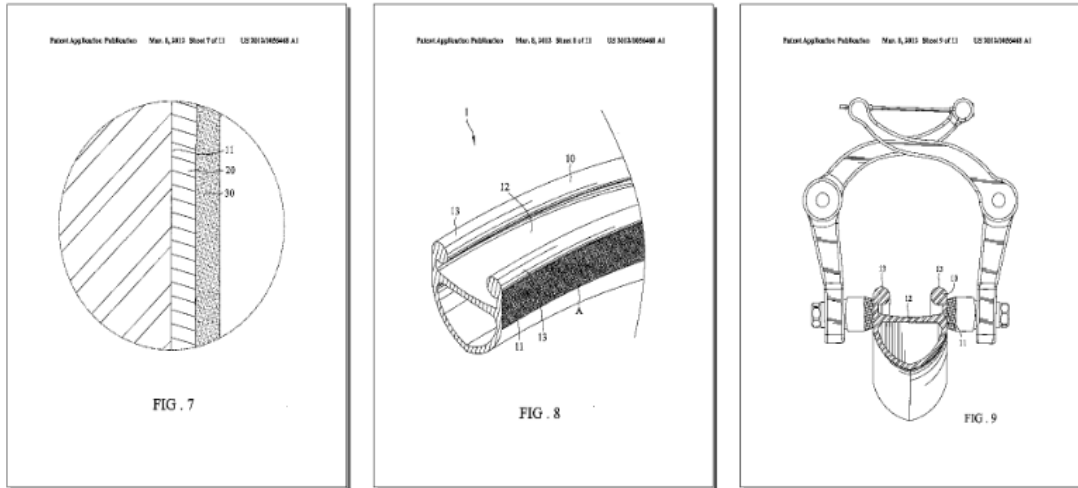
Inventor(s): TSAI CARLOS [TW] +

According to the present invention, a carbon bodied bicycle rim with ceramic brake portion comprises a carbon bodied bicycle rim and a protective film thermal sprayed on the carbon bodied bicycle. The carbon bodied bicycle rim includes two brake portion respectively formed on two sides thereof. Each brake portion has an outer surface. The protective film is thermal sprayed on the outer surface of the brake portion, by which the brake portion has a characteristic of wear-resisting and thermal dissipation. The protective film includes an aluminum layer thermal sprayed on the brake portion and a ceramic layer thermal sprayed on the aluminum layer.

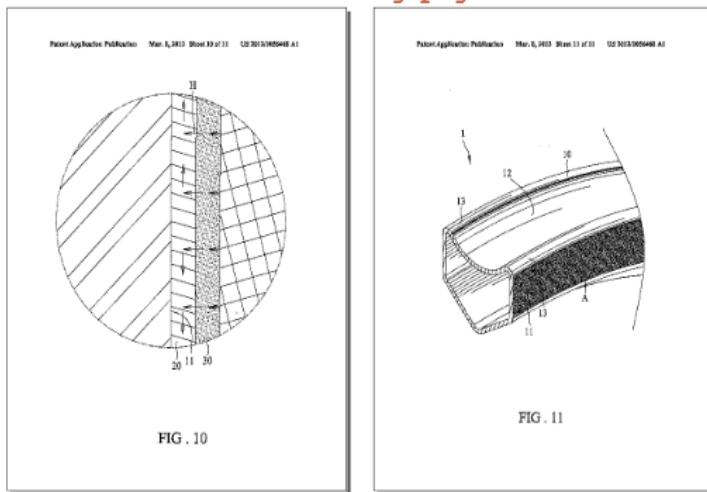


Drawing pages of US2012056468 A1





Drawing pages of US2012056468 A1



Bibliographic data: TW201144100 (A) — 2011-12-16

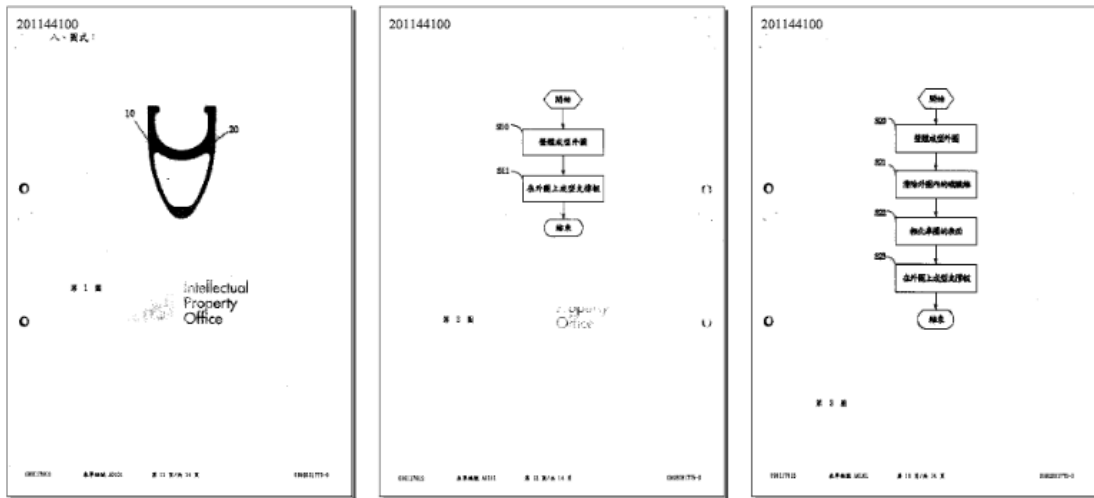
Carbon fiber wheel rim and manufacturing method thereof

Inventor(s): TAN WEI-KUN [CN] +

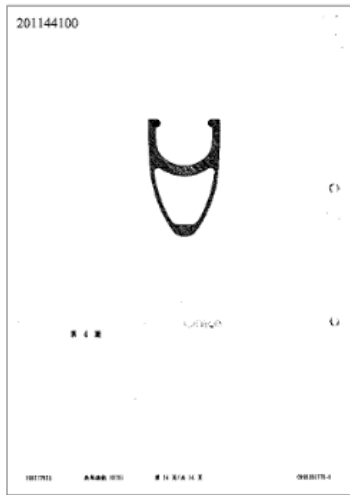
Applicant(s): TAN WEI-KUN [CN] +

The present invention relates to a carbon fiber wheel rim and a manufacturing method thereof. The wheel rim comprises an outer rim and a support board laterally arranged in an interior of the outer rim. The carbon fiber wheel rim manufacturing method comprises: integrally forming the outer rim; cleaning off carbon fibers inside the outer rim; and forming the support board inside the outer rim. The carbon fiber wheel rim and the manufacturing method thereof according to the present invention adopts a sectionized forming process, which first carries out one-step forming of the outer rim and then forming of the support board so that improved continuity of the outer wall material of the rim can be realized to thereby improve the overall strength of the rim. Further, after the formation of the

outer rim, excessive carbon fibers inside the outer rim are allowed to be completely removed so as to further reduce the weight of product.



Drawing pages of TW201144100 A



Bibliographic data: CN101850694 (A) — 2010-10-06

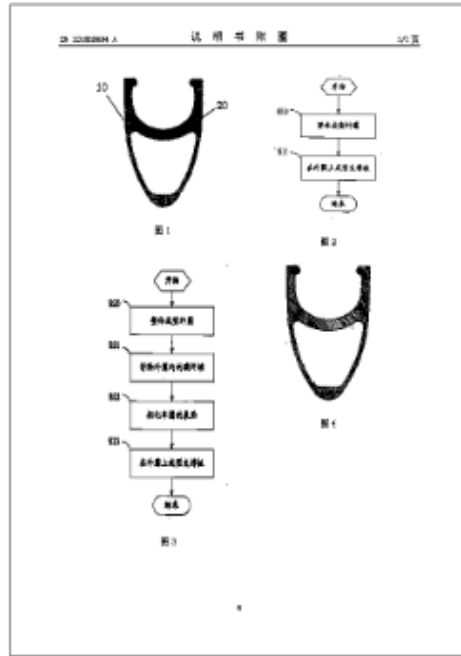
Carbon fiber rim and manufacturing method thereof

Inventor(s): WEIKUN TAN +

Applicant(s): XDS CARBON TECH SHENZHEN CO LTD +

The invention relates to a carbon fiber rim and a forming method thereof. The rim comprises an outer ring and a supporting plate which is transversely positioned inside the outer ring. The forming method of the carbon fiber rim comprises the following steps: integrally forming the outer ring; clearing carbon fiber in the outer ring; and forming the supporting plate on the outer ring. In the carbon fiber rim and the forming method thereof of the invention, a segmented forming method is used for forming the outer ring once firstly and then forming the supporting plate of the rim to enable the material of the outer wall of the

rim to have good continuity, thereby further improving the integral strength of the rim; and moreover, after the outer ring is formed, redundant carbon fiber in the outer ring can be thoroughly cleared, thereby further lightening the weight of a finished product.



Drawing pages of CN101850694 A

Bibliographic data: CN201735852 (U) — 2011-02-09

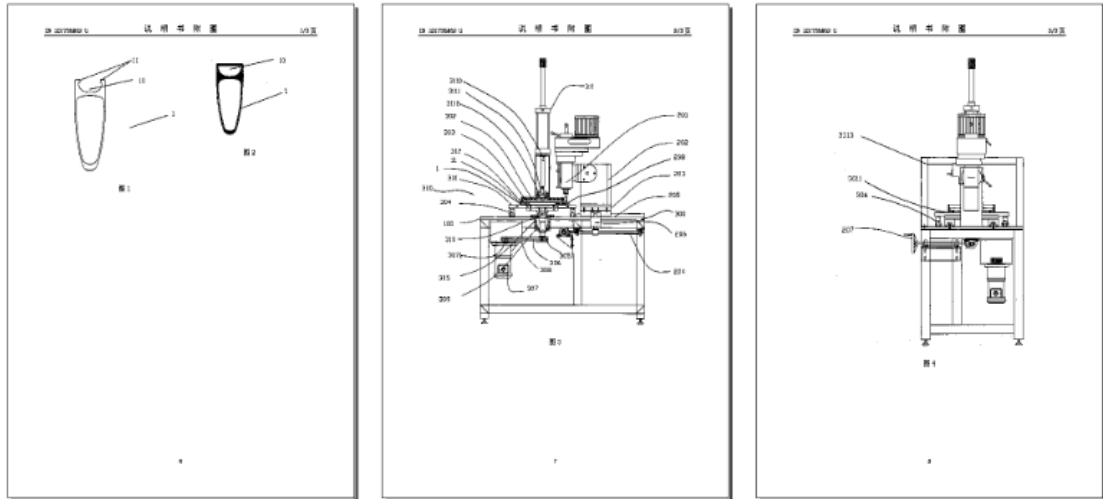
Edge cutting machine for wheel rims of carbon fiber bicycle

Inventor(s): JINGSHAN WANG +

Applicant(s): JINGSHAN WANG +

The utility model provides an edge cutting machine for wheel rims of a carbon fiber bicycle, which comprises a spindle head, a workbench and a fixture fixing and driving the wheel rims of the carbon fiber bicycle to rotate, wherein the spindle head and the fixture are both arranged on the workbench, and the fixture is driven to rotate by the output shaft of a motor. By the adoption of the structure, the wheel rims of the carbon fiber bicycle can be limited to move in the axial direction by a pressure plate and a rotary supporting plate which are matched, and can be limited in the radial direction by a locating slot and a locating block of the rotary supporting plate which are matched, so that the positions of the wheel rims are defined in processing, zero deflection of products in processing is ensured, the processing size of products is ensured, and the rejection ratio of products is reduced; and the fixture for positioning the wheel rims is driven by the output shaft of the motor to rotate, and when a T-shaped special cutter is driven by the spindle head of a milling ma-

chine to cut tire grooves of the wheel rims, the edge cutting machine adopts automatically mechanical processing, so that the labor intensity is reduced, and the processing speed is accelerated.



Drawing pages of CN201735852 U

Bibliographic data: CN201646243 (U) — 2010-11-24

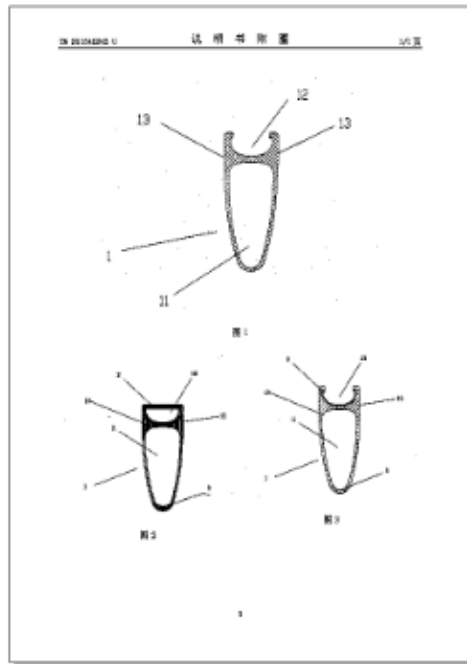
Improved bicycle carbon fiber rim structure

Inventor(s): JIANYI ZHUO; JINGSHAN WANG +

Applicant(s): JINGSHAN WANG +

The utility model provides an improved bicycle carbon fiber rim structure. An inner cavity and an outer cavity which are independent with each other are integrally formed by carbon fiber layers. The inner cavity is a closed cavity in which one end of a spoke is fixedly arranged, and the outer cavity is open and is internally provided with a tire tube. Two side walls which are arranged at the upper part of the rim and form the outer cavity are mutually parallel, and the inner wall of the outer cavity is provided with a shell reinforcer matched with the shape of the outer cavity. In the utility model, since the inner wall of the outer cavity of the carbon fiber rim is provided with the metal shell reinforcer matched with the shape of the outer cavity, and the metal shell reinforcer enhances the rigidity of the outer cavity, when a brake sheet clamps the two side walls of the rim, the two side walls can not deform due to the clamping force, the friction can not be weakened, and the braking reliability of a bicycle is improved. The metal shell reinforcer enhances the strength of the outer cavity, the two side walls of the rim are clamped by the brake sheet and can not easily generate crack damage, thereby the service life of the rim is prolonged. In ad-

dition, the metal reinforcer is a shell matched with the inner chamber of the outer cavity, thereby having the function of installing the tire tube.



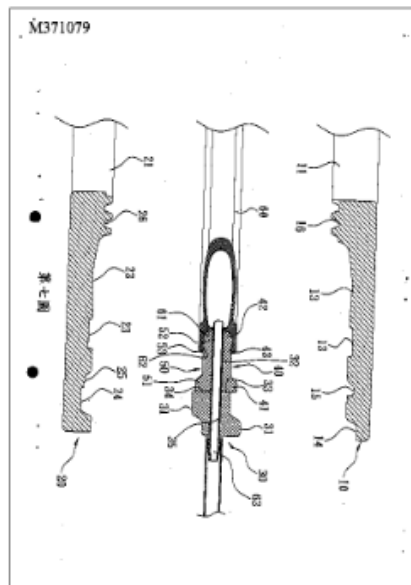
Drawing pages of CN201646243 U

Bibliographic data: TWM371079 (U) — 2009-12-21

Forming mold tool for carbon fiber wheel rim

Inventor(s): CHEN SHU-YI [TW] +

Applicant(s): MEGA COMPOSITE TECHNOLOGY CO LTD [TW] +



M371079

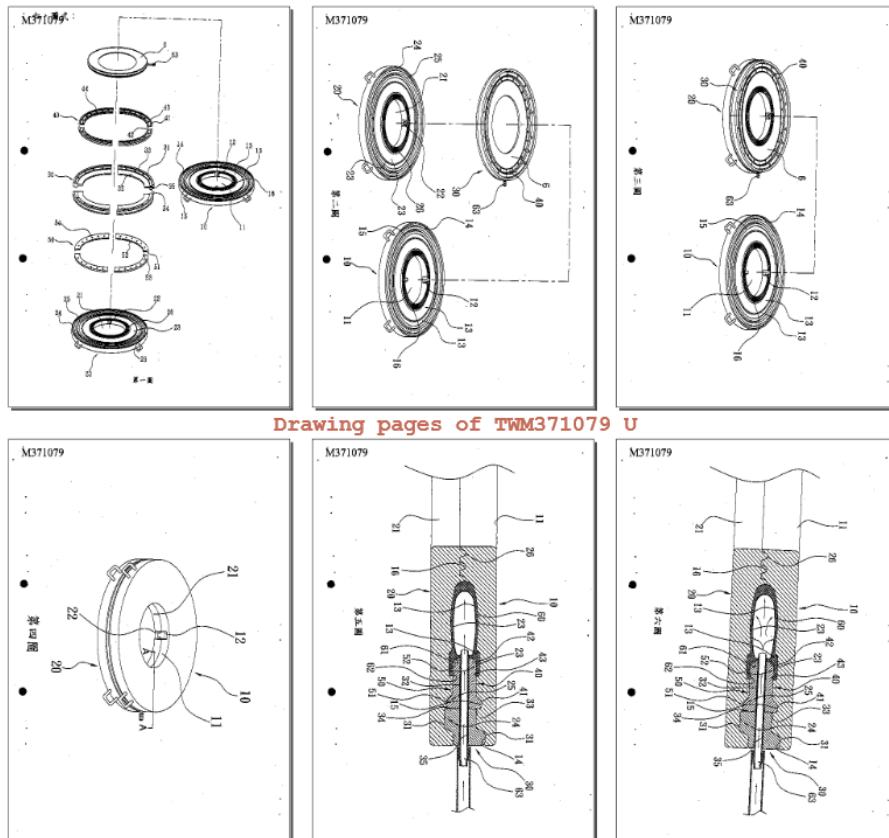
四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第一圖。

(二)各代表圖之元件符號簡單說明：

(10)上模	(11)通孔	(12)定位分座
(13)模穴	(14)外模邊	(15)內模邊
(16)塗面	(21)通孔	(22)定位分座
(23)模穴	(24)外模邊	(25)內模邊
(30)中模	(31)模體	(32)模心
(33)上層	(34)下層	(35)通孔
(40)上模	(41)模塊	(42)模心
(43)凹槽	(44)穿孔	(45)模心
(50)下模	(51)模塊	(52)模心
(53)凹槽	(54)穿孔	
(6)筋條	(63)吹管	

Drawing pages of TWM371079 U



Drawing pages of TWM371079 U

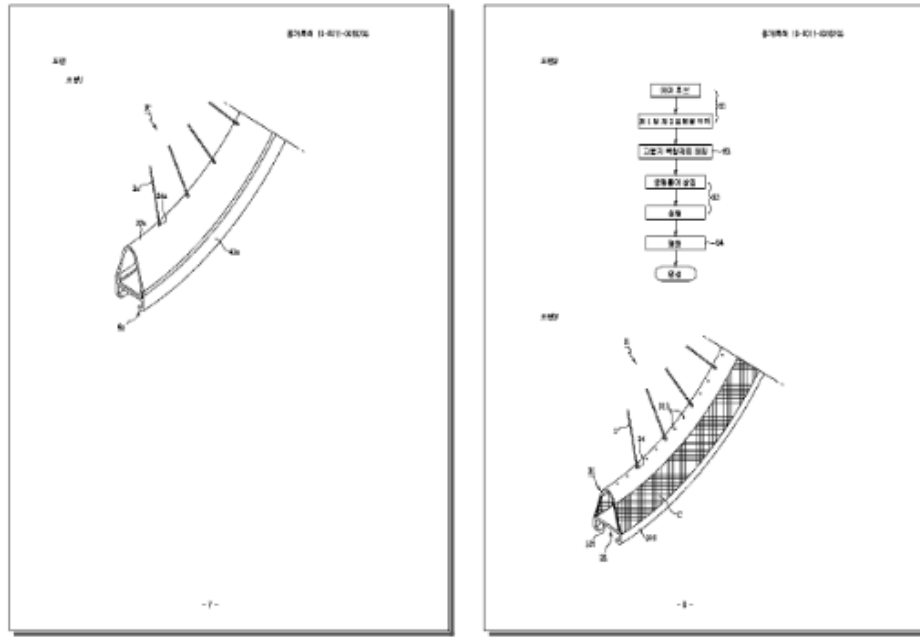
Bibliographic data: KR20110018705 (A) — 2011-02-24

PRODUCING METHOD FOR BIKE'S CARBON RIM

Inventor(s): KIM HONG JIN [KR]; CHOI HUNG GIL [KR]; CHOI OK JOON [KR]; JOO SANG KWON [KR]

Applicant(s): SPIJA CO LTD [KR] +

PURPOSE: A method for producing a carbon rim of a bike is provided to ensure stable mounting of spoke connectors and tires on the carbon rim by attaching alloy inserts on the inner and outer perimeters of the rim. **CONSTITUTION:** A method for producing a carbon rim of a bike is as follows. A combined element is prepared by attaching first and second inserts(31,32) to the inner and outer perimeters of an air tube. The exterior of the combined element is wrapped with polymer composite(C). The combined element is put in an inner mold. The inner mold is put in an outer mold. A rim(R) is molded with heating and pressing, and then separated. High pressure air is injected to the inner side of the rim in order to remove the residual materials.



Drawing pages of KR20110018705 A

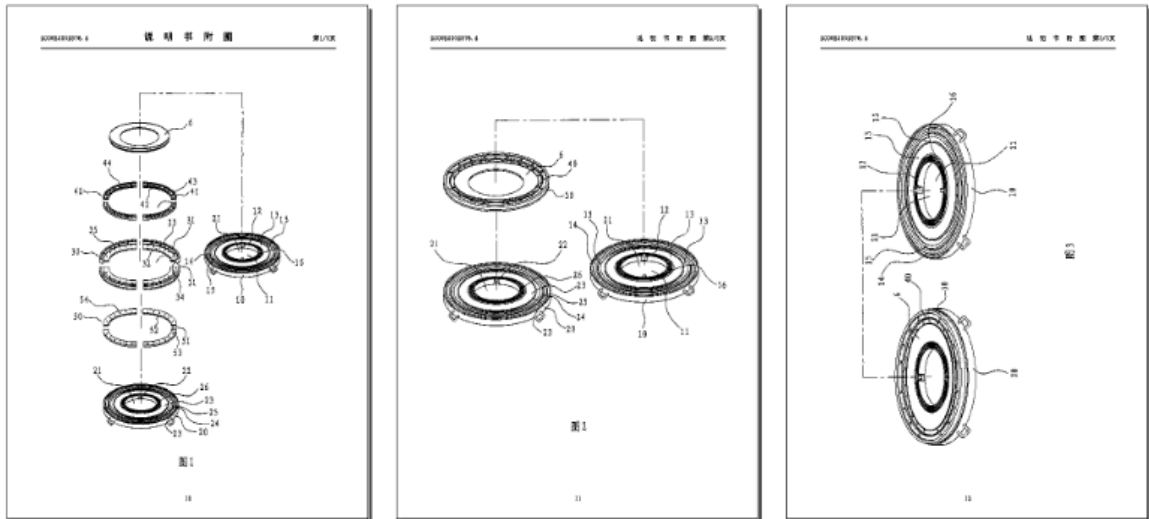
Bibliographic data: CN201353885 (Y) — 2009-12-02

Carbon fiber wheel rim forming mold

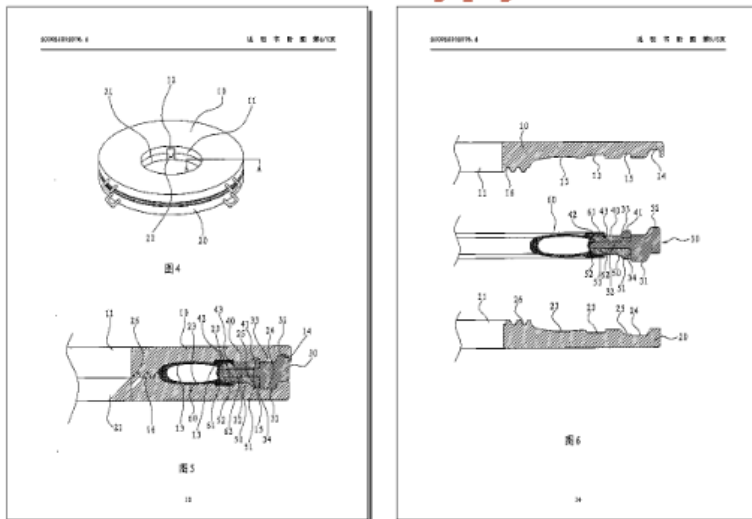
Inventor(s): SHUYI CHEN [CN] +

Applicant(s): MEGA COMPOSITE TECHNOLOGY CO L [CN] +

The utility model relates to a carbon fiber wheel rim forming mold, which consists of an upper mold, a lower mold and middle molds. The upper mold and the lower mold are provided with annular mold cavities capable of jointing to form an outer surface of a carbon fiber wheel rim, the upper mold and the lower mold are further provided with holding cavities capable of jointing, the middle molds which are in circumference arrangement are located in the holding cavities, each middle mold is formed by overlapping an upper plate, a middle plate and a lower plate, the upper plate, the middle plate and the lower plate are provided with molded cores extending into the mold cavities, and a tire groove and a hook of the carbon fiber wheel rim can be formed by the molded cores. The carbon fiber wheel rim forming mold can complete demolding of the upper plate and the lower plate by drawing out the middle plate by moving the upper mold. The molded cores can be made of metal or other hard materials, thereby greatly increasing sizes of the tire groove and the hook of the wheel rim and the accuracy of superficiality. The carbon fiber wheel rim forming mold is more suitable for economic principles, effectively improves accuracy of processing, and maintains high quality and the like.



Drawing pages of CN201353885 Y



Bibliographic data: CN201385547 (Y) — 2010-01-20

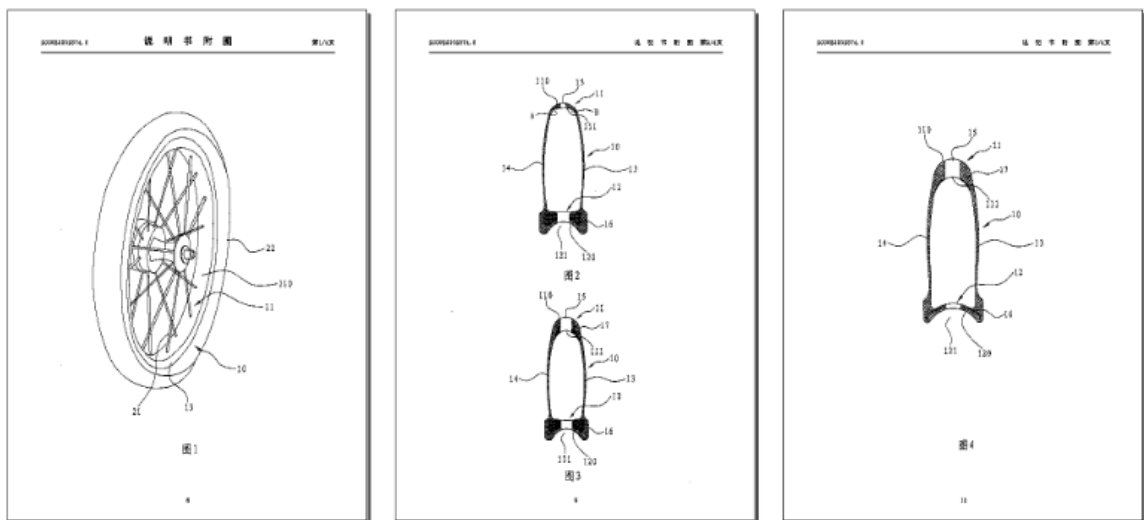
Carbon fiber rim of vehicle

Inventor(s): SHUYI CHEN +

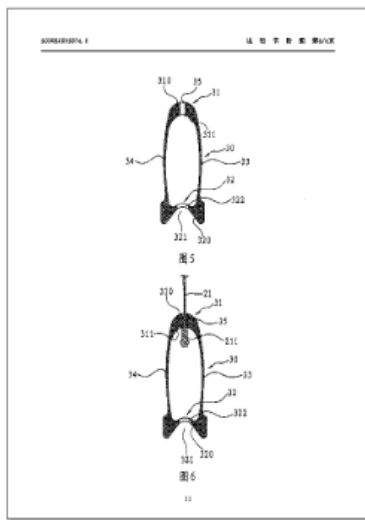
Applicant(s): ZHAOSHENG CARBON FIBER SCIENCE AND TECHNOLOGY CO LTD +

The utility model relates to a carbon fiber rim of a vehicle. The small round frame and the large round frame of the rim are integrally formed by carbon fiber. The small round frame and the large round frame are concentric. Two symmetric arc-shaped side frames are connected on the two sides of the small round frame and the large round frame. A tire groove for installing a vehicle tire is arranged on the external surface of the large round frame. The internal surface and the external surface of the small round frame are symmetrically arc-shaped. A thickest place is formed at the central part. The thickness of the place is no less

than the total thickness of the two side frames. The internal surface and the external surface are connected with the side frames in a way that the thickness is gradually reduced so as to ensure that the small round frame can stably bear the driving force for a long term. The utility model has the advantages that the inconvenience of repetitively arranging the traditional outer rim and the inner rim is eliminated, the manufacturing steps are effectively reduced, the weight of the finished product is reduced, the weight of the rim is light and the firmness is high.



Drawing pages of CN201385547 Y



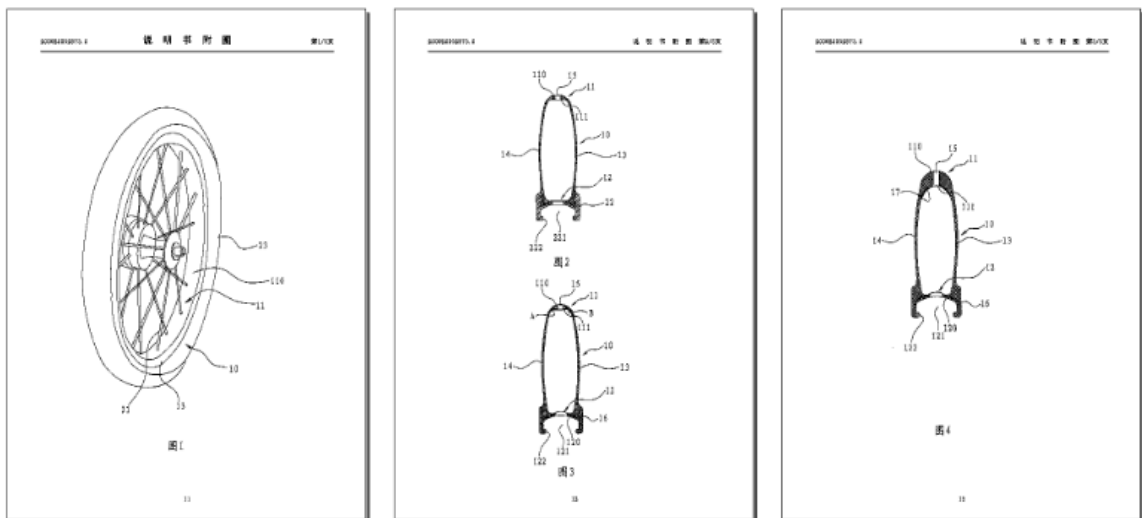
Bibliographic data: CN201362134 (Y) — 2009-12-16

Carbon fiber rim of vehicles

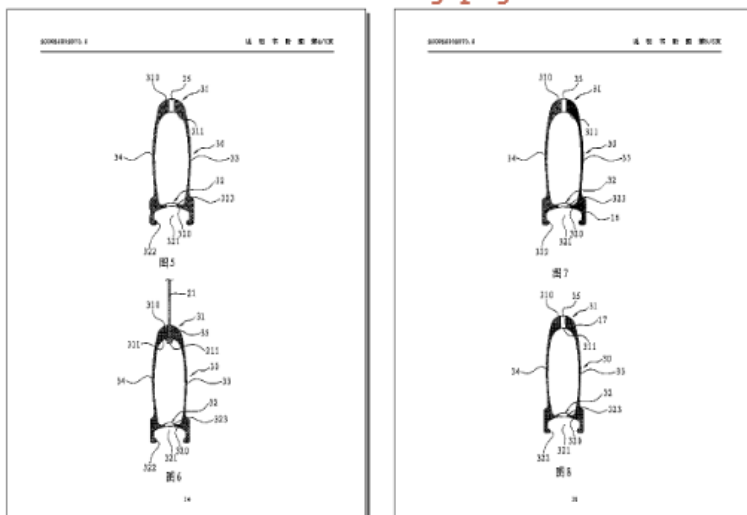
Inventor(s): SHUYI CHEN [CN] +

Applicant(s): MEGA COMPOSITE TECHNOLOGY CO L [CN] +

The utility model relates to a carbon fiber rim of vehicles, which is characterized in that small circular frame and a large circular frame which are concentric are integrally formed by carbon fibers, two sides of the small circular frame and two sides of the large circular frame are connected with symmetrical arc-shaped edge frames, a tire groove with an outward opening is arranged on the outer surface of the large circular frame, opposite fastening blocks are arranged in the opening of the tire groove, the tire groove and the fastening blocks are used for assembling a tire of a vehicle, the inner surface and the outer surface of the small circular frame are symmetrically arc-shaped, the thickness of the central portion of the small circular frame is largest and is not less than a total thickness of two edge frames, and the inner and outer surfaces with thickness gradually reduced are connected with the edge frames, thereby enabling the small circular frame to be capable of stably bearing driving acting force for a long time, further removing inconvenience of repeatedly arrangement of traditional inner and outer rims, effectively reducing manufacturing steps, reducing weights of finished products, and having effects of light weight and firmness.



Drawing pages of CN201362134 Y



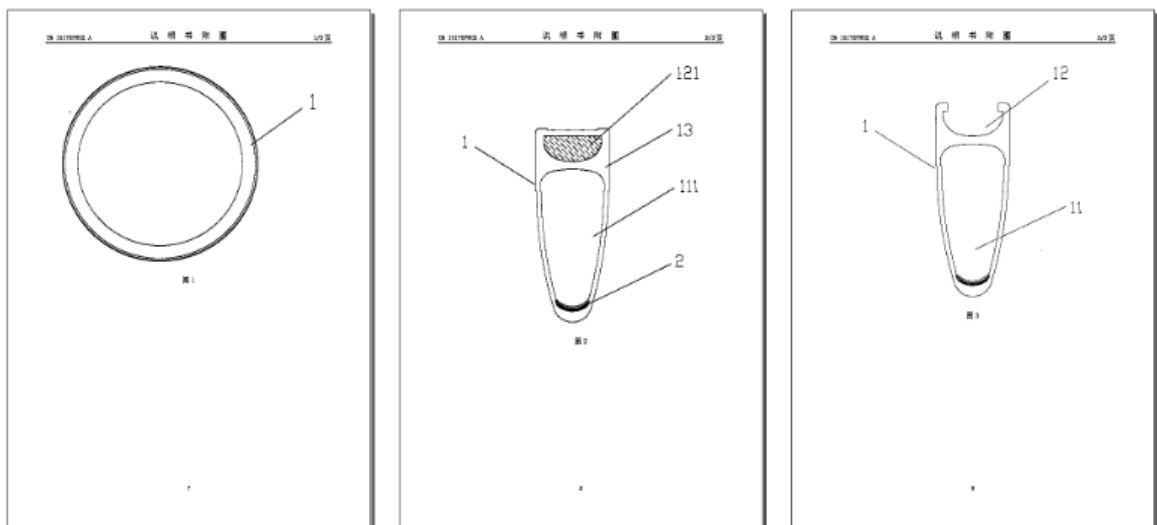
Bibliographic data: CN101797803 (A) — 2010-08-11

Production method of carbon fiber bicycle rim with tire tube

Inventor(s): JINGSHAN WANG; JIANYI ZHUO +

Applicant(s): JINGSHAN WANG +

The invention discloses a production method of a carbon fiber bicycle rim with a tire tube, which comprises the manufacturing of a cavity mold core, the manufacturing of a tire tube mold core, the assembly of semi-finished products, the forming of products, the takeout of the cavity mold core and the takeout of the tire tube mold core. The tire tube mold core made of plastic materials is light in weight, makes the production operation of workers convenient, and shortens the wrapping time of a carbon fiber layer, so that the production efficiency is improved; a layer of isolating film is arranged between the tire tube mold core and the carbon fiber layer and the isolating film contains silicone oil, so that the carbon fiber layer is not adhered to the tire tube mold core and is separated from the tire tube mold core easily, the tire tube mold core can be taken out of a formed rim tire tube cavity easily, the production efficiency of workers is improved further, and the labor strength and rejection ratio are reduced; because an integral made-up article is light in weight, when wrapped by the workers, the carbon fiber layer is more uniform and smooth; and due to the adoption of the manufactured tire tube mold core, the carbon fiber layer is high temperature resistant and high pressure resistant and has no deformation during in solidification forming time, and products formed by the carbon fiber layer can be easily controlled in size, have no deformation and reduce the strength.



Drawing pages of CN101797803 A

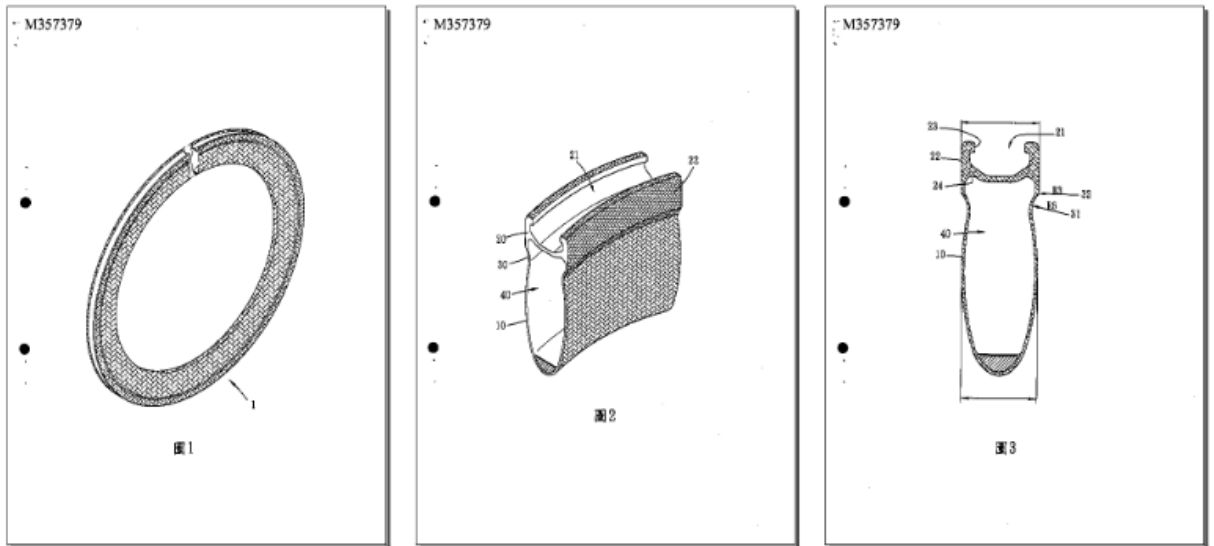
Bibliographic data: TWM357379 (U) — 2009-05-21

Wheel rim made solely of carbon fiber

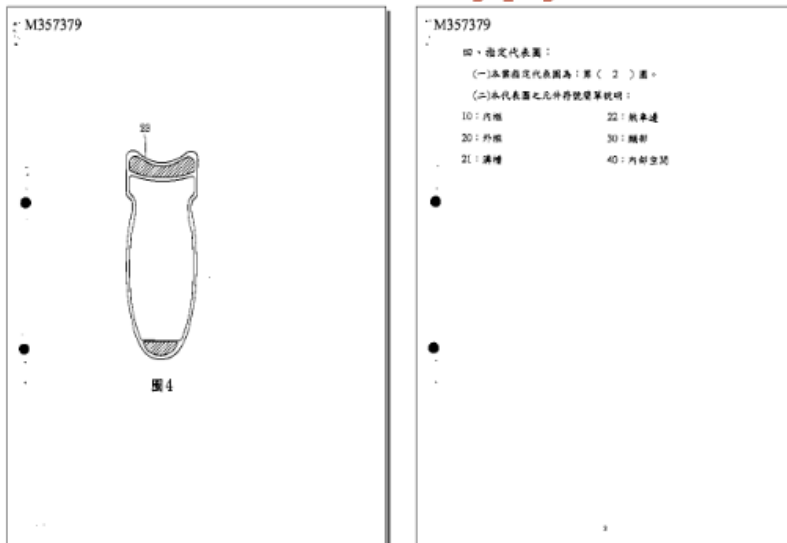
Inventor(s): LI SHI-PENG [TW] +

Applicant(s): CARBOTEC IND CO LTD [TW] +

Abstract not available for TWM357379 (U)



Drawing pages of TWM357379 U



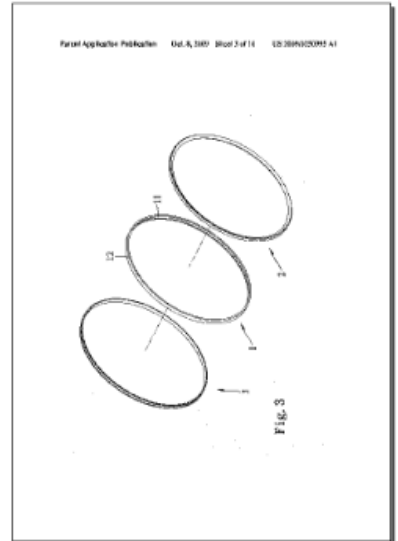
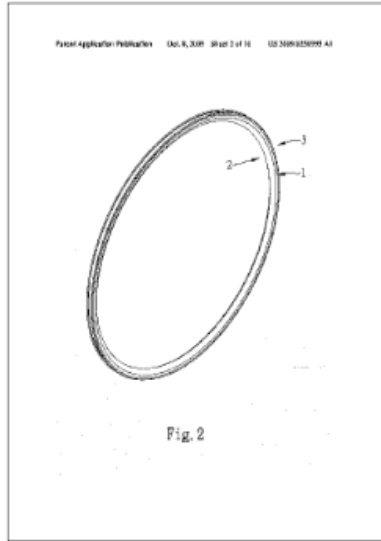
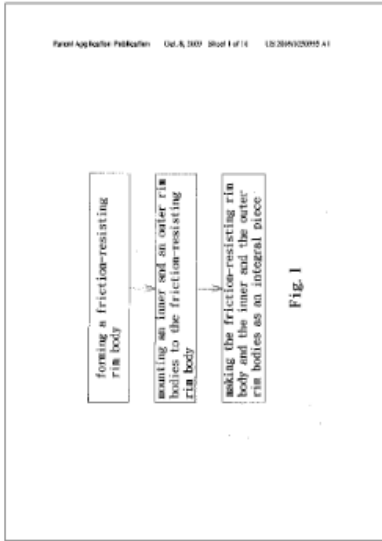
Bibliographic data: US2009250995 (A1) — 2009-10-08

Composite Carbon Fiber Wheel Rim and Method of Making Thereof

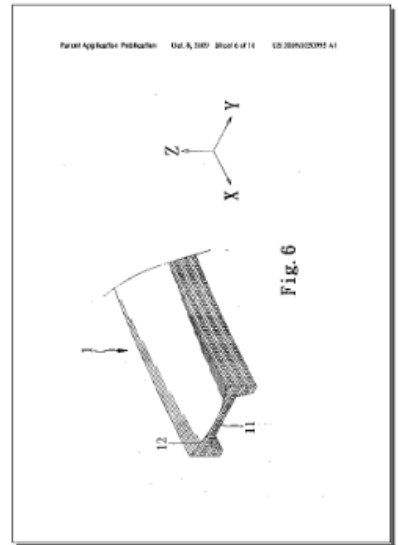
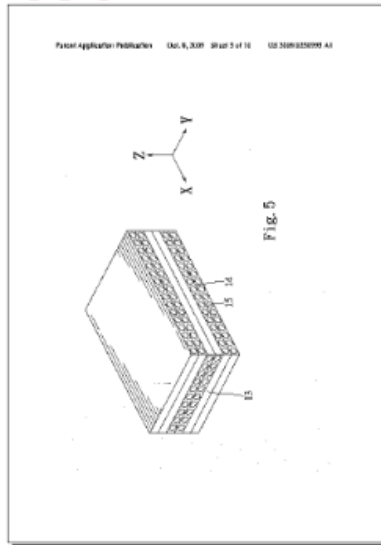
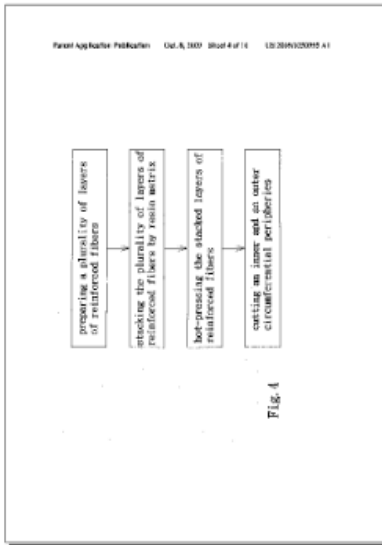
Inventor(s): TSAI CARLOS [TW] +

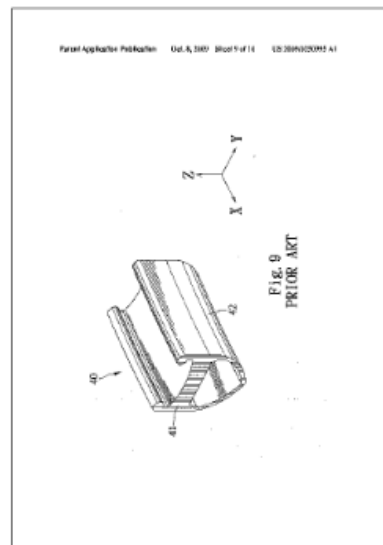
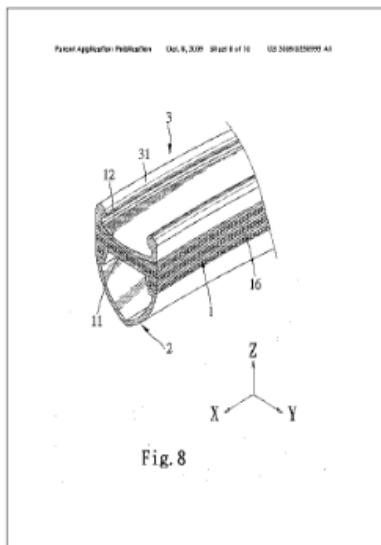
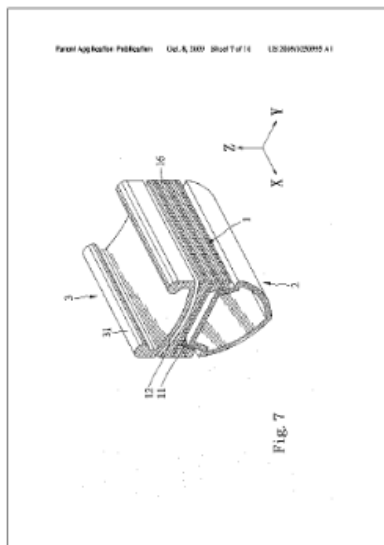
A composite carbon fiber wheel rim of a tubular type comprises a friction-resisting rim body having an inner and outer circumferential periphery, and an inner rim body being disposed along the inner circumferential periphery of the friction-resisting rim body. A

method for making such a wheel rim comprises forming a friction-resisting rim body, mounting inner rim body to the friction-resisting rim body, and making the friction-resisting rim body and the inner rim bodies as an integral piece. A composite carbon fiber wheel rim of a clincher type further comprises an outer rim disposed along the outer circumferential periphery. Accordingly, the outer rim is mounted to the friction-resisting rim body while mounting the inner rim.

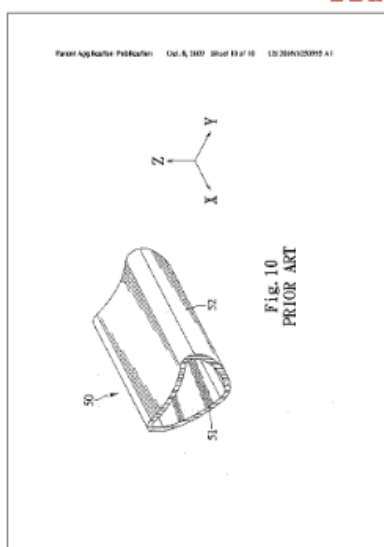


Drawing pages of US2009250995 A1





Drawing pages of US2009250995 A1



Bibliographic data: CN101270408 (A) — 2008-09-24

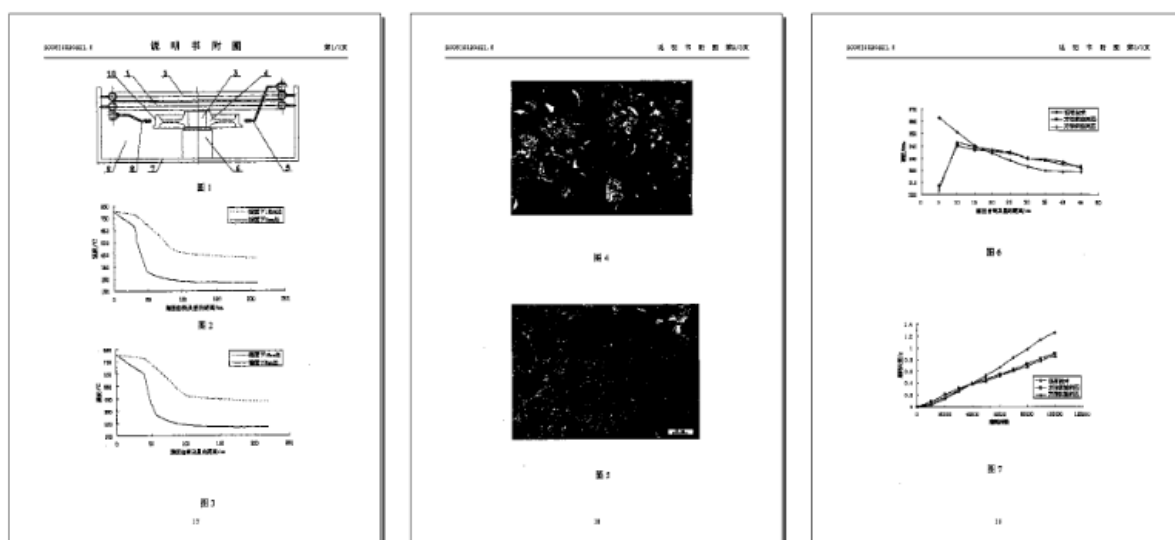
Thermal treatment method for high-carbon steel train wheel circular rim surface and heat treatment apparatus

Inventor(s): GANG CHEN [CN]; SHIFU WANG [CN]; BO JIANG [CN]; XIANG LI [CN]; BIN ZHONG [CN]; DELI CHENG [CN]; ZHIXIANG GONG [CN]; HAI ZHAO [CN] +

Applicant(s): MAANSHAN IRON & STEEL CO LTD [CN] +

The invention discloses a heat treatment method of a wheel rim surface of the train wheel with high carbon steel. The method is carried out as follows: during the cooling process, the wheel tread of train wheel is firstly cooled by spraying water with small flow in short time, then large flow in long time. The invention also discloses a heat treatment device of

using the method. An water feed tubular tube comprises a water feed tubular tube with large flow and a water feed tubular tube with small flow, the water feed tubular tube with large flow is communicated with a plurality of nozzles with large flow, and the water feed tubular tube with small flow is communicated with a plurality of nozzles with small flow. Adopting the technical proposal can improve the contacting fatigue resistance of train wheel, reduces the tread spalling of train wheel; obtains the appropriate geometric matching relation between wheels and rails as soon as possible, increases the contact area, decreases the contact stress level; promotes the wear resistance of the internal part of wheel rim, thereby promoting the service life of wheel; can not increase the operation difficulty of the heat treatment and cooling technology of wheels.



Drawing pages of CN101270408 A

Bibliographic data: CN101372156 (A) — 2009-02-25

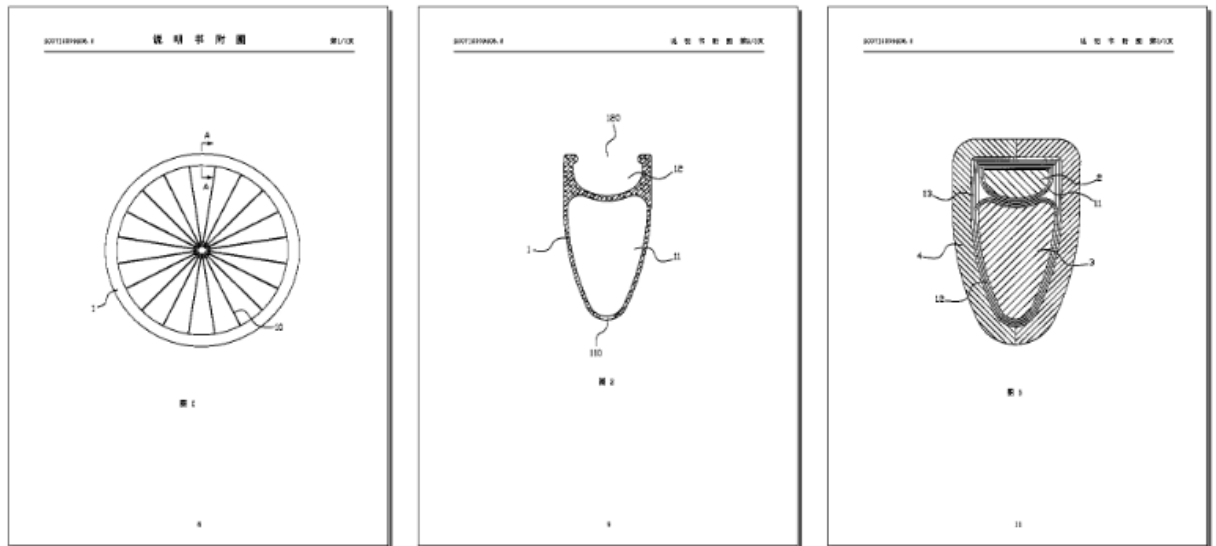
Molding technique of bicycle carbon fibre rim

Inventor(s): SHILU LIN [CN] +

Applicant(s): XIAMEN GUANGQUN COMPOSITES [CN] +

The invention relates to a shaping technique of a carbon fiber rim of a bicycle; a brittle high temperature-resistant material is mainly adopted as an outer core for shaping the carbon fiber rim of the bicycle; during a hot hardening shaping process, the outer core can not be deformed caused by being heated; after shaping, the outer core can be broken and shivers can be conveniently taken out from the rim. As the brittle high temperature-resistant material is adopted as the material of the outer core, the shivers can be conveniently taken out from the rim only by breaking the outer core when the core is led to be separated from

the shaped rim, without damaging the rim but greatly reducing the rate of wasted products; besides, the operation is easier to be carried out; as the brittle high temperature-resistant material is adopted as the material of the outer core, compared with an iron inner core, the weight thereof is greatly reduced, thus being convenient for a worker to carry out the operation of coating a piece of carbon fiber cloth and leading the piece of carbon fiber cloth to be more flatly coated so as to ensure the intensity of the rim.



Drawing pages of CN101372156 A

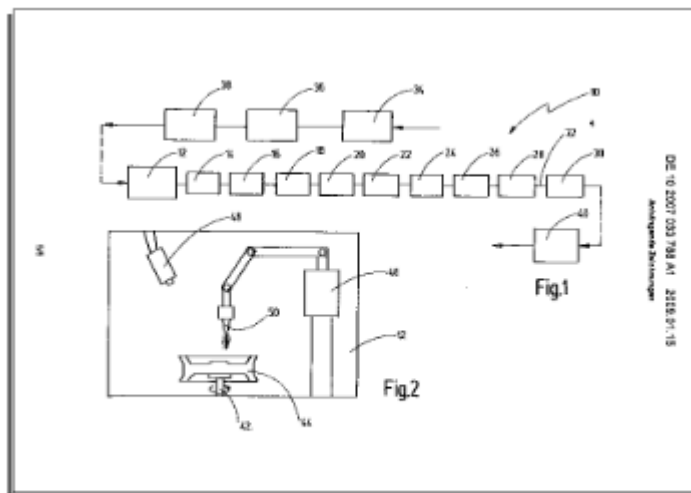
Bibliographic data: DE102007033788 (A1) — 2009-01-15

Pretreatment plant for special- or burnished tire rims, includes high pressure carbon dioxide jet cleaning equipment, with guidance provided by camera and robot

Inventor(s): WURSTER GERD [DE] +

Applicant(s): WURSTER GERD [DE] +

Carbon dioxide jet-blasting equipment (50) used to clean the workpieces (44), precedes the e.g.10 other pretreatment stations of the plant. It (50) is fed with dry ice. The high pressure jet-blasting unit operates at 20-60 bar or more. The jet-blasting unit is supplied with liquid jetting medium, to which a cleaning agent is added. Automatic handling equipment, e.g. a robot (46), guides the jetting device relative to the workpiece. A sensor, e.g. a camera (48), controls the robot automatically. An independent claim IS INCLUDED FOR the corresponding method.



Drawing pages of DE102007033788 A1

Bibliographic data: CN201026777 (Y) — 2008-02-27

Carbon fiber bicycle rim with improved structure

Inventor(s): JINGHUI WANG [CN] +

Applicant(s): JINGHUI WANG [CN] +

The utility model discloses a carbon fiber bicycle rim with an improved structure. The rim is connected into a ring typed hollow tube by an upper wall, a lower wall, a left side wall and a right side wall, the space between the upper wall and the lower wall is provided with a plurality of step holes allowing the both ends of the spokes to be inserted into and lockably fixed, the number and positions of the holes is matched with the spokes; the outer walls of the holes are cylinder without mutual connection, the hole wall and the hollow tube wall is an integral forming. The utility model has the advantages and efficacy of increasing the strength of the bicycle rims, prolonging the service life, reducing the material cost, lightening the weight of the rims, reducing the procedures and time required by the manufacture process, etc.

Bibliographic data: CN101269611 (A) — 2008-09-24

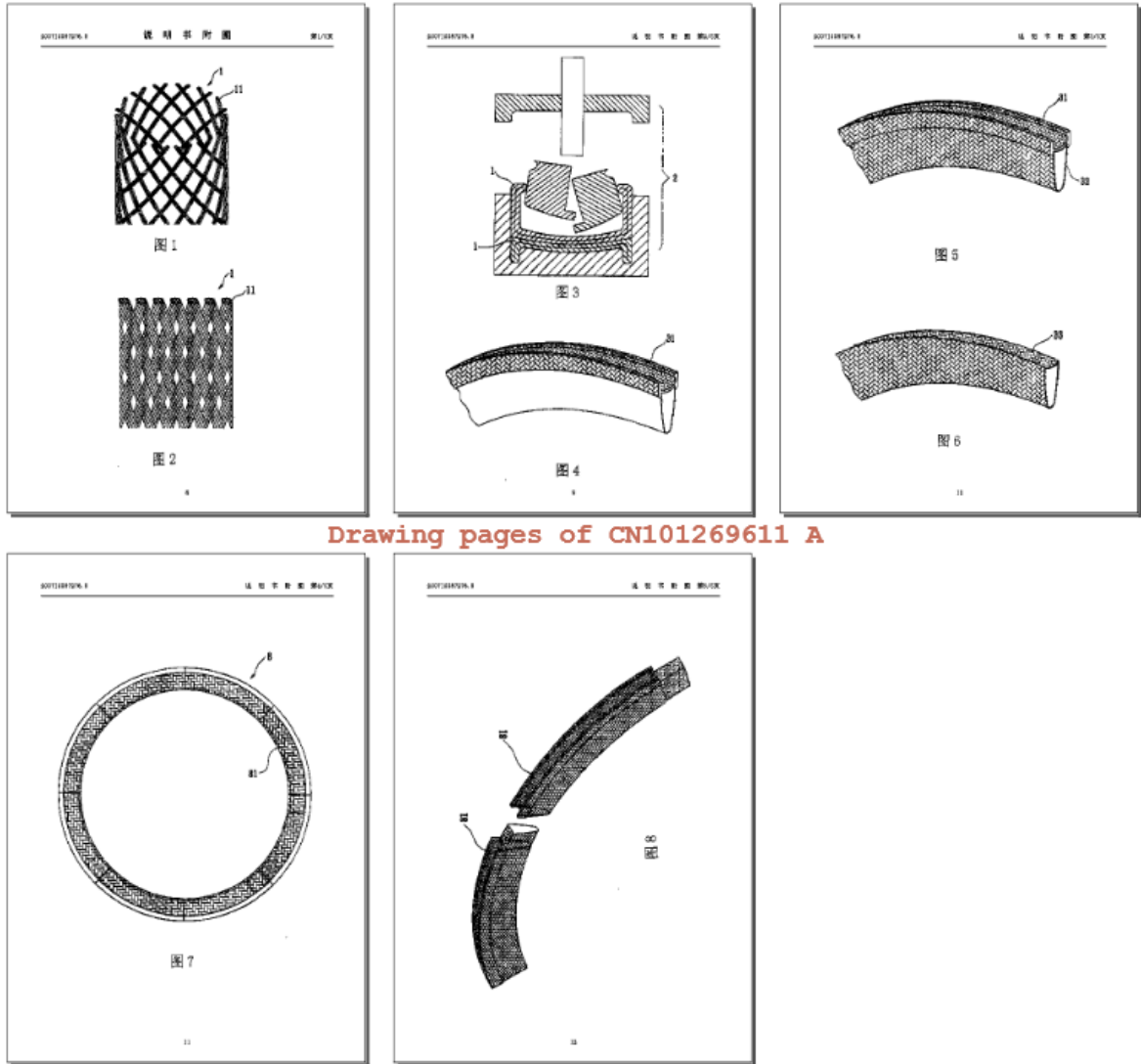
Bicycle rim structure manufactured with carbon fiber knit material and method thereof

Inventor(s): ZHANGXUN QIU [CN]; MINGDE LIN [CN] +

Applicant(s): ZHANGXUN QIU [CN] +

A bike rim structure made of carbon-fiber weave material and the manufacture method thereof, which comprises: (a) forming the carbon-fiber weave material by weaving a plura-

lity of carbon-fiber bundles, wherein, two ends of each carbon-fiber bundle form the tube-shaped or strip-shaped end of the long shaft of the carbon-fiber weave material; (b) soaking the carbon-fiber weave material into the resin to make the resin attach thereon; (c) placing at least one layer of carbon-fiber weave material with resin in a forming mould pre-set as the shape of the needed rim; (d) hardening the carbon-fiber weave material in the forming mould by hot-press molding process so as to form the bike rim. According to the invention, after the carbon-fiber weave material with multi-directional transfiguration performance is soaked into the resin, the weave material is orderly arranged in the forming mould with the needed shape and then the weave material can easily achieve the molding process in the forming mould by the hot-press molding method; and thus, the procedure of the producing method is reduced and the good-quality rim formed by the integral forming process can be produced fast; and the rumples can be prevented from generating on the produced rim so that the appearance is beautiful; and the strength and heat dispersion of the rim are improved.



Drawing pages of CN101269611 A

Bibliographic data: TW200838729 (A) — 2008-10-01

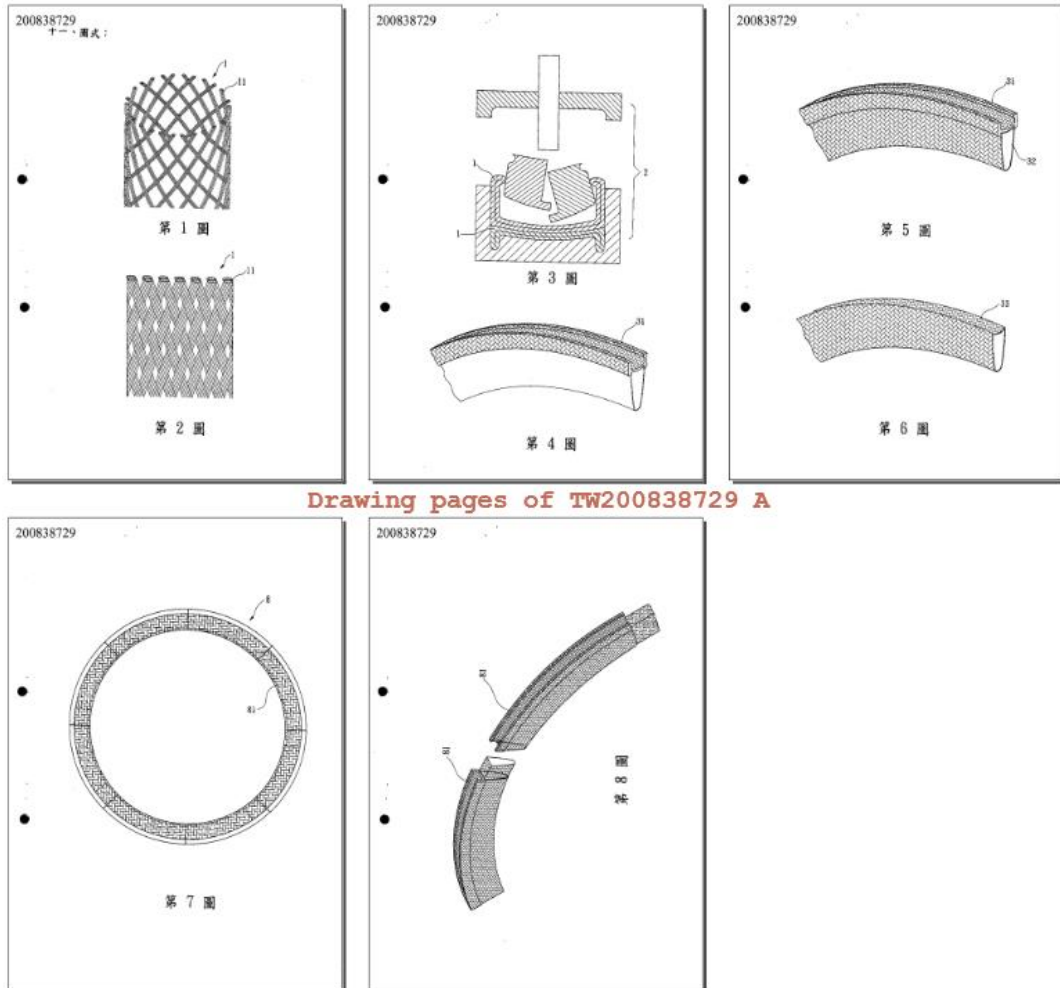
Bicycle rim structure made of carbon fiber braided material and method thereof

Inventor(s): QIU CHANG-XUAN [TW]; LIN MING-DE [TW] +

Applicant(s): QIU CHANG-XUAN [TW]; LIN MING-DE [TW] +

A bicycle rim structure made of carbon fiber braided material and a method thereof are disclosed. The method comprises: (a) producing the carbon fiber braided material by braiding a plurality of carbon fiber bundles, wherein the two ends of the carbon fiber bundles are formed into the end part of the long axis of the tubular or strip-shaped carbon fiber braided material; (b) soaking the carbon fiber braided material in resin making the carbon fiber braided material soaked with resin; (c) placing at least one layer of the resin-soaked carbon fiber braided material into a forming mold with a predetermined shape of the required rim; and (d) hot press forming to cure and form the carbon fiber braided material

in the forming mold into the bicycle rim.; Accordingly, simplifying manufacturing processes, reducing the production cost and defective rate, and producing an integrally formed bicycle rim of high quality can be achieved.



Drawing pages of TW200838729 A

Bibliographic data: KR20080017881 (A) — 2008-02-27

METHOD FOR MANUFACTURING OF CARBON RIM AND DIE THEREFOR

Inventor(s): CHOI HUNG GIL [KR]; MOON HYOUNG SIK [KR]; CHO JEONG BONG [KR]; YOO CHIL SUNG [KR]; CHOI OK JOON [KR]; LEE WI RO [KR] +

Applicant(s): YOO CHIL SUNG [KR]; CHOI OK JOON [KR]; CHO JEONG BONG [KR]; CHOI HUNG GIL [KR]; MOON HYOUNG SIK [KR]; LEE WI RO [KR] +

A method for manufacturing a carbon rim and a molding device for the same are provided to improve durability and strength by forming the shape of a body of a rim through attaching a carbon sheet along the moving trace of a lapping jig. A method for manufacturing a carbon rim comprises a first step(S110) of lapping the shape of a body of a rim by attaching a carbon sheet on the surface of an air tube; a second step(S120) of lapping the shape

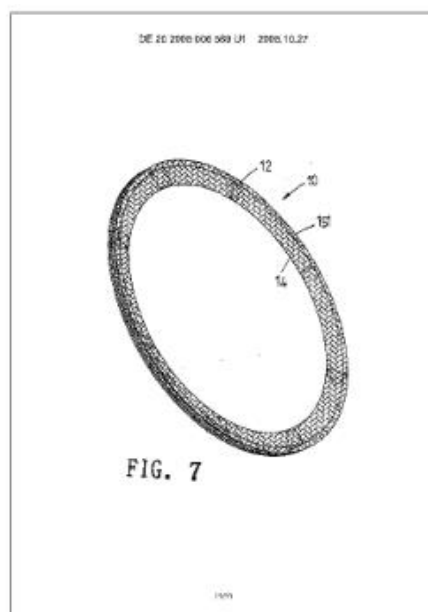
of a clincher of the rim by attaching the carbon sheet on the outer periphery of upper and lower molds of an inner mold; a third step(S130) of setting the air tube where the shape of the body of the rim is lapped in the upper and lower molds where the shape of the clincher is lapped; a fourth step(S140) of completing the inner mold by combining a middle mold from the side of the upper and lower molds; a fifth step(S150) of baking the carbon rim inside the inner mold by heating the inner mold from the fourth step with an outer mold mounted on a press; a sixth step(S160) of cooling the inner mold from the fifth step from the outer mold; and a seventh step(S170) of drawing out a finished product by separating the inner mold cooled from the sixth step.

Bibliographic data: DE202005006589 (U1) — 2005-09-22

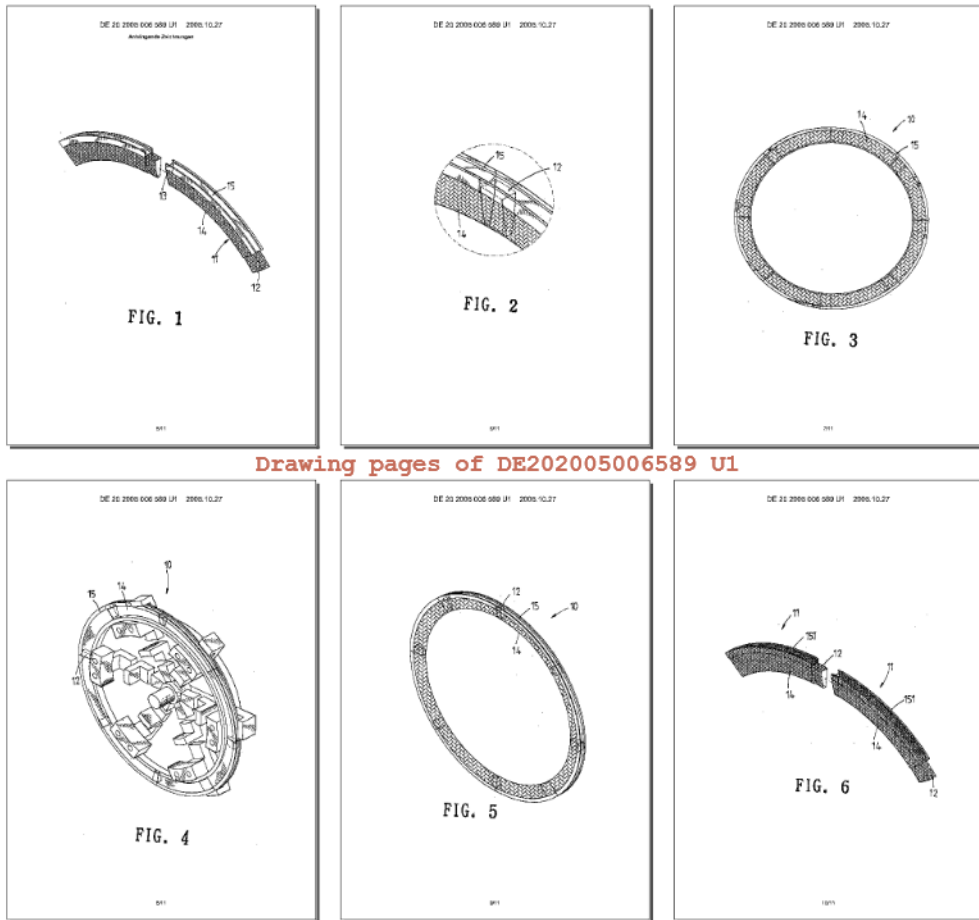
Method for assembling plastic bicycle wheel especially with carbon fibre reinforcement has a modular design with interlocking rim segments held by an outer wheel rim

Applicant(s): LI MU RONG [TW] +

A method for assembling a plastic bicycle wheel, especially with carbon fibre reinforcing, has a modular design with separate rim segments (11) with interlocking plug and socket ends (12, 13) and with a tapering cross section. The interlocking ends are coated with adhesive and the segments are assembled and pressed together on an assembly jig. The wheel is further held together by a one piece outer wheel rim (15) of either light alloy or carbon fibre reinforced plastic.



Drawing pages of DE202005006589 U1



Drawing pages of DE202005006589 U1

Bibliographic data: CN2763099 (Y) — 2006-03-08

Bicycle wheel rim made of carbon fibre

Inventor(s): XIE JUNMAO [CN] +

Applicant(s): YINGWEI ENGINEERING CO LTD [CN] +

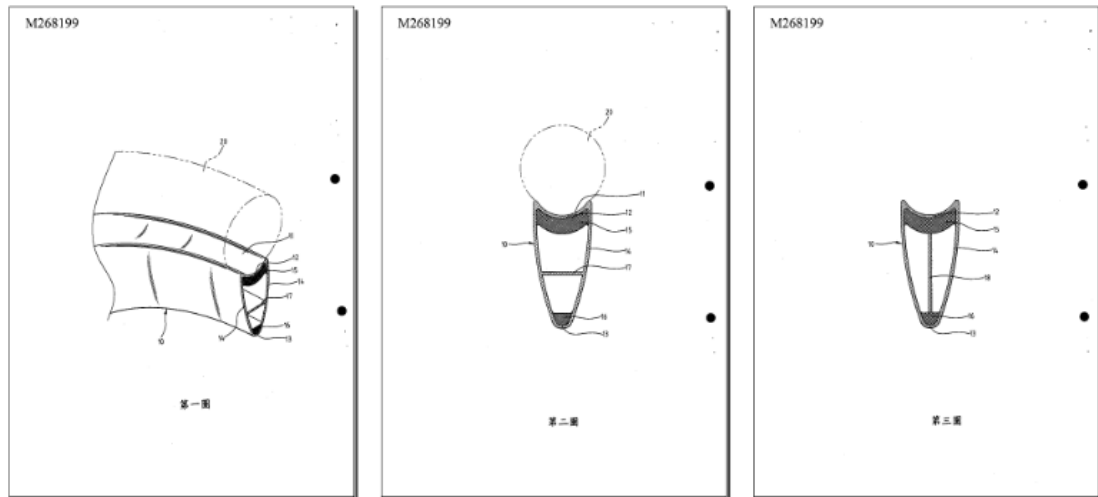
The utility model relates to a bicycle wheel rim made of carbon fibers, particularly a bicycle wheel rim made of the carbon fibers. The utility model uses a supporting wall which is arranged in the wheel rim to reinforce a wheel rim structure. The utility model comprises a wheel rim made of the carbon fibers. The wheel rim is in a ring-shaped hollow structure which is formed by that an upper wall, a lower wall, a left wall and a right wall are connected in a ring mode. The hollow position of the wheel rim is provided with the supporting wall which is connected with the inner wall of the wheel ring in order to reinforce the wheel rim structure. The inner wall of the wheel rim is provided with supporting wall to enhance the strength of the wheel rim to be suitable for impact force when the wheel rim is vibrated and impacted to protect the self structure of the wheel rim made of the carbon fibers.

Bibliographic data: TWM268199 (U) — 2005-06-21

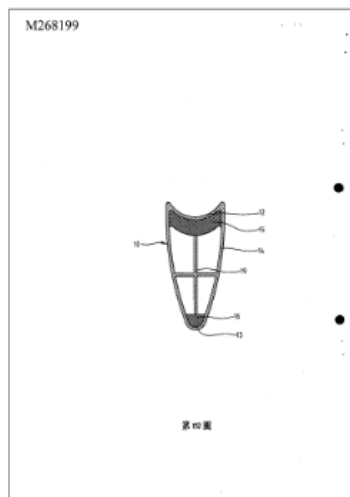
Improved bicycle wheel rim structure made by carbon fiber

Inventor(s): SHIE JIUN-MAU [TW] +

Applicant(s): YING WEI ENGINEERING CO LTD [TW] +



Drawing pages of TWM268199 U



Bibliographic data: US5975645 (A) — 1999-11-02

Carbon bodied bicycle rim

Inventor(s): SARGENT LEIGH R [US] +

Applicant(s): COMPOSITECH INC [US] +

A bicycle wheel has good impact properties and increased durability. In one embodiment the rim comprises a two piece rim having a carbon fiber based body portion having bulbous sidewalls for capable of flexing in response to radially directed forces, and a tire engaging, hoop-like rim made from aluminum. The rim includes a pair of parallel braking surfaces. In the preferred embodiment, the convex curved sides of the wheel, in transverse

cross section are wider than the braking surfaces and intersect the braking surfaces at an angle of less than about 175 DEG.

PŘÍLOHA PII



Description

HexPly® M49 is a 120°C curing toughened epoxy matrix with good impact resistance suitable for use in performance cars. The matrix is highly tolerant to a wide variety of production techniques and equipment making it easy to process. Hexply® M49 is especially suitable for cosmetic applications (eg car interiors)

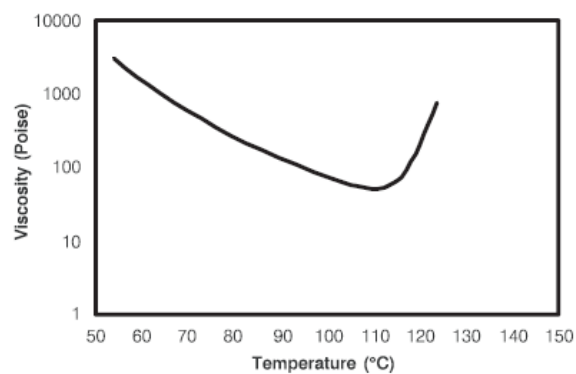
Benefits and Features

- High Toughened epoxy
- Good impact resistance
- Self adhesive on Honeycomb
- Good stability under UV
- Autoclave or vacuum bag processing
- Long shelf life and out life at room temperature
- Excellent tack and drap

Resin Matrix Properties

Colour	Transparent
Density (g/cm ³)	1,18
Curing Enthalpy (J/g)	290
Gel time at 120°C (min)	12 - 14
Minimum Viscosity (poise)	50
Tg after 120°C 60 min cure dry (°C)	115
Tg wet (°C)	90

Viscosity profile (heat up rate 2°C/min)





HexPly® M49

Prepreg Types

Fibre Designation	200P	245T2	285P	370T2	370S5	600T2
Type	3K high strength carbon	3K high strength carbon	6K high strength carbon	12K high strength carbon	6K high strength carbon	12K high strength carbon
Style	Plain weave	Twill 2X2	Plain weave	Twill 2X2	Satin weave,5 H	Twill 2X2
Weight (g/m ²)	200	245	285	370	370	600
Nominal cure ply thickness (mm)	0.234	0.287	0.333	0.433	0.433	0.660
M49 resin content by weight (%)	42	42	42	42	42	39

Cured Prepreg Mechanical Properties (cured at 120 °C in autoclave)

Properties	Test Method	200P	245T2	285P	370T2	370S5	600T2
0° tensile Strength (Mpa) Modulus (Gpa)	prEN2561	900 64	980 69	940 64	1040 61	955 65	870 65
0° compression Strength (Mpa)	prEN 2850 B	725	650	650	600	550	510
0° Flexural Strength (Mpa) Modulus (Gpa)	prEN 2562	850 52	900 55	860 53	880 53	860 50	800 55
0° Interlaminar Shear Strength (Mpa)	prEN2563	63	59	60	58	59	63

Results for cured prepregs at 55% fibre volume content.

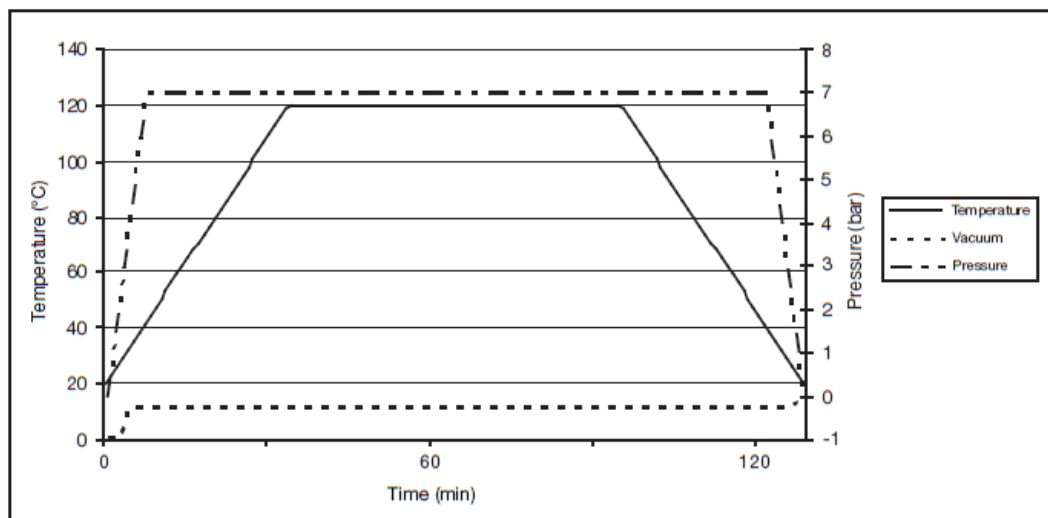
120°C curing epoxy matrix

Prepreg Curing Conditions

For cosmetic parts it is recommended to use autoclave process rather than vacuum only.

A typical autoclave cure cycle for a thin part is:

- (1) Apply the full vacuum (0.9 bar)
- (2) Apply 7 bar gauge autoclave pressure
- (3) Reduce vacuum to a safety value of 0.2 bar when the autoclave pressure reaches approximately 1 bar gauge
- (4) Heat up at 1-3 °C/minute to 120°C
- (5) Hold at 120°C for 60 minutes
- (6) Cool at 2-5°C/min
- (7) Vent autoclave pressure when the component reaches 60°C or below.



Heat-up rates are dependent on component thickness, eg, slow heat-up rates should be used for thicker components and large tools. Accurate temperature measurements of the component should be made during the cure cycles by using thermocouples. For a honeycomb sandwich panel, a cure pressure of 1 – 3 bars should be used, dependent on honeycomb density.

Alternative cure cycle can be used:

Cure temperature (°C)	Time (min)
140	30
120	60
100	120
90	360
85	720

Performance testing should be done for alternative cure cycle (to 60min at 120°C autoclave) in order to ensure suitability for the particular application. Cycles lower than 120°C cure will be suitable depending on the application, especially level of Tg needed.

A recommended vacuum cycle for a thin part is:

- (1) Apply the full vacuum (0.9 bar)
- (2) Heat up at 1-2 °C/minute to 120°C
- (3) Hold at 120°C for 60 minutes
- (4) Cool at 2-5°C/min



Prepreg Storage Life

- Out Life: 30 days at RT (23°C/73°F)
- Shelf Life: 12 months at -18°C (0°F) (from date of manufacture)

Definitions:

- Shelf Life:** The maximum storage life for HexPly® Prepreg, when stored continuously, in a closed moisture proof bag, at -18°C (0°F). To accurately establish the exact expiry date, consult the box label.
- Out Life:** The maximum accumulated time allowed at room temperature between removal from the freezer and cure.

Storage Conditions

HexPly® M49 prepregs should be stored as received in a cool dry place or in a refrigerator. After removal from refrigerator storage, prepreg should be allowed to reach room temperature before opening the polythene bag, thus preventing condensation. (A full reel in its packaging can take up to 48 hours).

Precautions for Use

The usual precautions when handling uncured synthetic resins and fine fibrous materials should be observed, and a Safety Data Sheet is available for this product. The use of clean disposable inert gloves provides protection for the operator and avoids contamination of material and components. 120°C curing epoxy matrix

Important

All information is believed to be accurate but is given without acceptance of liability. Users should make their own assessment of the suitability of any product for the purposes required. All sales are made subject to our standard terms of sale which include limitations on liability and other important terms.

©Copyright Hexcel Corporation
Publication FTM175c (Nov 2008)

For More Information

Hexcel is a leading worldwide supplier of composite materials to aerospace and other demanding industries. Our comprehensive product range includes:

- Carbon Fibre
- RTM Materials
- Honeycomb Cores
- Carbon, glass, aramid and hybrid prepregs
- HexTOOL® composite tooling material
- Structural Film Adhesives
- Honeycomb Sandwich Panels
- Engineered Core
- Reinforcement Fabrics

For US quotes, orders and product information call toll-free 1-800-688-7734

For other worldwide sales office telephone numbers and a full address list please go to:

<http://www.hexcel.com/contact/salesoffices>

PŘÍLOHA PIII



CERTIFICATE OF CONFORMANCE

Customer	BOKATECH S.r.O.		
Customer order	1320000011	Date	08/03/2013
Product	Carbon Fabric TC203T EMT 125 PLUS 42% Epoxy Prepreg		
Fibre	Carbon 3K		
Fabric	TC 203 T		
Production batch	203T130800509001	Date	02/04/2013
PROPERTIES	UNIT	SPECIFICATION	RESULT
Threads (UNI EN 1049-2)	Warp	E/cm	5,0 ± 0,3
	Weft	E/cm	5,0 ± 0,3
Fabric width (UNI EN 1773)	cm	100 ± 1	100,3
Fabric thickness (UNI EN ISO 5084)	µm	250 ± 15%	270
Weave (UNI 8099)	-	Twill 2/2	Twill 2/2
Total weight prepreg (UNI EN 12127)	g/m ²	345 ± 4%	355
Resin content (Epoxy)	%	42 ± 3 by weight dry/dry	43,6
Volatile content	%	< 1	0,98
Notes			

Certified that the whole or the supplies detailed hereon have been inspected, tested and unless otherwise stated conform in all respect with the requirements of the contract or order

**PRO-SYSTEMS SPA
QUALITY LAB.**

Date
02/04/2013



PRO-SYSTEMS SPA

UFFICI COMMERCIALI E AMMINISTRATIVI VIA AL CORBÌ, 63/65 - 22076 MOZZATE (Co) • TEL. +39 0331 576 887 R.A. - FAX +39 0331 576 295
SEDE LEGALE VIA MORITA, 6 - 20144 MILANO • C.F. / P.IVA IT 03707330969 - CAP. SOC. € 450.000,00 INT. VERSATO - R.E.A. MI 1695996 - NECC. MI300437
E-MAIL pro-systems@pro-systems.it • WEB SITE www.pro-systems.it

**B-15™**

February 2011

PRODUCT DESCRIPTION

B-15™ provides the following product characteristics:

Technology	Mold Sealer
Appearance	Clear, colorless ^{LMS}
Chemical Type	Solvent Based Polymer
Odor	Solvent
Cure	Room temperature cure
Cured Thermal Stability	≤400 °C
Application	Mold Sealer
Application Temperature	20 to 60 °C
Specific Benefit	<ul style="list-style-type: none"> • No contaminating transfer • High thermal stability • Seals mold porosity, scratches or imperfections

B-15™ is formulated specifically as a sealer for composite and metal molds with micro porosity problems, small surface scratches or imperfections. Used in conjunction with other Frekote® products, B-15™ provides an excellent base coat enhancing the release advantages offered.

TYPICAL PROPERTIES OF UNCURED MATERIAL

Specific Gravity @ 25 °C	0.745 to 0.775 ^{LMS}
Flash Point - See MSDS	
Release Agent Transfer	≥4 ^{LMS}

GENERAL INFORMATION

This product is not recommended for use in pure oxygen and/or oxygen rich systems and should not be selected as a sealant for chlorine or other strong oxidizing materials

For safe handling information on this product, consult the Material Safety Data Sheet (MSDS).

Mold Preparation**Cleaning:**

Mold surfaces must be thoroughly cleaned and dried. All traces of prior release must be removed. This may be accomplished by using Frekote® PMC or other suitable cleaner. Frekote® 915WB™ or light abrasives can be used for heavy build-up.

Directions for use:

1. B-15™ can be applied to mold surfaces by spraying, brushing, dipping or wiping with a clean, lint free, cotton wiping cloth. When spraying, ensure a dry air source is used or use an airless spray system making sure the nozzles is 20 to 25 cm from the mold surface.
2. Brushing and dipping are effective methods of application, but care should be taken to avoid excessive pooling and to ensure that the part is well drained. Wiping on is the best method of application.
3. Only a thin wet film is required. It is suggested that small areas be coated, working progressively from one mold to the other.
4. Apply a minimum of two coats, allowing 30 minutes between coats.
5. The final coat will cure within 24 hours at 23°C or the cure process can be shortened by baking the mold for 60 minutes at 95°C after ensuring that the mold is dry and all solvents have flashed off.
6. The mold is now ready to be coated with Frekote mold release products. Please refer to individual product data sheets for the proper application of the release agent.

Mold Touch up

Touch up coats with a sealer should only be applied to areas where the mold was repaired. On repaired areas apply the same number of sealer and release agent coats like for the base coating onto new or refurbished molds.

Loctite Material Specification^{LMS}

LMS dated December 18, 2002. Test reports for each batch are available for the indicated properties. LMS test reports include selected QC test parameters considered appropriate to specifications for customer use. Additionally, comprehensive controls are in place to assure product quality and consistency. Special customer specification requirements may be coordinated through Henkel Quality.

Storage

The product is classified as flammable and must be stored in an appropriate manner in compliance with relevant regulations. Do not store near oxidizing agents or combustible materials. Store product in the unopened container in a dry location. Storage information may also be indicated on the product container labelling.

Optimal Storage: 8 °C to 21 °C. Storage below 8 °C or greater than 28 °C can adversely affect product properties. Material removed from containers may be contaminated during use. Do not return product to the original container. Henkel cannot assume responsibility for product which has been contaminated or stored under conditions other than those previously indicated. If additional information is required, please contact your local Technical Service Center or Customer Service Representative.



700-NC™

October 2009

PRODUCT DESCRIPTION

700-NC™ provides the following product characteristics:

Technology	Mold Release
Appearance	Clear, colorless ^{LMS}
Chemical Type	Solvent Based Polymer
Odor	Solvent
Cure	Room temperature cure
Cured Thermal Stability	≤400 °C
Application	Release Coatings
Application Temperature	13 to 135 °C
Specific Benefit	<ul style="list-style-type: none"> • No chlorinated solvents • High gloss finish • High slip • No contaminating transfer • No mold build-up

700-NC™ offers excellent release properties for the most demanding applications and is a great all-purpose release agent. 700-NC™ releases epoxies, polyester resins, thermoplastics, rubber compounds and most other molded polymers.

TYPICAL PROPERTIES OF UNCURED MATERIALSpecific Gravity @ 25 °C 0.755 to 0.764^{LMS}

Flash Point - See MSDS

GENERAL INFORMATION

This product is not recommended for use in pure oxygen and/or oxygen rich systems and should not be selected as a sealant for chlorine or other strong oxidizing materials

For safe handling information on this product, consult the Material Safety Data Sheet (MSDS).

Mold Preparation**Cleaning:**

Mold surfaces must be thoroughly cleaned and dried. All traces of prior release must be removed. This may be accomplished by using Frekote® PMC or other suitable cleaner. Frekote® 915WB™ or light abrasives can be used for heavy build-up.

Sealing New/Repaired Molds:

Occasionally, green or freshly repaired molds are rushed into service prior to complete cure causing an increased amount of free styrene on the mold surface. Fresh or "production line" repairs, new fiberglass and epoxy molds should be cured per manufacturer's instructions, usually a minimum of 2 -3 weeks at 22°C before starting full-scale production. Fully cured previously unused molds should be sealed before use. This can be accomplished by applying one to two coats of an appropriate Frekote® mold sealer, following the directions for use instructions. Allow full cure of the appropriate Frekote® mold sealer before you apply the first coat of 700-NC™ as outlined in the directions of use.

Directions for use:

1. 700-NC™ can be applied to mold surfaces at room temperature up to 135°C by spraying, brushing or wiping with a clean lint-free, cloth. When spraying ensure a dry air source is used or use an airless spray system. Always use in a well ventilated area.
2. Wipe or spray on a smooth, thin, continuous, wet film. Avoid wiping or spraying over the same area that was just coated until the solvent has evaporated. If spraying, hold nozzle 20 to 30cm from mold surface. It is suggested that small areas be coated, working progressively from one side of the mold to the other.
3. Initially, apply 2 to 3 base coats allowing 5 to 10 minutes between coats for solvent evaporation .
4. Allow the final coat to cure for 15 to 20 minutes at 22°C.
5. Maximum releases will be obtained as the mold surface becomes conditioned to 700-NC™. Performance can be enhanced by re-coating once, after the first few initial pulls.
6. When any release difficulty is experienced, the area in question can be "touched-up" by re-coating the entire mold surface or just those areas where release difficulty is occurring.
7. **NOTE:** 700-NC™ is moisture sensitive, keep container tightly closed when not in use. The product should always be used in a well ventilated area.
8. **Precaution:** Users of closed mold systems(rotomolding) must be certain that solvent evaporation is complete and that all solvent vapors have been ventilated from the mold cavity prior to closing the mold. An oil-free compressed air source can be used to assist in evaporation of solvents and ventilation of the mold cavity.

Mold Touch up

Touch up coats should only be applied to areas where poor release is noticed and should be applied using the same method as base coats. This will reduce the possibility of release agent or polymer build-up. The frequency of touch ups will depend on the polymer type, mold configuration, and abrasion parameters.

Loctite Material Specification^{LMS}

LMS dated May 10, 2006. Test reports for each batch are available for the indicated properties. LMS test reports include selected QC test parameters considered appropriate to specifications for customer use. Additionally, comprehensive controls are in place to assure product quality and consistency. Special customer specification requirements may be coordinated through Henkel Quality.



Storage

The product is classified as flammable and must be stored in an appropriate manner in compliance with relevant regulations. Do not store near oxidizing agents or combustible materials. Store product in the unopened container in a dry location. Storage information may also be indicated on the product container labelling.

Optimal Storage: 8 °C to 21 °C. Storage below 8 °C or greater than 28 °C can adversely affect product properties.

Material removed from containers may be contaminated during use. Do not return product to the original container. Henkel cannot assume responsibility for product which has been contaminated or stored under conditions other than those previously indicated. If additional information is required, please contact your local Technical Service Center or Customer Service Representative.

Conversions

$(^{\circ}\text{C} \times 1.8) + 32 = ^{\circ}\text{F}$

$\text{kV/mm} \times 25.4 = \text{V/mil}$

$\text{mm} / 25.4 = \text{inches}$

$\mu\text{m} / 25.4 = \text{mil}$

$\text{N} \times 0.225 = \text{lb}$

$\text{N/mm} \times 5.71 = \text{lb/in}$

$\text{N/mm}^2 \times 145 = \text{psi}$

$\text{MPa} \times 145 = \text{psi}$

$\text{N}\cdot\text{m} \times 8.851 = \text{lb}\cdot\text{in}$

$\text{N}\cdot\text{m} \times 0.738 = \text{lb}\cdot\text{ft}$

$\text{N}\cdot\text{mm} \times 0.142 = \text{oz}\cdot\text{in}$

$\text{mPa}\cdot\text{s} = \text{cP}$

Note

The data contained herein are furnished for information only and are believed to be reliable. We cannot assume responsibility for the results obtained by others over whose methods we have no control. It is the user's responsibility to determine suitability for the user's purpose of any production methods mentioned herein and to adopt such precautions as may be advisable for the protection of property and of persons against any hazards that may be involved in the handling and use thereof. In light of the foregoing, **Henkel Corporation specifically disclaims all warranties expressed or implied, including warranties of merchantability or fitness for a particular purpose, arising from sale or use of Henkel Corporation's products. Henkel Corporation specifically disclaims any liability for consequential or incidental damages of any kind, including lost profits.** The discussion herein of various processes or compositions is not to be interpreted as representation that they are free from domination of patents owned by others or as a license under any Henkel Corporation patents that may cover such processes or compositions. We recommend that each prospective user test his proposed application before repetitive use, using this data as a guide. This product may be covered by one or more United States or foreign patents or patent applications.

Trademark usage

Except as otherwise noted, all trademarks in this document are trademarks of Henkel Corporation in the U.S. and elsewhere. ® denotes a trademark registered in the U.S. Patent and Trademark Office.

Reference 0.0

Americas
+860.571.5100

Europe
+49.89.320800.1800

Asia
+86.21.2891.8863

For the most direct access to local sales and technical support visit www.henkel.com/industrial


770-NC™

October 2009

PRODUCT DESCRIPTION

770-NC™ provides the following product characteristics:

Technology	Mold Release
Appearance	Clear, colorless ^{LMS}
Chemical Type	Solvent Based Polymer
Odor	Solvent
Cure	Room temperature cure
Cured Thermal Stability	≤400 °C
Application	Release Coatings
Application Temperature	15 to 60 °C
Specific Benefit	<ul style="list-style-type: none"> • No contaminating transfer • High gloss finish • High slip • No mold build-up • Low odor

770-NC™ offers excellent release for various molding applications. 770-NC™ can be used for the release of epoxies, polyester resins, vinyl ester resins, thermoplastics, adhesives, and rotationally molded plastics. This product is particularly well suited for tougher to release processes such as filament winding and non gel coated polyester and fiberglass molding.

TYPICAL PROPERTIES OF UNCURED MATERIAL

 Specific Gravity @ 25 °C 0.715 to 0.725^{LMS}

Flash Point - See MSDS

GENERAL INFORMATION

This product is not recommended for use in pure oxygen and/or oxygen rich systems and should not be selected as a sealant for chlorine or other strong oxidizing materials

For safe handling information on this product, consult the Material Safety Data Sheet (MSDS).

Mold Preparation
Cleaning:

Mold surfaces must be thoroughly cleaned and dried. All traces of prior release must be removed. This may be accomplished by using Frekote® PMC or other suitable cleaner. Frekote® 915WB™ or light abrasives can be used for heavy build-up.

Sealing New/Repaired Molds:

Occasionally, green or freshly repaired molds are rushed into service prior to complete cure causing an increased amount of free styrene on the mold surface. Fresh or "production line" repairs, new fiberglass and epoxy molds should be cured per manufacturer's instructions, usually a minimum of 2 -3 weeks at 22°C before starting full-scale production. Fully cured previously unused molds should be sealed before use. This can be accomplished by applying one to two coats of an appropriate Frekote® mold sealer, following the directions for use instructions. Allow full cure of the appropriate Frekote® mold sealer before you apply the first coat of 770-NC™ as outlined in the directions of use.

Directions for use:

1. 770-NC™ can be applied to mold surfaces at room temperature up to 60°C by spraying, brushing or wiping with a clean lint-free, cloth. When spraying ensure a dry air source is used or use an airless spray system. Always use in a well ventilated area.
2. Wipe or spray on a smooth, thin, continuous, wet film. Avoid wiping or spraying over the same area that was just coated until the solvent has evaporated. If spraying, hold nozzle 20 to 30cm from mold surface. It is suggested that small areas be coated, working progressively from one side of the mold to the other.
3. Initially, apply 2 to 3 base coats allowing 5 to 10 minutes between coats for solvent evaporation .
4. Allow the final coat to cure for 5 to 10 minutes at 22°C.
5. Maximum releases will be obtained as the mold surface becomes conditioned to 770-NC™. Performance can be enhanced by re-coating once, after the first few initial pulls.
6. When any release difficulty is experienced, the area in question can be "touched-up" by re-coating the entire mold surface or just those areas where release difficulty is occurring.
7. **NOTE:** 770-NC™ is moisture sensitive, keep container tightly closed when not in use. The product should always be used in a well ventilated area.
8. **Precaution:** Users of closed mold systems(rotomolding) must be certain that solvent evaporation is complete and that all solvent vapors have been ventilated from the mold cavity prior to closing the mold. An oil-free compressed air source can be used to assist in evaporation of solvents and ventilation of the mold cavity.

Mold Touch up

Touch up coats should only be applied to areas where poor release is noticed and should be applied using the same method as base coats. This will reduce the possibility of release agent or polymer build-up. The frequency of touch ups will depend on the polymer type, mold configuration, and abrasion parameters.

Loctite Material Specification^{LMS}

LMS dated May 29, 2007. Test reports for each batch are available for the indicated properties. LMS test reports include selected QC test parameters considered appropriate to specifications for customer use. Additionally, comprehensive controls are in place to assure product quality and consistency. Special customer specification requirements may be coordinated through Henkel Quality.

Storage

The product is classified as flammable and must be stored in an appropriate manner in compliance with relevant regulations. Do not store near oxidizing agents or combustible materials. Store product in the unopened container in a dry location. Storage information may also be indicated on the product container labelling.

Optimal Storage: 8 °C to 21 °C. Storage below 8 °C or greater than 28 °C can adversely affect product properties.

Material removed from containers may be contaminated during use. Do not return product to the original container. Henkel cannot assume responsibility for product which has been contaminated or stored under conditions other than those previously indicated. If additional information is required, please contact your local Technical Service Center or Customer Service Representative.

Conversions

$(^{\circ}\text{C} \times 1.8) + 32 = ^{\circ}\text{F}$

$\text{kV/mm} \times 25.4 = \text{V/mil}$

$\text{mm} / 25.4 = \text{inches}$

$\mu\text{m} / 25.4 = \text{mil}$

$\text{N} \times 0.225 = \text{lb}$

$\text{N/mm} \times 5.71 = \text{lb/in}$

$\text{N/mm}^2 \times 145 = \text{psi}$

$\text{MPa} \times 145 = \text{psi}$

$\text{N-m} \times 8.851 = \text{lb-in}$

$\text{N-m} \times 0.738 = \text{lb-ft}$

$\text{N-mm} \times 0.142 = \text{oz-in}$

$\text{mPa-s} = \text{cP}$

Note

The data contained herein are furnished for information only and are believed to be reliable. We cannot assume responsibility for the results obtained by others over whose methods we have no control. It is the user's responsibility to determine suitability for the user's purpose of any production methods mentioned herein and to adopt such precautions as may be advisable for the protection of property and of persons against any hazards that may be involved in the handling and use thereof. In light of the foregoing, **Henkel Corporation specifically disclaims all warranties expressed or implied, including warranties of merchantability or fitness for a particular purpose, arising from sale or use of Henkel Corporation's products. Henkel Corporation specifically disclaims any liability for consequential or incidental damages of any kind, including lost profits.** The discussion herein of various processes or compositions is not to be interpreted as representation that they are free from domination of patents owned by others or as a license under any Henkel Corporation patents that may cover such processes or compositions. We recommend that each prospective user test his proposed application before repetitive use, using this data as a guide. This product may be covered by one or more United States or foreign patents or patent applications.

Trademark usage

Except as otherwise noted, all trademarks in this document are trademarks of Henkel Corporation in the U.S. and elsewhere. ® denotes a trademark registered in the U.S. Patent and Trademark Office.

Reference 0.0

Americas
+860.571.5100

Europe
+49.89.320800.1800

Asia
+86.21.2891.8863

For the most direct access to local sales and technical support visit www.henkel.com/industrial

PŘÍLOHA PVII



P.O. Box 1825 Ellijay, GA 30540 • (706) 698-4405 • (800) 858-4111 • Fax: (706) 635-8103 • www.zyvax.com

FLEX-Z

DESCRIPTION

FLEX-Z is an industry breakthrough - a variable release system that gives total control to the molder. An array of six resin polymers with a common platform, FLEX-Z provides flexibility in mold release levels that is an absolute requirement. Formulated to control physical and chemical factors in polyester-molding environments, FLEX-Z reduces prep time, eliminates sag and delivers predictable release across the performance spectrum from minimum to maximum slip. For the 100% SOLVENT-FREE mold release system best suited to your needs, see our website: www.zyvax.com.

FLEX-Z BENEFITS

- * No Odor - No CFCs, ODCs or HAPs
- * Thermal stability (480 °C / 900 °F)
- * Excellent tape adhesion
- * Fast, easy and versatile application
- * Adjustable slipcoat for pre-release control
- * Prevents styrene build up

USES

FLEX-Z 1.0	MINIMUM SLIP	Inhibits pre-release and promotes tape adhesion
FLEX-Z 2.0	LOW / MEDIUM SLIP	Ideal for the occasional pre-release problem
FLEX-Z 3.0	MEDIUM SLIP	Standard choice for large hulls and flat areas
FLEX-Z 4.0	MEDIUM / HIGH SLIP	If you don't know where to start, start here
FLEX-Z 5.0	HIGH SLIP	Excellent choice for small parts and high wear areas
FLEX-Z 6.0	EXTRA SLIP	Use on difficult-to-release male molds or as a flange release

HOW TO USE

Before applying FLEX-Z:

- ✓ Remove all previous waxes or oils using a ZYVAX mold and part cleaner.
 - ✓ Apply SEALER GP if required, allowing 15 minutes between each coat and 30 minutes after the last coat. (New molds and freshly repaired molds typically require sealing with SEALER GP)
1. If wiping: Apply FLEX-Z to a small area of the mold section using a 100% cotton cloth wipe or paper towel.
or
Wipe on a light coat and DO NOT WIPE OFF.
 1. If spraying: Using an HVLP type sprayer, FLEX-Z should go on as a dry spray with no wet areas left behind the spray.
Keeping the spray head 6-12 inches (if possible) from the surface, carefully and thoroughly spray the entire mold surface.
If an area is over saturated, simply wipe the wet area with a clean, dry cloth to ensure even coverage.
 2. Carefully and thoroughly coat the entire mold surface.
 3. Allow 15 minutes to cure before applying the next coat.
 4. Apply three additional coats of FLEX-Z in the same way, and wait for a minimum 15 minutes before using the mold.

For touch ups, apply a single coat of FLEX-Z, wait 15 minutes, and continue processing.

TIPS: If more or less slip is needed, simply move up or down the FLEX-Z slipcoat scale. Two coats should be applied when doing so. Individual sections of a mold can be treated with different slipcoats to achieve optimum results.

SAFETY DATA

Material safety data sheets for all ZYVAX products are available at www.zyvax.com and should be consulted prior to use of product.

STORAGE & SHELF LIFE

Store product between 5 °C and 30 °C (41 °F and 86 °F). Shelf life is 18 months from the date of manufacture, in the original unopened container. NOTE: Product is moisture-sensitive. Container must be kept tightly closed when not in use.

USE LIFE

Use life of product is 60 days from opening of container. Product must be kept in the original container and the lid replaced immediately after dispensing. After opening, product should continue to be stored properly. **WARNING:** Never puncture any ZYVAX product container.

LIMITATIONS OF LIABILITY

To the best of our knowledge, the technical data contained herein are true and accurate at the date of issuance, and are subject to change without prior notice. User must contact ZYVAX to verify correctness before specifying or ordering. No guarantee of accuracy is given or implied. We guarantee our products to conform to ZYVAX quality control. We assume no responsibility for coverage, performance, or injuries resulting from its use. Liability, if any, is limited to replacement of products. NO OTHER WARRANTY OR GUARANTEE OF ANY KIND IS MADE BY ZYVAX, EXPRESSED OR IMPLIED, STATUTORY, BY OPERATION OF LAW OR OTHERWISE, INCLUDING FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

FLEX-Z

ENGLISH

REVISION 2

PŘÍLOHA PVIII



P.O. Box 1825 Ellijay, GA 30540 • (706) 698-4405 • (800) 858-4111 • Fax: (706) 635-8103 • www.zyvax.com

SEALER GP

DESCRIPTION

SEALER GP is a high modulus, clear, flexible film with superior substrate adhesion that forms a protective shield on the mold surface. As a conditioner, **SEALER GP** is designed to treat both the chemical and physical bonding sites found on every "raw" mold surface. In addition, **SEALER GP** provides the base needed to extend the life of the release coating and will allow optimal performance from the release coating. For the 100% SOLVENT-FREE mold release system best suited to your needs, see our website: www.zyvax.com.

SEALER GP BENEFITS

- * Retains mold detail and finish
- * Restores vacuum integrity
- * Thermal Stability - 480 °C (900 °F)
- * Can be used with all release agents

USES

SEALER GP overcomes micro-porosity in mold surfaces, eliminates the break-in time for new molds, restores a uniform surface when used over a mold repair or patch, protects the surface of the mold from styrene emission and oxidation, therefore, extending the useful life of the mold.

HOW TO USE

Before applying **SEALER GP**:

- ✓ All previous surface treatments, residues, waxes or oils should be removed using a ZYVAX mold and part cleaner.
 - 1. Apply **SEALER GP** to a small area of the mold 1-2 ft² (0.2 m²) using a paper towel or clean, lint-free cloth.
 - 2. While still wet, wipe dry using a separate clean paper towel or lint free cloth.
Make sure entire mold surface is coated in this manner, slightly over-lapping the last coated area if you are applying in sections. Be certain that all contours are adequately coated.
 - 3. Allow a minimum of 15 minutes cure time before application of next coat.
 - 4. Apply a second coat of **SEALER GP** in the same way, and wait for a minimum of 15 minutes before applying the next coat. 4 coats are recommended for most substrates. Additional coats can be used for porous or repaired molds.
- After the final coat of **SEALER GP**, wait at least 30 minutes before applying release agent.

SAFETY DATA

Safety data sheets for all ZYVAX products are available at www.zyvax.com and should be consulted prior to use of product.

STORAGE & SHELF LIFE

Store product between 5 °C and 30 °C (41 °F and 86 °F). Shelf life is 18 months from the date of manufacture, in the original unopened container. NOTE: *Product is moisture-sensitive. Container must be kept tightly closed when not in use.*

USE LIFE

Use life of product is 60 days from opening of container. Product must be kept in the original container and the lid replaced immediately after dispensing. After opening, product should continue to be stored properly. **WARNING:** *Never puncture any ZYVAX product container.*

LIMITATIONS OF LIABILITY

To the best of our knowledge, the technical data contained herein are true and accurate at the date of issuance, and are subject to change without prior notice. User must contact ZYVAX to verify correctness before specifying or ordering. No guarantee of accuracy is given or implied. We guarantee our products to conform to ZYVAX quality control. We assume no responsibility for coverage, performance, or injuries resulting from its use. Liability, if any, is limited to replacement of products. NO OTHER WARRANTY OR GUARANTEE OF ANY KIND IS MADE BY ZYVAX, EXPRESSED OR IMPLIED, STATUTORY, BY OPERATION OF LAW OR OTHERWISE, INCLUDING FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

SEALER GP

ENGLISH

REVISION 8