

ROBERT SIKORA, EMIL SASIMOWSKI^{*)}, JANUSZ W. SIKORAPolitechnika Lubelska
Katedra Procesów Polimerowych
ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin

Wytlaczanie dihelikoidalne. Podstawy i realizacja^{**)}

Streszczenie — Przedstawiono istotę procesu wytłaczania dihelikoidalnego polegającą na tym, że część środkowa cylindra jednoślimakowej wytłaczarki jest obrotowa, co umożliwia zmianę parametrów przetwórczych w toku wytłaczania, bez konieczności zatrzymywania urządzenia. Podano podstawy procesu i konstrukcji wytłaczarki dihelikoidalnej. Opisano model uproszczony oraz model funkcjonalny takiej wytłaczarki, tj. aktywną strefę zasilania oraz aktywny i kompatybilny segment obrotowy cylindra. Efektywność nowej wytłaczarki dihelikoidalnej udokumentowano wybranymi wynikami badań doświadczalnych.

Słowa kluczowe: wytłaczanie, wytłaczarka, segment obrotowy cylindra, cylinder rowkowany.

DIHELICOIDAL EXTRUSION. PRINCIPLES AND PROCESSING

Summary — The principle of the dihelicoidal extrusion process based on a rotational middle segment of the single-screw barrel of an extruder (Fig. 1) has been presented. This active component design makes it possible for changes in the process parameters to be made without having to halt the equipment. The fundamentals of the process and the design of the dihelicoidal extruder were also discussed. A simplified model (Fig. 2) as well as a functional version (Fig. 6) of the extruder illustrating the active feed zone (Fig. 7) and the active compatible rotational segment of the barrel (Fig. 8) were described in detail. The performance of such a new dihelicoidal extruder was verified with selected results obtained in experimental studies.

Keywords: extrusion, extruder, rotating zone of barrel, barrel groove.

Genezę i budowę nowej „podwójnej” wytłaczarki jednoślimakowej przeznaczonej do przetwarzania tworzyw polimerowych przedstawia publikacja [1]. Opisywany tam model matematyczny przepływu tworzywa termoplastycznego w układzie uplastyczniającym tej wytłaczarki oparto na klasycznych założeniach, że tworzywo jest płynem niutonowskim, zaś układem odniesienia jest układ współrzędnych prostokątnych. Zgodność matematycznego modelu z doświadczeniem sprawdzano stosując PE-HD, wytłaczane z szybkością obrotów ślimaka wytłaczarki wynoszącą $0,033-0,167\text{ s}^{-1}$, w takich warunkach wydajność wytłaczania była bardzo mała (0,15–2,8 kg/h), a zgodność wyników teoretycznych i doświadczalnych — niemal doskonała.

Konstrukcja opisywanej w [1] wytłaczarki jest bardzo skomplikowana, m.in. ma ona dwa niezależnie obracające się ślimaki, jeden umieszczony w drugim, dwa niezależne układy zasypowe tworzywa usytuowane szere-

gowo, oraz dwa złożone układy napędowe i dwa układy automatycznej regulacji procesu wytłaczania.

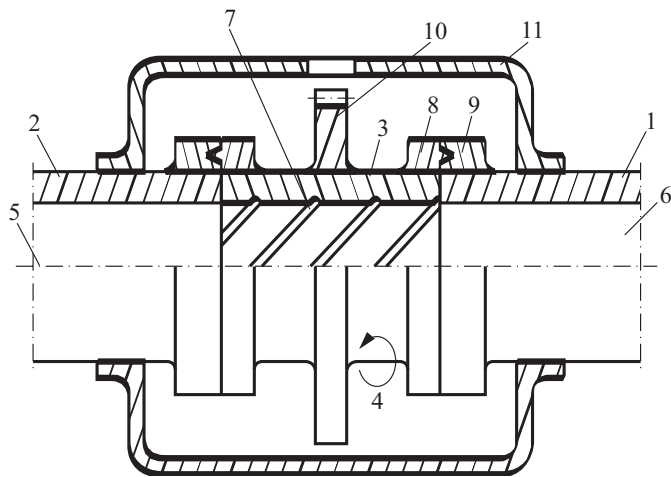
W niniejszym artykule zaprezentowano konkurencyjną i całkowicie nową wytłaczarkę, tzw. dihelikoidalną, omówiono również proces dihelikoidalnego wytłaczania.

ISTOTA I PODSTAWY PROCESU WYTŁACZANIA DIHELKOIDALNEGO. KONSTRUKCJA WYTŁACZARKI DIHELKOIDALNEJ

Już w 1998 r. do Urzędu Patentowego RP zgłoszono wynalazek [2], którego przedmiot stanowi wytłaczarka jednoślimakowa; jej środkowa część — segment klasycznego cylindra — jest obrotowa i współosiowa z pozostałymi częściami cylindra (rys. 1), co powoduje, że jest ona aktywna w procesie wytłaczania. Powierzchnia wewnętrzna segmentu obrotowego ma rowki, liniowe lub śrubowe, a kierunek skręcenia rowków śrubowych może być zgodny lub przeciwny do kierunku skręcenia linii śrubowej kanału śrubowego ślimaka znajdującego się w segmencie obrotowym i z nim współpracującego, stąd nazwa procesu wytłaczania i nazwa wytłaczarki, w której ten proces zachodzi.

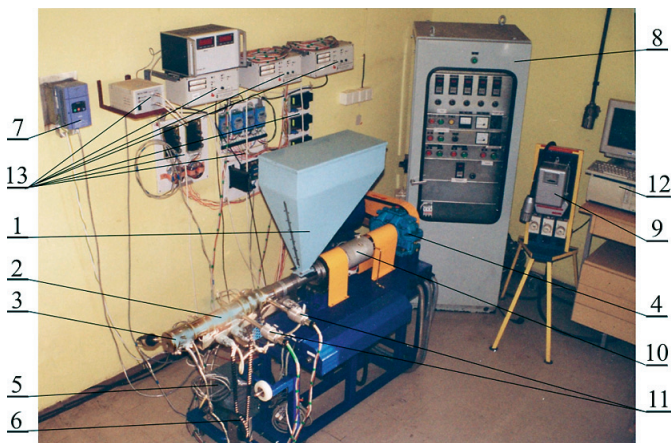
^{*)} Autor do korespondencji; e-mail: e.sasimowski@pollub.pl

^{**)} Artykuł oparty na treści wystąpienia w ramach XV Profesorskich Warsztatów Naukowych „Przetwórstwo Tworzyw Polimerowych”, Międzyzdroje — Kopenhaga, 14–17 czerwca 2010 r.



Rys. 1. Schemat ilustrujący istotę rozwiązania procesu wytłaczania dihelikoidalnego (oznaczenia w tekście)

Fig. 1. Schematic illustration of the dihelicoidal extrusion process solution (markings as in the text)



Rys. 2. Stanowisko badawcze z uproszczonym modelem wytłaczarki dihelikoidalnej: 1 – zasobnik tworzywa, 2 – układ uplastyczniający wytłaczarki, 3 – głowica wytłaczarska, 4 – układ napędzający ślimak, 5 – silnik napędzający segment obrotowy cylindra, 6 – przekładnia napędu segmentu obrotowego, 7 – falownik do regulacji szybkości segmentu obrotowego, 8 – szafa sterownicza, 9 – licznik energii prądu elektrycznego, 10 – momentomierz, 11 – czujniki pomiaru ciśnienia i temperatury, 12 – komputer, 13 – elementy układu pomiarowego [3]

Fig. 2. Research stand with a simplified model of a dihelicoidal extruder: 1 – polymer hopper, 2 – extruder plasticizing system, 3 – extruder head, 4 – screw driving system, 5 – drive motor of the rotational barrel segment, 6 – drive gear of the rotational segment, 7 – speed control inverter of the rotational segment, 8 – control panel, 9 – power consumption meter, 10 – torque meter, 11 – temperature and pressure measurement sensors, 12 – computer, 13 – elements of the measuring system [3]

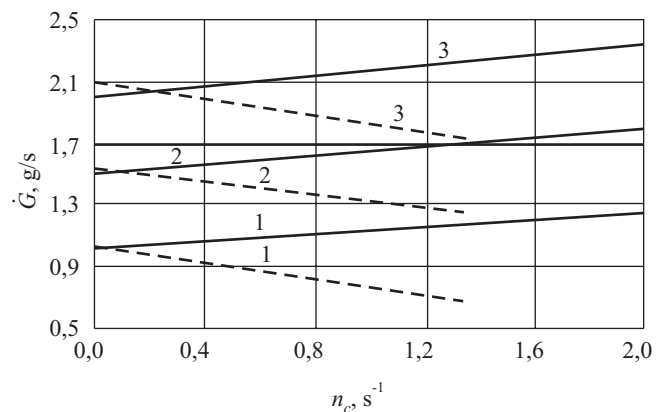
Cylinder wytłaczarki jest zbudowany z trzech stykających się i współpracujących ze sobą elementów konstrukcyjnych (1), (2) i (3). Element (1) jest nieruchomym

elementem początkowym cylindra, element (2) – nieruchomym elementem końcowym cylindra wytłaczarki, element (3) jest natomiast elementem wykonującym ruch obrotowy (4). Osie wzdłużne wymienionych elementów konstrukcyjnych tworzą jedną wspólną prostą (5). Ślimak, niewidoczny na rysunku, wykonujący ruch obrotowy, znajduje się wewnątrz trójściładowego cylindra (6). Powierzchnia wewnętrzna obrotowego elementu (3) jest niejednorodna geometrycznie; ma rowki przetwórcze liniowe lub śrubowe (7). Na rysunku pokazano przykładowy schemat ułożyskowania (8) i (9) obrotowego elementu (3), przeniesienia napędu poprzez koło zębate (10) na element obrotowy (3) oraz połączenia osłoną (11) elementów nieruchomych (1) oraz cylindra (2).

Opierając się na polskim opisie patentowym [2] zaprojektowaliśmy a następnie zbudowaliśmy uproszczony model wytłaczarki dihelikoidalnej, o średnicy ślimaka 25 mm, przeznaczonej do dihelikoidalnego wytłaczania tworzyw termoplastycznych. Model poddano badaniom rozpoznawczym, po czym, po uwzględnieniu wpływających z nich wniosków, badaniom zasadniczym, wykorzystując do tego celu specjalnie zbudowane stanowisko badawcze (rys. 2).

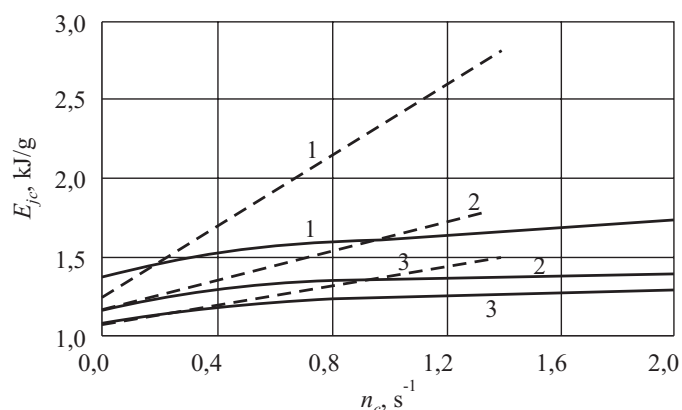
Przeprowadzone doświadczenia miały wykazać, że:

- wytłaczanie dihelikoidalne jest możliwe, efektywne i energooszczędne;
- celowe jest zaprojektowanie, wykonanie i przebadanie modelu funkcjonalnego wytłaczarki dihelikoidalnej;
- istnieją możliwości uzyskania większej technicznej efektywności wytłaczania dihelikoidalnego niż klasycznego;



Rys. 3. Masowe natężenie przepływu (\dot{G}) tworzywa w funkcji szybkości obrotów segmentu obrotowego cylindra (n_s) w warunkach różnej szybkości obrotów ślimaka (n_s); 1 – $1,33 \text{ s}^{-1}$, 2 – $2,00 \text{ s}^{-1}$, 3 – $2,67 \text{ s}^{-1}$ (linie ciągłe – kierunek obrotów segmentu obrotowego przeciwny do kierunku obrotów ślimaka, linie przerywane – kierunki obrotów zgodne) [9]

Fig. 3. Polymer mass flow rate (\dot{G}) as a function of the rotational speed of the rotational barrel segment (n_s) at different screw rotational speeds (n_s); 1 – 1.33 s^{-1} , 2 – 2.00 s^{-1} , 3 – 2.67 s^{-1} (continuous lines – rotation of the rotational segment opposite to the screw rotation direction, dashed lines – similar to screw rotation direction) [9]

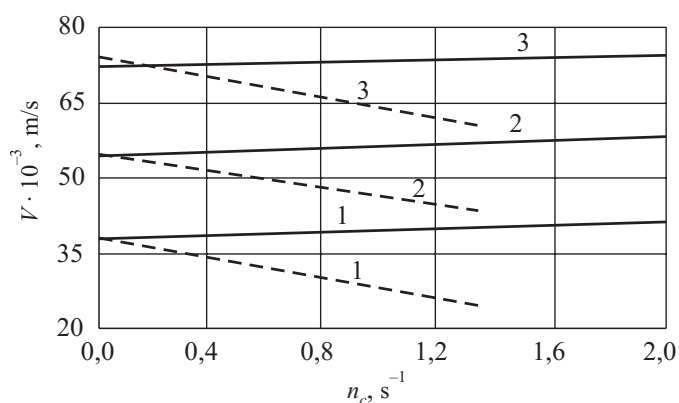


Rys. 4. Jednostkowe zużycie energii całkowitej (E_{jc}) doprowadzanej do wylączarki w funkcji szybkości obrotów segmentu obrotowego cylindra (n_c) w warunkach różnej szybkości obrotów ślimaka (n_s); oznaczenia i rodzaj krzywych, jak na rys. 3 [9]
Fig. 4. Total energy consumption per unit mass (E_{jc}) as a function of the rotational speed of the rotational barrel segment (n_c) at different screw rotational speeds (n_s); indications and curve types as in Fig. 3 [9]

- proces wytłaczania dihelikoidalnego jest perspektywiczny i może być doskonalony;
- po konstrukcyjnym i technologicznym udoskonaleniu wylączarki dihelikoidalnej, uzyskane wyniki badań będzie można rozwinąć i skomercjalizować.

Zakończone sukcesem badania doświadczalne uproszczonego modelu wylączarki dihelikoidalnej kontynuowano, a ich wyniki opublikowano [3–10]. Z tego zakresu wykonano również rozprawę doktorską, a w przygotowaniu jest rozprawa habilitacyjna.

Wybrane, przykładowe zależności wyznaczone w toku wytłaczania PE-LD na wymienionym stanowisku badawczym przedstawiają rys. 3–5. Przetwarzano poliety-



Rys. 5. Prędkość wytłaczania (V) tworzywa w funkcji szybkości obrotów segmentu obrotowego cylindra (n_c) w warunkach różnej szybkości obrotów ślimaka (n_s); oznaczenia i rodzaj krzywych, jak na rys. 3 [9]

Fig. 5. Polymer extrusion speed (V) as a function of the rotational speed of the rotational barrel segment (n_c) at different screw rotational speeds (n_s); indications and curve types as in Fig. 3 [9]

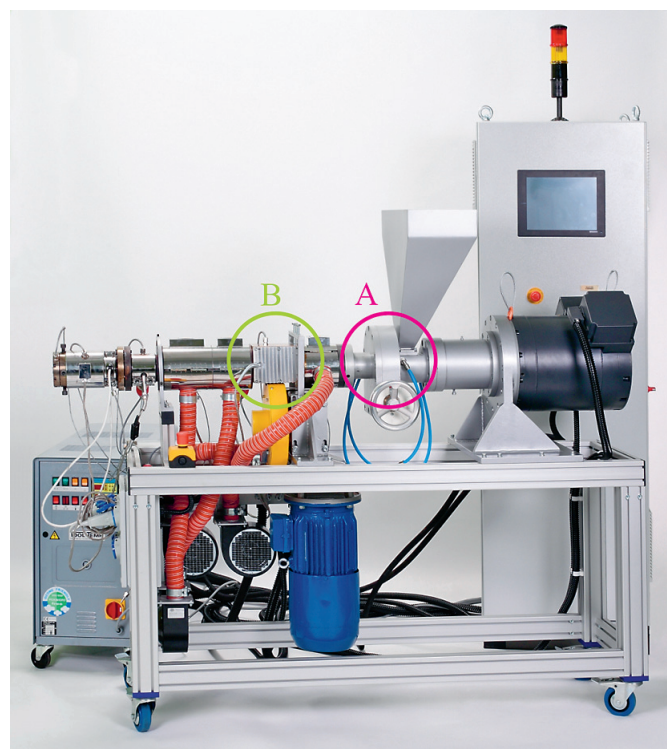
len małej gęstości o nazwie handlowej Malen E (Basell Orlen Polyolefins) w postaci granulatu, zawierającego też oprócz polimeru, m.in. antyutleniacz, środek poślizgowy oraz środek antyblokujący [gęstość 0,919–0,923 g/cm³, wskaźnik szybkości płynięcia MFR (190 °C; 2,16 kg) 1,6–2,5 g/10 min, naprężenie zrywające 11 MPa, temperatura mięknięcia według Vicata 90 °C].

W przypadku, gdy kierunek obrotów segmentu obrotowego cylindra był przeciwny do kierunku obrotów ślimaka, wraz ze wzrostem szybkości segmentu następowało proporcjonalne zwiększanie się masowego natężenia przepływu tworzywa a także prędkości wytłaczania, wyznaczanej jako stosunek ustalonej długości odcinka pomiarowego wytłoczyny do odpowiadającego czasu jego wytłaczania.

Obracanie się ślimaka i segmentu obrotowego cylindra w kierunku zgodnym było przyczyną ograniczenia przepływu tworzywa w kierunku głowicy, głównie jako następstwa intensyfikacji przepływu wstecznego.

MODEL FUNKCJONALNY WYŁĄCZARKI DIHELIKOIDALNEJ

Na podstawie koncepcji merytorycznej oraz założeń przetwórczych i konstrukcyjnych opracowanych w Ka-



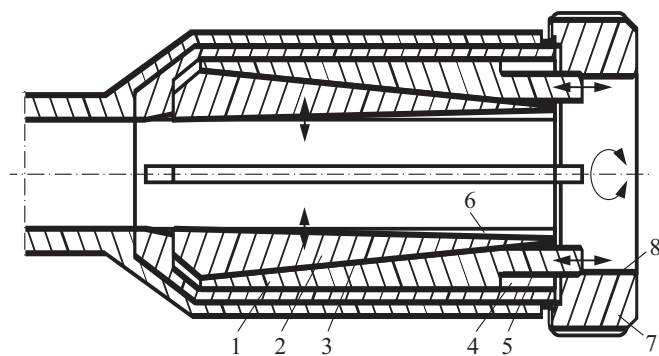
Rys. 6. Wygląd modelu funkcjonalnego wylączarki dihelikoidalnej: A – aktywna przetwórczo strefa zasilania, B – aktywny przetwórczo segment obrotowy cylindra (fotografia Instytut IMPiB)

Fig. 6. Functional model of the dihelical extruder: A – active processing feed zone, B – active processing rotational barrel segment (photo by IMPiB Institute)

tedrze Procesów Polimerowych Politechniki Lubelskiej, w Instytucie Materiałów Polimerowych i Barwników w Toruniu zaprojektowano i wykonano model funkcjonalny wylączarki dihelikoidalnej (rys. 6). Wprowadzono do niego kompatybilne i aktywne w procesie rozwiązania konstrukcyjne, których charakterystyki mogą być zmieniane w zależności od potrzeb, w czasie trwania procesu wytłaczania, bez konieczności jego zatrzymywania.

Aktywna strefa zasilania

Aktywną strefę zasilania układu uplastyczniającego, umiejscowioną pod zasobnikiem tworzywa i nieco poza nim w kierunku przepływu, tworzy tuleja rowkowana osadzona z małym luzem w cylindrze i mocowana do niego na stałe końcówką znajdującą się w cylindrze już poza strefą zasilania. Drugi koniec tulei wystający poza zasobnik tworzywa, można skręcać w prawą lub lewą stronę, uzyskując w ten sposób (według potrzeb) przetwórcze rowki: liniowe, śrubowe prawoskrętne lub śrubowe lewoskrętne [12]. Układ aktywnej strefy zasilania tworzą zatem: tuleja rowkowana, mechanizm skręcający tuleję, umiejscowiony przed zasobnikiem tworzywa, oraz urządzenie do odczytu nastawionego kąta skręcenia tulei i wynikającego z niego, kąta pochylenia linii śrubowej rowków przetwórczych. Przy dużym skręceniu tulei może być potrzebny mechanizm blokujący, usytuowany skrajnie po stronie przeciwległej względem zasobnika tworzywa.



Rys. 7. Schemat rozwiązania konstrukcyjnego aktywnej i kompatybilnej przetwórczo strefy zasilania układu uplastyczniającego wylączarki dihelikoidalnej (oznaczenia w tekście)
Fig. 7. Construction solution of the active and compatible processing segment of the plasticizing system feed zone of the dihelical extruder (indications in text)

Strefę zasilania układu uplastyczniającego można uaktywnić także w inny sposób [13]. Mianowicie, w obszarze przed zasobnikiem tworzywa, pod zasobnikiem i nieco poza nim, w kierunku przepływu tworzywa w układzie uplastyczniającym są promieniowo rozmieszczone wzdłużne wybrania materiałowe (rys. 7), wypełnione zestawami dwóch przesuwanych klinów listwowych (1)

i (2) współdziałających ze sobą za pomocą pochylnych przemiennie względem osi cylindra powierzchni roboczych (3). Kliny są w swych zestawach jednostronne. Kliny (1) mają miejsce i krótkie wybrania materiałowe (4) z gwintem zewnętrznym (5). Kliny (2) natomiast jedną stroną współdziałają z pochylnymi powierzchniami roboczymi (3) klinów (1), natomiast stroną przeciwległą tworzą dna rowków przetwórczych (6). Liniowy przesuw poziomy klinów (1), według potrzeb przetwórczych, powoduje przemieszczanie się prostopadłe klinów (2) i jest czynnikiem uaktywniającym strefę zasilania. W opisany sposób zmienia się bowiem głębokość rowków przetwórczych (6). Ruch klinów (1) jest powodowany ruchem obrotowym pierścienia (7) z gwintem wewnętrznym (8) współdziałającym z gwintem zewnętrznym (5).

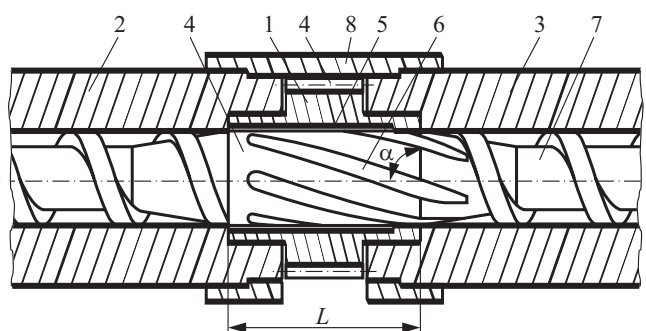
Inny sposób uaktywniania strefy zasilania układu uplastyczniającego przedstawiono w publikacjach [14–16].

Wymienione warianty stanowiły oryginalne i istotne uzupełnienie do rozwiązań konstrukcyjnych modelu funkcjonalnego wylączarki dihelikoidalnej.

Aktywny i kompatybilny segment obrotowy

Najistotniejszą część konstrukcyjną, a zarazem przetwórczą wylączarki dihelikoidalnej stanowi aktywny i kompatybilny, z całym układem przetwórczym, segment obrotowy mieszająco-ścinający cylindra wylączarki. Proces wytłaczania z udziałem takiego segmentu staje się aktywny przetwórczo, co oznacza możliwość wpływu na jego przebieg na drodze zmiany szybkości, bądź też kierunku obrotów segmentu w czasie trwania procesu.

Dotychczas znane są dwa rozwiązania konstrukcyjne budowy segmentu obrotowego. W obu wariantach znaj-



Rys. 8. Schemat rozwiązania konstrukcyjnego aktywnego i kompatybilnego przetwórczo segmentu obrotowego układu uplastyczniającego wylączarki dihelikoidalnej: α — kąt pochylenia rowków przetwórczych segmentu obrotowego (oznaczenia w tekście)

Fig. 8. Construction solution of the active and compatible processing segment of the rotational segment of the dihelical extruder plasticizing system: α — taper angle of the processing grooves of the rotational segment (indications as in text)

duje się on w strefie układu uplastyczniającego i ma ściśle określoną długość. Jest wyposażony w znajdującą się we wnętrzu tuleję obrotową, która stanowi najważniejszą, roboczą jego część. Pochodzący od silnika elektrycznego napęd tulei jest przekazywany przez przekładnię umiejscowioną poza układem uplastyczniającym.

Rysunek 8 przedstawia schemat jednego z rozwiązań konstrukcyjnych takiego segmentu obrotowego [17]. Przetwórcza tuleja obrotowa (1) o ściśle określonej długości L jest w istocie częścią składową nieruchomego cylindra. Znajduje się ona pomiędzy dwiema jego nieruchomymi częściami (2) oraz (3), w określonej strefie układu uplastyczniającego, i jest napędzana z zewnątrz silnikiem elektrycznym poprzez przekładnię z kołem zębatym (4). Na swej walcowej powierzchni wewnętrznej ma rowki przetwórcze (5), liniowe lub śrubowe, prawoskrętne albo lewoskrętne, według założeń konstrukcyjnych. Część ślimaka przetwórczego (7) w obszarze pokrywającym się z długością L tulei obrotowej może być klasyczna, np. walcowa lub może mieć specjalne rowki przetwórcze (6) liniowe, bądź śrubowe, prawoskrętne lub lewoskrętne, również zgodnie z założeniami konstrukcyj-

nyimi ślimaka. Całość znajduje się w obudowie (8) łącząco-ustalającej.

Rozwiązanie konstrukcyjne segmentu obrotowego może być również takie jak przedstawiono w [18].

Wybrane wyniki badań

Badania funkcjonalnego modelu wytłaczarki dihelikoidalnej przeprowadzone przez E. Sasimowskiego w Instytucie IMPiB w Toruniu, z zastosowaniem PE-HD [Malen E produkcji Basell Orlen Polyolefins: gęstość $0,919–0,923 \text{ g/cm}^3$, MFR (190 °C; 2,16 kg) $0,6–0,9 \text{ g/10 min}$, naprężenie zrywające 12 MPa, temperatura mięknięcia według Vicata 90 °C] pozwoliły na ocenę modelu funkcjonalnego wytłaczarki dihelikoidalnej [19, 20].

W tabeli 1 przedstawiono zależność wydajności wytłaczarki (jako masowego natężenia przepływu tworzywa w układzie uplastyczniającym wytłaczarki) od zastosowanego wariantu kinematycznego (ruch obrotowy wykonuje tylko ślimak lub jednocześnie ślimak i tuleja obrotowa) oraz od rozwiązania konstrukcyjnego ślimaka o średnicy 25 mm.

T a b e l a 1. Wydajność modelu funkcjonalnego wytłaczarki dihelikoidalnej w zależności od przyjętych rozwiązań procesowych
T a b l e 1. The performance of a functional dihelicoidal extruder model in as a function of the adopted process parameters

Szybkość obrotowa		Wydajność układu uplastyczniającego, g/s				
ślimaka, s^{-1}	tulei obrotowej s^{-1}	ze ślimakiem		ze ślimakiem specjalnym i aktywną strefą zasilania z		
		klasycznym	specjalnym	6 rowkami	8 rowkami	odniesiona do 1 rowka ^{*)}
1,67	0	1,5	1,9	2,3	2,7	0,2
Zwiększenie wydajności w stosunku do wydajności układu ze ślimakiem klasycznym, %		—	27	53	80	13,5
1,67	1,67	1,7	2,3	2,9	3,6	0,35
Zwiększenie wydajności w stosunku do wydajności układu ze ślimakiem klasycznym, %		—	35	71	112	20,5
Zwiększenie wydajności po wprawieniu segmentu obrotowego w ruch, %		13	21	26	33	3,5

^{*)} Wartość średnia przypadająca na 1 rowek przetwórczy, np. ostatnia pozycja w tabeli $(33–26):(8–6) = 3,5$.

T a b e l a 2. Jednostkowe zużycie energii całkowitej modelu funkcjonalnego wytłaczarki dihelikoidalnej
T a b l e 2. Total energy consumption per unit mass of a functional dihelicoidal extruder

Szybkość obrotowa		Jednostkowe zużycie energii całkowitej doprowadzonej do układu uplastyczniającego wytłaczarki, kJ/g				
ślimaka, s^{-1}	tulei obrotowej s^{-1}	ze ślimakiem		ze ślimakiem specjalnym i aktywną strefą zasilania z		
		klasycznym	specjalnym	6 rowkami	8 rowkami	przypadające na 1 rowek ^{*)}
1,67	0	3,13	2,69	1,93	1,92	-0,01
Zużycie energii w stosunku do zużycia w układzie ze ślimakiem klasycznym, %		—	-15	-38	-39	-0,5
1,67	1,67	2,78	2,00	1,91	1,77	-0,07
Zużycie energii w stosunku do zużycia w układzie ze ślimakiem klasycznym, %		—	-28	-31	-36	-2,5
Zużycie energii po wprawieniu segmentu obrotowego w ruch, %		-11	-26	-1	-8	-3,5

^{*)} Wartość średnia przypadająca na 1 rowek przetwórczy, np. ostatnia pozycja $-(8–1):(8–6) = -3,5$.

W tabeli 2 zestawiono jednostkowe zużycie energii całkowitej doprowadzonej do układu uplastyczniającego wylączarki w zależności od przyjętych rozwiązań procesowych.

Otrzymane wyniki są bardzo dobre, a na ich podstawie można dokonać wyboru kierunku badań zmierzających do dalszego wzrostu masowego natężenia przepływu tworzywa oraz zmniejszenia zużycia energii całkowitej doprowadzonej do układu.

Konstrukcja wylączarki dihelikoidalnej nie była jak dotąd optymalizowana, zatem jest przewidziana i konieczna nie tylko taka optymalizacja, ale również optymalizacja parametrów wylączania. W celu ich weryfikacji i dostosowania ich do wylączania dihelikoidalnego również interesujące wydaje się lepsze dostosowanie konstrukcji ślimaka [21, 22] do wylączania dihelikoidalnego. Być może, ze względu na przewidywane, intensywne i skuteczne mieszanie składników tworzywa wylączanego tą metodą, wylączarka dihelikoidalna będzie stosowana do wylączania z granulowaniem.

PODSUMOWANIE

Konstrukcja wylączarki dihelikoidalnej jest stosunkowo prosta w projektowaniu, a wykonanie jest standardowe.

Wylączarka dihelikoidalna oraz proces wylączania dihelikoidalnego są nowe, oryginalne i konkurencyjne w stosunku do znanych, najlepszych rozwiązań.

Proces wylączania dihelikoidalnego jest efektywny, głównie pod względem wydajności i zużycia energii.

Przetwarzanie tworzyw przy użyciu wylączarki dihelikoidalnej nie różni się w sposób istotny od przetwarzania z zastosowaniem wylączarki konwencjonalnej.

LITERATURA

1. Jia M.-Y., Yu J., Xue P., Guo Z.-X.: *Int. Polym. Process.* 2009, **24**, 199.
2. *Pat. pol.* 185 728 (1998).
3. Sikora R., Sasimowski E.: *Przetwórstwo Tworzyw* 2005, **11**, 83.
4. Sikora R., Sasimowski E.: *Polimery* 2000, **45**, 264.
5. Sikora R., Sasimowski E.: *Int. Polym. Sci. Technol.* 2000, **27**, T/80.
6. Sikora R., Sasimowski E.: *Mat. konf.: Polymer Processing Society, PPS-16, Shanghai, China, 18–23 June 2000*, str. 213.
7. Sasimowski E.: *Mat. konf.: Polymer Processing Society, Europe/Africa Regional Meeting, Grecja, Ateny 2003*, str. 70.
8. Sikora J. W., Sasimowski E.: *Kunststoffe* 2006, **96**, 104.
9. Sikora J. W., Sasimowski E.: *Kunststoffe* 2006, **96**, 89.
10. Sasimowski E.: *Zeszyty Naukowe Akademii Techniczno-Rolniczej* 2006, nr 246, 141.
11. Sasimowski E.: „Analiza procesu wylączania z obrotowym segmentem cylindra wylączarki”, dysertacja doktorska, Politechnika Lubelska, 2004.
12. *Pat. pol.* 174 068 (1998).
13. *Zgłosz. pat.* nr 383 576 (2007).
14. *Pat. pol.* 174 623 (1998).
15. *Pat. pol.* 188 004 (2005).
16. *Zgłosz. pat.* nr 372 283 (2005).
17. *Zgłosz. pat.* nr 383 596 (2007).
18. *Zgłosz. pat.* nr 385 054 (2008).
19. Sasimowski E.: *Polimery* 2008, **53**, 47.
20. Sasimowski E.: *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej* 2009, nr 263, 131.
21. *Pat. pol.* 195 292 (2001).
22. *Pat. pol.* 195 293 (2001).

Rapid Communications

Przypominamy P.T. Autorom, że prowadzimy w naszym czasopiśmie dział typu **Rapid Communications**. Publikujemy w nim, **wyłącznie w języku angielskim, krótkie** (3–4 strony maszynopisu z podwójną interlinią i ewentualnie 2–3 rysunki lub 1–2 tabele) **prace oryginalne**, którym gwarantujemy szybką ścieżkę druku (ok. 4–5 miesięcy od chwili ich otrzymania przez redakcję). Artykuł należy przygotować wg wytycznych zamieszczonych we wskazówkach dla Autorów.