

Tomasz Kwiatkowski

## CHARAKTERYSTYKA I WYKORZYSTANIE STOPÓW ALUMINIUM ORAZ TAŚM WĘGLOWYCH W BUDOWNICTWIE

### Wprowadzenie

Materiały budowlane, a przede wszystkim materiały konstrukcyjne, spełniają istotną funkcję w rozwoju społeczeństwa. Dzisiejsi konstruktorzy stawiają duże wymagania materiałom, które wykorzystują do swoich projektów. Do tych materiałów z pewnością zalicza się aluminium, ściślej mówiąc - materiały ze stopu aluminium. Aluminium w chwili obecnej jest drugim po żelazie najczęściej stosowanym metalem. Wzrost zainteresowania aluminium wynika z jego unikalnych właściwości, które powodują, że przy niewielkiej masie otrzymujemy produkt o wysokiej wytrzymałości na rozciąganie, plastyczności, odporności na korozję i dobrej przewodności cieplnej i elektrycznej. Ponadto metal ten nadaje się do powtórnej obróbki. Aluminium to naturalny składnik naszego otoczenia, zatem nie stanowi zagrożenia dla zdrowia człowieka, jednak długotrwały proces spawania aluminium może wpłynąć negatywnie na nasz układ oddechowy. W tym przypadku trzeba zapoznać się z zaleceniami i przepisami obowiązującymi podczas procesu spawania.

Mimo że aluminium jest jednym z najczęściej występujących pierwiastków na ziemi, to dopiero od niedawna, bo od 200 lat, spełnia jedną z głównych ról w różnych gałęziach przemysłu. Początkowo było wykorzystywane głównie do produkcji naczyń kuchennych, dopiero odkrycie A. Wilma doprowadziło do większego zainteresowania aluminium i wykorzystania w innych gałęziach przemysłu [1]. Zaczęto stosować je (dokładniej stopy aluminium) w przemyśle lotniczym (do budowy samolotów lub ich części i wyposażenia), chemicznym (do budowy aparatury), spożywczym (np. do produkcji opakowań), samochodowym (np. budowa szkieletu ramy samochodu) oraz w budownictwie. Dziś rozmawiając o aluminium w budownictwie, mamy na myśli wiele wyrobów, w których spełnia ono większą lub mniejszą rolę konstrukcyjną. Wśród producentów wyrobów z aluminium wykorzystywanych w budownictwie należy wyróżnić w Polsce: Yawal i Metalplast Bielsko S.A., wśród zagranicznych: Hueck, Schuco, Alcan (Niemcy), Reynaers (Belgia), Four Seasons Sunrooms (USA), Klil (Izrael) [2].

## 1. Charakterystyka stopów aluminium

Aluminium w czystej postaci jest bardzo miękkim materiałem, dlatego wprowadza się odpowiednie składniki stopowe, jak np.: miedź, krzem, magnez, mangan czy cynk, poprawiając tym samym jego właściwości mechaniczne (tab. 1). Stopy aluminium możemy podzielić na dwie zasadnicze grupy:

- I. Stopy odlewnicze, które cechuje dobra lejność umożliwiającą kształtowanie skomplikowanych kształtów i odlewanie wyrobów o cienkich ściankach. Do tych stopów zaliczamy stopy aluminium z miedzią, krzemem, magnezem, manganem i krzemem, miedzią i niklem i manganem.
- II. Stopy do przeróbki plastycznej, które obejmują: stopy Al-Mg o doskonałej odporności na korozję, stopy Al-Mg-Si i Al-Mn o trochę gorszych właściwościach mechanicznych, ale doskonałej odporności na korozję oraz stopy Al-Zn-Mg, Al-Cu-Ni i Al-Cu-Mg o dobrych właściwościach wytrzymałościowych, ale nieodpornych na korozję [3].

TABELA 1

Skład chemiczny stopu aluminium wg PN-EN 573-3 [4]

Oznaczenie stopu		Zawartość składników stopowych, %						
EN-AW	PN	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
EN-AW-1070A	A0	0,20	0,25	0,03	0,03	0,03	0,07	0,03
EN-AW-6005A	PA4	0,50÷0,90	0,35	0,30	0,50	0,40÷0,70	0,20	0,10
EN-AW-6060	PA38	0,30÷0,60	0,10÷0,30	0,10	0,10	0,35÷0,60	0,15	0,10
EN-AW-6463	PA38	0,20÷0,60	0,15	0,20	0,05	0,45÷0,90	0,05	–
EN-AW-6063	PA38	0,20÷0,60	0,35	0,10	0,10	0,45÷0,90	0,10	0,10
EN-AW-6082	PA4	0,70÷1,30	0,50	0,10	0,40÷1,0	0,60÷1,20	0,20	0,10

TABELA 2

Porównanie właściwości fizycznych aluminium i żelaza [5]

	Aluminium	Żelazo
Gęstość, g/cm <sup>3</sup>	2,7	7,9
Współczynnik cieplnej rozszerzalności liniowej, 10 <sup>-6</sup> /°C	24	12
Przewodność elektryczna, % I.A.C.S.	63	16
Moduł sprężystości, GPa	70	220
Przewodność cieplna, W/m°C	220	75
Temperatura topnienia, °C	658	1540
Ciepło właściwe, J/kg°C	900	450
Rezystywność, 10 <sup>-9</sup> Ωm	70	220

Tak wzbogacone aluminium jest wykorzystywane w różnych gałęziach przemysłu. Wytrzymałość na rozciąganie dla stopów aluminium waha się w granicach od 70 do 700 N/mm<sup>2</sup> i w odróżnieniu od większości gatunków stali w niskich temperaturach nie stają się kruche, lecz ich wytrzymałość wzrasta [2]. W tabeli 2 porównano niektóre właściwości fizyczne aluminium i żelaza.

## 2. Wykorzystanie wyrobów z aluminium w budownictwie

Dyskutując o konstrukcji z aluminium, mamy na myśli całą gamę wyrobów, takich jak: wewnętrzne instalacje, witraże, bloki okienne, konstrukcje ze „szkła i aluminium”, pozwalające zrealizować nawet najbardziej wymyślne marzenia architekta o wykorzystaniu światła i metalu do stworzenia futurystycznej wizji. Materiał ten stosowany jest w różnych gałęziach przemysłu, m.in. do elementów mostowych (np. jezdni mostowej), samolotów, elementów wagonów, profili ram przestrzennych (np. samochodowych), profili drzwi i okien oraz wielu innych [6].

Wśród profili aluminiowych można wyróżnić [7]:

- standardowe materiały o szerokim zastosowaniu: pasy, kwadraty, okręgi, rurki,
- profile konstrukcyjne dla wykonania paneli, okien, drzwi,
- profile i panele wykończeniowe,
- rolety, żaluzje,
- fasady, pawilony, sufity dekoracyjne.

Profile aluminiowe wykorzystywane w budownictwie można modelować dowolnie, gdyż ograniczenia ich kształtowania są nieliczne. Ogólnie profile aluminiowe można podzielić na dwa rodzaje:

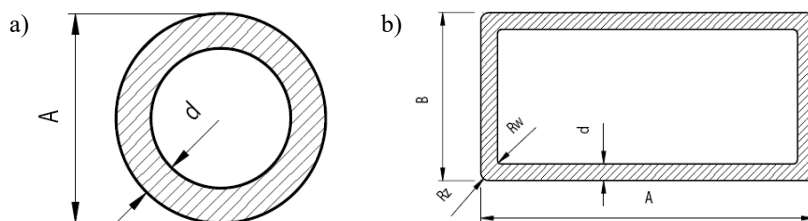
- pierwszy to profil otwarty - gdzie wykorzystywana jest matryca składająca się z jednej płaskiej płyty,
- drugi to profil zamknięty - matryca składa się z dwóch części.

Drugim podziałem jest sposób uzyskiwania profili aluminiowych:

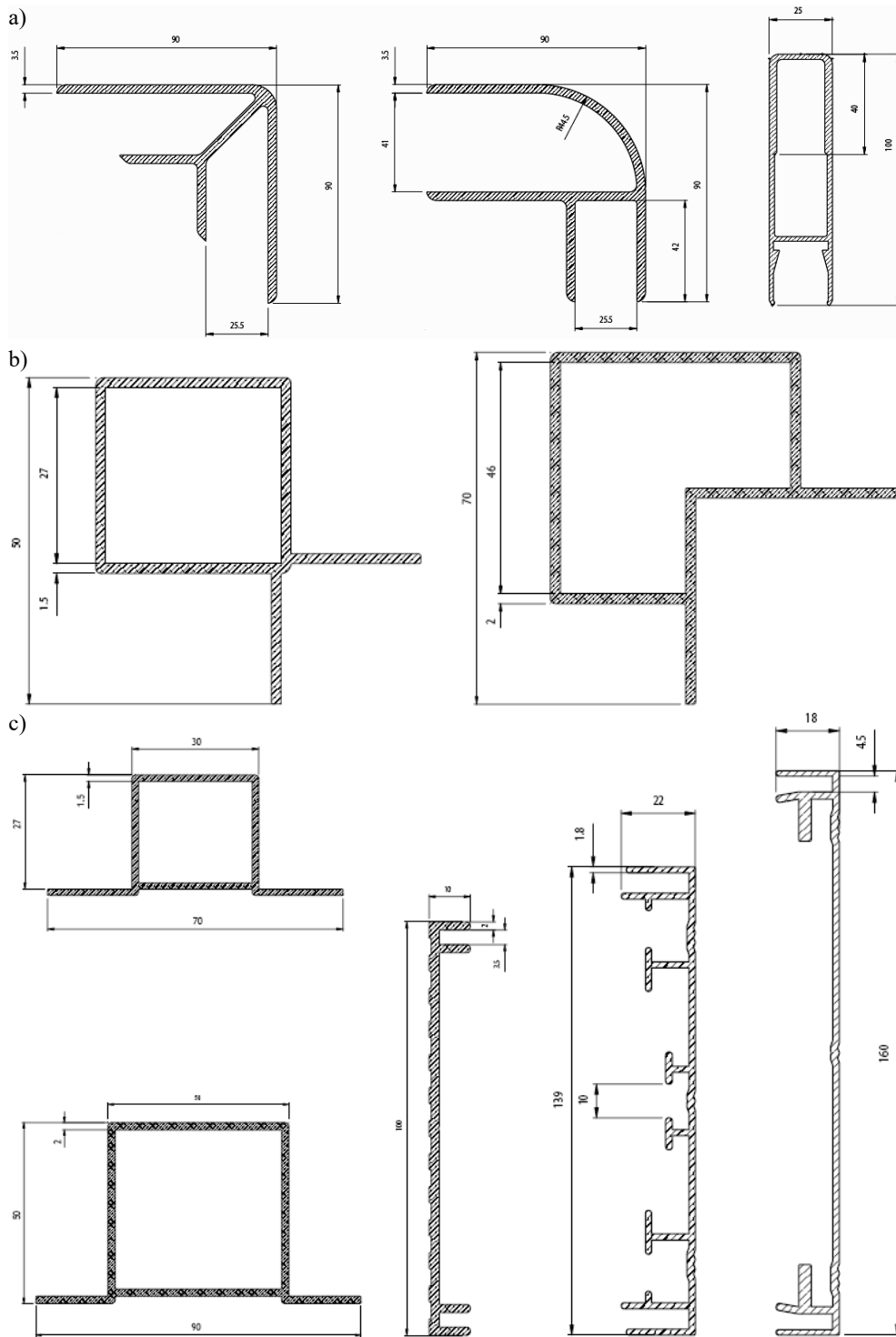
- przez wyciskanie,
- przez odlewanie.

Pośród tych dwóch podziałów profili występują praktycznie niezliczone kształty i formy, jakie można nadać aluminium. Zaczynając od kształtu kwadratowego, prostokątnego, okrągłego, owalnego, trójkątnego, a kończąc na formach z wycięciami, uchwytami mocującymi czy ułatwiającymi montaż.

Kilka przykładów profili aluminiowych firmy „Hydro” zaprezentowano na rysunkach 1 i 2.



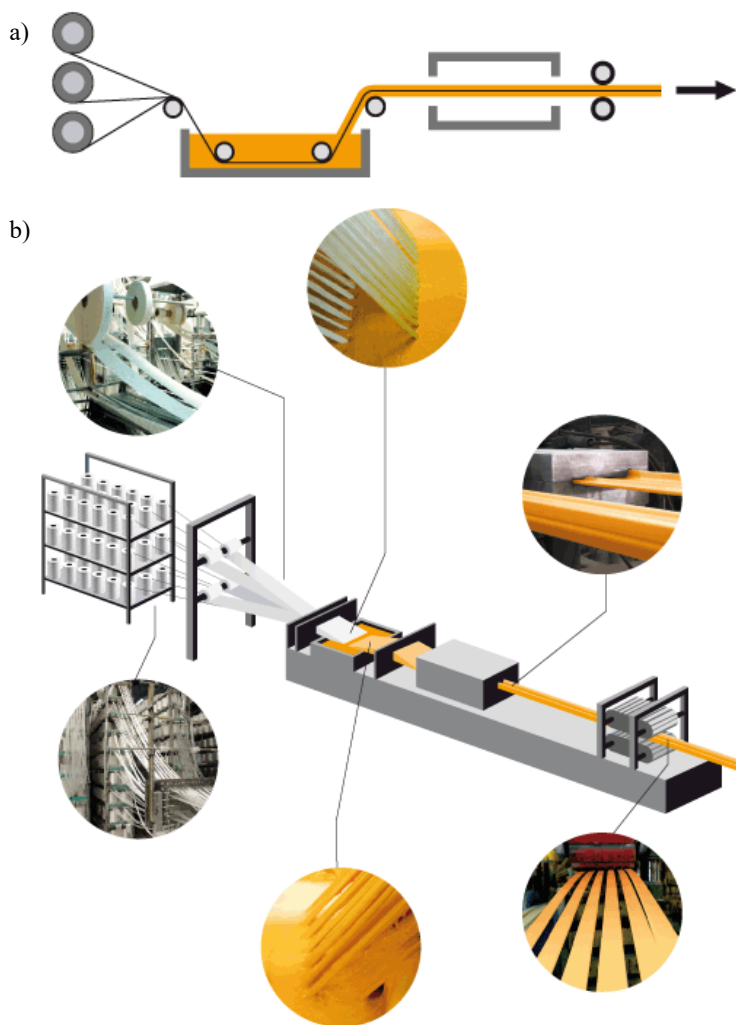
Rys. 1. Profile aluminiowe: a) rury okrągłe; b) rury prostokątne [7]



Rys. 2. Profile aluminiowe specjalne [4]

### 3. Taśmy węglowe

Taśmy węglowe to wytwarzane w procesie poltruzji włókna węglowe zatopione w matrycy z żywicy epoksydowej. Proces poltruzji to impregnowanie włókien ciągłych z masy duroplastycznej (rys. 3). Znajdujące się w żywicy zaimpregnowane włókna szklane zostają utwardzane, a profile są przeciągane przez chłodzoną lub grzaną formę. W końcowej fazie procesu włókna są cięte na miarę [8].



Rys. 3. Proces poltruzji - wytwarzania taśm węglowych [8]

Taśmy węglowe są jedną z najnowszych technologii, której zadaniem jest wzmocnienie konstrukcji. Stanowią metodę zwiększania nośności konstrukcji betonowych, murowanych, drewnianych i stalowych. Montowane w strefie rozciąganych

elementów konstrukcyjnych stanowią zbrojenie zewnętrzne, którego zadaniem jest zwiększenie wytrzymałości elementu na rozciąganie, zginanie, redukcję rozwarcia rys oraz zmniejszenia ugięcia. Stosowany system charakteryzuje się małymi wymiarami i niewielkim ciężarem własnym oraz bardzo wysoką wytrzymałością na rozciąganie i bardzo wysoką wytrzymałością zmęczeniową. Taśmy węglowe można bez przeszkód pokrywać powłokami malarskimi oraz różnego rodzaju zaprawami [9].

Głównymi atutami taśm węglowych są:

- bardzo wysoka wytrzymałość na rozciąganie,
- bardzo wysoka wytrzymałość zmęczeniowa,
- możliwość malowania,
- odporność na korozję,
- możliwość krzyżowania taśm,
- bardzo długa trwałość,
- łatwość dowozu materiału,
- odporność na alkalia,
- niewielkie wymiary poprzeczne,
- niewielki ciężar własny.



Rys. 4. Przykłady konstrukcji wzmacnianych taśmami węglowymi [9]

Taśmy węglowe mogą być wykorzystywane do:

- wzmocnienia konstrukcji, np. przy wzroście obciążeń użytkowych w obiektach przemysłowych, użyteczności publicznej, mostach (rys. 4),
- stabilizacji konstrukcji,
- wzmocnienia elementów nośnych, np. podczas uderzenia pojazdu, trzęsienia ziemi czy korozji zbrojenia,
- poprawy warunków użytkowania obiektu, np. zmniejszenia szerokości rozwarcia rys czy zwiększenia wytrzymałości zmęczeniowej materiału,
- zmiany układu statecznego obiektu, np. usunięcia ścian, słupów czy wycięcia fragmentów stropu.

Cechy taśm węglowych sprawiają, że są one bardzo dobrą alternatywą dla zwykłego zbrojenia ze stali przy wzmacnianiu konstrukcji.

## Literatura

- [1] Kurzydłowski K.J., Rozwój materiałów konstrukcyjnych, <http://217.96.20.91/PM75/sesja2.pdf>; 2012.01
- [2] <http://biznes.interia.pl/news/wiara-w-aluminium,1058715>, 2012.01
- [3] Orman M., Orman Z., Technologia aluminium i jego stopów, Wydawnictwo Górnictwo-Hutnicze, Katowice 1955.
- [4] Katalog profili aluminiowych, Hydro aluminium, Chrzanów 2012.
- [5] Podręcznik konstruktora: jak radzić sobie z profilami aluminiowymi, SAPA Aluminium Sp. z o.o., Trzcianka 2009.
- [6] <http://www.splot.org.pl/aluminium-w-budownictwie>, 2012.01
- [7] <http://fibrolux.com/pl/main/profile-z-tws/poltruzja/>, 2012.01
- [8] <http://www.wzmacnianie.com/index.pl.html>, 2012.01
- [9] Okoniewski S., Technologia metali, WSiP, Warszawa 1975.

## Streszczenie

Tematem niniejszej pracy jest omówienie materiałów, jakimi są aluminium i taśmy węglowe. W artykule zostały przedstawione najważniejsze właściwości mechaniczne aluminium i taśm z włókna węglowego oraz wykorzystanie tych produktów w budownictwie.

## Characteristics and use of aluminum alloys and carbon tape construction

### Abstract

The subject of this article are the most important mechanical properties of aluminum and carbon fiber strips and their usage in constructions. Aluminium and iron were compared interms of physical the most commonly used aluminium alloys. The study also shows a process for producing carbon tape, main their advantages and use in strengthening and stability of engineering structures.