

# CHARAKTERYSTYKA PROCESU WYTŁACZANIA POWLEKAJĄCEGO

## THE CHARACTERISTIC OF COATING EXTRUSION PROCESS

*Proces wytłaczania powlekającego należy do jednych z najczęściej stosowanych metod przetwórstwa tworzyw polimerowych, a jego ciągły rozwój determinuje głównie stosowanie coraz to nowocześniejszych konstrukcji głowic wytłaczarskich a także linii technologicznych. Sam proces wytłaczania powlekającego może być przeprowadzony dwiema metodami, jednak wybór metody jest ściśle związany z odpowiadającą mu konstrukcją głowicy wytłaczarskiej. W artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące ogólnej charakterystyki procesu wytłaczania powlekającego z uwzględnieniem rozwiązań konstrukcyjnych głowic wytłaczarskich oraz linii technologicznych.*

**Słowa kluczowe:** proces wytłaczania powlekającego, wytłaczarka, głowica wytłaczarska, proces współwytłaczania

*Coating extrusion process is one of the most frequently applied methods of polymer plastics processing, and its constant evolution is mostly determined by using more and more modern constructions of extrusion heads as well as more advanced processing lines. Coating extrusion process as such can be carried out by applying two methods however, selection of a method is closely connected to relevant construction of extrusion head. The article presents the issues concerning the general characteristics of coating extrusion process, with considerations of construction solutions of extrusion heads and processing lines.*

**Keywords:** coating extrusion process, extruder, extrusion head, coextrusion process

### 1. Geneza procesu wytłaczania powlekającego

Proces ten należy do najstarszych odmian wytłaczania. Za jego pomocą można powlekać tworzywami różne kształtowniki, w tym rury, taśmy, ale przede wszystkim kable telekomunikacyjne oraz elektryczne.

Początkowo proces wytłaczania stosowano przede wszystkim w przemyśle kablowym do powlekania przewodów gumą oraz do otrzymywania prętów, jednak po opracowaniu nowych tworzyw termoplastycznych wytłaczanie to rozwinęło się bardzo szybko i na szeroką skalę, aż do stanu obecnego. O złożoności problematyki tego procesu świadczy istnienie dużej liczby rozwiązań konstrukcyjnych wytłaczarek ślimakowych, głowic wytłaczarskich oraz linii technologicznych [1, 3, 5].

### 2. Istota procesu wytłaczania powlekającego

Proces powlekania kształtownika tworzywem odbywa się w głowicy wytłaczarskiej kątowej lub też bezpośrednio za nią. Następuje wówczas adhezyjne połączenie dwóch materiałów: przemieszczającego się ruchem prostoliniowym kształtownika i przepływa-

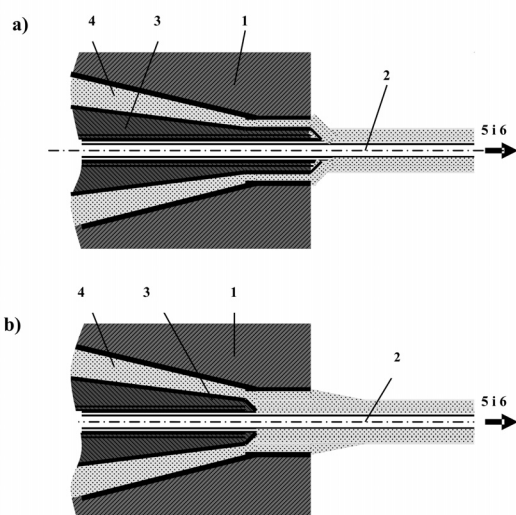
jącego tworzywa. Początkowo tworzywo przepływa pod pewnym kątem do przedmiotu powlekanego, następnie wielokrotnie zmienia kierunek i ostatecznie otacza go powłoką [3, 6, 15].

### 3. Metody wytłaczania powlekającego

Wyróżnia się dwie podstawowe możliwości wytłaczania powlekającego. W pierwszej, nazywanej wytłaczaniem powlekającym próżniowym (rys. 3.1a) tworzywo i kształtownik łączą się tuż po opuszczeniu głowicy wytłaczarskiej. Jest to w istocie proces wytłaczania rury i obciskania jej na kształtowniku pod wpływem wytworzonego pomiędzy nimi ciśnienia o bardzo małej wartości.

Wadę stanowi w tym przypadku konieczność stosowania układu do wytwarzania ciśnienia o małej wartości tj. pompy próżniowej, przewodu oraz układów pomiarowych i regulacyjnych.

Druga metoda pozwala na połączenie tworzywa z przedmiotem powlekanym bezpośrednio w głowicy wytłaczarskiej. W tym przypadku łączenie odbywa się pod wpływem ciśnienia tworzywa w dyszy, z tego też



Rys. 3.1. Podstawowe możliwości wytłaczania powlekającego: a) próżniowe, b) ciśnieniowe; 1 – końcówka głowicy, 2 – kabel, 3 – prowadnik kabla przed powleczeniem i po nim, 4 – tworzywo, 5 – kierunek ruchu kabla przed powleczeniem i po nim, 6 – kierunek ruchu tworzywa wyjściowego [3]

Fig. 3.1. Elementary possibilities coating extrusion: a) vacuum, b) pressure; 1 – head tip, 2 – cable, 3 – cable guide, 4 – plastic, 5 – direction of cable motion before and after coating, 6 – direction of plastic exit motion [3]

względnie proces ten nosi nazwę wytłaczania powlekającego ciśnieniowego (rys. 3.1b). Zaletą w tym przypadku jest możliwość otrzymywania bardzo cienkich powłok, nawet o grubości 0,01 mm.

Do podstawowych różnic między metodami wytłaczania powlekającego próżniowego a ciśnieniowego należą ilość użytego tworzywa (rys. 3.2) oraz

kształt przekroju przedmiotu powlekanego. Dzięki metodzie wytłaczania powlekającego próżniowego istnieje większa możliwość powlekania kształtowników o różnych kształtach przekroju poprzecznego, natomiast w przypadku wytłaczania powlekającego ciśnieniowego występuje ograniczenie do wytwarzania przedmiotów jedynie o przekroju kołowym lub zbliżonym do niego, a także trudność w utrzymaniu jednakowej grubości powłoki na całym obwodzie kształtownika [3].

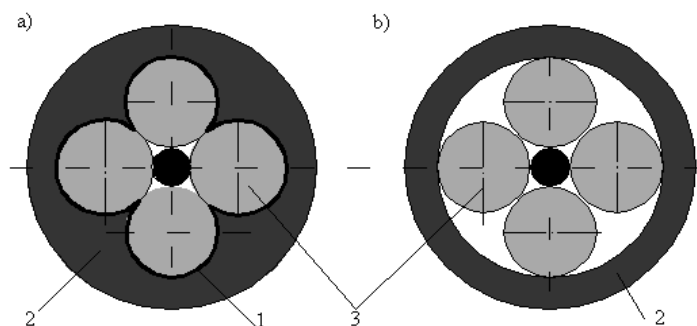
#### 4. Przebieg procesu wytłaczania powlekającego

Proces wytłaczania powlekającego zostanie przedstawiony na przykładzie wytwarzania kabli optotelekomunikacyjnych.

Wyróżnia się następujące etapy procesu technologicznego wytwarzania kabla:

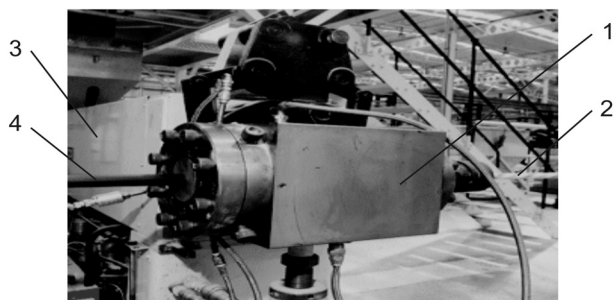
- nakładanie pokrycia pierwotnego na włókna światłowodowe,
- wytłaczanie tuby luźnej i ściślej, w postaci rur dwuwarstwowych o średnicy od 1,4 do 8 mm metodą współwytłaczania,
- skręcanie tub wokół ośrodka kabla, który następnie jest uszczelniany taśmami poliestrowymi lub polipropylenowymi owiniętymi śrubowo lub wzdłużnie,
- wytłaczanie powłoki zewnętrznej z polietylenu lub tworzyw o zmniejszonej palności na ośrodek kabla owinięty taśmami (rys. 4.1) [12, 14, 16].

Proces wytłaczania powlekającego może się również odbywać przy pomocy dwóch wytłaczarek i jednej głowicy wytaczarskiej, nosi on wówczas nazwę współwytłaczania (rys. 4.2). Tworzywo z pierwszej i drugiej wytłaczarki jest kierowane do głowicy, w której następuje połączenie dwóch warstw tworzywa, zwykle o różnych właściwościach, strukturze, a także odmiennym kolorze.



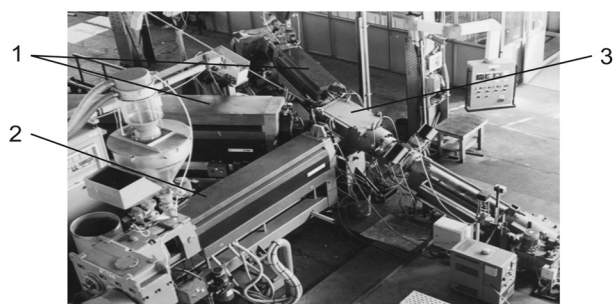
Rys. 3.2. Przekrój kabla wykonanego metodą wytłaczania powlekającego: a) ciśnieniowego, b) próżniowego; 1 – warstwa środka antyadhezyjnego np. talku, 2 – powłoka wytłoczona, 3 – ośrodek kabla [7]

Fig. 3.2. Cable section made by coating extrusion method: a) pressure, b) vacuum; 1 – release agent layer e.g. talc, 2 – extruded layer, 3 – cable core [7]



Rys. 4.1. Wygląd głowicy wylaczarskiej do powlekania: 1 – głowica wylaczarska krzyżowa, 2 – ośrodek kabla, 3 – wylaczarka, 4 – ośrodek kabla z wytłoczoną powłoką zewnętrzną [8]

Fig. 4.1. Extrusion head appearance: 1 – extrusion crosshead, 2 – cable core, 3 – extruder, 4 – cable core with extruded external layer [8]



Rys. 4.2. Fragment linii technologicznej współwylaczania powlekającego: 1 – wylaczarka główna, 2 – wylaczarki pomocnicze, 3 – głowica wylaczarska [8]

Fig. 4.2. Processing line fragment to coating coextrusion: 1 – main extruder, 2 – assistant extruders, 3 – extrusion head [8]

## 5. Głowice do wylaczania powlekającego

Konstrukcje głowic wylaczarskich stosowanych w procesie wylaczania powlekającego różnią się od siebie w zależności od rodzaju procesu wylaczania (próżniowe lub ciśnieniowe) oraz od rodzaju, rozmiarów i dokładności wykonania wytworu.

Do powlekania kabli stosowane są głowice kątowe (krzyżowe) o różnym kącie pomiędzy kierunkiem ruchu tworzywa wejściowego a kierunkiem ruchu kształtownika przed powlekaniami i po nim - jest to kąt pomiędzy osią wylaczarki a osią główną głowicy, wynosi on  $\pi/4$ ,  $\pi/3$  lub  $\pi/2$  rad (rys. 5.1a i b) [3].

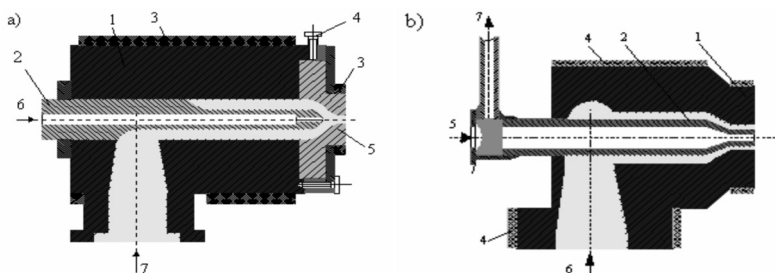
Głowicę o nieco odmiennej budowie stosuje się w przypadku współwylaczania powlekającego. Po-

siada ona oddzielne końcówki do wprowadzania żelu, włókien oraz taśm światłowodowych. Żel oraz włókna przemieszczają się po wspólnej prowadnicy osłoniętej przez część korpusu tak, aby nie miała ona styczności z tworzywem uplastycznionym (rys. 5.2).

## 6. Linie technologiczne stosowane w procesie wylaczania powlekającego

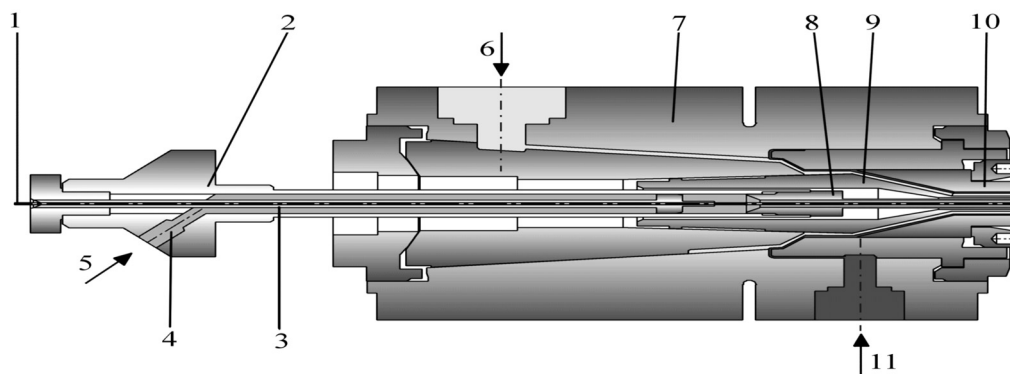
Powszechne stosowanie kształtowników powlekanych przyczyniło się do dynamicznego rozwoju produkcji tych wytworów, a co za tym idzie do postępu w technologii wylaczania powlekającego.

W skład każdej linii technologicznej wylaczania powlekającego (rys. 6.1) wchodzi szereg urządzeń



Rys. 5.1. Schematy głowic do wylaczania powlekającego: a) ciśnieniowe: 1 – korpus, 2 – prowadnica, 3 – grzejniki, 4 – śruba ustalająca, 5 – końcówka głowicy, 6 – kierunek ruchu kabla (oś główna głowicy), 7 – kierunek ruchu tworzywa wejściowego (oś wylaczarki); b) próżniowe: 1 – korpus, 2 – prowadnica drutu, 3 – uszczelnienie, 4 – grzejniki elektryczne, 5 – kierunek ruchu kabla (oś główna głowicy), 6 – kierunek ruchu tworzywa wejściowego (oś wylaczarki), 7 – przewód do pompy próżniowej [3]

Fig. 5.1. Coating extrusion heads diagram: a) pressure: 1 – frame, 2 – way, 3 – heaters, 4 – fixing bolt, 5 – head tip, 6 – direction of cable motion (head principal axis), 7 – direction of plastic input motion (extruder axis); b) vacuum: 1 – frame, 2 – wire way, 3 – seal, 4 – electric heaters, 5 – direction of cable motion (head principal axis), 6 – direction of plastic input motion (extruder axis), 7 – conduit to vacuum pump [3]



Rys. 5.2. Schemat głowicy wylaczarskiej kątovej stosowanej w procesie współwylaczania powlekającego: 1 – włókna światłowodowe, 2 – końcówka do wprowadzania żelu, 3 – końcówka do wprowadzania włókien światłowodowych, 4 – żel hydrofobowy, 5 – kierunek ruchu żelu na wejściu, 6, 11 – kierunek ruchu tworzywa wejściowego, 7 – korpus, 8 – prowadnica żelu i włókien światłowodowych, 9 – korpus, 10 – dysza głowicy [11]

Fig. 5.2. Extrusion head diagram applied in coating coextrusion process: 1 – optical fibres, 2 – tip to gel insert, 3 – tip to optical fibres insert, 4 – hydrophobic gel, 5 – direction of gel input motion, 6, 11 – direction of plastic input motion, 7 – frame, 8 – gel and optical fibres guide, 9 – frame, 10 – extruder die [11]

spełniających istotne funkcje w procesie wylaczania. Należą do nich:

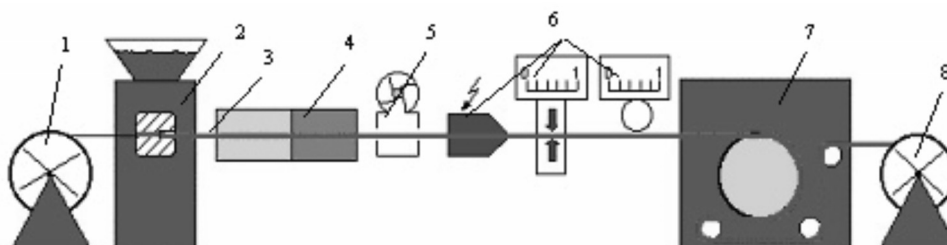
- układ zdawczy (1), który zapewnia podawanie kształtownika z prędkością dostosowaną do prędkości linii,
- wylaczarka (2) z odpowiednią głowicą wylaczarską,
- urządzenie chłodzące (4), zapewniające stopniowe chłodzenie tworzywa,
- urządzenie osuszające (5), zapewniające osuszenie kształtownika powleczonego,
- urządzenia pomiarowe tj. próbnik przebicia izolacji (5), miernik średnicy (6), miernik długości (6), sygnalizujące ewentualne odchylenia poszczególnych parametrów od normy,
- urządzenie odciągające (7), stanowiące urządzenie napędzające linię,

- układ odbiorczy (8) zapewnia nawijanie wyloczyny na szpule i automatyczną zmianę szpul po ich zapelnieniu [2, 6, 10].

Jakość uzyskanej w tym procesie wyloczyny zależy od szeregu czynników, przede wszystkim od właściwego dostosowania prędkości podawania tworzywa do prędkości przesuwania kształtownika oraz odpowiedniej temperatury tworzywa. Wydajność linii technologicznych jest zróżnicowana i wynosi od 100 m/min do 1200 m/min, natomiast dopuszczalne odchyłki wymiarów powłoki wyloczony są na poziomie setnych części milimetra [9].

## 7. Zakończenie

Dzięki wiadomościom, posiadanym na temat wylaczania powlekającego, jest ono obecnie jedną z najszybciej rozwijających się metod przetwórstwa



Rys. 6.1. Schemat linii technologicznej wylaczania powłok kabli (przykład): 1 – układ zadawczy, 2 – wylaczarka, 3 – kabel z powłoką wylaczoną, 4 – urządzenie chłodzące, 5 – urządzenie do osuszania wyloczyny, 6 – urządzenia pomiarowe, 7 – urządzenie odciągające, 8 – układ odbiorczy [7]

Fig. 6.1. Processing line diagram to cable coat extrusion moulding (example): 1 – cable core feeder, 2 – extruder, 3 – extruded cable layer, 4 – cooler equipment, 5 – drying equipment, 6 – measuring device, 7 – guying equipment, 8 – trolley collector [7]



Rys. 6.2. Fragment linii technologicznej wytłaczania powlekającego [9]

Fig. 6.2. Coating extrusion processing line fragment [9]

tworzyw polimerowych. Ze względu na wysokie wymagania stawiane wytworom jest konieczne ciągle modyfikowanie oraz unowocześnianie zarówno konstrukcji głowic wytłaczarskich jak również maszyn i urządzeń wchodzących w skład linii technologicznych. Chęć podwyższenia jakości wytworów uzyskiwanych w procesie wytłaczania stawia przed

konstruktorami konieczność ciągłego rozwoju i udoskonalania procesu na każdym jego etapie.

W przypadku wytłaczania powlekającego istnieje jeszcze jedna również bardzo interesująca i ważna metoda wytłaczania, a mianowicie wytłaczania powlekającego porującego, wymaga ona jednak oddzielnej prezentacji.

## 8. Literatura

- [1] Rauwendaal Ch.: *Konstrukcja głowicy do wytłaczania*. Plastics Review 2003, 2, 40.
- [2] Rauwendaal Ch.: *Troubleshooting the extrusion process*. Hauser Publishers, München 2002.
- [3] Sikora R.: *Przetwórstwo tworzyw wielkocząsteczkowych*. Wydawnictwo Edukacyjne, Warszawa 1993.
- [4] Sikora R.: *Leksykon naukowo-techniczny*. Wydawnictwo Wadim Plast, Lublin 2002.
- [5] Sikora R.: *Wytłaczanie – wytłaczarki*. Zarys historyczny, stan aktualny, perspektywy. Polimery 1982, 5, 316.
- [6] Wytłaczanie tworzyw sztucznych. Praca zbiorowa. Wydawnictwo Poradników i Książek Technicznych Plastech, Warszawa 1999.
- [7] Materiały informacyjne firmy Drut-Plast. <http://www.drutplast.com.pl/>
- [8] Materiały informacyjne firmy Francis Show Wire & Cable Machinery. <http://www.francisshow.co.uk/>
- [9] Materiały informacyjne firmy Ital. <http://www.ital.it/>
- [10] Materiały informacyjne firmy Manex. <http://www.manex.com.pl/>
- [11] Materiały informacyjne firmy Microdia. <http://www.microdia.ch/>
- [12] Materiały informacyjne firmy Nextrom. <http://www.nextrom.com/>
- [13] Materiały informacyjne firmy Nokia-Maillefer
- [14] Materiały informacyjne firmy Telefonika. <http://www.tf.com.pl/>
- [15] PN-EN 1114-1:1999. Wytłaczarki i linie wytłaczania. Wymagania bezpieczeństwa dotyczące wytłaczarek.
- [16] PN-EN 60811-4-2:2001. Wspólne metody badania materiałów stosowanych na izolację i powłoki przewodów i kabli elektrycznych oraz światłowodowych.

---

**Mgr inż. Aneta TOR**

Politechnika Lubelska  
 Wydział Mechaniczny  
 Katedra Procesów Polimerowych  
 tel. 081 538-12-24  
 e-mail: a.tor@pollub.pl

---