

## Bolesław PRZYBYLIŃSKI

e-mail: przyb@utp.edu.pl

Instytut Eksploatacji Maszyn i Transportu, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

## Recykulacja odpadów produkcji płyt włókno-cementowych

## Wstęp

W dniu 3 czerwca 2009 roku w Trzemesznie firma *Cembrit S.A.* oficjalnie uruchomiła najnowocześniejszą w Europie i najbardziej zaawansowaną technicznie linię na świecie do produkcji włókno-cementowych płyt falistych [1]. Inwestycja realizowana była przez niemal dwa lata i kosztowała ok. 15 mln €. Linia ta umożliwiła produkcję do 60 tys. ton płyt falistych, co podwaja roczną dotychczasową produkcję oraz stworzyła kilkadziesiąt nowych miejsc pracy. Celem niniejszej pracy jest analiza zalet uniwersalności produkcji płyt o różnych profilach, niedostępnych do tej pory w Polsce oraz wyposażenia w urządzenia do produkcji płyt wzmocnionych do zastosowania w strefach klimatycznych o zwiększonych opadach atmosferycznych.

## Charakterystyka płyt włókno-cementowych

Materiały budowlane produkowane z włókno-cementu wykorzystywane są one do budowy i wykończenia dachów, elewacji oraz ścian wewnętrznych i zewnętrznych. Produkowane są z materiałów naturalnych, neutralnych i bezpiecznych dla zdrowia i środowiska. Jeśli po wielu latach budynek zostanie przeznaczony do rozbiórki, użyte przy jego budowie materiały włókno-cementowe mogą zostać zniszczone bez szkody dla środowiska naturalnego lub przetworzone i wykorzystane. Podstawowymi zaletami włókno-cementowych materiałów budowlanych są: trwałość, niepalność, lekkość, odporność na negatywne oddziaływanie czynników biochemicznych, prostota i łatwość w montażu, odporność na wahań temperatur i silne opady atmosferyczne, odporność na procesy gnicia, butwienia i zagrzybienia, itp. Szeroka oferta wyrobów włókno-cementowych, formatów i kolorów daje możliwość tworzenia wielu rozwiązań, a obiekty, przy których budowie ich użyto cenione są za swój naturalny, prosty i estetyczny wygląd.

Elementy włókno-cementowe stosowane są w budownictwie już od ponad 100 lat. Ich pomysłodawcą był *L. Hatschek* [2], który w 1900 r. opracował i opatentował technologię produkcji lekkiej, wytrzymałej, trwałej i niepalnej płyty azbestowo-cementowej, której nadał nazwę *eternit*.

Na ziemiach polskich po raz pierwszy zaczęto je produkować w 1913 r. Płyta eternitowa stała się na świecie jednym z najbardziej popularnych pokryć dachowych XX w. aż do okresu, gdy jednoznacznie stwierdzono, że azbest ma właściwości rakotwórcze. Niebezpieczny dla zdrowia składnik zastąpiono bezpiecznymi włóknami naturalnymi lub sztucznymi. W Polsce bezazbestowe płyty włókno-cementowe wytwarzane są od 1998 r. Pierwszą ich linię produkcyjną uruchomiono w trzemeszeńskim *Izopolu*, obecnie *Cembrit*.

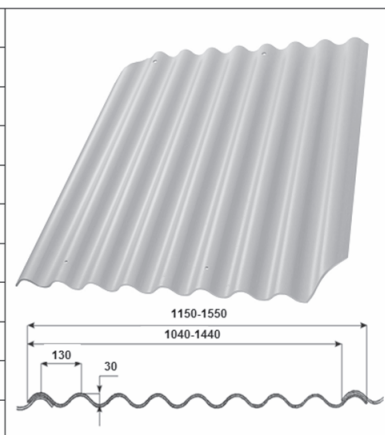
Włókno-cementowe prefabrykaty budowlane (zwane w Polskich Normach [3, 4] włókno-cementowymi) jako osłony i okładziny wykończeniowe zazwyczaj występują w formie płyt i płytek mających powierzchnie płaskie lub profilowane (Rys. 1).

Do produkcji używane są w większości mineralne surowce, których źródła według dzisiejszej wiedzy nie są zagrożone wyczerpaniem. Włókna występują w formie rozproszonych ciętych włókien (*roovingu*), ciągłych splotów lub taśm oraz siatek lub tkanin i stanowią około 8% zawartości płyty włókno-cementowej (Rys. 2).

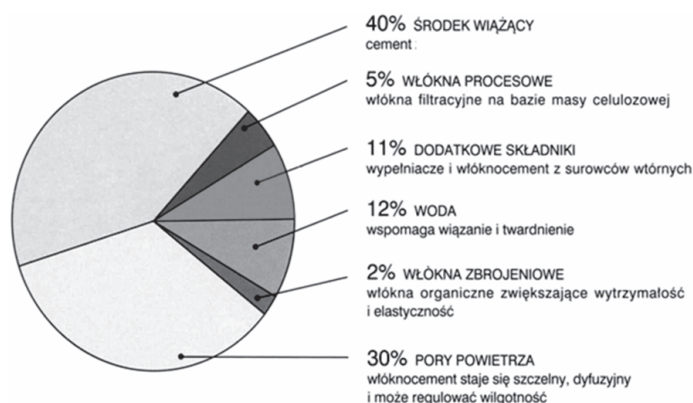
Płyty włókno-cementowe wytwarza się zgodnie z zasadami ogólnymi nawiązującymi do metody *wynalazcy* (Rys. 3) i polega na:

- miksowaniu włókien z wodą w mieszarce aż do ich jednorodnego rozproszenia, a następnie do tak przygotowanej wody zarobowej wprowadza się w określonych proporcjach sypanki składniki (cement

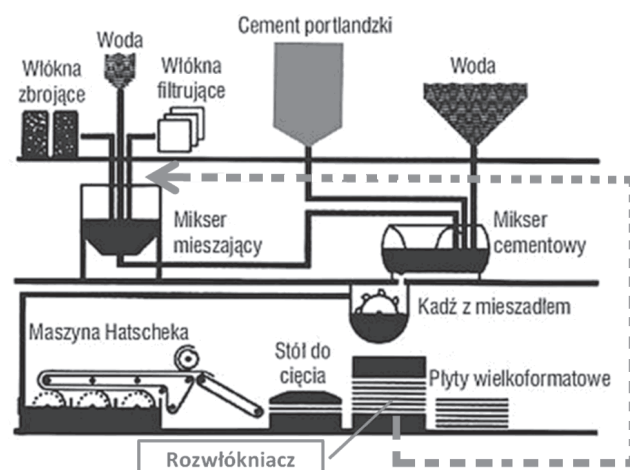
Dane techniczne	
Szerokość płyty (mm)	1150- 1550
Długość płyty (mm)	625 - 2500
Grubość płyty (mm)	6 ±0.6
Moduł fali (mm)	130 ±2
Wysokość fali (mm)	30 ±2
Ciężar szacunkowy 1m <sup>2</sup> (kg)	ok. 11.7
Min. gęstość objętościowa (g/cm <sup>3</sup> )	1,4
Odczytka od prostokątności (mm)	≤ 6
Min. obciążenie niszczące N/m	2000
Min. moment zginający Nm/m	40



Rys. 1. Wygląd i dane techniczne włókno-cementowej płyty falistej



Rys. 2. Skład włókno-cementowych prefabrykatów budowlanych [2]



Rys. 3. Schemat linii technologicznej produkcji bezodpadowej płyt włókno-cementowych [2]

wraz z dodatkami) i miesza aż do uzyskania jednorodnej plastycznej masy,

- przetłoczeniu plastycznego włókno-cementu do tzw. maszyny *Hatscheka*, gdzie formowane są płyty o zaprogramowanej gęstości i grubości,
- prasowaniu i utwardzaniu płyt,

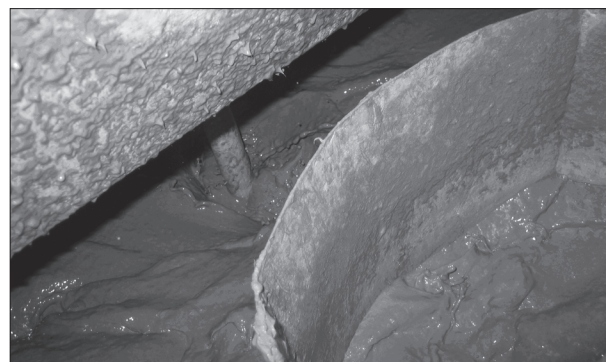
– formatowaniu płyt oraz wykonaniu dodatkowej obróbki wynikającej z przeznaczenia (np. dotłaczanie – płyty są prasowane, autoklawowanie – w określonej temperaturze i wilgotności poddawane ciśnieniu, powierzchniowe polerowanie/piaskowanie, nadawanie określonych kształtów i wymiarów przy zachowaniu odpowiednich tolerancji, czynności wykończeniowe – impregnowanie, malowanie itp.).

### Linia technologiczna recykulacji odpadów produkcji płyt włókno-cementowych

Zakupiona we Włoszech przez *Cembrit S.A.* w Trzemesznie linia produkcji płyt włókno-cementowych nie była wyposażona w część techniczną przeznaczoną do odzysku odpadów z produkcji płyt. Główne odpady produkcyjne to obrzeża pozostałe po formatowaniu płyt oraz sformatowane płyty, które nie odpowiadały kryteriom jakości. Wspomniana wyżej linia produkcyjna przekazywała przenośnikiem taśmowym odpady do stanowiska odpadów poprodukcyjnych. W związku z powyższym zaistniała konieczność przedłużenia linii produkcyjnej o linię recykulacji. Zgodnie z wynikiem ogłoszonego konkursu zlecenie opracowania projektu linii utylizacji powierzono autorowi niniejszej pracy, natomiast wykonanie firmie *Rembis Sp. z o.o.* z Janikowa.

Zadanie do wykonania polegało na zaprojektowaniu maszyn i urządzeń do rozwłókniania pozostałości po formatowaniu płyt lub płyt jakościowo nieodpowiednich o wilgotnej konsystencji, wytworzenia mieszanki włókno-cementowej o konsystencji plastycznej i przetłoczeniu tej mieszanki za pomocą pompy perystaltycznej na początek linii technologicznej zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 3 (linia przerywana).

Zgodnie z postawionym zadaniem proces technologiczny odzysku wilgotnych płyt włókno-cementowych (Rys. 4) polegał na odebraniu spadających z przenośnika taśmowego linii produkcyjnej płyt odpadów przez projektowany taśmowy przenośnik – 3 kierujący je do kosza zasypowego maszyny – 1, w której następuje rozwłóknienie zestalonych, ale jeszcze nie stwardniałych odpadów, wymieszaniu z wodą celem uzyskania jednorodnej plastycznej mieszaniny włókno-cementowej (Rys. 5).

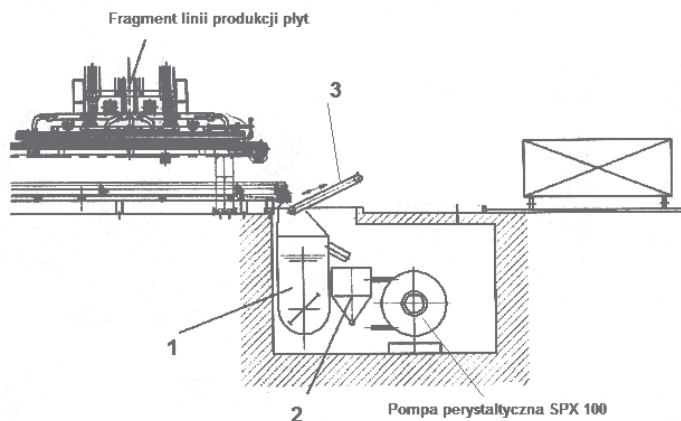


Rys. 5. Rozwłóknianie odpadów płyty włókno-cementowej za pomocą mieszania

się w czasie konsystencją mieszanki cementowej. Wymiary odpadów wpadających do rozwłóknacza zmieniają się losowo – od dwóch paszków o szerokości 50–80 mm, długości 1200–1500 i grubości 7 mm do, w skrajnych przypadkach jednej, dwóch i więcej całych płyt falistych o szerokości 1544 mm, długości 3900 mm i grubości 7 mm. W tych przypadkach rozwłóknienie płyt stanowi poważny problem. Projektowany rozwłóknierz winien jednak w takich przypadkach również pracować niezawodnie. Biorąc to pod uwagę zaprojektowano i wykonano rozwłóknierz przedstawiony na rys. 6, którego pierwsze (udane) próby przeprowadzono w kwietniu 2009 roku, a od czerwca 2009 r. pracuje niezawodnie do dzisiaj.



Rys. 6. Fragment linii recykulacji odpadów płyt włókno-cementowych: 1 – rozwłóknierz, 2 – kadka, 3 – pompa SPX 100



Rys. 4. Elementy projektowe linii odzysku odpadów produkcji płyt włókno-cementowych: 1 – rozwłóknierz, 2 – kadka, 3 – przenośnik taśmowy rewersyjny

Ze względu na funkcje, jakie spełnia maszyna – 1 zleceniodawca nazwał ją rozwłóknierzem. W górnej części rozwłóknacza (na wysokości lustra mieszanki) wykonany został otwór przelewowy, poprzez który mieszanka przelewa się do kadki – 2, gdzie dokonuje się ciągłego pomiaru lepkości dynamicznej. Z kadki pompa perystaltyczna SPX 100 tłoczy mieszankę na początek linii technologicznej produkcji płyt.

Projekt i wykonanie przenośnika taśmowego nie stanowiły, przy obecnej wiedzy technicznej, większych problemów. Nieco inaczej było w przypadku rozwłóknacza. Podstawowe problemy, jakie należało rozwiązać dotyczyły wymiarów geometrycznych, a szczególnie ograniczonej wysokości ze względu na założone w dokumentacji budowlanej posadowienie rozwłóknacza w piwnicy oraz wyznaczenia oporów pracy mieszadła związanego z wysoce niejednorodną, zmieniającą

### Wnioski

Zapotrzebowanie na wyroby wykonywane z włókno-cementu jest coraz większe, a w celu zapewnienia ochrony środowiska podstawowym obowiązkiem każdego producenta jest bezodpadowa produkcja takich materiałów budowlanych. Wymagania te spełnia linia technologiczna do produkcji falistych płyt dachowych i elewacyjnych zbudowana w firmie *Cembrit S.A.* Odzysk odpadów produkcyjnych płyt zapewnia rozwłóknierz, wykonany na podstawie dokumentacji projektowej autora niniejszej pracy, kadka oraz rewersyjny (o bezstopniowej prędkości przesuwu taśmy transportowej) przenośnik. Kilkumiesięczna praca linii w pełni potwierdza efekty technicznego rozwiązania problemu recykulacji odpadów.

### LITERATURA

- [1] *Cembrit S.A.* – nowa linia produkcyjna (20.02.2010): <http://www.dachowy.pl/node/1381/print>
- [2] *J. Stawicki*: Izolacje 10 (2007).
- [3] PN-EN 492:2007 „Płytki włókno-cementowe i elementy wyposażenia. Właściwości wyrobu i metody badań”.
- [4] PN-EN 494:2007 „Profilowane płyty włókno-cementowe i elementy wyposażenia. Właściwości wyrobu i metody badań”.