

Zawsze na czasie...



Kompozyty znane są od wielu tysięcy lat. Cegły wzmocnione słomą czy sklejka były materiałem powszechnie stosowanym i przetrwały nawet do dzisiejszych czasów. Skoro wynikową połączenia dwóch lub więcej materiałów o unikalnych właściwościach może być materiał o wymaganych parametrach, dlaczego nie rozwijać tej technologii?

Od czego zależy sukces w projektowaniu i wytwarzaniu materiałów kompozytowych? Tutaj odpowiedź nie jest trudna – od odpowiedniej jego konstrukcji i doborze właściwych materiałów składowych. Dlatego też własności materiału kompozytowego determinowane są poprzez: rodzaj zbrojenia, rodzaj żywicy,

stosunek udziału zbrojenia do żywicy i orientację włókien w materiale kompozytowym.

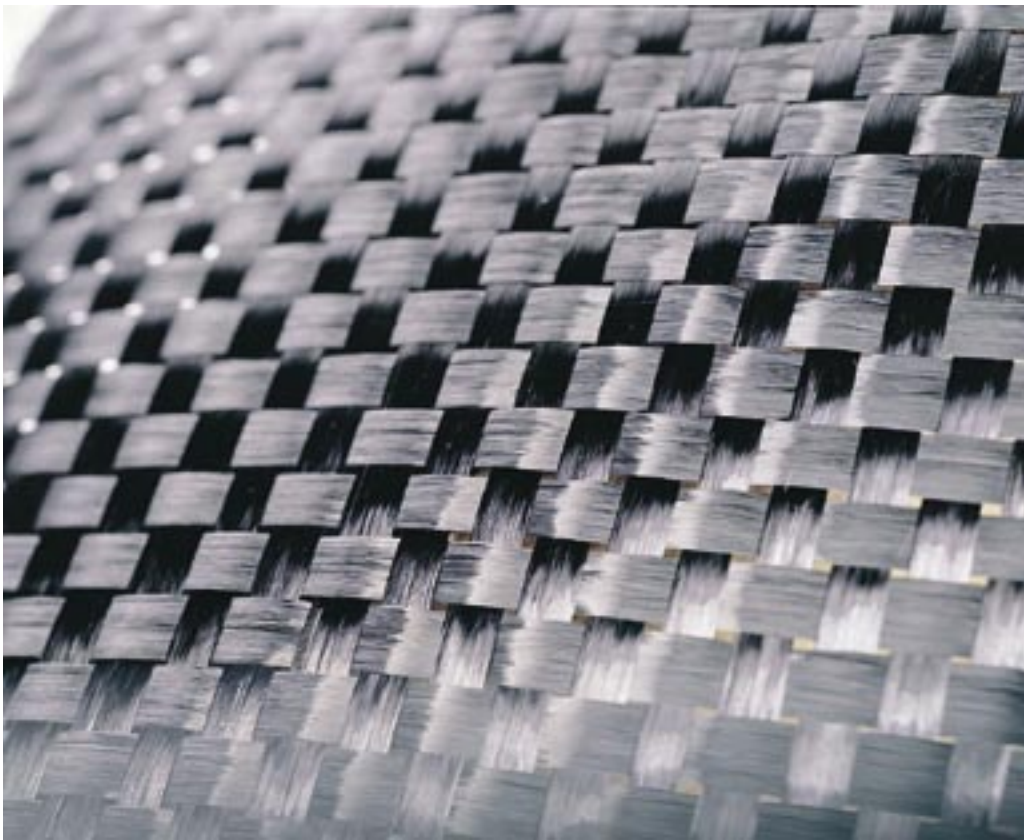
Pierwsze dwa elementy pokazują jak bardzo ważny jest wybór odpowiednich włókien oraz żywicy. Oba materiały nie powinny jedynie spełniać wymagań wytrzymałościowych założonych dla

elementu finalnego, ale muszą również być ze sobą kompatybilne. Dodatkowo, stosunek udziału włókien do udziału żywicy w finalnym wyrobie powinien być tak dobrany, aby wszystkie włókna zostały całkowicie powleczone żywicą, a przestrzenie pomiędzy nimi całkowicie wypełnione. Ponieważ laminaty są materiałami silnie anizotropowymi, orientacja

Fot. 1. Rowing węglowy.

[źródło: materiały
firmy Hexcel]



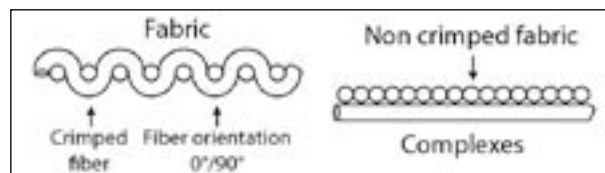


Fot. 2. Tkanina węglowa pleciona firmy Hexcel.

[źródło: materiały firmy Hexcel]

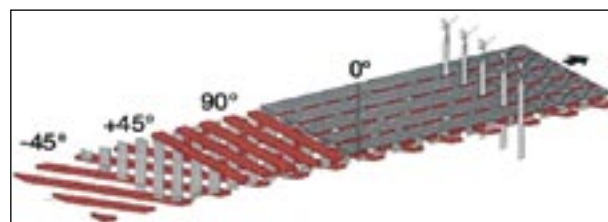
włókien w kompozycie ma kluczowe znaczenie. Musi ona być dostosowana do kierunku działających obciążeń, gdyż najlepsze własności włókien przebiegają w kierunku ich długości, a nie w przekroju poprzecznym.

Prawdziwy przełom w rozwoju materiałów kompozytowych nastąpił w latach 40. XX wieku i był nierozwalnie związany z technologią wytwarzania wzmocnień w postaci włókien – najpierw szklanych, następnie węglowych oraz aramidowych. W dzisiejszych czasach materiałami stosowanymi do wytwarzania włókien stanowiących zbrojenie jest szkło (najczęściej typu E, rzadziej R-, S-, T- czy AR-), węgiel oraz aramid. Popularnością, choć w mniejszym zakresie, cieszą się również włókna bazaltowe oraz naturalne (np. lniane). Włókna występujące w laminacie mają postać włókien ciętych lub ciągłych w postaci rowingu, mat, tkanin plecionych czy też szytych. Rowing jest nawiniętym na szpulę pasmem włó-



Rys. 1. Porównanie konstrukcji tkanin plecionych (po lewej) oraz szytych (po prawej).

[źródło: materiały firmy Saertex]



Rys. 2. Przykładowa konstrukcja tkaniny szytej.

[źródło: materiały firmy Saertex]

Innowacyjne technologie wytwórcze pozwalają na wyprodukowanie praktycznie każdego rodzaju splotu, jednak najpowszechniej do zastosowań przemysłowych wykorzystywane są: PLAIN, TWILL oraz SATIN.

kien z zastosowaniem skrętu lub bez. Na rynku dostępne są różnego rodzaju rowingi szklane, węglowe (np. firmy Toho Tenax) oraz aramidowe.

Przy produkcji tkanin plecionych wykorzystuje się podstawowe rozwiązania stosowane w tradycyjnym tkactwie. W połączeniu z wyspecjalizowanym i precyzyjnym osprzętem wytwórczym pozwalają one na uzyskanie wysoko jakościowych materiałów, które spełniają najbardziej rygorystyczne wymagania nowoczesnego przemysłu. Innowacyjne technologie wytwórcze pozwalają na wyprodukowanie praktycznie każdego rodzaju splotu, jednak najpowszechniej do zastosowań przemysłowych wykorzystywane są: PLAIN (splot płócienny 1x1), TWILL (splot skośny 2x2 lub 2x1) oraz SATIN (splot satynowy). Firma Hexcel, wiodący producent różnego rodzaju wzmocnień oraz materiałów przekładkowych, oferuje swoim klientom szeroką gamę tkanin plecionych: szklanych, węglowych, aramidowych oraz hybryd, które łączą min. 2 rodzaje materiałów w jednej tkaninie.

Z kolei firma Saertex, już od ponad 20 lat, oferuje innowacyjne rozwiązania w postaci wielokierunkowych tkanin szytych (NCF – non crimp fabrics). To co

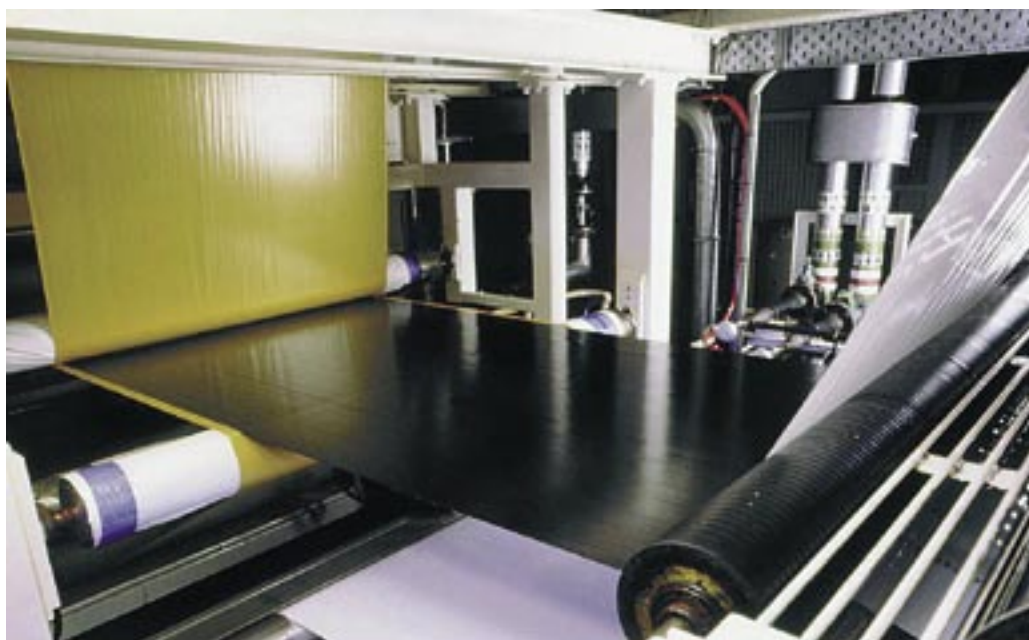
sprawia, że tkaniny te są tak wyjątkowe to proces ich wytwarzania. Składają się one z dwóch lub więcej warstw z włókien zorientowanych względem siebie w jednym kierunku, które w kolejnych etapach układane są warstwowo i na końcu zszyte razem dla późniejszego łatwiejszego przetwarzania.

Oddzielną grupę materiałów stanowią wzmocnienia wstępnie zaimpregnowane żywicą czyli prepregi. Prepregi firmy Hexcel znane są już od ok 60 lat. Używane początkowo jedynie w lotnictwie, bardzo szybko znalazły zastosowanie w nowej generacji superszybkich pociągów i statków. Wiele gałęzi przemysłu dopiero odkrywa korzyści stosowania prepregów i ich zalet ponad konwencjonalne materiały.

Kolejnym parametrem krytycznym przy doborze składowych elementu kompozytowego jest wybór odpowiedniej żywicy. Prawidłowo dobrana żywica powinna spełniać założone parametry wytrzymałościowe i zmęczeniowe, być odporna na działanie czynników zewnętrznych, doskonale pokrywać włókna i być łatwą w przetwarzaniu. Z drugiej strony powinna również spełniać wymagania norm i wytycznych dotyczących środowiska oraz BHP a jej cena powinna być dostosowana do założonego poziomu.

Spośród wielu istniejących na rynku rozwiązań najpopularniejszymi są żywice: poliestrowa, winyloestrowa i epoksydowa. Każda z nich ma szereg zalet, ale i również wad, które niejednokrotnie ograniczają ich zastosowanie. Tabela nr 1 „w pigułce” pokazuje cechy definiujące zakres ich stosowania. Bazując na tych informacjach można pokusić się o stwierdzenie, że żywice poliestrowe stosowane są w najprostszyc laminatach przemysłowych, którym nie są stawiane wysokie wymagania wytrzymałościowe, żywice winyloestrowe tam, gdzie głównie wymagana jest odporność na działanie wody z kolei epoksydy (np. firmy Hunstman) w wysokowydajnych strukturach kompozytowych.

W chwili pojawienia się kompozytów rozumiano, że zastosowanie dodatkowo

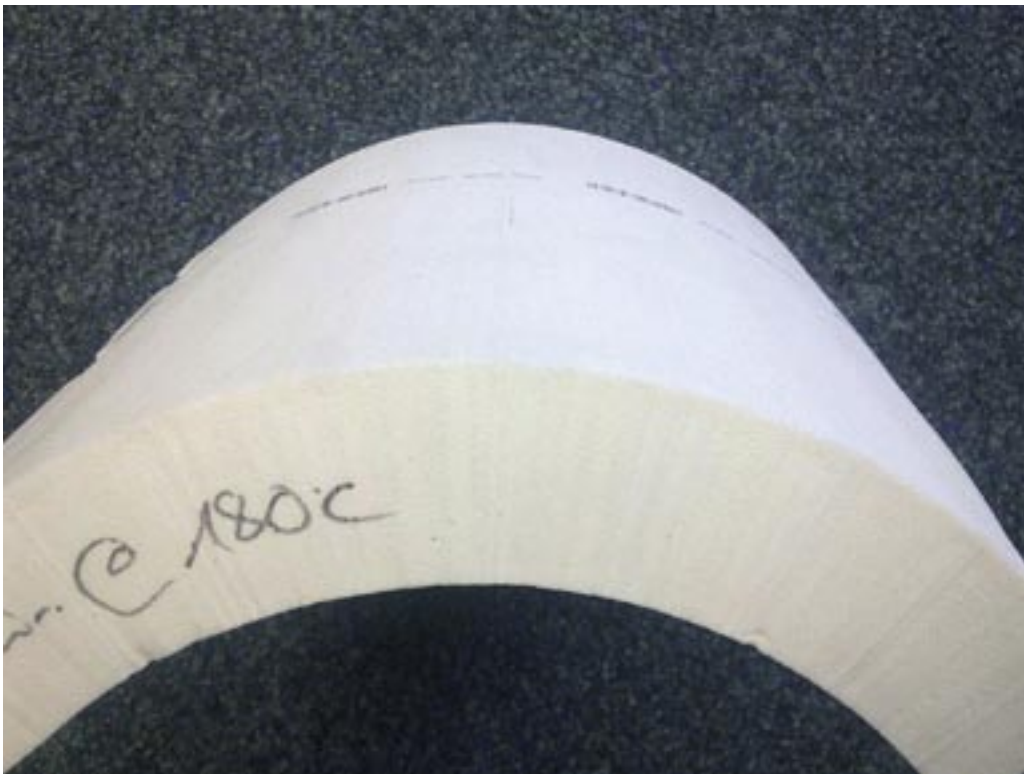


Fot. 3. Produkcja prepregów w firmie Hexcel.

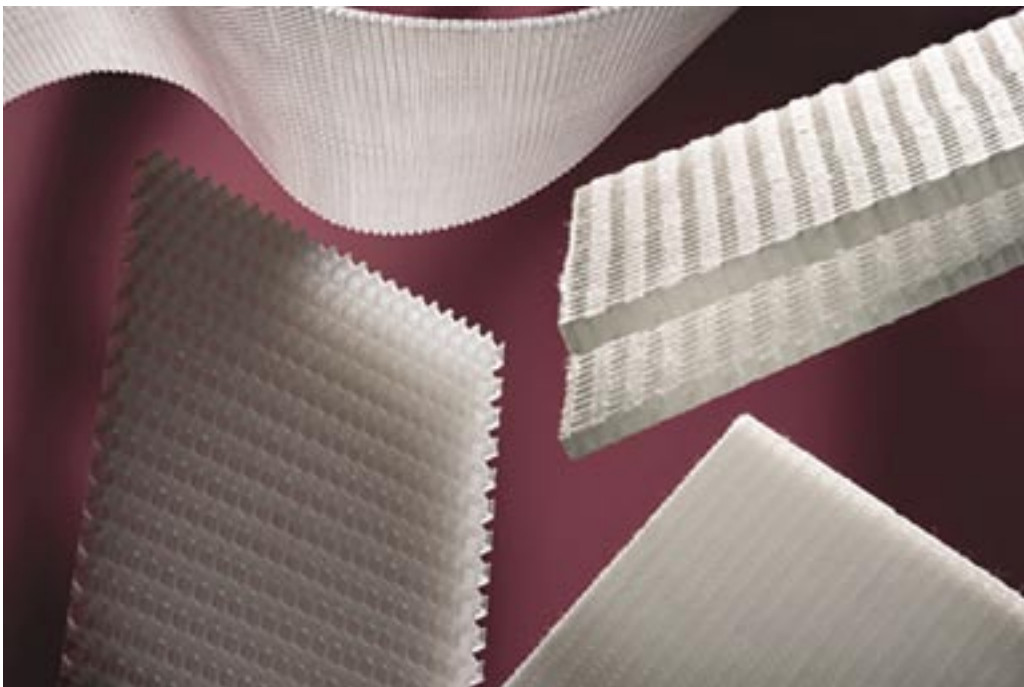
[źródło: materiały firmy Hexcel]

Tabela 1. Zalety i wady żywic.

Zalety	Wady
Żywica poliestrowa	
Łatwa w przetwarzaniu, niska temperatura oraz szybki czas utwardzania kontrolowany przez ilość akceleratora/katalizatora	Wysoka zawartość styrenu, palność
Podwyższona odporność na działanie wody żywic izoftalowych	Umiarkowane własności mechaniczne
Niska cena	Duży skurcz
	Wysoka absorpcja wody, podatność na osmozę
Żywica winyloestrowa	
Wyższe niż poliestrów własności mechaniczne, większa twardość i sprężystość	Wysoka zawartość styrenu (>30%)
Dobra odporność chemiczna/korozyjna	Cena wyższa niż poliestrów
Wyższa niż poliestrów odporność na działanie wody	Duży skurcz
Zmienny czas reakcji, krótki czas utwardzania	Wymagane dotwardzanie dla polepszenia własności
	Słaba przyczepność do utwardzonych elementów (utrudniona naprawa)
Żywica epoksydowa	
Bardzo wysokie własności mechaniczne. Bardzo dobrze przylega do włókien (nadmiar żywicy nie jest wymagany).	Wyższa cena
Utwardzona żywica wykazuje wybitną wytrzymałość zmęczeniową i odporność na mikropęknięcia	Utwardzanie oraz dotwardzanie (temp. Ok 50°C)
Wysoka odporność na działanie temperatury oraz wody	Wymagane precyzyjne mieszanie dokładnie odmierzonych składników.
Niski skurcz. Niższe naprężenia wewnętrzne, dłuższe utwardzanie (duże elementy).	Wymagane szkolenie pracowników
Brak substancji lotnych.	



Fot. 4. Pianka PET firmy Airex.
[źródło: materiały firmy Airex]



Fot. 5. Polipropylenowe plastry miodu firmy ThermHex.
[źródło: materiały firmy ThermHex]

materiałów przekładkowych znacząco obniży masę laminatu przy zachowaniu znakomitych parametrów wytrzymałościowych. Od samego początku jako materiały przekładkowe stosowano drewno balsa i pianki PVC. Materiały te istnieją na rynku od bardzo dawna, tak więc minimalizacja masy przy jednoczesnej maksymalizacji wytrzymałości została opanowana do perfekcji. Od kilku lat naukowcy we współpracy z technologami prowadzili badania nad materiałami, które mogłyby zrewolucjonizować rynek materiałów przekładkowych. I tak też liderem na tym polu jest firma Airex, która wdrożyła na rynek pianki termoformowalne na bazie PET – I i II generacji z dodatkową impregnacją SealX lub bez. Pianka ta oprócz szerokiego wachlarza zalet dostępna jest również w wersji niepalnej.

Dodatkowo w przemyśle wykorzystywane są również materiały przekładkowe w postaci plastra miodu: aramidowego, aluminiowego oraz polipropylenowego (produkowanego np. przez firmę ThermHex).

Wraz z rozwojem materiałów do wytwarzania struktur kompozytowych, zmianom ulegały również procesy wytwarzania tychże materiałów. Współcześnie nadal spotkamy na rynku produkty wytwarzane metodą kontaktową (laminowanie ręczne), ale również takie, przy produkcji których wykorzystano podciśnienie – metoda worka próżniowego i infuzji oraz nadciśnienie – proces autoklawowy. Dlatego też firma Airtech od samego początku oferuje klientom szeroką gamę materiałów pomocniczych do technik próżniowych oraz wysoko zaawansowane materiały do technik autoklawowych. Każda z wymienionych wcześniej grup materiałów wymaga stałego doskonalenia, dlatego też producenci nie spoczywają na laurach i stale pracują nad rozwojem już istniejących materiałów jak i wdrażaniem nowych rozwiązań, co czyni ich liderami na światowym rynku.

Wszystkie wymienione w artykule materiały dostępne są w ofercie firmy Milar Sp. z o.o.