



🔗 Produkcja belki kompozytowej kształtu TT metodą „pultruze“ (przeciągania)

# Chłodnie kominowe o konstrukcji kompozytowej

Miloš Filip, Prefa Kompozity, a.s.

**Materiały kompozytowe w energetyce stały się w ciągu ostatnich kilku lat standardowym materiałem stosowanym przede wszystkim do konstrukcji budowlanych. Przykładem mogą służyć wewnętrzne konstrukcje chłodni kominowych, w których przypadku cena materiałów i montażu znalazła się na poziomie, który stwarza z nich konkurencję dla stali ocynkowanej. Profile kompozytowe, wyprodukowane metodą „pultruze“, na pierwszy rzut oka wyglądają jako standardowe walcowane elementy stalowe, odznaczają się jednak czterokrotnie niższym ciężarem właściwym, znacznie większą wytrzymałością na rozciąganie, lecz jednocześnie mniejszym współczynnikiem sprężystości zginania.**

W kompozytach kombinuje się różne materiały. Zazwyczaj chodzi o wzmocnienie włókniste, dostarczające ostatecznemu materiałowi potrzebne cechy i o spoiwo - żywicę. W tym pozornie prostym systemie można jednak wybierać typ włókien, kierunki ich ułożenia i długość, wzajemną proporcję włókien i żywicy, typ żywicy i nie na ostatnim miejscu także technologię produkcji. Te składniki można więc poukładać w niezliczony sposób kombinacji.

W energetyce występują bardziej rygorystyczne wymagania odnośnie właściwości materiałów i konstrukcji niż w innych gałęziach przemysłu.

Chodzi na przykład o wymagania pod kątem właściwości przeciwpożarowych (niepalność), trwałości powierzchniowej, odporności na czynniki chemiczne lub na sejsmiczność. Oznacza to, że dostawca elementów i konstrukcji kompozytowych powinien wszystkie w/w właściwości udokumentować na podstawie wyników badań w notyfikowanych jednostkach.

## Dymiące się kominy

Nadal zdarzają się przypadki wzburzenia z powodu „dymiących się kominów“ o hiperbolicznym kształcie w wielkich elektrowniach,

udokumentowane efektownymi zdjęciami, najlepiej w zachodzie słońca we tle. Wtedy także to, co unosi się do góry, posiada groźny, toksyczny pomarańczowy kolor i ludzie naturalnie się boją nie wiedząc w wielu przypadkach, że chodzi o nieszkodliwą parę wodną.

Para wodna, unosząca się nad chłodniami kominowymi, jest co prawda nieszkodliwa, ale nie cieszy ani użytkowników ani ekologów. Chodzi o nieskroploną część wody w urządzeniu, noszącym nazwę eliminator, czyli o część wody, której nie udaje się zwrócić z powrotem do systemu chłodzenia. Fachowcy policzyli, że unik wody



Bez dobrze zgranego zespołu montażyistów w krótkim terminie nie można było by zakończyć montażu

może przy niewłaściwym funkcjonowaniu eliminatorów w przypadku jednej chłodni standardowych rozmiarów wynosić nawet kilka metrów sześciennych na godzinę. Biorąc pod uwagę, że często chodzi nawet o 8 chłodni, w skali rocznej doliczymy się astronomicznej kwoty.

Eliminatory, w których dochodzi do skraplania pary wodnej, to plastikowe bloki leżące na nośnej konstrukcji w chłodni kominowej. Te konstrukcje bywają z różnych materiałów - betonowe, metalowe lub drewniane a w ostatnim czasie nawet z tworzyw sztucznych (tzw. kompozytowych).

### Zalety konstrukcji kompozytowych

Cech materiałów kompozytowych nie trzeba szczegółowo opisywać, w przypadku ich zastosowania w chłodniach kominowych warto wspomnieć o niektórych właściwościach takich jak nierdzewność, niska masa i łatwa obrabialność.

Spółka Prefa Kompozyty, a. s. piętnaście lat temu rozpoczęła prace nad rozwojem profili nośnych dla chłodni kominowych razem z pro-

jektantami z EGPI Uherský Brod i specjalistami z VUT w Brnie. Stało się to w związku z wezwaniem do współpracy od grupy technicznej specjalistów z dziedziny energetyki jądrowej. Ich doświadczenia z konstrukcjami kompozytowymi były w tym czasie minimalne i nie posiadali wyraźnego wyobrażenia o tym, czy konstrukcja kompozytowa takiego typu spełnia ich specyficzne wymagania. Na pierwszym miejscu znalazła się oczywiście cena. Na drugim miejscu jednak nie była to znów cena, jak bywa normą w innych branżach, ale manipulacja i możliwość zmontowania profili, aby można było spełnić wymóg ograniczonego czasu remontu do 30 dni, co jest związane z planowanym postojem w eksploatacji. A kompozyty to dzięki swoim cechom nadają się do tego doskonale.

### Porównanie konstrukcji kompozytowych i tradycyjnych

Kilka lat temu opracowano studium, w którym porównywano konstrukcje kompozytowe pod eliminatory z nierdzewnymi i ocynkowanymi.

Drabinka cen na wejściu (materiałów włącznie z elementami łączącymi) w zestawieniu od najdroższego po najtańszy przedstawiała się następująco: stal nierdzewna, kompozyt, stal ocynkowana. Jak widać, kompozyt nie wygrał. Ale jest tu jeszcze inny aspekt ekonomiczny, a mianowicie montaż (cena i czas) a oraz ew. koszty utrzymania przez kolejne trzydzieści lat. A to już wygląda nieco inaczej. Stal nierdzewna jest wyraźnie droższa, poza tym ciężka i problematycznie obrabialna na miejscu budowy, podczas przycinania powstają iskry.

W przypadku konstrukcji ocynkowanej sytuacja jest jeszcze bardziej skomplikowana. W tym wypadku należy konstrukcję już do przodu zmierzyć na tyle dokładnie, żeby na miejscu na placu budowy poszczególne elementy były tylko montowane, bez dodatkowych opracowań lub spawania. A to jest prawie niemożliwe. W tym wypadku w pełni widać zalety materiałów kompozytowych. Prosta manipulacja, szybki i prosty montaż, operacyjne dostosowanie konstrukcji na placu budowy. Występuje jeszcze jedno kry-



Detail połączenia belki kształtu TT z kwadratowym słupem



Jedna brygada zajmuje się rozbiórką starej konstrukcji (z tyłu), druga już zakłada nową - z kompozytu



⚠️ Przez ten jedyny otwór manipulacyjny wnoszona jest całość materiałów



⚠️ Następnie kładzione są eliminatory, które na brzegach należy ściąć do łuku



⚠️ Belka kształtu TT

terium a mianowicie kryterium bezpieczeństwa. Każdy monter wie, co może spowodować kabel elektryczny przyciśnięty do stalowej konstrukcji, która dodatkowo jest doskonale połączona w olbrzymiej przestrzeni, w której poruszają się dziesiątki robotników.

### Remonty wewnątrz chłodni kominowych

W trakcie z góry planowanego postoju w eksploatacji należy najpierw przygotować plac budowy i miejsce pracy. Oznacza to montaż zewnętrznego rusztowania, sprzątnięcie istniejących

konstrukcji, transport i montaż nie tylko kompozytowych konstrukcji nośnych, ale także innych elementów, takich jak kładki, drabiny, okładziny i inne. Położenie i dostosowanie nowych eliminatorów stanowi zamknięcie całego remontu. W jego trakcie należy jednak jeszcze odwieźć i zlecić utylizację wszystkich odpadów, resztek nośnych części i starych plastikowych eliminatorów. Te wszystkie prace może wykonywać jedynie dobrze zorganizowana i zarządzana brygada montażowa pracująca w dwumianowym systemie pracy. Nasze doświadczenia po montażu w kilku chłodniach kominowych są takie, że każdy montażysta dokładnie zna swoją rolę, dzięki czemu remont jak na razie ostatniej chłodni w Dukovanach skrócono prawie o jedną trzecią.

Czas montażu konstrukcji kompozytowych bardzo ułatwia kształt TT profilu nośnego, który

w prosty sposób zostaje nałożony na zakotwione słupy. Montaż nie tylko jest łatwy, lecz także na tyle szybki, że cała nośna konstrukcja jest zmontowana w ciągu kilku dni.

Kształt profilu nośnego (TT) został zaprojektowany nie tylko w celu ułatwienia montażu, ale swoje znaczenie posiadają także dolne pasy obszaru wejścia. Na miarę potrzeb użytkownika można zmieniać wytrzymałość belek poprzez różne wymiary pasów, lub przez zastosowanie w ich produkcji włókien węglowych. Powstanie w ten sposób swoisty kompozyt hybrydowy z kombinacją armatury szkło / węgiel. Ta metoda, zarządzana mechanicznymi właściwościami w niektórych częściach profilu znana jest także jako „kontrolowana anizotropia“ i jest możliwa tylko w przypadku technologii przeciąganych profili kompozytowych.



⚠️ Widok na potężną konstrukcję kompozytową w chłodni kominowej Počerady