

Výroba rotorového listu větrné elektrárny

Listy rotoru jsou vyrobeny z kompozitních materiálů metodou laminování, což je postup, kdy prosycováním tkaniny pojivem vzniká kompozitní díl. Tkaninou je zpravidla skelná tkanina a pojivem epoxidová pryskyřice. Pryskyřice se před zpracováním musí smíchat s tvrdidlem. Po vytvrzení pojiva vznikne díl, kombinující vlastnosti obou materiálů - kompozit.

V dnešní době se již používá pouze metoda laminování do negativní formy.

Forma je vytvořena jako negativ tvaru, který chceme na konci dosáhnout. Výroba formy je finančně velmi náročná. Kvůli velikosti listu se formy nyní vyrábí z dílů o šířce přibližně 1,5m. Z bloku materiálu (umělé dřevo, hliník...) se pomocí CNC frézky vyfrézuje přesný tvar. Bloky se k sobě spojí a vsadí do ocelového rámu, který dodá celé formě tuhost a s formou se pak může i manipulovat. Povrch celé formy se pak ještě brousí a leští. Okraje formy a rámu jsou uzpůsobeny tak, aby formy horní a spodní poloviny listu šly sesadit a slepit poloviny listu k sobě.



Negativní forma pro laminování rotorového listu



Negativní forma pro laminování rotorového listu. Na fotografii je vidět včetně nosného rámu a technologií pro vakuování

Vlastní výroba listu spočívá v kladení tkanin do předem naseparované formy a následném impregnování laminační pryskyřicí pomocí válečku nebo štětce. Důležité je dodávat pouze nezbytně nutné množství pryskyřice. Větší množství pryskyřice zhoršuje mechanické vlastnosti výsledného dílu. V praxi se to řeší tak, že pracovník dostane přesně odvážené množství pryskyřice a má přesně definovanou oblast, na jakou má pryskyřici rovnoměrně nanést. Vrstvení laminátu je pak již know how každé firmy: kolik použije vrstev, jestli skelné, uhlíkové či kevlarové tkaniny, s jakou orientací vlákna a jak to bude proloženo tvrzenou pěnou. Objemový podíl vláken se pohybuje maximálně kolem 50%

Takto se vylaminuje forma horní i spodní poloviny listu, čímž jsou připraveny dvě poloviny listu.

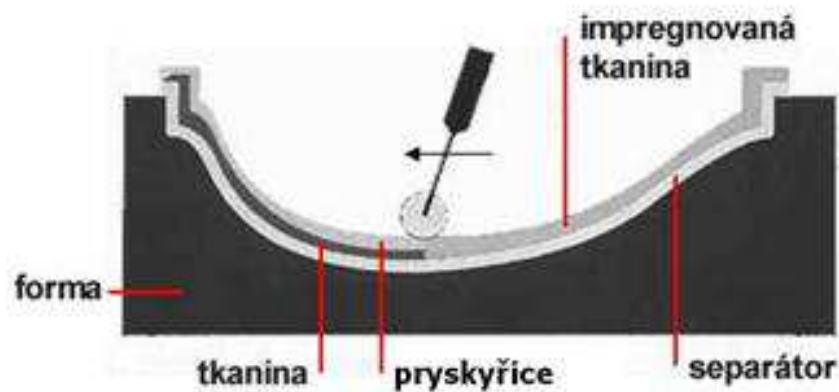


Schéma ručního kladení do negativní formy.



Výroba rotorového listu ve firmě Enercon. Je pěkně vidět, jak musí být tkanina rozdělena na mnoho dílů, aby se mohla vložit do tvarově náročné formy.



Pohled do haly laminování rotorových listů. Uprostřed je vidět forma s vylaminovanou polovinou listu. Po stranách pak již slepené listy ze dvou polovin.



Při dané velikosti rotorových listů se některé vrstvy tkanin kladou strojově jako v tomto případě skelná tkanina.

Někdy se používá vylepšená technologie. Podobně jako u předchozího způsobu se kladou jednotlivé vrstvy tkaniny do naseparované formy, na poslední vrstvu je přidána ještě odtrhová tkanina, která slouží také k přípravě povrchu pro další lepení konstrukce a po vytvrzení se odstraní. Na odtrhovou tkaninu je umístěna perforovaná folie pro vsáknutí přebytečné pryskyřice, prodyšná tkanina pro snazší odsátí vzduchu ze všech ploch formy a nakonec krycí fólie, která je dokonale po obvodu formy utěsněna. Poté je vývěvou odsát vzduch. Zvýšením tlaku a odstraněním přebytečné pryskyřice mají jednotlivé díly lepší a

rovnoměrné výsledné mechanické vlastnosti a menší obsah dutin. Tato technologie se často používá u sendvičových konstrukcí, tedy když je jako jedna z vrstev použita tvrzená pěna.

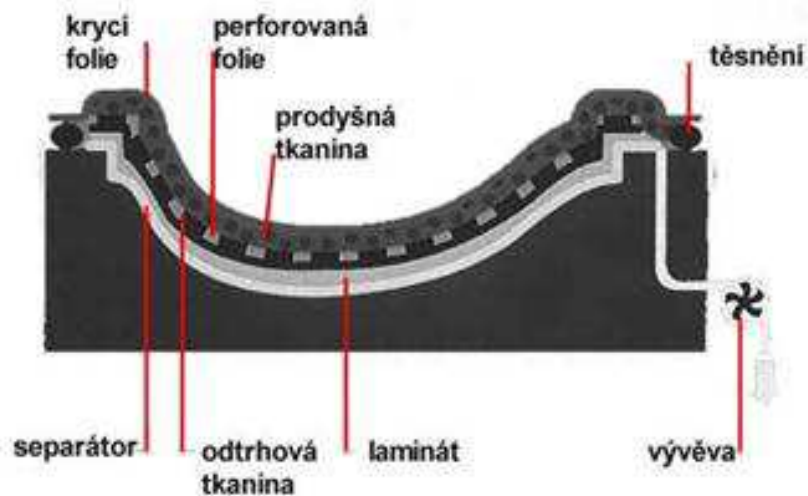
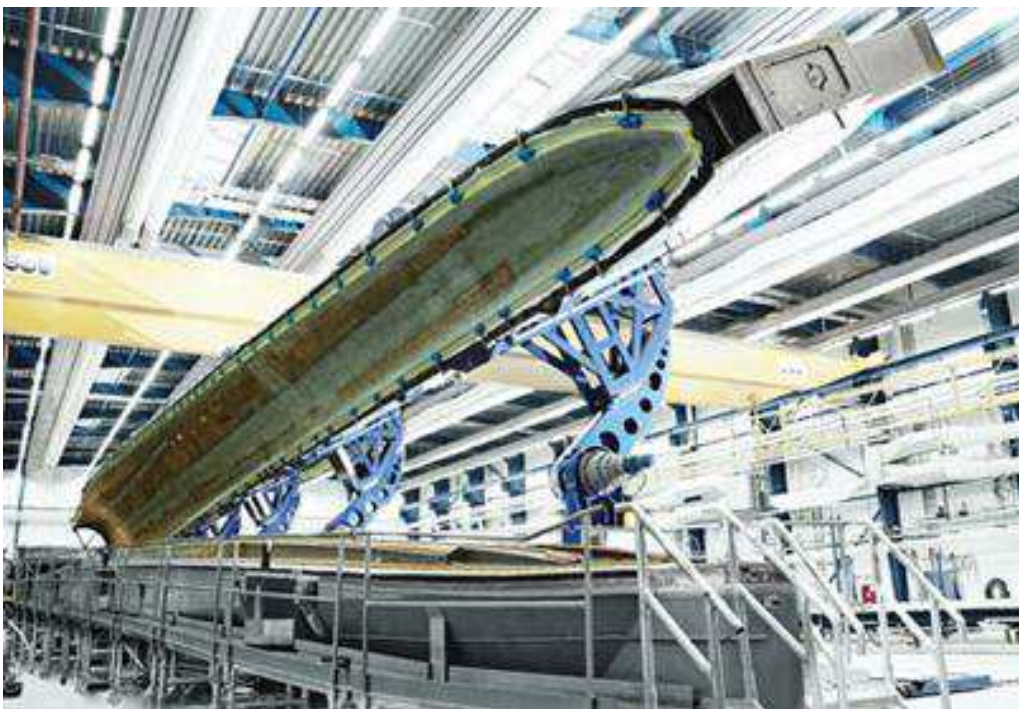


Schéma kladení vrstev do negativní formy pro pozdější vakuování.

Zvlášť se pak ještě připraví hlavní nosník listu. Ten se vyrábí tak, že jádro z tvrzené pěny je olaminováno kombinací skelné, uhlíkové či kevlarové tkaniny.

Potom se přistoupí ke kompletaci listu. Do spodní poloviny listu se nanese pás epoxidové pryskyřice, do které se usadí nosník. Hustá pryskyřice, tak aby nestekla, se ještě nanese na horní plochu nosníku a do míst, kde se budou stýkat okraje horní a spodní poloviny listu. Následně se přiklopí forma s horní polovinou listu na spodní. Celé se to pak nechá vyzrát.



Přiklopení horní formy horní poloviny listu na spodní.



Pohled do formy, kde jsou k sobě již slepeny poloviny listu. Je zde pěkně vidět, že se jedná o sendvičovou konstrukci listu. Ta hnědá pole jsou jednotlivé kousky tvrzené pěny.



Manipulace s rozměrnými rotorovými listy je velmi specifická



Rotorový list se musí ještě povrchově upravit. Ve firmě Enercon toto vyřešili robotickou linkou.

Zdroj: <http://www.csve.cz/cz/clanky/vyroba-rotoroveho-listu-vetrne-elektrarny/315>