
Kompozity

Kompozit je materiál, který je složen z několika fází, z nichž většinou jedna alespoň jedna je pevná.

Odborná definice podle ISO je:

Kompozitní materiál je složený ze dvou nebo více odlišných materiálových složek nebo fází, které jsou navzájem rozlišitelné a odlišitelné rozhraním.

Pro kompozity platí, že výsledné vlastnosti jednotlivých složek se mají násobit – **synergický efekt**.

Rozlišujeme složku – chemickou látku a fázi – ve smyslu části nebo součásti, která může být spojitá nebo nespojitá.

jednosložkový – například led s vodou

vícesložkový – např. kompozit s textilní výztuží,

kde je jedna složka matrice – pevná (např. epoxidová pryskyřice) a druhá je textilní materiál, který může být v různých formách.

Kompozitní materiály, kde se používá textilní výztuž, využívají jako spojitou složku – matrici především:

Polymerní materiály – reaktoplasty, termoplasty nebo elastomery

Keramické materiály (např. cermety – keramický kompozit vyztužený kovovými vlákny)

Anorganické materiály (beton)

Textilní výztuž pro kompozity může mít formu:

Partikulární (částice)

Granulární (osové rozměry nejsou příliš rozdílné)

Fibrilární (vlákna)

Lamelární (jeden rozměr je oproti ostatním dvěma zanedbatelný – například u plošné textilie je to tloušťka)

Textilní složka může být:

Nespojitá – segregovaná – rozptýlená, nevytváří vlastní strukturu

Spojité – agregovaná – má vlastní strukturu

Kompozity s textilní výztuží mohou být:

Dlouhovláknové – s jednosměrným vyztužením (kábílky, kabely nebo jiné délkové textilie uspořádané jedním směrem)

- s dvousměrným vyztužením (tkaniny v různých vazbách, pleteniny)

- s vícesměrným vyztužením (multiaxiální tkaniny, které vznikají na spec. stavech, nebo jinými metodami)

Krátkovláknové – s náhodnou orientací

-s přednostní orientací

V praxi se pro výztuž používají tyto materiály:

ROHOŽE – netkané textilie pojené práškem nebo emulzí

TKANINY

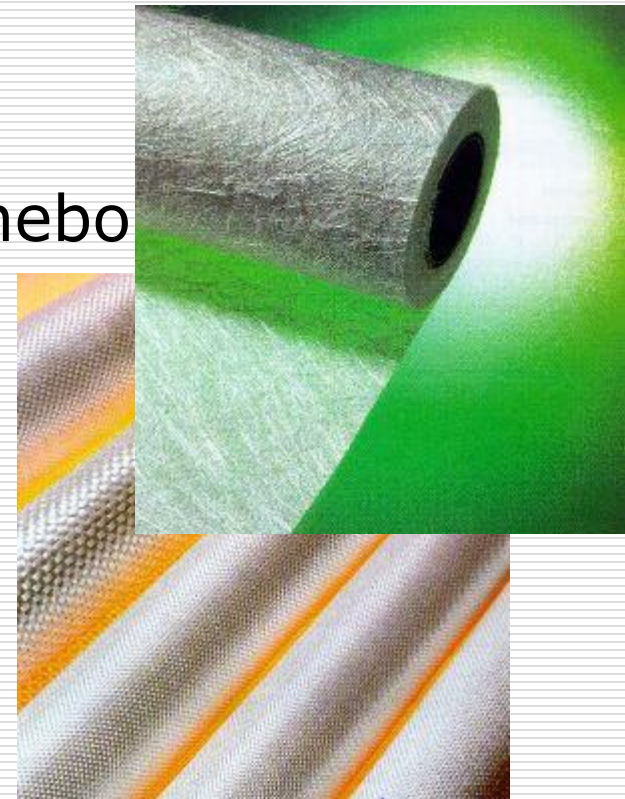
Skelné tkaniny se vyrábí z rovingů nebo sklovláknitých pramenců.

Vazby: plátnová, keprová, atlasová

Biaxiální tkaniny

prošito PES nití pod úhlem $0^{\circ}/90^{\circ}$

Multiaxiální tkaniny



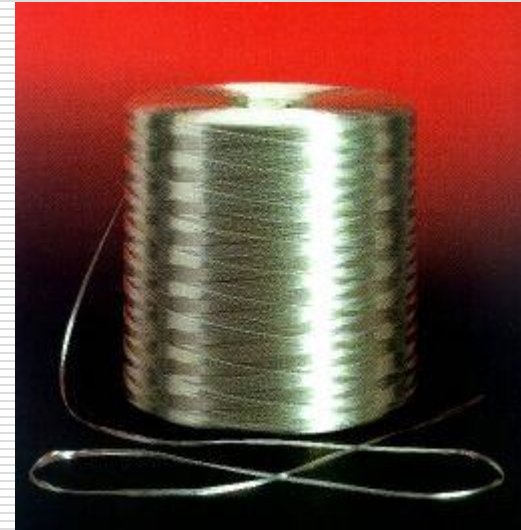
-45°/+45° (GBX)

-45°/90°/+45° (GTX)

-45°/+45°/0° (GTXO)

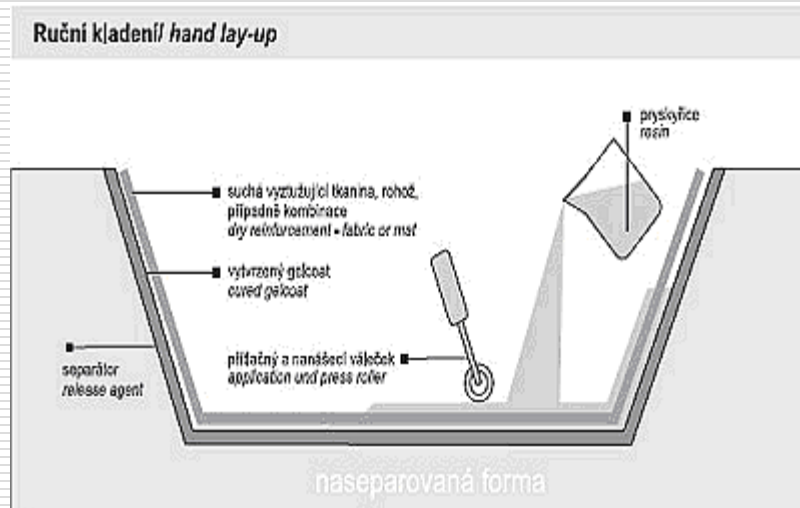
-45°/90°/+45°/0° (GQX)

Kombinované materiály
spojení tkanin a vláken



Kombinované materiály spojení tkanin a vláken

Technologie výroby kompozitů: Ruční kladení

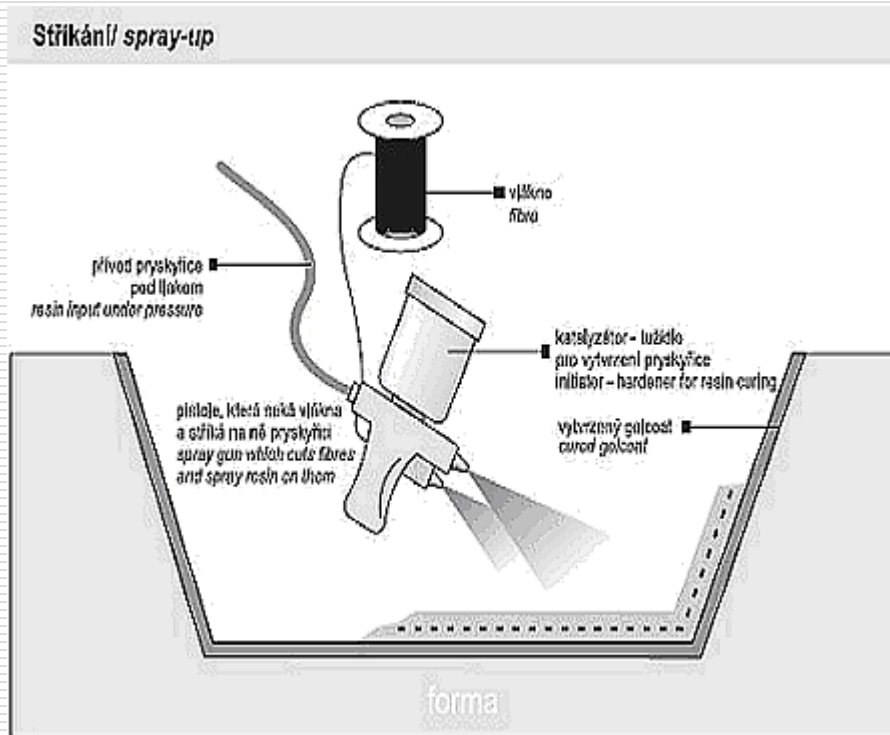


Gelcoat: pohledová vrstva

Výztuž: skleněná, uhlíková
aramidová, přírodní

Pryskyřice: PES, epoxid

Stříkání



Gelcoat: pohledová vrstva

Výztuž: skleněná kontinuální, Spheretex (exp. polymer-odolnost vůči rázům)

Pryskyřice: PES

Výroba: vany, sprchové kouty

Výhody: jednoduché

Nevýhody: nákladné zařízení (odsávací boxy)

Lisování za studena

nízký tlak 0.3 – 10 kg/cm², formy nejsou vyhřívány, levné (laminát, plech, hladké dřevotřískové lamino), dvoudílné (výlisek má oboustranně hladký povrch). Tlak se získává nejjednodušeji pomocí šroubových svěrek nebo hydraulických válců v jednoduché

Stříkání

rámové konstrukci nebo v etážových nízkotlakých lisech.

Používané materiály: Výztuže: Nejčastěji tkaniny na bázi skleněných či jiných vláken

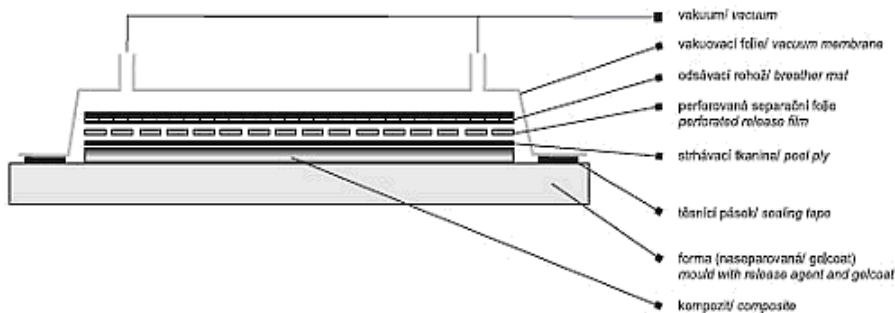
Pryskyřice: PES nebo epoxidové pryskyřice vytvrzující za normální teploty.

Technologie je vhodná pro investičně nenáročnou výrobu o seriích 100 – 5000ks.

Lisování pomocí vakua

pro zvýšení obsahu výztuže nebo použití pěn a voštin

Lisování pomocí vakua/ vacuum bagging



Výztuž se aplikuje jako při ručním kladení, podtlak je nízký 0,3-0,9bar, formy jsou jednoduché, poslední vrstvy: strhávací fólie, separační fólie a odsávací fólie

Výztuže: Tkaniny a pásy na bázi skleněných, uhlíkových nebo syntetických vláken všeho druhu, jejich kombinace nebo tzv. hybridní (směsné) výztuže různé gramáže.

Pojiva: Polyesterové nebo epoxidové pryskyřice

Prepregy vyžadují vyšší teplotu, tudíž i jiné formy!

Lisování v autoklávu

Jedná se o nejnákladnější a nejsložitější technologii pro seriovou výrobu velkorozměrných konstrukcí, používají se prepregy, vyžadující vytvrzování za zvýšených teplot.

Vrstvení jako při lisování vakuem, forma pokrytá pružnou folií, podtlak cca 0.8 bar, pak přetlak cca 6 bar. Obsah výztuže se pak pohybuje přes 60%.

Kladení: ručně, pro velkoseriovou výrobu strojně

Používané materiály:

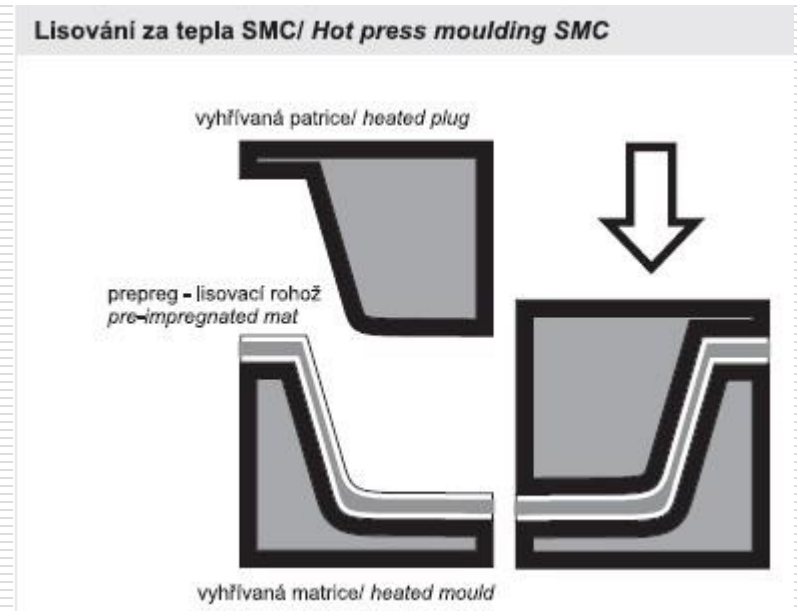
Prepregy na bázi skleněných, uhlíkových nebo aramidových vláken (pro letecké a kosmické aplikace jsou užívána také vlákna bórová nebo siliciumkarbidová) nejčastěji s epoxidovou matricí, vytvrzující při 120-200°C.

Lisování za tepla a tlaku

Provádí se za zvýšených teplot a tlaků ve dvou nebo vícedílných kovových formách, které musí mít leštěné nebo lépe tvrdě chromované pracovní povrchy. Formy se vyhřívají nejčastěji elektricky nebo topným médiem a jsou upevněny v hydraulických lisech schopných vyvodit tlaky 10-300 kg/cm². Výchozím materiálem jsou buď prepregy- tzv. lisovací rohože (SMC – sheet moulding compounds), lisovací těsta (DMC- dough moulding compounds) nebo lisovací směsi -premixy (BMC – bulk moulding compounds).

Lisování za tepla a tlaku

Provádí se za zvýšených teplot a tlaků ve dvou nebo vícedílných kovových formách, které musí mít leštěné nebo lépe tvrdě chromované pracovní povrchy. Formy se vyhřívají nejčastěji elektricky nebo topným médiem a jsou upevněny v hydraulických lisech schopných vyvodit tlaky 10-300 kg/cm². Výchozím materiálem jsou buď prepregy- tzv. lisovací rohože (SMC – sheet moulding compounds), lisovací těsta (DMC- dough moulding compounds) nebo lisovací směsi -premixy (BMC – bulk moulding compounds).



Použité materiály: prepregy – lisovací rohože (SMC) jsou směsi sekaných, nejčastěji skleněných vláken, pojiva, většinou na bázi polyesterových nebo vinylesterových pryskyřic převedeného do částečně vytvrzeného stavu, plniv, pigmentů a různých aditiv zlepšujících tokové vlastnosti, kvalitu povrchu a upravujících některé vlastnosti, např. snižují hořlavost nebo smrštění. Za zvýšené teploty a tlaku jsou prepregové přířezy schopny ve formě dalšího toku, materiál zcela zaplní dutinu formy a dalším působením tepla nastane kompletní vytvrzení.

Injektážní a infuzní technologie

Tyto metody patří mezi tzv. uzavřené technologie, které omezují odpar škodlivého styrenu během zpracování a vytvrzovacího procesu. Všechny modifikace těchto technologií vycházejí z kapalných pryskyřičných systémů, které prosycují suchou výztuž uloženou do formy pomocí injektáže, vakua nebo kombinací obou.

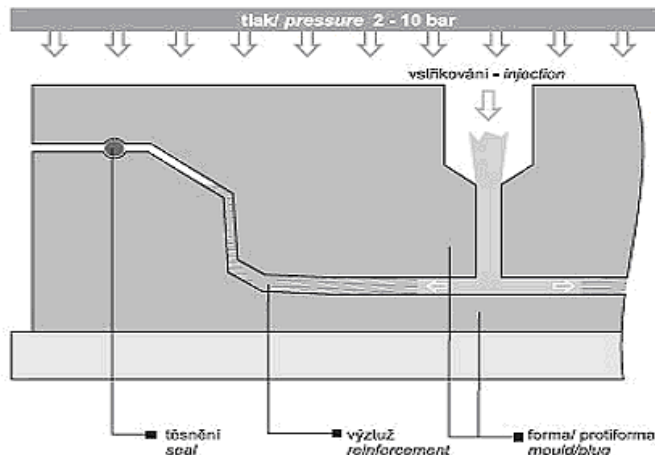
Vysokotlaké vstřikování

(RTM – resin transfer moulding)

masivní formy, kovové nebo polymerbetonové. Do formy, opatřené gelcoatem, se vyskládá suchá výztuž dle konstrukčního návrhu, při velkoseriové výrobě se vkládají tzv. předlisky z výztužného materiálu. Vyztužující materiál, musí zajistit snadný tok a prosycení.

Po uzavření formy se vstřikovacího otvoru se umístí injektážní pistole, kterou se přivádí pojivo ze speciálního strojního zařízení – vysokotlaké pumpy (+ iniciátor).

Vysokotlaké RTM/ high pressure RTM



Výztuže: Rohože z nekonečného vlákna nebo prošívané rohože a speciální komplex skleněná rohož+vnitřní řídká rohož ze syntetických vláken, povrchové rohože o nízké gramáži.

Pojiva: Nejčastěji polyesterové pryskyřice, v řadě případů ve směsi s levnými plnivý (uhličitan vápenatý, aluminiumtrihydrát) pro snížení nákladů a úpravu vlastností, např. snížení hořlavosti

Vakuo-injekční technologie

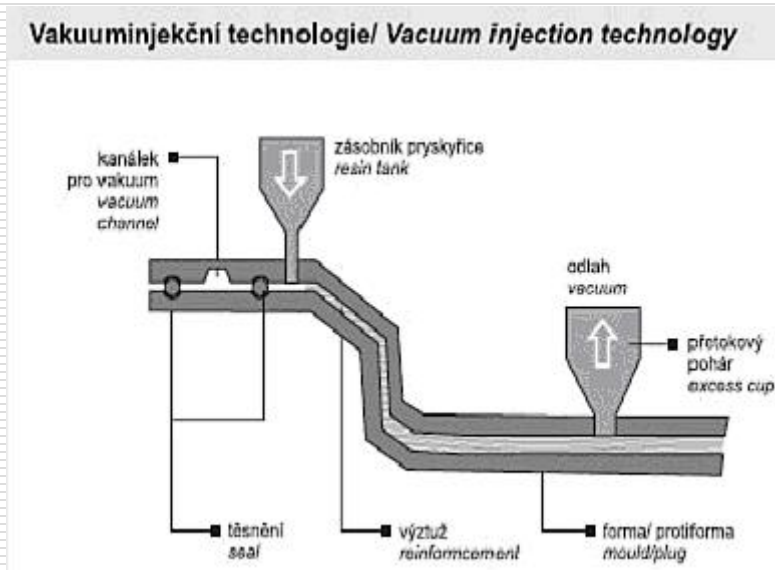
(VARTM – vacuum assisted resin transfer moulding, RTM light))

Jedná se o modifikaci klasické technologie RTM, kdy prosycení výztuže napomáhá vakuum.

Užívá se 2 základních uspořádání:

- a) vstřikování do středu formy, vakuum je aplikováno po obvodu formy
- b) přívod pojivy do obvodového kanálku, vakuum je aplikováno ve středu formy

Výhodou této technologie je díky nižším tlakům (0.4-1 bar) možnost konstruovat formy méně robustní, což umožňuje výrobu i větších dílců.



Vakuové prosycování

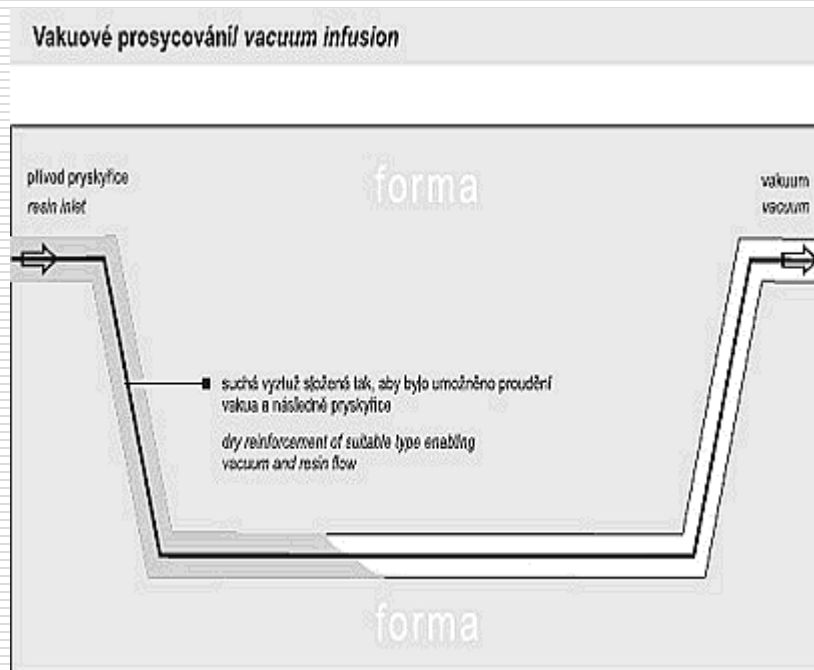
(vacuum infusion, VIP- vacuum infusion process)

Technologie obdobná RTM light, odpadá zcela injekční zařízení. Užívají se 3 modifikace:

1) Vakuové prosycování s pružnou vrchní částí formy
rozprostření pryskyřice, uzavření, kompenzace tlaku

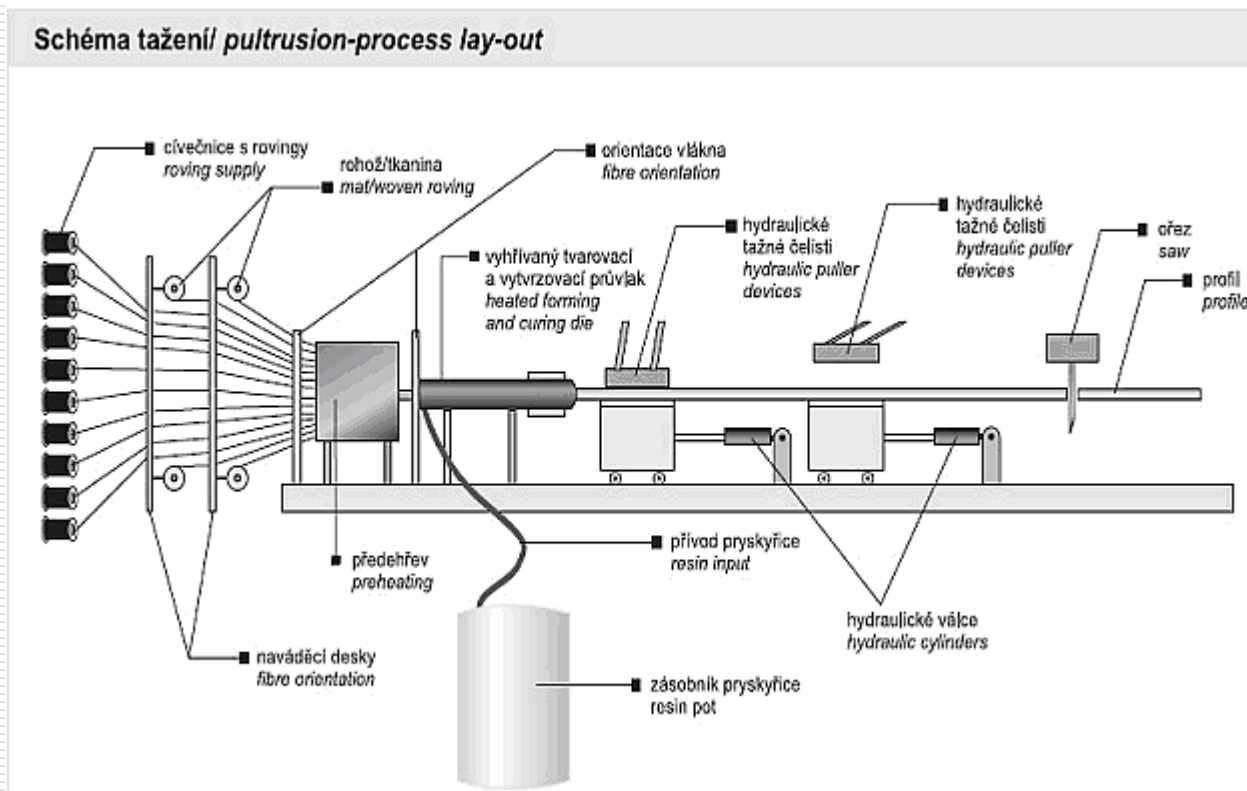
2) Vakuové prosycování pod pružnou folií.

3) Metoda SCRIMP



Tažení (pultruze)

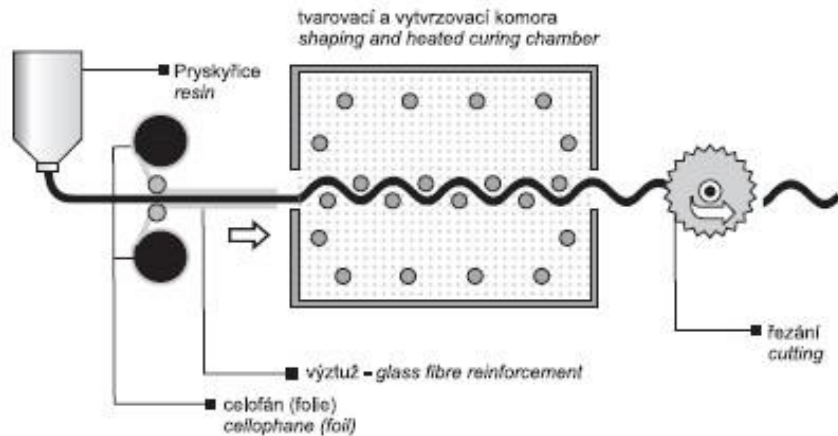
Touto metodou lze vyrábět velmi efektivně kontinuálním způsobem různé plné, duté i tvarové profily s vysokým obsahem výztuže (až do 80%).



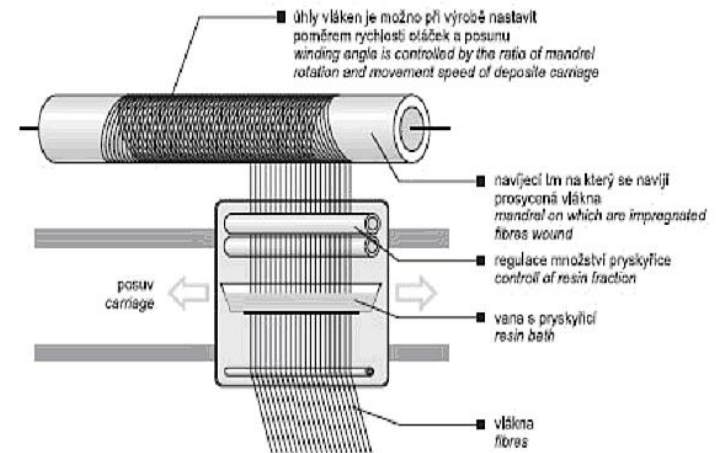
Ostatní kontinuální metody

Touto metodou lze vyrábět velmi efektivně kontinuálním způsobem různé plné, duté i tvarové profily s vysokým obsahem výztuže (až do 80%).

Kontinuální laminování / Continuous sheet production



Navíjení / filament winding



Navíjení

Při technologii navíjení se výztuž, většinou skleněné, ale i uhlíkové nebo aramidové pramence impregnované pojivem ovíjejí na jádro (trn) ve tvaru výrobku. Takto se vyrábějí kompozitní dutá tělesa – trubky, nádrže a nádoby různého i proměnného tvaru a velikosti.

Odstředivé lití

Dutá tělesa rotačního tvaru, zejména potrubí pro zásyp, se vyrábějí na strojním zařízení, které je kombinací strojního stříkání a odstředivého lití.

V duté rotující formě – trubce dané jmenovité světlosti se pohybuje v ose stříkací zařízení, které podle počítačem řízeného programu nanáší směs sekaných vláken, iniciované pryskyřice a různých plniv.

