



LAMINÁTY JAKO OD PROFÍKA

NEBO PŘÍMO OD PROFÍKA? LAMINÁT JE KOMPOZITNÍ MATERIÁL, O KTERÉM ZCELA URČITĚ SLYŠEL KAŽDÝ FANOUŠEK TUNINGU. VYRÁBĚJÍ SE Z NĚJ SPOILERY A SOUČÁSTI KAROSÉRIÍ, KTERÉ VYKAZUJÍ PODOBNÉ VLASTNOSTI JAKO OCELOVÝ PLECH, JEN S TÍM ROZDÍLEM, ŽE JSOU MNOHEM LEHČÍ. LAMINÁTY MAJÍ TAKÉ JEDNU PODSTATNOU VÝHODU – K JEJICH TVAROVÁNÍ NENÍ POTŘEBA ŽÁDNÝ LIS NEBO VSTŘIKOVACÍ STROJ, TUDÍŽ JE SNADNÉ, VYRÁBĚT JE PŘÍMO DOMA, V GARÁŽI.

Neprve trochu teorie, která nikoho nezabije. V tomto článku bude řeč především o kompozitních materiálech na bázi skelných (sklolamináty) a uhlíkových (karbon) nebo aramidových (kevlar) vláken, spojených prostřednictvím pojiva (polyesterové nebo epoxidové pryskyřice). Polymerní kompozitní materiály se na rozdíl od homogenních materiálů (jako jsou například plastické hmoty a kovy) sestávají minimálně ze dvou hlavních složek. První složkou jsou vyztužující vlákna, která kompozitu dodávají pevnost, tuhost a blokují v takto vytvořené struktuře vznik a růst trhlin. Druhou složkou je pojivo, které udržuje vyztužující vlákna v požadované poloze, zajišťuje přenos sil mezi všemi vyztužujícími vlákny a dává kompozitu potřebné fyzikální a chemické vlastnosti (elektroizolační a tepelné vlastnosti, odolnost proti působení rozpouštědel, olejů vody a jiných chemikálií atp.). Kombinací dvou (nebo více) materiálů s rozdílnými vlastnostmi tak vlastně získáváme materiály nové, jejichž výsledné vlastnosti jsou lepší, než by odpovídalo pouhému součtu vlastností jednotlivých složek (synergický efekt).

Obecně platí, že mechanické vlastnosti kompozitu se zlepšují se zvyšujícím se obsahem vyztužující složky - až do podílu cca 80 %. Všechna vlákna musí být totiž dokonale smočena poji-

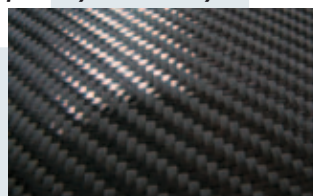
vem, v našem případě pryskyřicí. Aby se využilo plně pevnosti vláken, musí se zabezpečit dobrá adheze mezi vlákny a pojivem a tím i dokonalý přenos sil z vláken na pojivo a naopak. Vlákna se proto na povrchu chemicky upravují tak, aby se na rozhraní mezi maticí a vláknem vytvořily pevné chemické vazby.

Výztuž – skleněná, uhlíková a aramidová vlákna

Nejrozšířenějšími vyztužujícími vlákny pro kompozitní materiály jsou **skleněná vlákna**. Vyrábějí se tavením tzv. sklářského kmene, což je směs křemenného písku (cca 70 %), vápence, potaše a bóru (resp. collemanitu $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Sklářský kmen se taví přibližně při 1 400 °C a z taveniny se v jednodušším procesu přímo vytahují tzv. elementární vlákna – tavenina vytéká dnem pece z platino-iridiové slitiny malými otvory o průměru 1-2 mm. Průměr vláken je 5 - 25 μm v závislosti na rychlosti odtahu.

Přímo pod pecí se ještě za horka nanáší na monovlákná směs složek, která vlákna „maže“ a tak usnadňuje jejich další textilní zpracování a zároveň chrání jejich povrch před mechanickým poškozením a která obsahuje vazebné prostředky zvyšující adhezi mezi vlákny a maticí. Vlákna se sdružují do pramenů, které se navíjejí na kokony. Ty jsou pak výchozí jednotkou pro další zpracování jednak na pramence (roving), které se

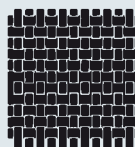
Kepr z uhlíkových vláken je známý jako vrchní vrstva tzv. příznaných karbonových dílů



Rozdíl mezi skelnou tkaninou (nahore) a skelnou rohoží (dole) je patrný na první pohled



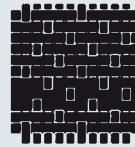
Provedení skelných tkanin:



plátnové



keprové



atlasové

užívají přímo např. pro technologii střikání, tažení, navíjení nebo pro výrobu pramencových tkanin popřípadě více-směrných výztuží, ale také se zpracovávají na příze se zákrutem, používané při výrobě tenkých tkanin a speciálních hustých tkanin. Do dalších možností zpracování nebudeme zbytečně zabředávat. **Skleněná vlákna** se používají jako základ **sklolaminátů**.

Pro produkci **karbonových kompozitů** se používají **vlákna uhlíková**, jejichž výroba je mnohem náročnější proces. Pro naše účely není důležité vědět, jak se vyrábějí, ale že výroba je náročná na spotřebu tepla a vzácných plynů a že se většinou vyrábějí z ropy, případně uměle z polyakrylonitrilu. Uhlíková vlákna se používají ve formě pramenců o různé jemnosti nebo jako tkaniny s různou vazbou a gramáží od 80 do 800 g/m², buď jako celouhlikové nebo hybridní v kombinaci s vlákny skleněnými respektive aramidovými.

Konečně je tu **kevlar**, neboli **aramidový kompozit**. Jeho základem jsou vlákna na bázi aromatických





polyamidů, základní monovláčna mají průměr 10-13 μm . Používají se ve formě rovingu o různé jemnosti nebo tkanin v gramážích od 36 do 500 g/m^2 , a to samostatně nebo jako hybridní v kombinaci se skleněnými nebo uhlíkovými vlákny.

Pojivo

Nejužívanějšími pojivy jsou v automobilové a tuningové branži nenasyčené polyesterové a epoxidové pryskyřice. Nejběžnější součástí laminovacích souprav jsou v současnosti **polyesterové pryskyřice**, které se pro zlepšení zpracovatelských podmínek dodávají i s přísadkou urychlovačů, speciálních voskových složek pro snížení odparu zdraví škodlivého styrenu případně

s přísadkou tixotropních složek, upravujících viskozitu a snižujících stékání pryskyřice ze svislých stěn. Pryskyřice mohou být dále smíseny s barevnými pigmenty a UV stabilizátory. Obsahují zdraví škodlivý a těkavý styren (což je vlastně jejich hlavní vazební složka), proto je při práci s nimi nutné používat ochranné prostředky (latexové rukavice, respirátor). Pro jejich vytvrzení se používají jako aktivní složky peroxidy s urychlovači na bázi kobaltu zpravidla v poměru 1:100 až 2:100. Tedy jeden díl peroxidu ku sto dílům pryskyřice. Tato tvrdidla proto bývají naředěná, aby je bylo možné přesněji dávkovat. **K přesnému dávkování slouží odměrky a toto dávkování je nutné dodržet. Při následné exotermické reakci se to-**



tiž v případě velkého množství peroxidu směs přehřívá, těkavý styren stoupá v bublinkách na povrch a důležitou vazbu polyesterů nevytváří.

Epoxidové pryskyřice se vyznačují lepšími mechanickými, zejména dynamickými, vlastnostmi, použitím vhodných tvrdidel lze získat i vyšší teplotní odolnost – až do 180°C. Neobsahují těkavý styren, ale pro změnu jedovaté fenoly a pozor, pronikají skrz latexové rukavice. **Z tohoto důvodu je potřeba při práci s epoxidovými pryskyřicemi nutně používat rukavice vinylové.** Tyto pryskyřice vyžadují pro vytvrzení speciální tvrdidla respektive tužidla a mají delší dobu zpracovatelnosti než pryskyřice polyesterové.

Pro formování kompozitních materiálů jsou mimo vedlejších pracovních a ochranných pomůcek dále zpravidla potřebné dvě další esence. První z nich jsou tzv. **gelcoaty**, jejichž výsledkem jsou ony hladké povrchy hromadně vyráběných laminátových dílů. Druhou jsou **separátory**, které umožňují resp. usnadňují vyjímání vytvrzených kompozitních výrobků z forem. Separátory například ve formě celofánu nebo polyetylenové fólie ale můžete používat i na zaházení povrchu laminátu tvořeného mimo formu před jeho vytvrzením. Běžně používané separátory jsou na bázi vosku carnauba (stejný vosk jako se používá na leštění aut). Dávají výrobku vysoký lesk a lze je použít i několikrát sobě. Nesmí





obsahovat silikony, které by znemožnily případnou následnou povrchovou úpravu nátěrovými hmotami.

Postup výroby z kompozitních materiálů

Hned ze začátku jej lze rozdělit na dvě oblasti a v této souvislosti si musíme položit pár základních otázek:

„Požadují maximální kvalitu, kontrolu nad hmotností, pevností a kvalitou výsledného výrobku?“

„Existuje možnost, že budu chtít výrobek vyrobit podruhé, potřetí... podesáté (a to nejen z důvodu prodeje, ale třeba i z důvodu snadné výměny či opravy po případné nehodě)?“

Pokud si na některou z těchto otázek odpovíte „ano“, jděte a vyrobte si model, sejměte si negativní formu a do té pak tvarujte finální produkt. Pakliže nikoliv, bude vám stačit metoda volného formování, případně metoda ztraceného modelu.

Metoda výroby modelu, formy a následného finálního výrobku

Prvním krokem je návrh a příprava modelu. Jako materiál slouží v případě výroby spoilerů a dalších doplňků součásti a díly původních nárazníků, předpřipravené svařené díly z ABS, MDF, dřevo a překližka, tuhé stavební pěny, tmely, polystyren, případně pro povrchové vyztužení také tenčí lami-

nát. Po dokonalém zpracování tvaru je nutno model tepelně stabilizovat na teplotu, které bude model při výrobě formy vystaven, povrchově upravit, např. polyuretanovým lakem nebo polyesterovým gelcoatem a důkladně naseparovat.

Následně je třeba sejmout (vyrobít) formu, zpravidla se zhotovuje z laminátu, případně v kombinaci s pěny nebo balzou nebo MDF. Forma by neměla být jenom jakási tenká skořápka, ale měla by být rozměrově stabilní. Pro jejich výrobu, tedy výrobu nenáročných a levnějších laminátových forem jsou nejčastěji používanými materiály skleněné rohože a polyesterové pryskyřice. Prvním, velmi důležitým krokem při výrobě formy, je aplikace formového gelcoat na naseparovaný model. Na kvalitě povrchu modelu, výběru a pečlivé aplikaci formového gelcoat závisí kvalita povrchu formy a její životnost. Aby se snížilo vnitřní pnutí a smrštění a tedy i změna rozměrů formy je třeba při stavbě konstrukční části formy postupovat po dílčích krocích.

Nejprve je nutno na vytvrzený formový gelcoat klást jednu, nejvýš dvě vrstvy kvalitní rohože o gramáži 225 - 450 g/m², prosytit je pečlivě pryskyřicí a odstranit vzduchové bubliny. Někteří výrobci forem dávají přednost před konstrukčními vrstvami aplikovat jako první na gelcoat jemnou povrch-

ovu rohož nebo fleece o nízké gramáži. Teprve druhý den po vytvrzení prvních vrstev lze klást další konstrukční vrstvy, nejlépe opět s prodlevami na vytvrzení vrstev předchozích. Výroba formy je tedy časově náročnou operací, při které je třeba trpělivosti.

Následně je třeba formu vyztužit, například pomocí nalaminovaných žebër nebo nastříkáním vrstvy polyuretanované pěny. Před uvedením nových forem do provozu je nutno je opatřit spolehlivým separátorem na bázi tvrdých vosků karnauba.

Finální fází je ruční kladení pomocí otevřené technologie. Je to nejstarší, nejjednodušší a dosud nejrozšířenější technologie. Forma se po naseparování obvykle nejprve opatří gelcoatem, což je speciálně formulovaná, většinou bíle probarvená nevyztužená povrchová vrstva o tloušťce 0,3 - 1 mm, která se nanáší buď ručně nebo stříkáním. Zajišťuje jednak estetickou stránku povrchu dílu a jednak tvoří ochranu vůči okolnímu prostředí (voda, oleje, chemikálie). Po částečném vytvrzení gelcoat (nesmí se již mazat, ale může ještě být lepidly) se kladou jednotlivé vrstvy výztuže, které se prosycují iniciovanou (promíchanou s tužidlem) pryskyřicí pomocí štětce nebo nanášecím válečkem a pak se přebytečná pryskyřice

a vzduchové bubliny vytlačují rýhovými válečky. Výztuž (skelná, uhlíková nebo aramidová vlákna) je třeba stříhat v úhlu 45° vůči směru vláken tkaniny. Pokud budete tkaninu stříhat souběžně s jejími vlákny, rozpadne se vám v průběhu práce tkanina pod rukama. Stříhat lze běžnými nůžkami, ale budou se vám rychle tupit. Pro sváteční laminování si s obyčejnými nůžkami vystačíte. Budete-li ale laminovat více, rozhodně si poříďte nůžky s keramickými břity.

Laminát se vytvrzuje za normální teploty většinou bez aplikace tlaku. Pro zvýšení teplotní odolnosti je někdy nutné dle doporučení výrobce pryskyřice provést vytvrzování při zvýšené teplotě při dodržení programu postupného zvyšování teploty. Technologie ručního kladení je vhodná pro malé až velkorozměrové výrobky od jednoduchých až po značně tvarově složité dílce při nižší až střední sériovosti (až do 1 000 kusů) a vzhledem k nenáročnosti a nízkým nákladům také pro výrobu prototypů. Po vytvrzení stačí jen oddělit výsledný výrobek od formy a můžete se kochat jeho profesionálním vzhledem. Zpravidla je nutné zabrousit nebo oříznout přebytečný laminát a po zabroušení je díl připraven na lakování stříkacím tmelem.

Metoda volného formování

„Ajeto“, nebo-li „Pat a Mat“ metoda. V podstatě modelujete technologii ručního kladení prototyp, který se povrchovou úpravou stane finálním výrobkem. Nevýhodou je hmotnost, nízká pevnost a pocit jakési nedokonalosti, který někteří běžně odolní tuneři nejsou schopni vystát. Pro ty, kterým jde pouze a jen o efekt, je to běžná metoda.

Metoda ztraceného modelu

Poněkud méně hardcore metoda. Za pomoci vhodné, lehce odstranitelné hmoty (polystyren nebo



polyuretanová pěna) vyrobíte co nejpřesnější prototyp, který bude pozitivní formou (patricí). Ten opatříte laminátovou vrstvou příslušné tloušťky a tuto patrici následně vydlabete nebo jinak odstraníte. V případě pěnového polystyrenu toto lze jednoduše realizovat pomocí tepla (plamene, horkovzdušné pistole). Vnitřní část takto vyrobeného dílu nebude příliš pohledná, ale pokud vám to nevadí, účel světi prostředky. Výhodou této metody je, že čím přesnější máte model, tím lehčí a rovnoměrnější bude laminát, který na něm vyrobíte. Samozřejmě je třeba pamatovat na počet vrstev, které jste nakladli. Ale to je při aplikaci technologie ručního kladení asi obvyklé. Další z výhod je, že můžete vytvářet tvary, které byste z forem jen těžko vyjímali nebo pro které byste museli vytvářet složité vícedílné formy.

Závěrem vám přinášíme rozhovor s jedním neznámějších tuzemských „laminátorů“, Petrem Šimíkem.

Petře, ty a tvoje firma jste jeden z neznámějších výrobců laminátových dílů v tuzemsku. Jak dlouho už na našem trhu vlastně působíte, jaké byly tvoje začátky?

„Už jako dítě, když jsem vzal do ruky první pastelku, tak jsem namaloval auto. Na základní škole jsem patřil mezi nejlepší v kreslení a moje paní učitelka navrhla, abych šel na uměleckou školu. Já toužil být automechanikem a tak se také stalo. Po škole jsem se dostal mezi lidi, kteří se zajímali o tuning. Začátky nebyly jednoduché. O výrobě kompozitních dílů jsem nevěděl vůbec nic a tenkrát jsem byl majitelem Volkswagenu Golf III. Na úpravy nebyly peníze, takže jsem si musel nějak poradit. Bylo to před jedenácti lety. V malé garáži ve Zlíně jsem začínal tvořit a učit se s laminátem. Práce mě tak naplňovala, že jsem u toho zůstal dodnes.“

Dovedl bys popsat rozdíl mezi tím, jak jsi pracoval v minulosti a jak pracuješ dnes? Zda došlo k nějakým změnám v metodách, kterými postupuješ, a v materiálech, které používáš?

„Rozdíl je určitě velký, a to především v kvalitě výrobků i forem. Jedenáct let praxe udělá své. Materiály používám stále stejné, až na separátory. Při vývoji nových spoilerů jsem se naučil mnoho vychytávek a výrobní postupů.“

Mohl bys popsat, jak vzniká takový projekt, jako sada dílů pro barchettu, nebo poslední díla – Mercedesy ML s SL z hlediska designu? Máš nějaký nápad, který navrhneš, nakreslíš zákazníkovi skicu a po následné konzultaci začneš vytvářet, nebo je to naopak, že něco navrhne zákazník

a ty se pak jeho přání snažíš převést do reality?

„S Barčou jsem si toho užil hodně ©. Byla to práce na 6 měsíců včetně výroby forem, ale ničeho nelituji, nejen podle mého názoru se moc povedla. Vždy mám jasnou představu, jak by mělo hotové auto vypadat. Většinou si nakreslím tužkou skicu a potom začnu tvořit. Spoustu detailů ale vymyslím až při samotném vývoji. U Mercedesů tomu bylo tak, že vývoj designu nechali zákazníci na mně. A tak se mi tvoří nejlépe. Nebráním se ale ani tomu, když si zákazník přinese vlastní návrh.“

Jakým způsobem modeluješ prvotní návrhy, ze kterých posléze snímáš formy pro hromadnou produkci? Probíhá to tzv. volnou výstavbou, tedy kombinací různých plastových svařenců, dolaminovaných polotovarů, nebo třeba modeluješ celý prototyp z polystyrenu případně polyuretanové pěny, kterou následně pokryješ vrstvou laminátu?

„Modelovat se dá ze všeho, co se dá opracovat. Používám např. laminát, plast, plech, ale i plastelinu, dřevo, tmel atd. Každý díl si při vývoji žádá své, abych to popsal do detailů, bylo by to na velmi dlouhé vyprávění.“

Využíváš při své práci nějak počítačové návrhy, nebo dokonce výstupy z modelovacích CAD/CAM programů, nebo je to všechno tzv. „ruční práce“? Tedy 3D tiskárnu jsem u tebe ještě neviděl, ale třeba někdy v budoucnu...

„Jedná se jen o ruční práci, ale rád se přiučím něčemu dalšímu, pokud budu mít do budoucna tuto možnost.“

S jakými materiály obecně pracuješ? Setkal ses už s nějakými speciálními požadavky zákazníků na hmotnost nebo pevnost?

„Vyzkoušel jsem různé materiály. Není problém najít si na internetu firmu, která prodává materiály pro výrobu kompozitů. Občas se někdo zeptá, jestli je možné vyrobit spoilery z karbonu, ale vzhledem k vyšší ceně od toho každý ustoupí. Používám kvalitní pryskyřici a gelcoat, který je pružný a pevný, to považuju za velmi důležité.“

Mohl bys doporučit nějaký specializovaný obchod, kde se dá vše potřebné koupit?

„Mám dobré zkušenosti s firmou POLIVIA DOVA, která sídlí ve Zlíně.“

Jakým způsobem připravuješ formy pro hromadnou výrobu, aby měly tvé výrobky tak dokonalý povrch?

„Forma je základ všeho, o tu se musí pečovat, aby vydržela co nejdéle. Je vyrobena také z laminátu. Její povrch musí být velmi hladký. Základem je prototyp, který je připraven na odformování. Ten musí být vybrousen vodním smirkovým papírem o hrubosti nejméně 1000. Tím docílím hladkého povrchu formy. Po té ji musím důkladně vyseparovat, aby se výrobky zlehka oddělovaly. Vzhledem k tomu, že jsou dnešní auta více složitá, proto je složitější i její výroba. Forma nárazníku může mít i 10 dílů, které se do sebe montují a musí do sebe zapadat na setiny milimetru přesně, aby se nemusel výrobek tmelit a dále upravovat.“

V poslední době jsem viděl o tebe několik vyložených speciálních projektů, které vynikají kvalitou zpracování, ale značně se svým designem odlišují od tvé dřívější hromadné tvorby. Začalo to zhruba někde minulý rok u bodykitu na Fiatu Barchettu, pokračovalo to MX5 a Mercedesem M,L a když se dívám na detaily předního nárazníku SL, musím uznat, že je to impozantní. Znamená to nový směr, kte-

rým se chceš vydat? Něco jako důraz na promyšlenou kvalitu?

„Ano, to máš pravdu! Na barchettě mi šlo o to ukázat, co je možné vytvořit z kompozitních materiálů. Díly, které se do sebe montují, krásně pasují bez dobrušování a tmelení. Výrobky mají vnitřní hrany pro lepení a veškeré montážní úchyty atd. O sadu je i velký zájem v zahraničí, zákazníci sami píšou a velmi chválí kvalitu výrobků. Moc si toho vážím a to mě žene kupředu. Tak i přední nárazník Mercedesu SL není o nic ochuzen. Je vybaven parkovacími čidly, ostříkovači světel, světly pro denní svícení a vnitřními úchyty, které se jednoduše přemontují ze sériového nárazníku. Co víc si přát? Na design a kvalitu kladu největší důraz.“

Jaký názor máš na produkci performance dílů z odlehčených materiálů? Myslíš, že by bylo například složitě navrhnut a vyroben výše zmíněné díly na Mercedes SL z karbonového kompozitu? Existují přece movití lidé, kteří s takovými auty jezdí často na okruh, tam je každý ušetřený kilogram znát. Dovedl bys odhadnout, o kolik procent by se cca navýšila cena proti sklolaminátu?

„Vyrobit díl z karbonu je stejně jako z klasického laminátu, pokud nemusí být pohledový. Když je karbon pohledový, tak si s tím musí člověk doslova vyhrát (hlavně s položením první vrstvy, která je vidět). Materiál je samozřejmě dražší. Odhad ceny by byl u každého dílu individuální.“

Co takový amatér, jakým jsi byl dřív a ty, potřebuje při tvorbě laminátových dílů nebo třeba i součástí autohifi nejvíce?

„Především to chce trpělivost a pevné nervy, jen tak se dílo podaří... Tipy z praxe jsem naznačil výše.“

